МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный исследовательский центр
«Почвенный институт имени В.В. Докучаева»

Всероссийский научно-исследовательский институт
мелиорированных земель – филиал Федерального государственного
бюджетного научного учреждения Федерального исследовательского
центра «Почвенный институт имени В.В. Докучаева»
(ВНИИМЗ)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРИЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ АГРОЭКОСИСТЕМ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

К 95-летию Почвенного института

Материалы Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием, ВНИИМЗ,
г. Тверь, 30 сентября 2022 года

ТВЕРЬ 2022

УДК 631.6(082)
ББК П065я431
П 27

Ответственные за выпуск:
Ю.Д. Смирнова – кандидат биологических наук,
О.Н. Анциферова– кандидат сельскохозяйственных наук

«Перспективные технологии и приемы управления продуктивностью агроэкосистем на мелиорированных землях» (к 95-летию Почвенного института): Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, ВНИИМЗ. – Тверь: Издательство Тверского государственного университета, 2022. – 347 с.

ISBN 978-5-7609-1769-0

Представлены материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием ***«Перспективные технологии и приемы управления продуктивностью агроэкосистем на мелиорированных землях" (к 95-летию Почвенного института)*** (Россия, ВНИИМЗ, г. Тверь, 30 сентября 2022 г.). На конференции рассмотрены приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях в условиях изменяющегося климата, обсуждены основные вопросы и направления дальнейшего развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия, использования перспективных агро- и биотехнологий, приемов управления продуктивностью агроэкосистем, рассмотрены вопросы оптимизации производства кормов, повышения плодородия почв и продуктивности мелиорированных земель, отражены актуальные проблемы эффективного использования почвенных и водных ресурсов.

УДК 631.6(082)
ББК П065я431

ISBN 978-5-7609-1769-0

© ВНИИМЗ, 2022
© Тверской государственный университет, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. Приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях в условиях изменяющегося климата 7

Смирнова Ю.Д. Плеяда ученых Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель – ВНИИМЗ (к 45-летию создания ВНИИМЗ). *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия*…… 7

Трешкин И.А., Рабинович Г.Ю. Новое направление в продвижении КМН.*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия …….* 15

Анженков А.С., Шкутов Э. Н., Иванов В. П. Биологический метод утилизации древесно-кустарниковой растительности. *РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь*…… 23

Васильев В.В. Экологические последствия осушения и сельскохозяйственного использования осушенных торфяных почв в Республике Беларусь.*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь*…… 33

Ковалев И. В. Осушение закрытым дренажом полугидроморфных почв как фактор их биологической активности (на примере распределения состава аминосахаров). *МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, г. Москва, Россия*…… 40

Павлов А.А., Мажайский Ю.А. Определение регионального фона тяжелых металлов для обоснования природоподобных технологий восстановления плодородия почв Рязанской области. *Мещерский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, Рязань, Россия*…… 48

Фомичева Н.В. Апробация гуминового препарата БоГум. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия* …… 54

Сакара Н.А., Тарасова Т.С., Ознобихин В.И. Орошение овощных культур как обязательный агроприем дальневосточного овощеводческого земледелия (обзор). *ПООС – филиал ФГБНУ ФНЦО, г. Артем, с. Суражевка, Приморский край, Россия*…… 60

Касатиков В.А., Шабардина Н.П. Передовые технологии в АПК. *ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Владимир, Россия* …… 67

РАЗДЕЛ II. Современные системы земледелия и инновационные агро- и биотехнологии 72

Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К. Влияние совместного действия дренажа и удобрений на продуктивность и структуру урожая озимой тритикале. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия* …… 72

Белова С. В., Васючков И. Ю., Борисов В. А., Янченко Е. В., Успенская О.Н. Рациональное использование минеральных удобрений и биокомпоста при выра-щивании моркови столовой на орошаемых почвах поймы р. Москвы. *ВНИИО – ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» Московская обл., д. Верея, Россия* …… 81

Шилова О.В. Эффективность применения молибденсодержащих препаратов в посевах гороха посевного. *ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия*……. 88
Шилова О.В. Зависимость продуктивности капусты белокочанной от агрохимических показателей почвы и молибденсодержащих соединений. *ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия*……. 95
Чижикова С.С., Зеленева И.А. Характеристика сорта риса диамант, выращенного в стародельтовом агроландшафтном районе Краснодарского края, по показателям признаков качества в связи с различными дозами азотного питания. *ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар, Россия*……. 105
Неменущая Л.А. Экологизация земледелия для органического овощеводства. *ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия*……. 109
Щеголихина Т.А., Болотина М.Н. Информационные технологии в растениеводстве. *ФГБНУ «Росинформагротех», п. Правдинский, Россия* ……. 113
Буряк С.М., Черникова О.В., Мажайский Ю.А., Вчерашняя В.В. Оценка фитосанитарного состояния посевов ярового ячменя, выращиваемого на мелиорируемых дерново-подзолистых почвах. *ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия; ФКОУ ВО «Академия права и управленияФедеральной службы исполнения наказаний», г. Рязань, Россия; УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь* ……. 117
Смирнова Т.И., Тумасьева И.Г., Шилова О.В. Влияние различных соединений меди (II) на биохимический состав растений томатов. *ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия* ……..... 125
Скворцов С.С. Продуктивность масличного льна в зависимости от применяемых стимуляторов роста и биопрепаратов. *ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г.Тверь, Россия*……. 130
Скворцов С.С. Новые виды органоминеральных удобрений в технологии возделывания льна-долгунца. *ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия*……. 136
Помякшева Л.В., Коновалов С.Н. Влияние погодных условий на продуктивность растений и качество плодов земляники садовой при выращивании с капельным орошением и фертигацией. *ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», Москва, Россия*……. 143
Папулова Э.Ю., Туманьян Н.Г. Параметры вязкости зерна сортов риса восход, каурис, наутилус, рапан, выращенных в стародельтовой агроландшафтной зоне Краснодарского края. *ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар, Россия*……. 150
Кумейко Т.Б., Ольховая К.К. Технологические признаки качества зерна сорта риса рапан 2 урожая 2021 г., выращенного в стародельтовой агроландшафтной зоне Краснодарского края при различных дозах азотного питания. *ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар, Россия* ……. 154
Кузнецова С.Н. Влияние комплексного минерального удобрения на одновидовые злаковые посевы. *ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия*……. 159
Королева Ю.С. Продуктивность земляной груши при многолетнем использовании плантаций в Верхневолжье. *ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия* ……..... 164
Пугачёва Л.В., Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В. Биологическая эффективность совместных посевов зерновых культур на осушаемых дерново-подзолистых почвах. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия* 170

Кудрявцев Н.А., Кудряшов О.Д., Орлов Д.Н. Возможности интегрированного ограничения распространения гигантского борщевика в Тверской области. *ОП НИИЛ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,г. Торжок, Россия*..... 176
Хархардинов Н.А. Погодный мониторинг с помощью метеостанции ATMOS 41 на полигоне ВНИИМЗ. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия* …… 182

РАЗДЕЛ III. Управление плодородием почв, агромелиоративным состоянием и продуктивностью мелиорированных земель 186

Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Зинковская Т.С. Новые органические удобрения как фактор регуляции почвенного плодородия. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ, г. Тверь, Россия* …… 186
Анциферова О.А., Чен П.А. Динамика реакции среды пахотных почв и проблемы известкования на производственных полях. *ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия*…… 195
Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Казьмин А.Е. Влияние приемов агромелиоративной обработки на агрофизическое состояние осушаемой почвы под многолетними травами. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия* …… 204
Меньшикова С.А. Восстановление плодородия и управление продуктивностью деградированных почв Нечерноземной зоны на основе комплексных мелиораций. *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова», Москва, Россия*…… 214
Шилова О.В. Изменение почвенного плодородия дерново-подзолистой мелиорированной почвы при использовании биологически активных веществ. *ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия*…… 222
Чуева Н.В., Кашулина Г.М., Литвинова Т.И. Элементный состав нескольких видов сидератов в условиях европейской субарктики**.** *ФГБНУ «Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН», г. Апатиты, Россия*…… 232
Уланов Н.А. Моделирование оптимизации почвенного плодородия выработанных торфяников путем перемещения остаточного торфа внутрь профиля.*Вятский государственный агротехнологический университет, г. Киров, Россия; Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», г. Киров, Россия* …… 240
Волкова Е.С. Применение удобрений и биопрепаратов на озимой ржи, возделываемой на дерново-подзолистой почве разной степени окультуренности. *ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, г. Волгоград, Россия*…… 247
Рублюк М.В., Иванов Д.А. Влияние агроландшафтов и технологий на биологическую активность почвы и урожайность яровой пшеницы в условиях Нечерноземья. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г.Тверь, Россия* …… 254
Евсеев Е.Ю., Рязанцев А.И., Малько И.В., Метлинов Е.С. К регулированию расхода дождевальных аппаратов многоопорной дождевальной машины «Кубань-ЛК13. *ГОУВО Московской области «Государственный социально-гуманитарный университет», г.о. Коломна, Россия; ФГНУ ВНИИ систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», Московская обл., пос. Радужный, Россия; ФГБНУ высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия*…… 266

Насонов С. Ю. Приближённая методика выбора основных параметров клиновидного двухотвального рабочего органа. *ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Москва, Россия*…… 271
Хархардинов Н.А. Мониторинг изменения уровня почвенно-грунтовых вод мелиорированных земель Нечерноземной зоны Верхневолжья. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Тверь, Россия*…… 279

РАЗДЕЛ IV. Актуальные вопросы кормопроизводства в условиях мелиорации 284

Иванов Д.А. Влияние агрофона на пестроту урожайности травостоев. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Тверь, Россия*…… 284
Дрозд Д.А. Суммарное водопотребление клевера лугового при различных режимах орошения. *УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь* …… 288
Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н.Исследования химического состава и питательной ценности зеленой массы малораспространенных силосных культур. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Тверь, Россия*…… 292
Анисимова Т.Ю., Маркин С.Ю. Результативность агроприемов возделывания многолетних трав на выработанном торфянике. *Всероссийский НИИ органических удобрений и торфа – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Владимир, Россия* …… 301
Иванова Н.Е., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Вагунин Д.А. Биопродуктивность самовозобновляющихся бобово злаковых травостоев на осушаемых землях Нечерноземья.*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г.Тверь, Россия*…… 308
Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н. Продуктивность укосных травостоев в смеси с люцерной изменчивой в условиях Тверской области. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Тверь, Россия*…… 319
Зеленый Ю.М. Влияние микроудобрений и биостимуляторов роста на семенную продуктивность клевера ползучего в одновидовых и совместных посевах с райграсом однолетним. *РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь* …… 328
Вагунин Д.А., Капсамун А.Д., Иванова Н.Е., Павлючик Е.Н., Амбросимова Н.Н. Продуктивность агроэкосистем на основе козлятника восточного на мелиорируемых землях Тверской области. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г.Тверь, Россия*…… 339

РАЗДЕЛ I. ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

УДК 631

ПЛЕЯДА УЧЕНЫХ ВСЕРОССИЙСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ - ВНИИМЗ

(к 45-летию создания ВНИИМЗ)

Смирнова Ю.Д., кандидат биологических наук.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

В августе 2022 г. исполнилось 45 лет со дня создания на базе Калининской государственной сельскохозяйственной опытной станции (ГСХОС), функционирующей с 1936 г., Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель. За эти годы институт взрастил плеяду преданных своему делу ученных-исследователей, известных в своих областях науки. Созданные ими научные труды признаны в научном сообществе и удостоены высших наград страны. Многие молодые специалисты, пришедшие во вновь созданный институт прямо со студенческой скамьи, сотрудники опытной станции прошли большой трудовой путь в институте от рабочих опытного поля, лаборантов и младших научных сотрудников до заведующих лабораторий и отделов, заместителей директора и директора. Они продолжают и в настоящее время служить сельскохозяйственной науке России, наперекор всем трудностям.

© Смирнова Ю.Д., 2022

Ведущим отделом в институте является отдел мелиоративного земледелия, которым руководит Юрий Иванович Митрофанов, кандидат сельскохозяйственных наук, который начал свой трудовой путь в науке в 1975 г.в должности старшего научного сотрудника отдела земледелия опытной станции. На сегодняшний день Митрофанов Ю.И. – один из ведущих ученых страны в области мелиоративного земледелия. Под его руководством и непосредственном участии разработаны: грядово-ленточная технология возделывания картофеля с уровнем урожайности до 40,0 т клубней с 1 га, интенсивные технологии возделывания зерновых культур с посевом на профилированной поверхности и уровнем урожайности 4,0-6,0 т/га зерна, системы разноглубинной обработки почвы в полевых севооборотах, модели оптимизации соотношения луга и пашни в агроландшафтах северо-западной части Нечерноземной зоны РФ и др. Митрофанов Ю.И. является одним из организаторов и основных разработчиков систем земледелия для Тверской области (2 издания). Свою научную деятельность он всегда сочетает с внедрением научных разработок, оказывая практическую помощь в освоении высокоэффективных технологий сельхозтоваропроизводителям.

В 1986 г. ВНИИМЗ возглавил, тогда еще молодой ученый, кандидат технических наук, а впоследствии доктор технических наук, профессор, академик РАН (Россельхозакадемии) и Украинской академии аграрных наук, Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный изобретатель РФ Николай Георгиевич Ковалев. Николай Георгиевич руководил институтом почти 30 лет (по 2015 г.) и реализовал в жизнь весь накопленный им огромный опыт научной, практической и организационной работы. За это продолжительное время под его руководством поднялся уровень и престиж фундаментальных и прикладных научных исследований института, сформировался высококвалифицированный коллектив ученых. Сам Николай Георгиевич являлся ведущим и широко известным ученым страны в области

биоконверсии органического сырья и разработки научных основ формирования адаптивных ландшафтно-мелиоративных систем земледелия на мелиорированных землях гумидной зоны России. При его непосредственном участии и руководстве коллективом института было получено 2 премии: Государственная премия Российской Федерации в области науки и техники (2001 г.) за работу «Научные основы и новые технологии биоконверсии органического сырья на предприятиях агропромышленного комплекса»и премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2013 г.) за работу по продвижению твердо- и жидкофазной продукции новейших биотехнологий, предназначенных для практики овощеводства.

Одним из основных разработчиков принципиально новой безотходной ресурсосберегающей технологии производства и использования биологически активных органических удобрений был Борис Михайлович Малинин. За годы работы во ВНИИМЗ (1978-2009 гг.) Борис Михайлович из простого агронома в совхозе вырос до кандидата сельскохозяйственных наук, Заслуженного работника сельского хозяйства Российской Федерации, лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники. При его непосредственном участии эта технология была внедрена более чем в 25 регионах России, на Украине и в Белоруссии. Разработки ВНИИМЗ по производству высокоэффективных экологически безопасных органических удобрений, а также по основным элементам систем поддержания и воспроизводства плодородия мелиорированных земель, легли в основу теоретических предпосылок при создании систем биологизированного земледелия.

Одним из ученых с большой буквы, выросших в стенах ВНИИМЗ, является Галина Юрьевна Рабинович – доктор биологических наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ, лауреат премии Правительства РФ. Основные направления научной деятельности Галины

Юрьевны связаны с разработкой теоретических и прикладных основ инновационных технологий биопереработки органического сырья, создания принципиально новых полифункциональных биосредств разной фазности, научных основ и технологий их применения в современном земледелии с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и качества растениеводческой продукции.

Придя на работу в институт сразу по окончании учебы в университете в 1980 г., она начала свою трудовую деятельность рабочей опытного поля и благодаря своему таланту, высокому уровню подготовки, трудолюбию и целеустремленности стала видным и широко известным ученым, директором ВНИИМЗ, работой которого руководила с 2015-2021 гг. Созданный ею в 2001 г. отдел биотехнологий, руководство которым она осуществляет и в настоящее время, разрабатывает методы и средства активизации почвенной микрофлоры мелиорированных земель с целью повышения их плодородия, проводит изучение, моделирование и совершенствование технологических процессов биопереработки сырьевых ресурсов (биоконверсии) на основе использования потенциала полезных микроорганизмов, осуществляет создание многофункциональных биосредств для различных областей народного хозяйства, выполняет оценку экологической безопасности продукции биоконверсии, разработку технологий применения качественно новых физиологически активных препаратов с целью биомелиорации почв, оптимизации кормопроизводства и животноводства. Разработки отдела биотехнологий неоднократно демонстрировались на региональных и всероссийских выставках и были удостоены 3 серебряных и 1 бронзовой медали ВВЦ, а также 2 золотых медалей Международной выставки «Агрорусь».

Галина Юрьевна всегда готова поделиться свежими идеями, шагающими в ногу с развитием современной науки, может вдохновить возглавляемый ею коллектив, сконцентрировать вокруг себя молодые,

устремленные вперед кадры, которые она опекает, наставляет и ведет в науке до их становления самостоятельными и перспективными учеными.

Анатолий Алексеевич Ксензов, хотя и проработал во ВНИИМЗ по сравнению с другими видными учеными института сравнительно небольшой период с 2006-2017 гг., внес неоценимый вклад в копилку достижений института. Анатолий Алексеевич, являясь заслуженным мелиоратором РФ, заслуженным изобретателем, имел в своем активе более 60 патентов и авторских свидетельств по разработке научно-технических решений в области мелиорации, проводил натурные испытания и описание мелиоративных систем, выполнял научные исследования по комплексной мелиорации агроландшафтов.

Надо отметить, что ВНИИМЗ богат на Заслуженных изобретателей, ещё одним их них являлся Игорь Павлович Туманов, кандидат технических наук, в арсенале которого более 20 патентов. Проработав во ВНИИМЗ порядка 40 лет с 1979-2000 гг., Игорь Павлович вёл свою научную деятельность в области гидрологии почв. Практически все его патенты связаны с разработкой устройств по контролю за водным балансом почвы, испарению осадков и управлению поливами, определением плотности поверхностного слоя почвы.

Больше четверти века отдала работе во ВНИИМЗ доктор биологических наук Болатбекова Кира (Кирмызи) Сулеймановна. Научно-исследовательская работа Болатбековой К.С. связана с изучением влияния природных и антропогенных факторов на состояние почв Нечерноземной зоны. Получив базовое образование в МГУ им. М.В. Ломоносова, в стенах ВНИИМЗ она стала известным ученым-почвоведом. Кирой Сулеймановной разработаны методические рекомендации по эколого-экономическому обоснованию целесообразности осушения заболоченных почв гумидных ландшафтов, по системам показателей для оценки и контроля состояния осушаемых почв. По разработанной совместно с известным ученым-

почвоведом страны, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Зайдельманом Ф.Р. методике Болатбековой К.С. составлена карта устойчивости почв Тверской области к уплотнению в М 1:400000. Она принимала непосредственное участие в разработке «Агроландшафтной экологической почвенно-мелиоративной карты Центра Нечерноземной зоны РФ М 1:1500000». Перейдя на работу в Тверской государственный университет на кафедру физической географии и экологии, она отдала все свои знания молодым студентам и будущим ученым-почвоведам.

С 1981 г. накрепко связал свою жизнь с ВНИИМЗ доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН Дмитрий Анатольевич Иванов, пройдя путь от старшего лаборанта до заведующего отделом мониторинга состояния и использования осушаемых земель. Иванов Д.А. – известный пропагандист адаптивно-ландшафтного земледелия в гумидной зоне России, элементы которого внедрены в ряде хозяйств Тверского региона. Такие направления его научных работ, как мониторинг состояния природной среды мелиорированных земель и методология ландшафтно-полевого опыта лежат в основе подготовки высококвалифицированных молодых кадров для АПК. Дмитрий Анатольевич разрабатывает курсы лекций для студентов ВУЗов, издает учебники и ведет преподавательскую деятельность. Его мысли и идеи всегда находятся в авангарде изучения всего нового и передового в сельскохозяйственной науке. Иванов Д.А. награжден Золотой медалью им. А.Н. Костякова в области мелиорации.

Валентин Николаевич Зинковский отдал служению ВНИИМЗ 32 года (1986-2018). Зинковский В.Н. являлся одним из ведущих специалистов в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения, сохранения плодородия почв и земледелия по вопросам разработки приемов и способов повышения продуктивности земель с использованием современных органических удобрений, проблем высокоэффективного использования мелиорированных земель в Нечерноземной зоне РФ. Валентин Николаевич

на протяжении всей своей жизни являлся образцом ученого, скрупулезно подходившего к изучению каждой научной проблемы, всегда находился в курсе всего нового в науке.

Алексей Григорьевич Кобзин, доктор сельскохозяйственных наук, начал свою трудовую деятельность во ВНИИМЗ в 1978 г.в должности старшего научного сотрудника, а в 1983 г возглавил лабораторию лугов и пастбищ. Работал Алексей Григорьевич в институте до 2011г. и ушел на заслуженный отдых в должности заместителя директора по научно-производственной работе. Высокая профессиональная подготовка Кобзина А.Г. как ученого, а также практический опыт, полученный им во время работы главным агрономом-мелиоратором в Зубцовском районе Калининской области, позволили ему и возглавляемому им коллективу разработать технологии улучшения и использования сенокосов и пастбищ на мелиорированных землях и внедрить их на площади 350 тыс. гектар в Тверской и других областях Нечерноземной зоны России. Алексей Григорьевич носил почетное звание Заслуженного мелиоратора РФ.

С 1999 г. лабораторией кормов руководит Андрей Дмитриевич Капсамун, доктор сельскохозяйственных наук. Основным направлением разработок коллектива является конструирование высокопродуктивных агрофитоценозов сенокосного и пастбищного типа на мелиорированных землях гумидной зоны. Капсамун А.Д – видный ученый в области кормления сельскохозяйственных животных, работает в институте с 1982 г. Его вкладом в развитие теории и практики адаптивного кормопроизводства является научное обоснование и производственная оценка многолетних бобовых культур с высокой продуктивностью и адаптационной способностью, подбор новых высокопродуктивных культур путем агрономической, зоотехнической, экономической и экологической оценки, обеспечивающих повышение эффективности и стабильности кормопроизводства для устойчивого развития и ведения молочного и мясного скотоводства в Нечерноземной зоне РФ. Андреем Дмитриевичем проведена разработка комплексного подхода к

вопросам кормопроизводства и кормления скота с учетом профилирующих кормовых культур нового поколения.

В каждой научной организации, как правило, есть такой человек, каким был Виталий Евгеньевич Озолин, который, работая во ВНИИМЗ с 1978 по 2015 гг., вёл значительную работу по планированию, организации научных исследований, обобщению полученных результатов, подготовки отчетов НИР и выходной продукции института. Его умение представить полученные сотрудниками научные результаты в современном аспекте обеспечивало достойное продвижение достижений института на самом высоком как научном, так и практическом уровне. Виталий Евгеньевич был награжден медалью «За трудовое отличие», являлся членом-корреспондентом РАЕН и лауреатом Государственной премии РФ в области науки и техники.

В настоящее время во ВНИИМЗ проходит определенный этап перестройки. В коллективе эстафету актуальных НИР у маститых ученых приняли и активно работают научные кадры среднего возраста, за ними подтягиваются молодые специалисты. Однако, к сожалению, молодых кадров недостаточно, выпускники ВУЗов неохотно идут работать в периферийные научные организации. Но те, которые приходят на работу в науку, являются целеустремленными молодыми специалистами, мотивированными на получение новых научных результатов.

Отрадно отметить активное творческое взаимодействие ученых ВНИИМЗ с коллективом Почвенного института им. В.В. Докучаева – нашей головной организации. ВНИИМЗ вовлекается в выполнение крупных научных проектов, например, связанных с углеродной тематикой или адаптацией землепользования к условиям изменяющегося климата. Работа в подобных проектах способствует продвижению научных исследований ВНИИМЗ в рамках актуальных направлений отечественной и мировой науки.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 631.8.022.3; 631.812.1; 631.895

НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ПРОДВИЖЕНИИ КМН

Трешкин И.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
Рабинович Г.Ю., доктор биологических наук, профессор.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Прогрессирующая в последние годы интенсификация животноводческой отрасли, связанная с политикой импортозамещения, привела к увеличению выхода побочной продукции: навоза и помета. По этой причине загрязнение (биологическое, химическое и механическое) прилегающих к птицефабрикам экосистем усилилось. Вместе с побочной продукцией в экосистемы стали активно поступать и такие классы загрязняющих веществ, как остаточные количества антибиотиков, вакцин, гормонов, медикаментозных и дезинфицирующих препаратов (Тарасов С. И., 2020).

Негативное воздействие перечисленных поллютантов на биологическую активность почвы и процессы гумусообразования не вызывает сомнения. Так, антибиотики, попавшие в почву из организма сельскохозяйственных животных, ослабляют ее способность к самоочищению, при этом устойчивость патогенной микрофлоры к самим антибиотикам увеличивается на 90% (Суховеркова В.Е., 2016). И хотя патогенная микрофлора не имеет возможности активно размножаться в почве из-за отсутствия благоприятных условий для своей жизнедеятельности, но попадающие в почву с птичьим пометом или с навозом семена сорных

© Трешкин И.А., Рабинович Г.Ю., 2022

растений и яйца гельминтов становятся той самой приемлемой для патогенов средой, которая дает им возможность размножаться

Повсеместно в целях сохранения и повышения плодородия почв используют биологизацию земледелия, при которой органические удобрения становятся дополнительным источником питания растений. Их внесение в почву повышает плодородие, формирует глинисто-гуматный комплекс, поддерживает состав, структуру и влажность почвы, ее биоразнообразие. Органические удобрения богаты биологически активными веществами, в том числе, макро- и микроэлементами, определяющими жизнедеятельность сельскохозяйственных культур. Закономерные итоги применения органических удобрений – повышение урожайности, наращивание фитомассы, улучшение ростовых свойств, развитие корневой системы, усиление биологического круговорота веществ, повышение экологической устойчивости агроценозов (Еськов А.И. и др., 2018). Вместе с тем формируется эффективное почвенное плодородие, регулирование которого дает человеку возможность целенаправленно управлять развитием растений и создавать условия для получения высоких урожаев с хорошим качеством.

Одними из популярных и эффективных органических удобрений являются компосты. Компосты, полученные на основе процесса твердофазной микробиологической ферментации (экзотермического биологического окисления), в процессе приготовления подвергаются воздействию смешанной популяции микроорганизмов (более 2000 видов бактерий и около 50 видов грибов) в условиях повышенной температуры и влажности (Миронов В.В., 2016).

В начале процесса в субстрате преобладают доступные органические вещества, которые быстро трансформируются. В процессе созревания увеличивается число видов и численность популяций микроорганизмов, образуется запас энергетических ресурсов – органических соединений, поддерживающих жизнедеятельность живых организмов: сахара,

органические кислоты и другие питательные соединения (Белюченко И.С., 2014). В течение созревания компоста протекают те же процессы, что и в почве: увеличивается количество экологических ниш и разнообразие популяций живых организмов. Но в процессе ферментации перерабатывается значительное количество органических веществ, не сопоставимое с естественным поступлением органики в почву за год.

Наиболее активно трансформация органического вещества происходит в щелочной среде куриного помета. При достаточности пищи количество представителей популяции в нем увеличивается на фоне утраты видового состава, а при недостаточности пищевых ресурсов на фоне внушительного разнообразия видового состава количество клеток микроорганизмов, напротив, уменьшается. Благодаря активной микробной трансформации компоста при его формировании усиливается ферментативная активность, обеспечивающая целенаправленный процесс разложения органического вещества, постепенно переходящий в анаболический процесс синтеза новых метаболитов. По завершении компостирования (ферментации) стабилизируется процесс разложения органического вещества, сопровождаемый снижением нитрифицирующей и денитрифицирующей активности. При этом достигается определенный уровень минерализации.

Значительная часть микроорганизмов переходит в состояние покоя в виде спор бактерий, грибов, актиномицетов и одноклеточных водорослей. Важным является то, что микроорганизмы компоста, как, впрочем, и других субстратов, способны избирательно поглощать и накапливать в себе отдельные химические элементы, особенно микроэлементы, в том числе цинк, молибден, медь, бор и другие, поступающие из осадочных пород (Белюченко И.С., 2014).

Исследования российских ученых ВНИИОУ и ВНИИА показывают, что внесение органических удобрений позволяет получать прибавку урожая от 20 до 70%, а при внесении органоминеральных удобрений от 30 до 100%.

В естественных условиях интенсивного ведения сельского хозяйства происходит сильная дегумификация – запасы гумуса уменьшаются от 0,33 т/га в год на тяжелых суглинках до 0,6 т/га – в дерново-подзолистой супесчаной почве. Внесение навоза позволяет сократить потери органического вещества, но не восполнить запасы исходного гумуса. В то же время применение органоминеральных систем удобрений позволяет получать бездефицитный баланс гумуса, так как потери гумуса в этом случае составляют лишь 0,03-0,09 т/га (Еськов А. И. и др., 2018).

Ассортимент производимых в настоящее время органических удобрений постоянно расширяется. На рынке они представлены не только традиционными видами, но и нетрадиционными, в частности, разнообразными компостами, получаемыми из древесных отходов, отходов пищевой промышленности, агроруд и т. д. Производство компостов осуществляется как вариацией пассивных способов, так и твердофазной ферментацией.

Компост многоцелевого назначения (КМН), производимый по технологии, разработанной ВНИИМЗ, удостоенной Государственной премии РФ, как и любой прочий способ микробной конверсии, нуждается в оптимизации в целях наиболее полной реализации задач, связанных с созданием продуктов широкого спектра действия с заданными свойствами. В связи с этим применяют дополнительные способы его модернизации, что может быть достигнуто несколькими путями. В частности, изменением состава компонентов исходной смеси, изменением физико-химических параметров, поддерживающих технологию, введением в исходную смесь веществ и соединений, благоприятно отражающихся на жизнедеятельности микробной ассоциации, присущей сырьевым ресурсам, обогащением готового продукта при завершении ферментативного процесса (Рабинович Г.Ю., 2016). Последний вариант и был использован нами в исследованиях.

Цель исследований – усовершенствовать состав конечного продукта аэробной твердофазной ферментации – компоста многоцелевого назначения и дать объективную оценку его влияния на урожайность раннего картофеля.

Объекты и методы

Исследования были проведены на агрополигоне Губино (ВНИИМЗ) в 2022 году на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Почвы участка – среднегумусированные (2,02%) с повышенным содержанием фосфора (137,0 мг/кг) и средним содержанием калия (89,4 мг/кг).

КМН (базовый) готовили по оригинальной технологии в соответствии с ТУ 9841-003-00668732-2011 «Компост многоцелевого назначения». КМН-М (модернизированный) готовили путем обогащения традиционного КМН сразу по окончании процесса ферментации минеральными компонентами. Ими послужили аммиачная селитра, суперфосфат двойной, калий сернокислый.

Агротехника возделывания общепринятая для пропашных культур в Тверской области. Дозы внесения КМН и КМН-М рассчитывали по выносу элементов питания, согласно агрохимическим расчетам. Удобряемые варианты были выровнены по азоту, фосфору и калию. Исследуемые удобрения вносились сплошным методом под культивацию.

Схема опыта:

1. Контроль (без удобрений).

2. КМН 15 т/га.

3. КМН 10 т/га + $N_{35}P_{30}K_{100}$.

Результаты исследований и обсуждение

Компост многоцелевого назначения характеризовался близкими к ТУ показателями, отличался слабой щелочной реакцией и узким соотношением C:N – 13,7:1 (табл. 1). Вместе с 1 тонной компоста в почву поступало в виде доступных форм 10 кг азота, 10 кг фосфора, 9 кг калия.

Таблица 1

Содержание элементов питания в КМН, а.с.в.

%						
N	P_2O_5	K_2O	C	Зольность	Влажность	pH
2,36	2,39	2,09	32,3	21,86	57,13	8,14

Вносимые удобрения позволили получить довольно высокие урожаи картофеля – свыше 200 ц/га. Несмотря на засушливый и жаркий 2022 год, когда блокировалась мобилизующая работа микрофлоры, поступившей в почву вместе с КМН, на вариантах с КМН и КМН-М была получена прибавка урожая картофеля в 94,9-110,2 ц/га (рис. 1). При этом минеральные удобрения, вносимые вместе с КМН, позволили обеспечить растения необходимыми элементами питания.

Отметим, что для работников села является принципиальным не только получаемое количество урожая, но и его качество (табл. 2).

Органические и органоминеральные компосты позволили повысить содержание сырого протеина в картофеле на 6,2-11,6%, при этом содержание крахмала в клубнях картофеля снизилось на 6,1-17,0% в ряду вариантов без удобрений – КМН – КМН-М.

Внесение повышенных доз минеральных удобрений совместно с КМН (вариант с КМН-М) сразу отразилось на содержании нитратов в готовой продукции, прирост относительно варианта КМН составил 11,0%. При этом содержание нитратов не только в клубнях контроля (53,60), но и на удобренных вариантах опыта (94,20 и 104,60) оказалось существенно ниже ПДК (250 мг/кг).

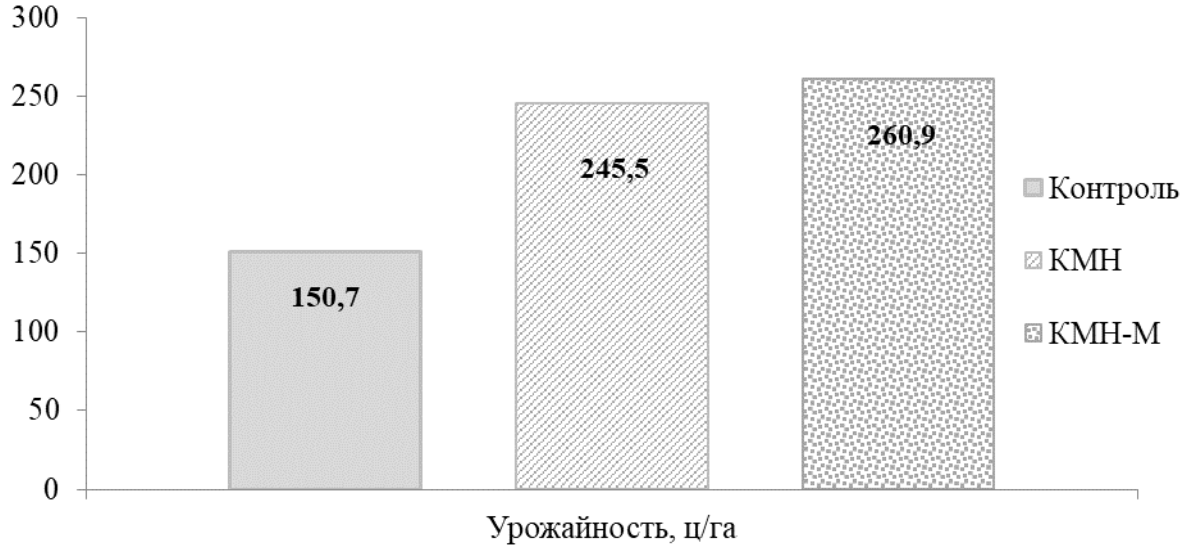


Рис. 1. Влияние вносимых удобрений на урожайность картофеля сорта Ред Леди

Таблица 2

Качественные показатели картофеля сорта Ред Леди

Вариант	Содержание		
	Протеина, %	Нитратов, мг/га	Крахмала, %
Контроль (без удобрений)	5,94	53,60	15,32
КМН 15 т/га	6,31	94,20	14,44
КМН 10 т/га + $N_{35}P_{30}K_{100}$	6,63	104,60	13,09

Выводы

Применение обоих видов компостов многоцелевого назначения (КМН и КМН-М) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве позволило увеличить продуктивность картофеля в случае с КМН на 62,9, а в случае с КМН-М на 73,1%.

КМН-М в сравнении с базовым вариантом компоста многоцелевого назначения (КМН) обеспечил повышение содержания сырого протеина в клубнях картофеля на 11,6%.

При использовании в опыте КМН-М происходило снижение крахмалистости клубней относительно варианта с КМН на 17,0%.

Повышение содержания нитратов в клубнях картофеля на варианте опыта с КМН-М на 11,0% относительно варианта с КМН оказалось

незначимым, так как весь урожай картофеля сорта Ред Леди характеризовался уровнем нитратонакопления существенно уступающем ПДК.

Список литературы

1. Белюченко И.С. Роль живых организмов в развитии сложного компоста// Научный журнал КубГАУ. 2014. №96 (02). С. 1–26.

2. Белюченко И.С. Роль сложного компоста в биологическом круговороте элементов и веществ и устойчивости агроценозов//Научный журнал КубГАУ. 2014. № 101. С. 1–32.

3. Еськов А.И., Лукин С.М., Мерзлая Г.Е. Современное состояние и перспективы использования органических удобрений в сельском хозяйстве России//Плодородие. 2018. № 1. С. 20–23.

4. Миронов В.В., Ножевникова А.Н. Биотехнологические методы трансформации органического вещества отходов животноводства// Вестник ВНИИМЖ. 2016. №1. С. 46–51.

5. Рабинович Г. Ю. Научные основы, опыт продвижения и перспективы биотехнологических разработок: монография. – Тверь: Твер. гос. ун-т. 2016. 196 с.

6. Суховеркова В.Е. Способы утилизации птичьего помета, представленные в современных патентах// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 9 (143). С. 45–55.

7. Тарасов С.И. Зарубежный опыт экологически безопасного использования бесподстилочного навоза// Техника и технологии в животноводстве. 2020. №2 (38). С. 69–79.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 04.09.2022 г.

УДК 631.671.1.626.83

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД УТИЛИЗАЦИИ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Анженков А.С., кандидат технических наук, доцент,
Шкутов Э.Н., кандидат технических наук,
Иванов В.П., кандидат технических наук.

РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь

Стратегия мелиоративных работ в Беларуси направлена на поддержание работоспособности и реконструкции мелиоративных систем, основная часть которых построена в 1960-1970 гг. В связи с этим необходимы мероприятия по реконструкции и ремонту в соответствии с подпрограммой «Сохранение и использование мелиоративных земель» в рамках Государственной программы [1].

Сегодня в реконструкции нуждаются порядка 350 тыс. га. Значительная часть этих площадей, кроме нарушения работы гидротехнических сооружений, подвержены зарастанию древесно-кустарниковой растительностью (далее ДКР) [2].

Согласно источникам [3,4,5], потеря площадей под валами ДКР может доходить до 8 %. Проведенные нами обследования реконструированных мелиоративных объектов в минской области показали меньшую величину потерь, в среднем равную 1,2 % (0,8-1,5 %) (табл. 1).

© Анженков А.С.,
Шкутов Э.Н., Иванов В.П.,
2022

Площадь, занимаемая валами древесно-кустарниковой растительности

Район	Мелиоративные системы	Площадь, га	Площадь, занимаемая ДКР, га	Площадь, занимаемая ДКР, %
Дзержинский	«Олёховка»	270	2,79	1,03
Узденский	«Олёховка»	649	6,1	0,9
Березинский	«Богушевичи-1» «Богушевичи-2»	340 350	5,4	1,5
Борисовский, (ПМК-16)	«Борки-Агро»	300	3,4	0,8
Любанский	«Гаврильчицы» «Дубинец»	297	2,5	0,8

По результатам наших обследований установлено, что площадь, занятая всеми ДКР, на планируемых площадях реконструкции составит около 4230 га. С учетом затруднения обработки почвы механизмами возле валов ДКР потери возрастают до 8460 га.

После обследования и обмера валов ДКР было установлена их средняя высота, которая составляет 2,5 м. При этом выделяются 2 горизонта: нижний горизонт, состоящий из почвы с частью нагребенной растительности, занимающий до 80 % общего объема вала ДКР и верхний горизонт, состоящий из мелколесья, кустарников и листьев (до 20 % объема валов).

По полученным данным проведенные расчеты показали, что в среднем объем вала ДКР составляет 300 м³ с одного га или 3 см плодородной почвы. Это соответствует 10 % мощности пахотного горизонта для торфяных почв и 15 % для минеральных [2]. Полученные данные свидетельствуют о значительных потерях плодородной почвы при вывозе валов ДКР за пределы реконструируемого объекта.

Методы утилизации валов ДКР

1. Захоронение ДКР в котлованы. К положительным сторонам данного способа относиться малые затраты по транспортировке, но в тоже время наблюдается возрастание земляных работ при захоронении древесных

остатков. Со временем на месте захоронения образуется западины, мешающие сельскохозяйственному производству, снижается плодородие за счет внесения в почву неплодородного грунта при его разравнивании.

2. Сжигание ДКР снижает транспортные расходы, но наносит вред экологии. Не всегда и не везде этот способ применим из-за угрозы возникновения пожаров на торфяниках. Поэтому он ограничено применяется на минеральных почвах.

3. Вывоз ДКР на полигоны требует больших расходов на погрузочные работы, транспортировку и дальнейшую утилизацию. Кроме того, при погрузке происходит частичный захват плодородной почвы, что снижает плодородие мелиорированных земель.

4. Использование дробилок древесины не всегда целесообразно в связи с их невысокой производительностью, надежностью и техническими возможностями. В основном они могут перерабатывать древесину сечением до 100 мм. Зарубежные образцы по ценам на порядок выше, что доступно не каждому предприятию.

5. Складирование ДКР в валах на 2-3 года в целях дальнейшего перегнивания растительных остатков и их разравнивание площади – это на наш взгляд наиболее оптимальный способ минимизации затрат на утилизацию. Однако, за указанный срок крупные древесные остатки не успевают разложиться.

Таблица 2

Ориентировочная стоимость затрат на утилизацию ДКР с 1 га различными способами при площади валов ДКР в 1,2 %.

Способ утилизации ДКР	Стоимость, руб./га
Вывоз на полигон	1405,0
Захоронение в котлован	1340,0
Дробление на щепу	1620,0
Обработка препаратом «Флебиопин» с последующим разравниванием	313

Принцип (метод), используемый в биотехнологии разложения древесины

Помимо известных физико-механических и естественных биологических процессов и методов, используемых различными отраслями при сведении и утилизации ДКР, в последнее десятилетие все более широкое применение получают целенаправленное использование специально подобранных биологических объектов для ускорения процессов разложения древесины.

При выполнении НИР по данному проекту был выявлен разработанный и уже применяемый в лесном хозяйстве биологический метод ускорения разложения порубочных остатков. Детальное ознакомление с методом позволило сделать вывод о возможности эффективного применения технологии при утилизации валов ДКР.

В основу метода утилизации валов ДКР положена идея интенсификации деструкции древесины с помощью применения биологических препаратов. Как уже отмечалось, для лесоохранных целей был разработан препарат «Флебиопин».

Способ разложения ДКР основан на применении гриба Phlebiopsis gigantean (Fr.) W Julich, который является антагонистом патогенна (корневой губки), изначально идея применения состояла в колонизации им поверхности мертвой древесины у зоны пораженной корневой губкой Heterobasidion annosum (Fr.). «Флебиопин» способствует интенсивной деструкции мертвой древесины, тем самым ограничивая пути распространения патогена на стоящие рядом непораженные деревья.

По нашему запросу разработчик препарата (зав. кафедрой лесозащиты и древесиноведения Белорусского государственного технологического университета, доц., канд. биол. наук Звягинцев В. Б.) предоставил возможность ознакомления с результатами применения флебиопина по пням

хвойных деревьев на их опытных делянках с экспозицией воздействия 1 и 5 лет после обработки пней флебиопином.

Обследования показали, что одного года воздействия флебиопина явно недостаточно (пни достаточно прочны и сохраняют свою структуру при механическом воздействии топором), а вот за пятилетний период большая часть пней на делянках были полностью разрушены до состояния трухи, лишь некоторые, особо смолистые пни сохранили структуру и прочность. К сожалению, опытных делянок с другими экспозициями воздействия не сохранилось. Поэтому заключение о достаточности трехлетней экспозиции для разрушения древесных остатков было сделано на основании мнения разработчиков флебиопина.

В связи с тем, что задачи, под которые разрабатывался «Флебиопин», отличаются от рассматриваемых в данной работе, следует признать, что остались не до конца установленными параметры процесса деструктуризации древесины при ее сводке на мелиорированных площадях. Предполагается, что в дальнейшем, эти вопросы будут уточнены в процессе производственных экспериментов по ускорению разложения ДКР с помощью обработки ее флебиопином.

В нашем проекте активность гриба Phlebiopsis gigantean (Fr.) W Julich используется для интенсификации процесса разложения древесины в составе валов ДКР на площадях сведения древесных зарослей.

Наиболее активно процесс колонизации происходит в том случае, если биообработка проводится при температуре выше +5^{o}C и в течение 5-7 дней после рубки древостоя.

Обработка валов ДКР препаратом «Флебиопин» ускоряет деструкцию древесины и образует экологически безопасный органический субстрат пригодный для разравнивания на участке реконструкции.

Состав и назначение биопрепарата «Флебиопин»

Он представляет собой полупрозрачную суспензию коричневого цвета, содержит оидиоспоры и фрагменты мицелия гриба Phlebiopsis gigantea (БИМF752Д) титр не менее $3,5*10^6$ КОЕ/мл. Препарат получают путем культивирования гриба в жидкой питательной среде и последующей фильтрации глубиной культуры. Не является патогенным и токсиногенным для теплокровных животных и человека, безопасен для рыб и пчел. Возможно выпадение осадка, который перед применением необходимо тщательно взболтать.

Препарат сертифицирован, относится к IV классу опасности (вещества малоопасные) согласно ГОСТ 12.1.007-76. Препарат производится и коммерчески доступен в Институте микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, ул. акад. В.Ф. Купревича, 2.

В рамках НИР для оценки динамики разложения древесины после обработки вала ДКР препаратом «Флебиопин» определялась скорость деструкции древесины по снижению твердости древесины; это проводилось при стандартной влажности 12% по методике Бринелля.

Сроки разложения древесины после обработки флебиопином

Вал ДКР разнороден по диаметру и составу слагающей его древесины: это в основном лиственные, в меньшей степени хвойные породы в различном количественном соотношении. Они имеют разную скорость деструкции. Испытания показали уменьшение твердости древесины различных пород (береза, сосна, ольха), обработанных биопрепаратом «Флебиопин», в большей степени, если сравнить с такими же необработанными образцами. Снижение твердости древесины показывает увеличение скорости деструкции при обработке ее препаратом.

По нашим наблюдениям в течение одного летне-осеннего сезона, за теплый период (+5˚ и выше), в зависимости от породы, твердость обработанной древесины уменьшилась по сравнению с первоначальной от

17% до 33%. Разница в уменьшении твердости на конец теплого периода была в 2-4 раза в зависимости от породы древесины по сравнению с необработанными образцами.

Контроль за твердостью древесины проводился по методу Бринелля согласно ГОСТ 16483.17-81 «Древесина. Метод определения статической твердости». Для определения твердости образцы испытуемой древесины приводятся к влажности 12%, необходимой по стандарту.

Затем подготовленные образцы, на которых устанавливался стальной шарик диаметром 10 мм, помещались под пресс, который в течении 60 сек давил с нагрузкой 100 кг на стальной шарик.

На каждом образце испытание проводилось трижды. Размеры отпечатков шарика усреднялись и далее расчет проводился по формуле:

$$HB = \frac{F}{A} = \frac{2F}{\pi D\left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)},$$

где *HB* – показатель твердости древесины; получен при использовании стального шарика для древесины с твердостью менее 450 единиц, кгс;

F – нагрузка, действующая на индиктор Н, кгс;

A – площадь поверхности отпечатка, мм^2 ;

D – диаметр стального шарика, мм;

d – диаметр отпечатка, мм.

Результаты применения препарата «Флебиопин», используемого для ускорения деструкции древесины приведены в таблице 3.

На основании экспертных оценок принято, что применение указанного препарата позволяет эффективно провести деструкцию древесины вала ДКР в течение трех лет.

Таблица 3

Ускорение деструкция древесины за первый год после обработки флебиопином по сравнению с необработанными образцами

№ п/п	Порода древесины	Деструкция (снижение твердости), %
1	Береза	22,5
2	Сосна	33,3
3	Ольха	17,4

Проведенные испытания образцов древесины, обработанных флебиопином, по сравнению с контрольными образцами без обработки показали различную степень деструкции. В зависимости от породы древесины степень деструкции за вегетационный период один год (t^o +5^{o}C) в опытах составила от 17% до 33% (таблица 3).

Анализ данных, полученных в исследовании, данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Пока производство не располагает универсальной технологией утилизации ДКР, удаляемой с площадей мелиоративных систем. Все известные варианты имеют ограничения (технологические, экономические, экологические) либо запреты, ограничивающие применение.

2. Все способы утилизации ДКР (кроме перевода в биоуголь) выделяют равное количество CO_2. Разница только в интервале времени, за которое он выделится: при гниении – 3-7 лет, горении – часы, превращении в биоуголь – десятки лет.

3. Размещение ДКР (в виде стволов, веток, щепы, сечки) в пахотный слой площадей, где проводится сведение древесной растительности, приводит в первоначальный период сельскохозяйственного использования к неоднозначным результатам в части повышения плодородия почвенного слоя. Однако негативные последствия могут корректироваться агрономическими приемами. Для предотвращения резкого, на уровне 40 - 80%, падения продуктивности и ведения высокоинтенсивного

растениеводства необходимо специальное агрономическое сопровождение (известкование, применение удобрений и др.) с учетом природных условий конкретного поля. На долговременном лаге размещения ДКР в пахотном горизонте должно увеличиваться содержание органики и повышаться плодородие.

4. Варианты утилизации ДКР путем запашки и глубокого фрезерования достаточно эффективны при благоприятных условиях применения и могут быть рекомендованы для его продолжения, особенно на торфяных почвах.

5. Применение биопрепарата «Флебиопин» ускоряет деструкцию древесины в валах и создает благоприятные предпосылки для интенсивного сельскохозяйственного использования площадей после сводки ДКР.

Однако для уточнения технологии применения и получения конкретных параметров эффективности в различных условиях необходимы дополнительные исследования.

Список литературы

1. О государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2022 гг. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 марта 2016 года №315// М-во сел. хоз-ва и продовольствия Республики Беларусь – Режим доступа: https://www.mshp.gov/programs/a868489390de4373.html. – Дата доступа: 22.06. 2020.

2. Окультуривание связных почв на объектах реконструкции осушительных систем: рекомендации / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Республики Беларусь, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т мелиорации; сост.: П.Ф. Тиво [и др.]. – Минск : [б.и.], 2008. – 24 с.

3. Методики определения агрономической и экологической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2010. – 252 с.

4. Дьяконов, Н. Н. Мелиоративная география / Н. Н. Дьяконов, В. С. Аношко. – Москва : МГУ, 1995. – 252 с.

5. Савицкий, А. В. Направления биоутилизации порубочных остатков как мера повешения устойчивости хвойных насаждений к корневым гнилям / А. В. Савицкий, Г. А. Волченкова // Микробные биотехнологии фундаментальных и прикладных аспектов: тезисы докладов X междунар. конф., Минск, 5-9 июня 2017 г./– Минск, 2017. – С. 176-168.

6. Нормативы расхода ресурсов в натуральном выражении (НРР 8.03.101-2017, НРР 8.03.371-2017, сб. 21). Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2016.

7. ГОСТ 9012-59. Метод измерения твердости по Бринеллю. Технологии обработки пней ранцевым распылителем.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 12.09.2022 г.

УДК 631.61:574

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОСУШЕНИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Васильев В.В., кандидат технических наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Мелиорация земель, как фактор антропогенной трансформации природных ландшафтов, характеризуется широкомасштабностью воздействия и пространственного проявления негативных последствий являясь мощным средством воздействия на окружающую среду. Мелиоративное воздействие на почву вызывает коренные изменения ее основных свойств, условий водного, теплового и гидрохимического режима, оказывает влияние на окружающие территории. Изменение гидрологического режима переувлажненных земель в сочетании с последующей интенсивной сельскохозяйственной деятельностью сопровождается нарушением сложившегося природного равновесия. Под влиянием мелиорации изменяются в той или иной степени многие компоненты природных комплексов, но более глубокую трансформацию претерпевают почва и водные ресурсы. В результате осушительных мелиораций, как целенаправленного улучшения водного режима, на территориях меняются гидрологические и экологические условия, которые по интенсивности антропогенного воздействия проявляются в двух аспектах:

а) изменения, происходящие непосредственно на мелиорируемой площади, после строительства мелиоративной системы здесь улучшаются условия стока, понижаются до заданной глубины уровни грунтовых вод, изменяются влагозапасы, тепло- и гидрофизические свойства почв,

© Васильев В.В., 2022

микроклиматические условия, происходит трансформация естественного растительного покрова;

б) изменения, происходящие па землях, прилегающих к мелиоративной системе и на речном водосборе в целом, они сказываются на уровненном режиме грунтовых вод, количественных характеристиках речного стока, его распределении во времени, величине и внутригодовом распределении суммарного испарения.

Основные задачи охраны природы при мелиорации земель сводятся к недопущению негативных воздействий мелиоративных систем на прилегающие территории и рациональному совмещению объекта мелиорации с природной средой. Осушаемые почвы в наибольшей степени подвергаются трансформации под влиянием антропогенного воздействия. Изменение почвенных условий мелиорируемой и прилегающей территорий в результате осушительного действия открытой сети каналов и дренажа определяется типом почв, их сложением, водными свойствами, механическим составом и физическими свойствами. Особое место в мелиорации переувлажненных земель занимают торфяные болота. Плотность торфяных осушаемых почв изменяется в результате минерализации торфа и начинает осадка торфяной залежи. На осушаемых торфяных почвах происходят как отрицательные изменения (уменьшение содержания органического вещества, влагоемкости и влагозапасов, ухудшение водно-физических и агрохимических свойств, сработка торфа, развитие эрозионных процессов), так и положительные (увеличение содержания подвижных форм фосфора и калия, степени разложения, зольности). Однако негативные изменения преобладают, что ведет к непрерывному сокращению мощности торфа. Осушаемый слой торфа уплотняется, мощность его в целом уменьшается вследствие обезвоживания и эрозионных процессов. Уменьшение мощности торфа на мелиорированных территориях ведет к изменению микро- и мезорельефа, что усиливает контрастность почв по

увлажнению и усложняет регулирование их водного режима. Последующая интенсивная обработка почвы и развивающиеся эрозионные процессы влияют па трансформацию почвенного покрова вплоть до замены одного типа почв другим. Торфяные мощные почвы в результате сработки превращаются в средне и маломощные, торфяно-глееватые, а при определенных условиях они могут трансформироваться в дерново-подзолистые.

В настоящее время в республике используется 693 тыс. гектаров сельскохозяйственных земель с торфяными почвами и проводятся работы по сокращению использования таких земель в качестве пахотных [1].

Однако около 280 тыс. гектаров торфяных почв используются в качестве пашни. За время их эксплуатации в результате уплотнения торфяных залежей, их минерализации и выноса органического вещества в процессе сельскохозяйственного использования произошло понижение поверхности таких участков на 0,3-1,0 м в зависимости от мощности слоя торфа.

Наиболее интенсивная осадка торфа происходит в первые 2-5 лет после осушения, в последующем интенсивность ее снижается в среднем до 2-3 см/год, причем в результате безвозвратных потерь слой торфа уменьшается на 0,3-0,5 см в год, остальное – за счет уплотнения [2]. Вследствие уплотнения и осадки изменяются условия формирования поверхностного и грунтового стока с осушенной площади, деформируются каналы и дрены, снижается их пропускная способность, нарушается нормальная работа осушительной сети и как следствие этого происходит заметное снижение продуктивности мелиорированных торфяных почв. Когда осадка торфяной залежи стабилизирована, главным фактором потерь органического вещества торфа является его минерализация, а также ветровая и водная эрозия.

Одним из путей воздействия на интенсивность минерализации органического вещества торфа является поддержание соответствующих

условий водно-воздушного режима торфяных почв. С целью ограничения осадки торфа влажность его необходимо поддерживать в оптимальных интервалах для конкретных видов сельскохозяйственных культур, а грунтовые воды не понижать сверх нормы осушения, то есть 0,6-0,8 м. Для поддержания оптимального водного режима торфяных почв следует применять увлажнение, осушение безуклонным и малоуклонным дренажем, водооборотные системы. Интенсивность минерализации зависит от биологических особенностей возделываемой культуры и характера использования торфяных почв. Как показано выше, максимальное разрушение органического вещества торфа наблюдается при возделывании пропашных культур, минимальное – при возделывании многолетних трав. Поэтому в полевых и кормовых севооборотах на мощных торфяниках под многолетними травами должно быть занято до 60% площади, а пропашные культуры требуется максимально ограничивать. Маломощные торфяники необходимо преимущественно занимать многолетними травами и сенокосами. Особую сложность на торфяных почвах представляет ветровая эрозия. При этом разрушается окультуренных слой торфяника, что приводит к недобору урожая или полной гибели посевов, засоряется осушительная сеть, водоприемники, загрязняется воздух. Ветровой эрозии чаще всего подвергаются поля, занятые пропашными культурами, так как проводятся многократные их обработки до посева и после него. Среди торфяных почв ветровой эрозии наиболее подвержены маломощные торфяники, особенно имеющие песчаные выклинивания на торфяных массивах, где ветровая эрозия начинается при сравнительно низких скоростях ветра. Под воздействием ветровой эрозии среднегодовой вынос абсолютно сухого торфа с 1 га мощной торфяной залежи составляет около 1 т, на маломощной – 2-3 т, на других видах почвы до 10 т. Прекратить развитие ветровой эрозии и восстановить плодородие эродированных земель можно только путем применения комплекса почвозащитных мероприятий, который должен

включать: научно обоснованный состав, соотношение и размещение различных сельскохозяйственных угодий, посев севооборотов, полезащитных лесополос, дорог, систему полевых, сидеральных и почвозащитых севооборотов, агрохимические и лесомелиоративные противоэрозионные мероприятия [3].

Проведение осушительных мелиораций и вовлечение в интенсивное сельскохозяйственное использование значительных территорий в водозборах рек оказывает отрицательное влияние на химический состав поверхностных вод. С увеличением степени мелиорированности водозборов содержание растворенных химических веществ в природных водах повышается. В меньшей степени на содержание растворенных веществ в стоке влияют дозы вносимых минеральных удобрений. Вместе с тем мелиоративные мероприятия способствуют снижению в водах гидрографической сети органического вещества вследствие более полного его окисления в мелиоративных каналах.

Осушенные торфяные болота представляют собой пожароопасные объекты, возгорание которых приводит к уничтожению природных залежей органического вещества торфа и загрязнению воздушного бассейна. Болотные пожары уничтожают верхние слои торфяников до глубины 0,5-1,0 м и более, после чего выгоревшие участки на много лет остаются без растительного покрова. Пожары, возникающие на сельскохозяйственных угодьях в основном в период вегетации, особенно в периоды засух, влияют на экономическую и экологическую обстановку в республике, что приводит к деградации торфяных почв, образованию пирогенно-перегнойных остаточных торфяных и пирогенно-минеральных почв, обладающих низким фактическим и потенциальным плодородием.

Антропогенная эволюция осушенных торфяных почв протекает по пути уменьшения природных запасов органического вещества торфа, т.к. осушение и последующее сельскохозяйственное использование изменяют

направленность почвообразовательного процесса торфяных болот на противоположное. Даже использование осушенных болот под луга длительного использования только замедляет процессы минерализации органического вещества торфа. С уменьшением количества органического вещества и изменением его свойств торфяная почва постепенно утрачивает основные факторы своего потенциального плодородия, прежде всего, высокую водоаккумулирующую способность и запасы азота. При этом обеспечить равновесие новой антропогенно преобразованной экосистемы на практике крайне сложно [4].

Процессы антропогенного влияния на почвы и почвенный покров привели к тому, что произошло формирование совершенно новых почвенных объектов, которые отличаются от естественных аналогов своим строением и уровнем плодородия. Формирование этих почв связано с осушением и последующим интенсивным использованием маломощных торфяно-болотных почв с большим удельным весом пропашных культур в севооборотах, в результате происходит ускоренная сработка ограниченного слоя и торфяные почвы полностью или частично утрачивают морфологические признаки исходных почв, изменяются их свойства. Поэтому широкое распространение получили так называемые антропогенно преобразованные или постторфяные почвы, образовавшиеся в результате длительного хозяйственного использования и минерализации органического вещества торфяников. Сложности земледелия на таких почвенных комплексах связаны с понижающимся уровнем естественного плодородия и с немалой пестротой почвенных разновидностей [5].

Поэтому суть новых принципов мелиорации и использования мелиорированных земель состоит в том, чтобы в процессе нового строительства и при реконструкции существующих осушительных систем создавать управляемые мелиоративные системы, которые обеспечивали бы высокий урожай и гармонично сочетали интересы народного хозяйства и природной среды.

Следовательно, все мероприятия не только по строительству, но и по эксплуатации мелиоративных систем и сельскохозяйственному использованию мелиорируемых земель должны обеспечивать экологически безопасное природопользование в пределах водосборов, отдельных хозяйств и мелиоративных объектов.

Список литературы

1. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь № 59 от 01.02.2021 г. – Минск, 2021. – С. 27-30.

2. Рекомендации по применению почвозащитных мероприятий на осушительных системах и прилегающих территориях. М.: ВНИИГиМ, 1998. – 48 с.

3. Ярошевич, Л.М. Пыльных бурь на мелиорированных землях мож-но избежать. Белорусское Полесье. Сб. научн.-практ. статей. Вып. 1. – Пинск, 2001. – С. 21-25.

4. Эколого-экономическая оценка использования мелиорированных земель в Белорусском Полесье: рекомендации / В.И. Бохонко [и др.]. – Мн.: ГУ: «Учебно-методический центр Минсельсхозпрода», 2006. – 45 с.

5. Васильев, В.В. Экологические последствия сельскохозяйственного использования мелиорированных земель в Республике Беларусь: Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения: материалы к 14-й Республиканской научно-практической конференции, посвященной 60-летию деятельности ГОУВПО РязГМУ Росздрав на Рязанской земле / В.В. Васильев. – Рязань: РязГМУ, 2010. – Вып. 14. С. 359-363.

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 12.09.2022 г.

УДК 631.6:626.86

ОСУШЕНИЕ ЗАКРЫТЫМ ДРЕНАЖОМ ПОЛУГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ КАК ФАКТОР ИХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА АМИНОСАХАРОВ)

Ковалев И.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор.
МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, г. Москва, Россия

Осушение существенно изменяет окислительно-восстановительный потенциал (ОВП), гидрологический режим, физические и химические свойства, гумусное состояние серых лесных оглеенных почв [1, 2, 4, 5], но и в большей степени воздействует на биологическую активность почв. В результате формируются новые агроэкологические условия, благоприятные для ведения сельскохозяйственного производства и способствует внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Объектами исследования послужили светло-серые лесные (агросерые) почвы, образующие типичные геохимические катены в Подольско-Коломенском ополье Московской области. Почвы характеризуются одинаковыми причинами переувлажнения (поверхностные воды), сформированы на близких или тождественных по гранулометрическому составу породах – крупнопылевато-иловатом легком суглинке. При этом в исследование включены также и осушенные с 1987 г. агросерые глееватые почвы экспериментально-мелиоративного полигона Коломенского ополья. Подробное описание объекта исследований, характерные различия гидрологического и окислительно-восстановительного режимов исследуемых почв представлено ранее [4].

© Ковалев И.В., 2022

Методы исследования

Для определения аминосахаров была использована модифицированная Амелунгом методика, которая в отличие от известных до сих пор методов определения аминосахаров в почвах позволяет одновременно определять в почвенной пробе 4 аминосахара (глюкозамин, галактозамин, маннозамин и мурамин) за счет использования при гидролизе 0,4 М КОН [3]. Апробированный метод состоял из следующих этапов:

1. Гидролиз почвенных проб (приблизительно 0,3 мг N) в 6 М HCl с использованием мио-инозитола в качестве внутреннего стандарта. Гидролиз 0,4 М КОН при pH 6,6–6,8 позволяет выпадать в осадок всем примесям раствора. Светлая вытяжка благодаря 10 мин. центрифугированию при 2000 об. /мин. отделяется от осадка и переносится в колбы и высушивается замораживанием. Осадок промывается в 3 мл метанола и снова отделяется центрифугированием.

2. Очищение гидролизата на GF6-стеклянно-волокнистом фильтре фирмы Schleicher & Schuell с использованием ротационного испарителя.

3. Дериватизация по методу Guerrantund Moss, достигалась в смеси пиридин-метанол в соотношении 4:1, которая содержит 32 мг/мл гидроксил-гидрохлорида и 40 мг/мл 4-(диметиламин)-пиридина.

4. Газохроматографический анализ на газовом хроматографе HP 5890 (Hewlett-Packard, PaloAlto CA, U.S.A.), оснащенном пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой Ultra-2 (fucedsilica, 25 м длины x 0,2 мм ID, толщина пленки 0,33 мкм). В качестве носителя- и маркера служит газ N2 при давлении в колонке 110 кРа.

Результаты и обсуждение

Распределение полисахаридов по геохимически сопряженной катене обнаружило увеличение их содержания по мере увеличения влажности почв (от глубокооглеенных «автоморфных» к глееватым «экстремально выраженным» агросерым почвам) в поверхностных и в элювиальных горизонтах. Этот факт может быть свидетельством интенсивной микробиологической активности почв начальных стадий заболачивания. При

этом содержание гексозаминов (в мг/г N) широко варьирует в пахотных горизонтах почв независимо от степени их увлажнения (табл. 1).

Таблица 1

Содержание и профильное распределение полисахаридов

(в мг/г N) в агросерых почвах периодического переувлажнения, n = 3.

Гори-зонт, глубина, см	N, %	Глюкоза-мин	Маннноза-мин	Галакто-замин	Мурамин	Сумма поли-сахари-дов
Глубокооглеенная «автоморфная» почва						
Ap 0-20	0,13	58,28±15,40	1,22 ± 0,43	7,92 ± 1,72	11,03±2,64	78,46 ± 18,50
Глееватая неосушенная (контроль) почва						
Ap,g’ 0-20	0,18	65,57 ± 8,66	1,76 ± 0,40	9,01 ± 0,42	15,36±1,69	91,70 ± 11,12
AE g’ 30-35	0,11	30,84 ± 8,58	0,66 ± 0,33	9,54 ± 0,58	9,66 ± 2,99	50,71 ± 12,47
Глееватая осушенная (10-й год последействия дренажа) почва						
Ap 0-20	0,19	69,3 ± 2,32	1,62 ± 0,16	9,37 ± 2,03	17,11±0,30	97,4 ± 4,49
AE g’ 30-35	0,12	35,58 ± 5,42	6,43 ± 5,43	32,36±15,9	5,78 ± 2,68	80,15 ± 13,29
Глееватая «экстремально выраженная» (глеевая) почва						
Ap, g'"0-20	0,22	65,02±10,65	1,73 ± 0,13	66,17±11,0	2,26 ± 0,55	135,17± 22,31
AEg'"30-35	0,09	35,45 ± 6,43	1,10 ± 0,05	47,15±7,87	2,57 ± 0,72	86,26 ± 15,07

По характеру аккумуляции в гумусовых горизонтах гексозамины располагаются в ряд: глюкозамин>галактозамин>маннозамин. В элювиальных горизонтах усиление степени гидроморфизма почв по катене вызывает и изменение обсуждаемого ряда: галактозамин>глюкозамин>маннозамин. Интересно отметить, что в горизонте Ap агросерых почв начальных стадий заболачивания увеличивается содержание мурамина с 11 мг/г N в глубокооглеенной до 15 мг/г N – в глееватой почве. Дальнейшее нарастание увлажнения в ряду почв: глубокооглеенная «автоморфная» → глееватая → «экстремально выраженная» глееватая (глеевая), – приводит к снижению в несколько (8) раз содержания мурамина, имеющего исключительно бактериальное происхождение (грамм-положительные бактерии). Такое же распределение мурамина в ландшафте характерно и для элювиальных горизонтов (табл. 1).

Подобную же закономерность повторяют величины отношения глюкозамин/мурамин, что свидетельствует об увеличении содержания аминосахаров грибного происхождения по сравнению с бактериальными источниками по мере усиления увлажнения почв.

Прямые исследования биомассы микроорганизмов подтверждают последнее заключение (табл. 2). Важно отметить, что в исследуемых почвах бактерии составляют около 1 % от общей численности микроорганизмов (бактерий и грибов). И именно в светло-серых «экстремально выраженных» глееватых (глеевых) почвах наблюдается наименьшее содержание мурамина и максимальные величины отношения глюкозамин/мурамин – 29, по сравнению с 4–5 – в глубокооглеенных «автоморфных» и глееватых полугидроморфных почвах.

Таблица 2

Численность бактерий и грибов в гор. Ap (10–20 см)

агросерых оглеенных почв

Агросерая почва	Численность бактерий, млрд клеток /1 г почвы	Биомасса бактерий, г/г	Биомасса бактерий, мг/г
Глубокооглеен-ная	0.198 ± 0.01680	0,000004158	0,004158
Глееватая	0.188 ± 0.00029	0,000003948	0,003948

Агросерая почва	Длина грибного мицелия, м / 1 г почвы	Биомасса грибного мицелия г/г	Биомасса грибного мицелия мг/г
Глубокооглеен-ная	75.56 ± 7.11	0,00029	0,029
Глееватая	84.44 ± 14.22	0,00033	0,033

По мере усиления степени гидроморфизма в 31P ЯМР-спектрах гуминовых кислот почв периодического переувлажнения наблюдается и четкое увеличение площадей пиков диэфиров, в том числе и микробного происхождения, как для ДНК – с 6.7 до 11.3%, так и для фосфолипидов и полисахарофосфатов – с 9.1 до 12.1% [2]. Такое увеличение количества

диэфиров при близких значениях грибной и бактериальной биомасс в почвах на микроповышении (глубокооглеенные) и в почвах микропонижений (глееватые) хорошо согласуется и с увеличением значений содержания гидрооксидов железа в оксалатной вытяжке Тамма с 0,17 до 0,36 %, содержания илистой фракции с 14 до 22 % [4]. Диэфиры фосфора [2] имеют склонность к сорбции на поверхности оксидов и гидроксидов железа в илистой фракции.

С биологической активностью почвы, а, следовательно, и с содержанием аминосахаров хорошо согласуются и данные по содержанию и продуктам трансформации лигнина (сумма продуктов окисления лигнина, VSC) в почвах начальных стадий заболачивания (табл. 3). Для разделения тяжело- и легко-разрушаемых растительных остатков используют отношение «лигнин к азоту» (VSC : N). Широкое отношение VSC : N характерно для ароматического структурного углерода, а узкое – для метаболического [1, 3]. Обнаружено, что наибольшему содержанию грибной и бактериальной биомасс, а также аминосахаров в глееватой почве соответствует и узкое отношение лигнин/азот (VSC : N) – 83,5 и 66,5 соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Показатели биохимической трансформации лигнина в почвах.

Горизонт, глубина, см	N, %	VSC, мг $г^{-1}$Сорг.	Сумма аминосахаров, мг/г N	$(Ac/Al)_s$	T, %	VSC /аминосахара	VSC : N
Глубокооглеенная «автоморфная» (на микроповышении)							
Ap 10–20, n =4	0,13	10,85± 0,73	78,45	0,44± 0,072	7,9	0,14	83,5
Глееватая неосушенная (в микрозападине)							
Ap fs,g’ 10–20, n =4	0,18	11,97± 1,17	91,69	0,37± 0,030	5,8	0,13	66,5
Глееватая осушенная (10-й год последействия дренажа)							
Ap fs,g’ 10–20, n =6	0,19	9,55± 0,46	97,41	0,41± 0,012	8,6	0,10	50,3

T – % измененности боковых цепочек лигнина по отношению к исходным растительным тканям; $(Ac/Al)_s$ – отношение количества

фенольных кислот к альдегидам в сирингиловых единицах; VSC – сумма продуктов окисления отражает общее содержание лигнина.

Осушение вызывает глубокую трансформацию не только свойств, водного режима, резкую смену окислительно-восстановительных условий агросерых гидроморфных почв [4, 5], но и усиливает микробиологическую деятельность в них, что подтверждается увеличением количества грибной и бактериальной биомассы (табл. 4).

Таблица 4

Длина и биомасса грибного мицелия в гор. Ар агросерых глееватых неосушенных и осушенных почв*. Показатели	Глееватая неосушенная	Глееватая осушенная	
		гончарным дренажом	пластмассовым дренажом
Длина грибного мицелия, м/г	84,44	115,44	125,67
Биомасса грибного мицелия, мг/г	0,033	0,045	0,049

* Для численности бактерий и длины грибного мицелия доля среднего квадратического отклонения (δ_{n-1}) не превышала 5-10%.

Увеличение площади пика диэфиров микробного происхождения регистрируется также по данным 31P ЯМР-спектроскопии: с 0,82 % от Робщ– в неосушенных до 3,02 % от Робщ. – в осушенных почвах [2]. На фоне значимого уменьшения количества углерода наблюдается и увеличение содержания серы микробного происхождения в агросерых глееватых осушенных почвах [3].

Под влиянием осушения в пахотных горизонтах почв увеличивается общее содержание аминосахаров – с 92 до 97 мг/г N, а в элювиальных – с 50 до 80 мг/г N (табл. 1). При этом в элювиальных горизонтах ярко выражено увеличение содержания галактозамина. Повышенное содержание аминосахаров в осушенных почвах влияет и на качественный состав гумуса: произошло увеличение соотношения Сгк: Сфк в гумусовых горизонтах от 0,93-1,18 до 1,53-1,98 [1]. Данный факт подтверждается и увеличением на 30 % площади пика углерода карбогидратов в области 60–106 ppm, по результатам 13C ЯМР-спектроскопии, в молекулах ГК светло-серых глееватых осушенных почв [3].

Усиленная микробиологическая деятельность вызывает и деструкцию лигнина. Сумма продуктов окисления лигнина падает с 12,0 мг/г Сорг. до 9,6 мг/г Сорг. Возрастает степень окисленности (отношение сиреневые кислоты/к сиреневым альдегидам) и степень измененности боковых цепочек лигнина (VSC) по отношению к исходным растительным тканям: с 5,8 до 8,6. Согласно величинам отношения лигнин/азот (VSC/N) (табл. 3) в осушенных почвах наблюдается и преобладание метаболического углерода над ароматическим.

Изменение перечисленных показателей в осушенных почвах в конечном итоге свидетельствует об аэрации почв, интенсификации окислительных процессов и мобилизации органического вещества в них, улучшении агроэкологических условий для роста и развитии растений, как это следует из данных таблицы 5.

Таблица 5

Биомасса корней (ц/га) в профиле недренированной и дренированной агросерой глееватой тяжелосуглинистой почвы. Отбор образцов - в период восковой спелости (2-х кратная повторность).

Год. обеспеченность осадками, %	Культура	Слои, см	Агросерая глееватая почва		
			неосушенная	осушенная дренажом	
			(контроль)	пластмассовым	гончарным
Сухой год, 86/73	вико-злаковая смесь на зерно	0-24	57,4	147,0	167,0
		24-72	8,6	27,4	43,2
Влажный год, 49/25	озимая пшеница	0-20	23,3	78,8	74,7
		20-72	5,5	22,2	24,6
Умеренно влажный год, 33/46	многолетние травы	0-20	123,3	184,2	172,5
		20-72	14,8	40,1	38,6

* 86/73 - в числителе обеспеченность осадками за вегетационный период (IV–X); в знаменателе – годовыми осадками.

Таким образом, сведения о пуле аминосахаров в почве позволяют оценить 1) интенсивность микробиологической деятельности в гумусовых и минеральных горизонтах почв, и, тем самым, агроэкологические условия в

целом; 2) изменение биологической активности почв в ландшафте и во времени; 3) вклад отдельных азотсодержащих соединений в гумификацию и гумусообразование.

***Работа выполнена в рамках гос. задания МГУ №121040800146–3**

Список литературы

1. Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Биохимия лигнина в почвах периодического переувлажнения (на примере агросерых почв ополий Русской равнины) // Почвоведение. 2008. № 10. С. 1205-1216.

2. Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Органофосфаты в агросерых почвах периодического переувлажнения (по данным 31P ЯМР-спектроскопии) // Почвоведение. 2011. № 1. С. 34-43.

3. Ковалева Н. О., Ковалев И. В. Почвенные биомаркеры. – МАКС Пресс Москва, 2020. – 192 с.

4. Kovalev I. V. Drained soils as an analogue of a large-area lysimeter // Moscow University Soil Science Bulletin. 2021. Vol. 76, no. 3. P. 138-147.

5. Kovalev I.V., Kovaleva N.O. Evaluation of the effect of modern drainage technologies onthe physical properties and productivity of mineral hydromorphic soils // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 368, no. 1 (012024). P.10.

Дата поступления рукописи в редакцию: 22.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 12.10.2022 г.

УДК 631.416

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ФОНА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Павлов А.А., кандидат биологических наук,
Мажайский Ю.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор.
Мещерский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова,
Рязань, Россия

Почвенный покров Рязанской области испытывает большую техногенную нагрузку. Опасные тяжелые металлы, поступающие в почву, растения, снижают способность почвенной среды противостоять техногенной нагрузке. Одним из ведущих факторов, определяющих дифференциацию элементов по генетическим горизонтам почвенного профиля, является гранулометрический состав. Литогеохимическое своеобразие почвообразующих пород, в свою очередь, обусловливает исходные различия в уровнях концентрации металлов, распределение металлов по почвенному профилю, их биогенную аккумуляцию в гумусовых горизонтах или, наоборот, рассеяние за счет элювиально-иллювиальных процессов в почвах, затрагивающих мелкодисперсную фракцию, наиболее обогащенную тяжелыми металлами [2]. Дифференциация распределения тяжелых металлов в профиле почв также связана с миграцией их совместно с соединениями железа, содержанием обменных катионов, реакцией среды и дренированностью ландшафтов [1].

Основные источники загрязнения биосферы условно можно объединить в две группы. Первая – антропогенные источники. Выбросы промышленных предприятий в Рязанской области, которых на

© Павлов А.А.,
Мажайский Ю.А., 2022

рассматриваемой территории насчитывается более ста, а также автотранспорт. Из них главными загрязнителями являются предприятия теплоэнергетики, среди которых можно выделить Рязанскую ГРЭС, ГРЭС-24, ТЭЦ Ново-Рязанская и Дягилевская. По данным государственной статистической отчетности за 2020 год на территории Рязанской области предприятиями было выброшено 76,196 тыс. тонн загрязняющих веществ, среди которых присутствуют специфические поллютанты: кадмий, ртуть, свинец, мышьяк, медь, хром, кадмий, никель, марганец. Основная масса осаждается в почву с атмосферными осадками. На пойменных почвах тяжелые металлы поступают на рельеф с паводковыми седиментами. Значительная их часть внедряется в почвообразовательный процесс, а также поглощается растительностью и выносится с поверхностным и грунтовым стоком. В результате образуются техногенные геохимические аномалии, характеризующиеся быстрым распространением концентрации загрязняющих веществ от источника загрязнения по прилегающему ландшафту. Вторая – естественные природные источники, которые определяют фоновое содержание загрязняющих веществ в почве, растениях, в водных ресурсах и атмосфере [2-4].

Согласно СанПин 1.2.3685-21 на сегодняшний день определены предельно допустимые концентрации ориентировочно допустимые концентрации химических веществ в почве, согласно СП 11-102-97, СП 502.1325800.2021 установлены ориентировочные значения фоновых концентраций валовых форм химических элементов в почве для средней полосы России по типам почв. Однако значений геохимического регионального фона содержания элементов в материнских породах нет. В этой связи были проведены исследования и анализ почвообразующих пород (таблица 1).

Таблица 1

Средневзвешенные значения содержания тяжелых металлов и бора в почвообразующих породах Рязанской области, мг/кг.

Элемент	Тяжелые суглинки		Покровные суглинки, глины		Аллювиальные отложения		Среднее для тяжелых пород
	Морена	Лессовидные	Карбонатные	Бескарбонатные	Глинистые	Песчаные	
Zn	41 ± 10	33 ± 8	42 ± 3	38 ± 5	46 ± 7	7 ± 2	41 ± 4
Cu	24 ± 7	27 ± 10	23 ± 8	23 ± 8	20 ± 9	15 ± 0,3	30 ± 5
Pb	16 ± 4	14 ± 1	8 ± 1	14 ± 2	13 ± 3	3 ± 0,7	17 ± 2
Cd	0,23±0,08	0,29 ± 0,9	0,15 ± 0,02	0,22 ± 0,5	0,22 ±0,7	0,05±0,01	0,2±0,02
Cr	77 ± 8	87 ± 15	43 ± 6	84 ± 10	77 ± 7	15 ± 3	74 ± 8
Co	10 ± 1	10 ± 0	7 ± 1	12 ± 2	10 ± 1	2,3± 0,4	11 ± 1
B	23 ± 8	27 ± 8	28 ± 3	32 ± 3	38 ± 6	12 ± 2	33 ± 2
Mn	433 ± 77	433 ± 54	333 ± 2	469 ± 50	557 ± 10	220 ± 6	447±42
V	125 ± 57	80 ± 26	90 ± 10	105 ± 1	100 ± 1	21 ± 2	100 ± 6
Ni	17 ± 7	23 ± 7	10 ± 0	27 ± 6	28 ± 2	8 ± 1	23 ± 3
Sn	2,3 ± 0,8	3,3 ± 0,8	2,0 ± 0,6	3,1 ± 0,3	3,2 ± 0,2	1,3 ±0,2	2,3±0,4
Mo	0,8 ± 0,1	0,9 ± 0,2	0,6 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,5± 0,1	0,8±0,1

Большая часть черноземных, серых лесных и часть дерново-подзолистых почв Рязанской области, за исключением почв Мещерской низменности, сформирована, как отмечалось ранее, на покровных, лессовидных глинах, суглинках и морене тяжелосуглинистого гранулометрического состава в автоморфных условиях. В гидроморфных условиях образовались аллювиальные и торфяные почвы разных подтипов. Глинистые отложения по своим химическим свойствам близки к почвообразующим породам тяжелого гранулометрического состава. Почва, развитая на породе, содержащей некоторое количество тяжелых металлов, наследует их, поэтому содержание ТМ в почвообразующих породах может рассматриваться как региональный фон [2,5].

Содержание большинства тяжелых металлов в песчаных породах в 2-7 раз меньше, чем в суглинистых и глинистых. Только молибден присутствует во всех породах примерно в равных количествах. При этом следует отметить, что почвообразующие породы, представленные песками и супесями, обеднены всеми металлами, в том числе биогенными микроэлементами: цинк, медь, кобальт, марганец, молибден (табл. 1). Химический состав поч-

вообразующих пород дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв очень неоднороден – коэффициент вариации 50% и более.

Исследуемые почвообразующие породы тяжелого гранулометрического состава содержат: цинк 33-46 мг/кг, медь – 20-27, свинец – 8-16, кадмий – 0,15-0,25 мг/кг и т.д. (табл. 1). Эти данные в основном согласуются с литературными. Так, наиболее встречаемые почвообразующие породы на территории России – глины, лессовидные и покровные суглинки содержат: цинк – 20-60 мг/кг, кадмий – 0,06-0,15, медь – 17,5-26, свинец – 1-32, хром – 48-89, ванадий – 71-103, никель – 30-33 мг/кг.

Таблица 2

Градация почв по валовому содержанию и с учетом суммарного индекса элементов-загрязнителей, мг/кг.

Элемент	Региональ-ный фон	Градация уровней загрязнения почв				
		1-я (незагрязненная)	2-я (низкая)	3-я (средняя)	4-я (повышенная)	5-я (высокая)
Zn	35 ± 3	<35	35-70	70-105	105-140	145-175
Cu	26 ± 4	<27	27-54	54-81	81-108	116-135
Pb	12 ± 0,8	<12	12-24	24-36	36-48	48-60
Cd	0,19 ± 0,02	<0,18	0,18-0,36	0,36-0,54	0,54-0,72	0,72-0,90
Cr	65 ± 7	<61	61-122	122-183	183-244	244-305
Co	9 ± 1	<9	9-18	18-27	27-36	36-45
B	27 ± 1	<27	27-54	54-81	81-116	116-151
Mn	413 ± 35	<400	400-800	800-1200	1200-1600	1600-2000
V	88 ± 5	<83	83-166	166-249	249-332	332-415
Ni	19 ± 2	<20	20-40	40-60	60-80	80-100
Sn	2,5 ± 0,3	<2,6	2,6-5,2	5,2-7,8	7,8-10,4	10,4-13,0
Mo	0,75 ± 0,07	<0,7	0,7-1,4	1,4-2,1	2,1-2,8	2,8-3,5
Zc12	-	<1	1-13	13-25	25-37	>37
УZc12	-	<0,08	0,08-1,08	1,08-2,08	2,08-3,08	>3,08

На основе исследований элементного состава почвообразующих пород, на которых сформированы почвы Рязанской области, получен региональный геохимический фон элементов-загрязнителей почвы (табл. 2).

Оценивая загрязнение, мы считали почвы, имеющие содержание тяжелых металлов, равное или меньше регионального фона, незагрязненными (первая

группа). Вторую группу и низкий уровень загрязнения имеют почвы, содержащие два фона, третью - три фона, степень загрязнения средняя и т.д. (табл. 2). То есть для определения степени загрязнения отдельными техногенными токсикантами почв Рязанской области было использовано содержание соответствующих элементов в почвообразующих породах в качестве регионального геохимического фона или регионального кларка.

Нами была выполнена градация уровней загрязнения почв по индексу суммарного загрязнения на основе рассчитанных региональных кларков для двенадцати элементов. Отсутствию загрязнения соответствует $Zc \leq 1$, В зависимости от индекса суммарного загрязнения в табл. 2 представлена градация степени загрязнения для отдельных элементов. Там же для унификации уровней загрязнения почв в связи с возможно различным количеством определяемых токсических элементов представлены так называемые удельные индексы загрязнения ($УZc_{12}$), таким образом, предложенная нами группировка почв по валовому содержанию элементов-загрязнителей дает возможность диагностировать степень загрязнения почв как отдельными токсикантами, так и их совокупностью.

Почвы Рязанской области имеют свои геохимические особенности, они сформированы на материнской породе, обедненной некоторыми тяжелыми металлами относительно кларков по Виноградову. В процессе почвообразования, а в последнее время в результате техногенного загрязнения, в корнеобитаемом слое агроландшафтов происходит аккумуляция элементов-загрязнителей. Для оценки степени загрязнения почв тяжелыми металлами по валовым формам рекомендуется использовать в качестве геохимического регионального фона содержание тяжелых металлов в почвообразующих породах.

Если почва содержит в гумусовом слое меньше элемента-токсиканта, чем в почвообразующей породе, то ее можно считать незагрязненной по этому элементу. Группировка почв, выполненная на основе кратности валового содержания элемента по соответствующему значению регионального фона, может быть применена при определении существующей загрязненности

почвы в результате антропогенной деятельности, учитываться при обосновании комплексных мелиораций, в том числе научно-методическом обосновании восстановления плодородия и повышения продуктивности деградированных, мелиорированных почв с применением природоподобных технологий при сбалансированном природопользовании.

Список литературы

1. Казакова Н.А. Исследование почв территорий промышленных предприятий на предмет наличия тяжелых металлов / Н.А. Казакова, Л.Р. Садретдинова, А.А. Мухаметшин // Евразийский союз ученых. – 2019. – № 12-2 (69). С. 9-13. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=42843907

2. Мажайский Ю.А. Особенности распределения тяжелых металлов в профилях почв Рязанской области / Ю.А. Мажайский // Экотоксикология. – 2003. – №8. – С.74-79. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=17246984

3. Мажайский Ю.А. Способ освоения залежных земель Нечерноземной зоны при выращивании кормовых культур / Ю.А. Мажайский, А.А. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 47. – С. 138-143. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44275725

4. Мажайский Ю.А. Влияние гуминового препарата на плодородие залежных земель и урожайность кормовых культур / Ю.А. Мажайский, А.А. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 48. – С. 32-40. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44845890

5. Михальчук Н.В. Тяжелые металлы и микроэлементы в фоновых почвах и агроландшафтах юго-запада Беларуси / Н.В. Михальчук // Агроекологічний журнал. – 2007. – №3. – С. 27-31. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35597810

Дата поступления рукописи в редакцию: 24.07.2022 г.
Дата подписания в печать: 14.08.2022 г.

УДК 631.8

АПРОБАЦИЯ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА БОГУМ

Фомичева Н.В., кандидат биологических наук.
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

В настоящее время без применения различного рода удобрений, подкормок для растений, как правило, не обходится ни одна агротехнология возделывания сельскохозяйственных культур. В последние десятилетия свою нишу в растениеводстве и земледелии, наряду с традиционными удобрениями, прочно заняли жидкие препараты: микробиологические, гуминовые, регуляторы роста и др. Их ассортимент, представленный на потребительском рынке, постоянно пополняется. При этом наибольший интерес у потребителей вызывают многофункциональные препараты, позволяющие не только повысить урожай, но и получить более качественную продукцию, защитить растения от неблагоприятных факторов внешней среды, сохранить и (или) повысить почвенное плодородие и т.д. Спрос на указанную продукцию ставит перед разработчиками непростую задачу: получить современный продукт, призванный удовлетворить потребности покупателя, при этом имеющий низкую стоимость и отвечающий требованиям экологической безопасности для человека и окружающей среды.

ВНИИМЗ также давно работает в этом направлении и одной из важных разработок является создание жидкого гуминового препарата БоГум. Сырьем для его получения служит осадок, образующийся после центрифугирования экстрагированной массы в процессе получения другой продукции ВНИИМЗ – биопрепарата ЖФБ. Поскольку одним из исходных ингредиентов при

© Фомичева Н.В., 2022

производстве ЖФБ является низинный или переходный торф, а также применяются щадящие технологические условия, весь внутренний потенциал торфа не используется, что дало основание рассматривать образующийся осадок в качестве гумусосодержащего материала для производства гуминового препарата БоГум.

В основе процесса получения препарата БоГум лежит щелочная экстракция исходного материала. Гуминовый препарат БоГум представляет собой жидкость темно-коричневого цвета без неприятного запаха. Основной характеристикой БоГум является наличие действующего начала – гуминовых кислот – не менее10 г/л, сухого вещества – не менее 20 г/л, pH – не более 9,0, общее микробное число – не менее 10^5 КОЕ/мл, также содержится набор макро- и микроэлементов.

Гуминовый препарат БоГум является многофункциональным благодаря своему действующему началу – гуминовым веществам. Виды реакций, в которые они могут вступать, очень разнообразны, особенно это касается их наиболее реакционноспособной части – гумусовых кислот. Благодаря карбоксильным, гидроксильным, карбонильным группам и ароматическим фрагментам гумусовые кислоты вступают в ионные, донорно-акцепторные и гидрофобные взаимодействия [1].

Спектр воздействия гуминовых веществ на растения достаточно широк. Это может быть как прямой эффект, связанный с влиянием солей гуминовых кислот на проницаемость клеточных мембран сельскохозяйственных растений, с повышением активности многих ферментов дыхания, синтеза белков и углеводов, с активизацией обменных процессов и т.д., так и косвенное влияние через оптимизацию почвенных параметров – улучшение почвенной структуры и водно-физических свойств, активизация микрофлоры, влияние на миграцию питательных элементов, повышение коэффициента использования минеральных удобрений и т. д. [2].

На протяжении нескольких лет проводилась апробация гуминового препарата БоГум при возделывании различных сельскохозяйственных культур. Полевые опыты различного масштаба проводились на дерново-подзолистой легкосуглинистой, дерново-подзолистой супесчаной почве, на низинной торфяной почве, на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом. Изучались различные технологические приемы применения препарата: обработка семенного материала, некорневая обработка вегетирующих растений и сочетание указанных приемов. Препарат БоГум использовали как по фону основных органических или минеральных удобрений, так и по естественному фону.

Действие гуминового препарата направлено на активизацию роста и развития растений, в том числе посредством почвенных процессов, в результате чего увеличивалась продуктивность культур и улучшались отдельные показатели их качества. Так, некорневая обработка вегетирующих растений гуминовым препаратом БоГум обеспечивала увеличение численности почвенных микроорганизмов на 10-40 %, а в некоторых случаях и до 60 % [3], что обусловлено непосредственным попаданием препарата в почву, а также в результате корневых выделений растений, стимулированных действием препарата через листовую поверхность. Активные компоненты препарата БоГум, в том числе агрономически значимая микрофлора, при непосредственном контакте с листовой поверхностью принимают участие в физиолого-биохимических процессах растений, направленных на активизацию роста и развития растений. Образованные при этом вторичные метаболиты используются и самими растениями, и выделяются через корни в почву, являясь источником прямого или дополнительного питания почвенных микроорганизмов, способствуя их развитию и накоплению в почве [4].

В результате обработки семян яровой пшеницы рабочими растворами БоГум повышалась всхожесть, стимулировались рост и развитие проростков:

средняя длина одного проростка увеличивалась – на 12,5 %, корневой системы – на 7 %; средняя сухая масса одного проростка – на 11,7 %, корневой системы – на 5,7 % [5]. В лабораторном эксперименте при обработке клубней картофеля гуминовым препаратом БоГум также наблюдалась активизация развития растений: относительно контроля средняя длина стебля увеличилась на 34 %, сырая масса – на 23 %, сухая масса – на 9 %, среднее количество столонов – на 25 %, а в полевом опыте высота опытных растений была на 16-23 % выше, чем в контрольных вариантах [6].

Основным результатом применения препаратов при выращивании сельскохозяйственных культур является прибавка урожая и улучшение его качества. Так, первичная апробация гуминового препарата БоГум проводилась в мелкоделяночных опытах на дерново-подзолистой почве при выращивании картофеля сорта Жуковский (прибавка урожая 8-15 %) и Винета (прибавка 10-14 %), яровой пшеницы сорта Иргина (прибавка 12-15 %), на низинной торфяной почве – столовой моркови сорта Карини (прибавка 18-19 %). При применении препарата в клубнях картофеля отмечалось увеличение содержания крахмала с 12,1 % до 13,3 %; в зерне пшеницы повышалось содержание белка с 15,1 % до 16,2 %; в корнеплодах моркови увеличивалось содержание каротина с 6,5 % до 10,1 %, повышалось количество сухого вещества с 7,9 % до 8,9 %, снижалось содержание нитратов с 230 мг/кг до 152 мг/кг.

Гуминовый препарат БоГум прошел производственные испытания при возделывании кукурузы П7043 (5 га) на выщелоченном черноземе в Курской области. БоГум применяли однократно в качестве некорневой подкормки растений кукурузы в фазу 5-6 листьев по фону минерального удобрения (осенью 200 кг/га диаммонийфосфата, весной 380 кг/га аммиачной селитры). Прибавка урожая при стандартной влажности составила 13,6 % относительно контроля.

Таблица 1

Предварительные рекомендации по применению БоГум

Культура, сорт	Характеристика почвы	Фон основного удобрения	Прием применения препарата	Норма внесения препарата
Картофель сорта Жуковский	Д.-п. супесчаная, pH 5,09, гумус 1,5 %, P_2O_5 264 мг/кг, K_2O 145 мг/кг	–	Некорневая обработка (фазы всходов, бутонизации и цветения)	1:200, 400 л/га
		КМН 4 т/га локально		1:500, 400 л/га
Картофель сорта Винета	Д.-п. супесчаная, pH_{KCl} 4,85, гумус 1,6 %, P_2O_5 239 мг/кг, K_2O 158 мг/кг	–	Обработка клубней	10,0 % 50 л/т
		КМН 4 т/га локально		0,5 % 50 л/т
Картофель сорта Скарб	Д.-п. легкосуглинистая, pH_{KCl} 4,84, гумус 2,0 %, P_2O_5 181 мг/кг, K_2O 162 мг/кг	–	Обработка клубней + некорневая обработка (фазы всходов, бутонизации)	1,0 % + 1:300, 300 л/га
		КМН 10 т/га, $N_{50}K_{120}$		
Яровая пшеница сорта Иргина	Д.-п. легкосуглинистая, pH_{KCl} 4,8-5,0, гумус 2,1-2,5 %, P_2O_5 176-190 мг/кг, K_2O 234-247 мг/кг, Nлг. 35-38 мг/кг	$N_{32}P_{32}K_{32}$	Обработка семян	1,0 % 50 л/т
			Обработка семян + некорневая обработка (фазы кущения и колошения)	1,0 % + 1:300, 300 л/га
Столовая морковь сорта Карини	Низинная торфяная, pH_{KCl} 5,35, С 38-41 %, P_2O_5 400-430 мг/кг; K_2O 300-350 мг/кг	$P_{40}K_{60}$	Некорневая подкормка (фазы 3–4 листочков, начала формирования корнеплодов и активного роста корнеплодов)	1:300, 300 л/га
Кукуруза гибрид П7043 (Pioneer)	Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый, pH_{KCl} 5,0, гумус 5,9 %, P_2O_5 145 мг/кг, K_2O 125 мг/кг	Осенью $N_{36}P_{92}$ весной N_{130}	Некорневая подкормка в фазу 5-6 листьев	1:300, 300 л/га

Примечание: КМН – компост многоцелевого назначения (разработка ВНИИМЗ)

В полевом опыте (0,5 га) по выращиванию картофеля сорта Скарб на дерново-подзолистой почве опытного полигона ВНИИМЗ препарат БоГум использовали путем совмещения двух технологических приемов – обработки клубней перед посадкой и двукратной некорневой обработки вегетирующих растений в фазы всходов и бутонизации-начала цветения. Прибавка урожая картофеля составила относительно органического фона 8,2 %, относительно естественного фона – 13,5 %.

Полученные результаты исследований являются основанием для включения гуминового препарата БоГум в технологические карты возделы-

вания рассмотренных сельскохозяйственных культур. Систематизация всех результатов позволила разработать сводную таблицу по апробации БоГум с указанием оптимальных доз и концентраций их внесения (табл. 1). Представленные данные носят рекомендательный характер, в том числе для выращивания указанных культур в схожих почвенно-климатических условиях. При этом в качестве основополагающего критерия подобия почв может выступать содержание гумуса.

Важно отметить, что разработки по получению и применению гуминового препарата БоГум поддерживаются патентами Российской Федерации, подкрепляются актами внедрения, удостоены медалей Российской агропромышленной выставки «Золотая осень», награждены дипломами в Международной агропромышленной выставке-ярмарке «АГРОРУСЬ». В дальнейшем надеемся на успешное продвижение продукции на российский рынок.

Список литературы

1. Перминова И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века. Химия и жизнь. 2008. № 1. С. 50-55.

2. Смирнова Ю.В., Виноградова В.С. Механизм действия и функции гуминовых препаратов. Агрохимический вестник. 2004. № 1. С. 22-23.

3. Фомичева Н.В., Рабинович Г.Ю., Смирнова Ю.Д. Влияние некорневых обработок вегетирующих растений на микрофлору почвы и урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 6. С.19-23.

4. Красильников, А.К. Микроорганизмы почвы и высшие растения / А.К. Красильников. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. – 464 с.

5. Фомичева Н.В., Рабинович Г.Ю., Смирнова Ю.Д. Влияние технологических приёмов применения гуминового биосредства на продуктивность яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 9. С. 53-58.

6. Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В. Влияние жидкого гуминового биосредства на рост и развитие картофеля // Бюллетень науки и практики. 2019. № 9. С. 209-216.

Дата поступления рукописи в редакцию: 11.07.2022 г.
Дата подписания в печать: 24.08.2022 г.

УДК 626.84: 628.361(573.6)

ОРОШЕНИЕ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР КАК ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ АГРОПРИЕМ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОВОЩЕВОДЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (Обзор)

Сакара Н.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
Тарасова Т.С.,
Ознобихин В.И., кандидат сельскохозяйственных наук, профессор.
ПООС – филиалл ФГБНУ ФНЦО, г. Артем, с. Суражевка, Приморский край, Россия

Увеличение объемов производства овощной продукции на Дальнем Востоке России (ДФО) – важнейшая задача местной аграрной науки, так как это связано со стабилизацией численности имеющегося местного населения и закреплением на месте переселяющихся на ДФО 13].

Большинство овощных культур, особенно борщевой группы, (картофель, капуста белокочанная, свекла столовая, морковь) предъявляют к влажности почв и воздуха повышенные требования. В условиях муссонного климата ДФО для оптимизации водного режима почв овощных участков необходимо двойное его регулирование [18-20], так как очень часто периоды весенней и раннелетней (а иногда всех летних месяцев) засухи, сменяются интенсивными осадками летнего и осеннего периодов.

Именно поэтому, для пополнения недостатка влаги необходим полив [22]. Традиционные «разовые» поливы по бороздам или дальнеструйной дождевальной техникой связаны с использованием большого количества воды, которая частично расходуется и на внутрипочвенную фильтрацию [22]. Даже небольшие её избытки вызывают переувлажнение и нежелательные

© Сакара Н.А., Тарасова Т.С., Ознобихин В.И., 2022

эрозионные процессы [18]. При неустойчивом характере летних атмосферных осадков после полива обычной дождевальной техникой наблюдаться более длительное и в большей степени переувлажнение почвы. От этого снижается урожайность и качество овощной продукции от вымокания посевов и посадок овощных культур и картофеля. Это было подмечено ещё в 60-е годы прошлого столетия зачинателем дальневосточного орошаемого земледелия А.К. Серовым [16]. Далее изучение этой проблемы проводилось на базах зональных институтов ДальНИИСХ (г. Хабаровск) и ДальНИИГиМ (г. Владивосток). В 60-90-х годах была теоретически обоснована идея и о прерывистом увлажнении овощных культур и картофеля малыми поливными нормами в автоматическом режиме [8] при возделывании их на гребнях и грядах [3-7,12,21-23].

Поэтому определенный интерес представляет, хотя бы в первом приближении, обобщение и оценка агрономической эффективности орошения. Это явилось целью и задачей данной публикации. При сборе исходных данных были использованы разделы мелиорации и орошения почв из известных дальневосточных библиографических изданий [10]. Привлечены и последующие публикации в специализированных журналах, в научных сборниках статей. На их основе составлен банк данных полевых опытов. При оценке качества публикаций обязательным было наличие в опубликованных данных обработки их дисперсионным методом и наличие при сравнении урожаев при орошении и без орошения наименьшей существенной разницы при уровне вероятности 0,95 ($НСР_{0,95}$). Был осуществлен поиск источников по теме орошения овощей и картофеля, сделана выборка опубликованных результатов опытов по орошению. Определена их достоверность по $НСР_{0,95}$ и, именно, они сведены в представленную ниже таблицу.

Таблица

Результаты опытов по орошению на ДФО

Культура, сорт	Полив		Урожай, т/га			Источ-ник
	Метод	Техническое средство	Без орошения	Прибавка от поливов		
				т/га	%	
Картофель (1	дождевание	ДДН-70	18,8	9,2	49,9	[14]
Огурцы(2	увлажнение малыми поливными нормами	автомати-зированная увлажнительная система ДальНИИГиМ .	22,4	5,0	22,3	[13]
Огурцы(3			18,5	2,8	15,1	
Редис(4			9,6	1,0	10,4	
Редис(5			14,7	12,3	83,7	
Морковь(6			24,0	4,0	16,7	
Укроп(7			14,2	1,4	9,9	
Редька зимн(8			23,0	2,8	12,2	
Капуста(9	то же	то же	37,1	10,7	28,8	[3]
Огурцы(3			20,0	5,1	25,5	
Томаты(10			25,4	1,5	5,9	
Картофель(1	то же	то же	22,6	9,7	42,8	[7]
Огурцы(3			18,2	4,4	24,1	
Капуста(11			39,8	13,4	33,7	
Редис(5			26,3	14,9	56,6	
Капуста(11	то же	то же	44,3	3,1	7,0	[5]

Примечание: Сорта в опытах: 1 – Приекульский ранний, 2 – Дальневосточный, 3 – Авангард, 4 – Розовый с белым кончиком, 5 – Красный великан, 6 – Шантане, 7 – Ароматный, 8 – Черная зимняя, 9 – Июньская ранняя , 10 – Хабаровские, 11– Амагер.

По собранным данным можно сделать вывод, что опыты по орошению проведены практически во всех субъектах ДФО. И они показали, что орошение овощных культур и картофеля, проведенное в необходимые сроки на достаточном уровне, доказало свою агрономическую необходимость, обеспечивая в большинстве случаев, высокую прибавку урожая выше 20%.

Особенно эффективен полив на раннем картофеле, где прибавка урожая колеблется от 42,8 до 49,9 %. Хорошо отзываются на полив также огурец, капуста белокочанная раннего срока созревания. У моркови прибавка

от этого приема ниже, составляет всего 16,7 %. Зеленные культуры также могут положительно реагировать на полив в зависимости от сорта. Например, редис местного сорта Красный Великан давал прибавку урожая от 56,6 до 83,7 %, а сорт Розовый с белым кончиком — всего 10,4 %.

От систематического орошения сельскохозяйственных культур в ДФО положительный эффект в отдельные годы не наблюдается или резко падает [1]. И это характерно, прежде всего, для традиционного и наиболее распространенного прерывистого режима орошения дождеванием. Объясняется это тем, что после полива, «неожиданно», выпадают интенсивные атмосферные осадки «тайфунного» вида (июль, август, сентябрь), что приводит к интенсивному переувлажнению почвы и вымоканию возделываемых культур.

Как представляется авторам, орошение – это действо на грани искусства. Ведь надо точно определить оптимальный срок полива и рассчитать его норму, предусмотреть необходимый достаточный объем воды, организовать затратные по времени распределение и монтаж дождевальной техники на поливном участке, и сам полив. Поэтому стационарный полив малыми поливными нормами по 2-4 мм в автоматическом режиме имеет явные организационные и агротехнические преимущества. Но испытания эти не были по известным причинам доведены до необходимого технологического уровня. Так, например, гидравлическая автоматика по включению и выключению поливов работала недостаточно корректно [10].

Необходимо отметить, что при орошении в дальневосточном регионе на этих же площадях обязательно внутрипочвенное осушение закрытым дренажем [18,19]. Такое может выполняться с использованием высокопроизводительных бестраншейных дреноукладчиков МД-3 и МД-4 с применением пластмассовых гофрированных дренажных труб. Поэтому, стоимость такого мелиорированного участка значительно взрастает и окупаемость резко снижается. Но в условиях муссонного климата других вариантов пока не видно.

Таким образом, доказано, что орошение овощей в ДФО агрономически целесообразно и имеет перспективы развития, но необходимо доработать технические моменты с учетом выявленных недостатков поливной техники и удешевить строительство систем, как для орошения, так и обязательного сопутствующего ему осушения.

Список литературы

1. Алексейко И.С. Мелиорация земель в условьях муссонного климата // Современные оросительные мелиорации – состояние и перспективы / Матер. междунар. науч.-практич. конф., посвященной 40-летию эколого-мелиоративного факультета Волгоградской гос. с.-х. академии. Волгоград: ВГСХА, 2004. С. 38-42.

2. Авченко В.Ф., Годун Б.К., Дьяков И.П., и др. Система возделывания овощных культур и картофеля в Приморском крае. Методич. рекомендации. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1982. – 112 с.

3. Безруков А.Ю. Орошение овощных культур малыми поливными нормами в условиях муссонного климата Приморского края. Автореф. … диссерт. канд. технич. наук. Минск: БелНИИМиВХ, 1988. 23 с.

4. Безруков А.Ю., Агаркова Л.В. Эффективность эксплуатации автоматизированной увлажнительной системы совхоза «Корсаковский» // Совершенствование мелиорации земель на Дальнем Востоке / Сб. науч. тр. ДальНИИГиМ. М.: ВНИИГиМ, 1987. С. 84-93.

5. Безруков А.Ю., Соколов А.Ф. Оценка эффективности увлажнения овощных культур малыми поливными нормами в условиях муссонного климата // Совершенствование мелиорации земель / Всесоюзн. науч.-технич. совещ./ Тез. докл. М.: ВНИИГиМ., 1987. С. 97-100.

6. Музарок Т.И., Безруков А.Ю., Багола А.М. Орошение овощных культур малыми поливными нормами в условиях муссонного климата // Совершенствование мелиорации земель на Дальнем Востоке / Сб. науч. тр. ДальНИИГиМ. М.: ВНИИГиМ., 1987. С. 100-106.

7. Музарок Т.И., Соколов А.Ф., Соколова Н.А. Динамика формирования урожая и поглощение основных элементов питания ранней капусты при орошении малыми поливными нормами // Совершенствование мелиорации земель на Дальнем Востоке / Сб. науч. тр. ДальНИИГиМ. М.: ВНИИГиМ., 1987. С. 94-100.

8. Носовский В.С. Экономика мелиорации: теория, практика и стратегия. М.: Росинформагротех, 2006. – 300 с.

9. Носовский В.С., Алексейко А.А, Яременко А.А., Фирюлина И.В., Шишова И.Н. Использование и мелиоративное состояние орошаемых сельскохозяйственных угодий Амурской области // Проблемы мелиорации и водного хозяйства на Дальнем Востоке/ Сб. научн. тр.. Владивосток: ДальНИИГиМ. 2004. Вып. 15. С. 46-53.

10. Ознобихин В.И., Иванов Г.И. Эколого-экономическая оценка почв для целей овощеводства // Исследования в области овощеводства Приморского края – итоги и перспективы: Материалы науч. конф., посвященной 10-летию Приморской овощной опытной станции. Артем: ПООС Всерос. НИИ овощеводства, 1998. С. 65-68.

11. Почвы Дальнего Востока. Библиографический указатель литературы на русском яз. [Вып. 1.] С середины XIX века по 1972 год включит. Владивосток: БПИ ДВНЦ АН СССР. 286 с. Вып.2. за 1973-1990 гг. Ч.1. Владивосток: Наука, 2001.415 с.; Ч.2. Владивосток: Наука, 2001. –476 с.

12. Ознобихин В.И. К вопросу об орошении малыми поливными нормами (исследования на Шевелевской оросительно-осушительной системе Приморского края) // Состояние мелиорации и водного хозяйства на российском Дальнем Востоке: Матер. регион. совещания, посвященное I Общероссийскому съезду мелиораторов: Сб. тр. / Владивосток: ДальНИИГиМ, 2000. С. 223-232.

13. Сакара Н.А., Козырев Е.В. Водопотребление сельскохозяйственных культур [в Приморском крае] // Вопросы технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Приморском крае: сб. науч. тр./ Примор. НИИСХ. Новосибирск: СО РАСХН, 1991. С.105-109.

14. Сакара Н.А., Солдатенко А.В., Сухомиров Г.И., Тарасова Т.С., Ознобихин В.И. Основные проблемы Дальневосточного овощеводства // Овощи России. 2020. № 6. С. 3-7.

15. Соколов А.Ф. Результаты исследований эффективности увлажнения овощных культур малыми поливными нормами в совхозе «Восток» Приморского края // Совершенствование мелиорации земель на Дальнем Востоке / Сб. науч. тр. ДальНИИГиМ. М.: ВНИИГиМ. С. 69-84.

16. Серов К.А. Эффективность поливов картофеля в условиях Приморского края // Земледелие и растениеводство / Сб. науч. тр. Уссурийск: ПСХИ, 1968. Вып. 2. С. 7-8.

17. Синельников Э.П., Ознобихин В.И., Шелест Л.Г. Пойменные почвы юга Дальнего Востока и их сельскохозяйственное использование. Уссурийск: ПСХИ., 1999. – 64 с.

18. Старожилов В.Т., Дербенцева А.М., Пуртова Л.Н., Степанова А.М., Ткаченко В.И., Сакара Н.А. Ирригационная эрозия почв в условиях муссонного климата. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2010. – 120 с.

19. Степанов А.Н. Осушение земель Дальнего Востока. М.: Колос, 1976. – 240 с.

20. Степанов А.Н. и др. Руководство по проектированию мелиоративных систем в Приморском крае. Владивосток: ДальНИИГиМ. –31 с.

21.Степанов А.Н., Александрович Я.С., Безруков А.Ю., и др. Модульная автоматизированная система // Гидротехника и мелиорация. 1987, №8. С. 3 -17.

22. Степанов А.Н., Александрович Я.С., Осипенко Б.В. О рациональных режимах увлажнения тяжелых почв в условиях муссонного климата // Вопросы повышения эффективности мелиорации земель Дальнего Востока. М.: ВНИИГиМ, 1981. С. 12-16.

23. Степанов А.Н., Безруков А.Ю., Майстренко М.С. и др. Орошение овощных культур малыми поливными нормами в условиях муссонного климата. Владивосток: ВНИИГиМ, 1987. – 60 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 20.09.2022 г.
Дата подписания в печать: 11.10.2022 г.

УДК 631.95:628.381.1

ВЛИЯНИЕ ТОРФОГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ НА ФОНЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД НА УРОЖАЙНОСТЬ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АГРОЦЕНОЗА

В.А. Касатиков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

Н.П. Шабардина

ВНИИОУ – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»,

г. Владимир, Россия

В статье представлены результаты опыта по изучению агрохимических изменений, протекающих в растениях озимой пшеницы под влиянием торфогуминового удобрения на фоне последействия осадка сточных вод. Было выявлено положительное прямое и косвенное влияние применения удобрения на урожайность и агрохимический состав зерна и соломы озимой пшеницы.

Гуминовые вещества: гуминовые кислоты и фульвокислоты, а также их соли в виде гуматов и фульватов в малых дозах оказывают прямое и косвенное влияние на рост и развитие растений. Прямое действие заключается в регуляции ростовых процессов. Под влиянием гумусовых веществ изменяется проницаемость клеточных мембран, повышается активность многих ферментов, интенсивность дыхания, синтез белков и углеводов. Косвенный эффект связан с улучшением водно-физических свойств почвы, активизацией почвенной микрофлоры, влиянием на миграцию макро- и микроэлементов, повышением коэффициента использования минеральных удобрений, связыванием токсических веществ (пестицидов, тяжёлых металлов и др.). При систематическом использовании гуминовых препаратов улучшается, в частности почвенная структура,

© Касатиков В.А.,
Шабардина Н.П., 2022

буферные и ионообменные свойства почвы, активизируется деятельность почвенных микроорганизмов, а минеральные элементы переводятся в доступную для растений форму [1, 2].

Целью настоящего исследования являлось изучение изменений, протекающих в агроценозе с повышенным содержанием тяжелых металлов по последействию торфогуминового удобрения.

Методика исследований

Исследования проводились в микрополевом опыте, заложенном на опытном поле ВНИИ органических удобрений и торфа. Почва участков была дерново-подзолистая супесчаная. Торфогуминовое удобрение (ТГУ) получается методом щелочной обработки 0,1 н КОН диспергированного торфа. Далее pH среды доводится до нейтральной добавлением 1н H_2SO_4.

Дозы ТГУ рассчитывались по содержанию общего углерода в вытяжке и вносились в жидком виде из расчета 3 и 6 г/м^2 органического углерода, что в переводе на 1 га составит 30-60 кг. В расчете на влажность ТГУ, равную 78,9% его дозы были равны соответственно 42 г/м^2 для $ТГУ_1$ и 84 г/м^2 – для $ТГУ_2$.

В 2020 г. изучалось последействие ТГУ на урожайность озимой пшеницы и агрохимические свойства агроценоза.

Результаты и их обсуждение

В почвенно-климатических условиях 2020 г. последействие $ТГУ_1$ и $ТГУ_2$ способствовало снижению суммы поглощенных оснований и ЕКО, наиболее выраженная при суммарной дозе ОСВ 1560 т/га. При этом не было установлено влияние ТГУ на гидролитическую кислотность, но было выявлено повышение обменной кислотности особенно ярко выраженное на вариантах с его двукратной дозой.

Характер изменения содержания $P_2O_{5подв.}$ и $K_2O_{обм.}$ также связано с последействием ТГУ и максимален при внесении ТГУ по фону ОСВ в дозе 1560 т/га. Данная зависимость обусловлена с одной стороны содержанием

данных макроэлементов в ОСВ и ТГУ, а с другой стороны активизацией обменных процессов в почвенном поглощающем комплексе при внесении в почву ТГУ. Выявленные закономерности в наибольшей степени проявляются при максимально дозе ТГУ.

Под влиянием ТГУ содержание гумуса относительно фона в слое 0-20 см по действию ОСВ возрастает пропорционально дозам ТГУ в большей степени на вариантах с уровнем известкования 6 т/га за счет снижения миграционной активности гумусовых соединений в профиле почвы. И действительно на вариантах с $ТГУ_1$ содержание гумуса относительно фона повышается на 0,19-0,28% при уровне известкования 3 т/га и 0,01-0,6% при уровне известкования 6 т/га. Для вариантов с $ТГУ_2$ данные показатели равны соответственно 0,45-0,63% и 0,11-0,69%.

Последействие $ТГУ_1$ в дозе 3 г/м^2 при его периодическом применении способствовало повышению урожайности озимой пшеницы по отношению к фону на 3-18 %, а в двойной дозе ($ТГУ_2$) – на 8-30 %, свидетельствуя о эффективности ТГУ на зерновой культуре в сравнении с фоновыми вариантами (таблица 1).

Таблица 1

Последействие ТГУ по фону ОСВ и известкования на урожайность озимой пшеницы

Вариант опыта	Урожайность, г/м^2	Прибавка к контролю		Прибавка к фону	
		г/м^2	%	г/м^2	%
Контроль	208	-	-	-	-
Фон					
ОСВ 390 т/га+ дол. м. 3 т/га	521	313	150	-	-
ОСВ 1560 т/га+ дол. м.3 т/га	732	524	252	-	-
ОСВ 390 т/га +дол. м. 6 т/га	526	318	153	-	-
ОСВ 1560 т/га+ дол. м. 6 т/га	734	526	253	-	-
Фон + $ТГУ_1$					
ОСВ 390 т/га+ дол. м. 3 т/га	537	329	158	16	3

ОСВ 1560 т/га+ дол. м.3 т/га	803	595	286	71	10
ОСВ 390 т/га + дол. м. 6 т/га	620	412	198	94	18
ОСВ 1560т/га+ дол. м. 6 т/га	863	655	315	129	18
Фон + $ТГУ_2$					
ОСВ 390 т/га+ дол. м. 3 т/га	565	357	172	44	8
ОСВ 1560 т/га+ дол. м.3 т/га	810	602	289	78	11
ОСВ 390 т/га +дол. м. 6 т/га	684	476	229	158	30
ОСВ 1560 т/га+ дол. м. 6 т/га	924	716	344	190	26
$НСР_{05}$	51				
Р, %	2,54				

В то же время прибавки по отношению к контролю на вариантах с $ТГУ_1$ и $ТГУ_2$ составили 158-315% и 172-344% соответственно, свидетельствуя о высокой агрономической эффективности ТГУ по их последействию. Выявлена тенденция положительного влияния ТГУ также на макроэлементный состав озимой пшеницы с наличием эффекта «ростового разбавления» макроэлементов. Данная зависимость выражена в снижении содержании макроэлементов в составе основной и побочной продукции.

В условиях данного опыта данная зависимость наиболее детально выражена в сравнении с фоном при дозе известкования 6 т/га, обусловленное более высокой урожайностью озимой пшеницы (таблица 2). При этом не выявлен эффект «ростового разбавления» на содержание в зерне и соломе P_2O_5 и K_2O по отношению к фону, а также наличие положительного влияния ТГУ на макроэлементный состав соломы озимой пшеницы.

Таблица 2

Влияние ТГУ по фону ОСВ и известкования на химический состав зерна и соломы озимой пшеницы.

Вариант	Содержание, % сух. в-ва					
	в зерне			в соломе		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Контроль без удобрений	2,08	0,92	0,49	0,47	0,30	0,52
Фон						
ОГСВ 390 т/га+ дол. м. 3 т/га	2,03	0,87	0,47	0,49	0,26	0,49
ОГСВ 1560 т/га+ дол. м.3 т/га	2,02	0,90	0,57	0,58	0,33	0,57
ОГСВ 390 т/га +дол. м. 6 т/га	2,17	0,89	0,54	0,48	0,28	0,55
ОГСВ 1560т/га+ дол. м. 6 т/га	2,25	0,90	0,52	0,57	0,35	0,61

Фон + $ТГУ_1$						
ОГСВ 390 т/га+ дол. м. 3 т/га	2,09	0,83	0,46	0,46	0,31	0,50
ОГСВ 1560 т/га+ дол. м.3 т/га	2,07	0,96	0,52	0,50	0,35	0,54
ОГСВ 390 т/га + дол. м. 6 т/га	2,13	0,82	0,45	0,51	0,29	0,51
ОГСВ 1560т/га+ дол. м. 6 т/га	2,18	0,90	0,50	0,57	0,37	0,57
Фон + $ТГУ_2$						
ОГСВ 390 т/га+ дол. м. 3 т/га	1,98	0,83	0,52	0,45	0,29	0,52
ОГСВ 1560 т/га+ дол. м.3 т/га	2,04	0,92	0,54	0,51	0,30	0,57
ОГСВ 390 т/га + дол. м. 6 т/га	2,08	0,84	0,52	0,56	0,30	0,53
ОГСВ 1560т/га+ дол. м. 6 т/га	2,21	0,96	0,53	0,63	0,35	0,58

Заключение

В результате проведенных исследований получены новые знания о влиянии систематического применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием и торфогуминовым удобрением на урожайность озимой пшеницы, ее макроэлементный состав, агрохимические свойства почвы. Уровень прибавок по отношению к контролю на вариантах с $ТГУ_1$ и $ТГУ_2$ составили 158-315% и 172-344% соответственно, свидетельствуя о высокой агрономической эффективности торфогуминового удобрения по его последействию.

Список литературы

1. Христева Л.А. О природе действия физиологически активных форм гуминовых кислот и других стимуляторов роста растений / Л. А. Христева // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. - Киев, Урожай, 1968. С. 13-27.

2. Zaller J.G.Foliar spraying of vermicompost extracts: Effects on fruit quality and indications of Late-Blight suppression of field-grown tomatoes // Biological Agriculture and Horticulture. 2006, 24. P. 165-180.

Дата поступления рукописи в редакцию: 21.09.2022 г.
Дата подписания в печать: 12.10.2022 г.

РАЗДЕЛ II. СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ИННОВАЦИОННЫЕ АГРО- И БИОТЕХНОЛОГИИ

УДК 631.6: 633.1: 631.82

ВЛИЯНИЕ СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ ДРЕНАЖА И УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

Митрофанов Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук,

Первушина Н.К.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Озимая тритикале является важнейшей продовольственной и зернофуражной культурой, интерес к возделыванию которой связан с ее высоким продуктивным потенциалом, хорошим качеством зерна, устойчивостью к стрессовым ситуациям и к наиболее опасным болезням зерновых культур [1-4]. Одним из основных факторов, сдерживающих ее распространение в Нечерноземной зоне, было отсутствие хорошо зимующих сортов и адаптивных технологий, обеспечивающих высокую сохранность растений в зимне-весенний период вегетации. При возделывании озимой тритикале в гумидной зоне, на дерново-подзолистых почвах, проблемы формирования высокопродуктивных и устойчивых агроценозов этой культуры нередко связаны с необходимостью улучшения водно-воздушного и питательного режимов, особенно при размещении озимой тритикале на временно- переувлажняемых почвах.

Цель наших исследований – изучение влияние осушения и минеральных удобрений на продуктивность озимой тритикале при ее

© Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., 2022

возделывании на полугидроморфных почвах в условиях северо-западной части Нечерноземной зоны.

Материалы и методы исследований. Наши исследования с озимой тритикале проводились на двух участках с дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой почвой, сформированной на маломощном двучлене. Первый участок с естественным состоянием водно-воздушного режима, периодически переувлажняемый, второй – осушаемый закрытым дренажом, водно- воздушный формируется с участием мелиоративной системы (междренное расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м). Удобрения были представлены тремя вариантами: 1 – без удобрений, 2 – $N_{45}P_{15}K_{45}$ (уровень нормальной технологии), 3 – $N_{90}P_{30}K_{90}$ (уровень интенсивной технологии). Повторность опыта 4-кратная, варианты размещаются методом расщепленных делянок. Общая площадь делянок 2-го порядка 432 м^2, учетная – 44 м^2. Почвы на обоих участках среднекислые с высоким содержанием подвижного фосфора, повышенным обменного калия и гумуса – 2,23-2,38%. В опыте выращивался сорт озимой тритикале Немчиновский 56. Возделывание культуры осуществлялось по рекомендованным в Нечерноземной зоне технологиям, за исключением изучаемых приемов, в плодосменном 4-польном севообороте с чередованием культур: клевер 1 г.п. – озимая тритикале – картофель – яровая пшеница + клевер, развернутом в пространстве и во времени. Сопутствующие исследования, анализы и наблюдения в полевых опытах проводились по общепринятым в растениеводческой науке методикам опытного дела.

Погодные условия в годы исследований существенно различались, 2016 год – теплый и достаточно влажный (ГТК – 1,24), 2017 – прохладный и более влажный (1,88), 2018 и 2019 – теплые и влажные (1,34 и 1,32), 2020 – избыточно влажный (2,10), 2021 – засушливый (0,86).

Результаты исследований. Исследованиями установлено, что оптимизация водно-воздушного и питательного режимов почвы путем

дренирования и сбалансированного применения удобрений являются важными условиями формирования высокопродуктивных агроценозов озимой тритикале при выращивании на переувлажняемых почвах. Под влиянием дренажа изменяется эффективное плодородие почвы, индекс ее физического состояния, характеризующий, прежде всего, водно-воздушный режим пахотного слоя почвы, в опытах под влиянием дренажа у глееватой почвы повышался на 87,1%. Исследования показали, что осушение почв может приводить к заметным изменениям в динамике органического вещества почвы, агрохимических свойствах почвы, биологическом цикле превращения азота и т.д.

Продуктивность озимой тритикале формировалась под влиянием, как осушения и улучшения водно-воздушного состояния, так и применения удобрений – улучшения для растений питательного режима. На варианте без удобрений урожайность под влиянием осушения повышалась на 0,63 (23,8%), при применении удобрений – на 1,74-2,16 т/га (46,9-49,6% к контролю). Прибавки урожая озимой тритикале от осушения на фоне удобрений были в 2,7-3,4 раза выше, чем на контроле – без удобрений (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность озимой тритикале в зависимости от вариантов удобрений и осушения, т/га

Вариант удобрений	Годы						В среднем за 2016-2021 гг.	Прибавка урожая от удобрений, к контролю:	
	2016	2017	2018	2019	2020	2021		±	%
Почва – дерново- подзолистая легкосуглинистая глееватая -не дренированная (контроль)									
Без удобрений - контроль	2,96	1,17	2,44	4,65	3,09	1,60	2,65	-	100.0
$N_{45}P_{15}K_{45}$	4,54	1,19	2,96	7,70	3,55	2,32	3,71	+1,06	140,0
$N_{90}P_{30}K_{90}$	5,06	1,55	3,35	9,40	4,15	2,56	4,35	+1,74	164,1
В среднем	4,19	1,30	2,92	7,25	3,60	2,16	3,57	x	x

Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая - дренированная									
Без удобрений-контроль	3,54	2,78	3,78	4,29	3,11	2,17	3,28	-	100,0
$N_{45}P_{15}K_{45}$	4,89	6,28	4,63	7,39	4,78	4,75	5,45	+2,17	166,2
$N_{90}P_{30}K_{90}$	5,27	6,95	5,88	9,00	5,85	6,11	6,51	+3,23	198,5
В среднем	4,57	5,34	4,74	6,89	4,58	4,34	5,08	x	x
Прибавки урожая от осушения, к контролю:									
Вариант удобрений	в т/га, ±							в %, в среднем за 6 лет	
Без удобрений-контроль	+0,58	+1,61	+1,34	-0,36	+0,02	+0,57	+0,63	123,8	
$N_{45}P_{15}K_{45}$	+0,35	+5,09	+1,67	-0,31	+1,23	+2,43	+1,74	146,9	
$N_{90}P_{30}K_{90}$	+0,21	+5,40	+2,10	-0,40	+1,70	+3,55	+2,16	149,6	
В среднем	+0,38	+4,04	+1,82	-0,36	+0,98	+2,18	+1,51	142,3	
$НСР_{05}$ для удобрений	0,18	0,16	0,20	0,26	0,21	0,13	x	x	x
$НСР_{05}$ для почвы	0,14	0,13	0,16	0,21	0,29	0,26	x	x	x

По данным за 6 лет урожайность озимой тритикале на не дренированном участке, средним по вариантам удобрений, составила 3,57 т/га, на дренированном – 5,08 т зерна с 1 га. Усредненная прибавка урожая от осушения составила 1,51 т/га. Уровень прибавок урожая от осушения по отдельным годам существенно различался. На фоне без удобрений разница в урожае колебались от -0,36 до +1,61 т/га, на среднем фоне удобрений – от -0,31 до +5,09 и при высоком уровне применения удобрений – от -0,40 до +5,40т/га. На величину прибавок урожая от осушения большое влияние оказывали погодные условия. Наиболее показательными были 2017 и 2019 годы. В 2017 году на неосушаемой почве был получен наиболее низкий урожай озимой тритикале. Год характеризовался избыточно влажными погодными условиями в первой половине вегетационного периода – ГТК в мае при холодной погоде составил 3,90, в июне – 2,98. Без осушения урожайность на вариантах с удобрениями находилась на уровне 1,17-1,55 т/га. На осушаемом участке урожайность озимой тритикале была

значительно выше – 2,78-6,95 т/га. В этом году были получены самые высокие прибавки урожая от осушения без удобрений – 1,61 т/га, на фоне удобрений – 5,09-5,40 т/га. В 2019 году на неосушаемом участке был получен наиболее высокий урожай. Год характеризуется теплой и засушливой первой половиной вегетации – ГТК в мае – июне в этом году составил 0,76. Урожайность озимой тритикале на варианте с неосушаемой почвой был даже несколько больше, чем на осушаемом, и составила в среднем по вариантам с удобрениями 7,25 т/га, на осушаемом – 6,89 т/га. Прибавки урожая от осушения в этом году получено не было.

Дренирование является существенным фактором повышения устойчивости земледелия на переувлажняемых почвах. Зависимость урожаев озимой тритикале от погодных условий под влиянием дренажа уменьшилась в 2,0-3,1 раза, коэффициент временной вариабельности урожайности без удобрений снизился с 46,5 до 23,0%, на фоне с нормальной технологией – с 60,8 до 20,7, с интенсивной – с 63,5 до 20,5%. Удобрения на неосушаемом фоне вариабельность урожаев увеличивали, на осушаемом уменьшали (рисунок).

Оптимизация водно-воздушного режима временно переувлажняемых почв путем их дренирования создает благоприятные условия для более эффективного использования достижений селекции, применения минеральных удобрений, интенсивных технологий, новых технических средств и других факторов интенсивного земледелия. Минеральные удобрения являются одним из основных факторов интенсификации земледелия на осушаемых почвах. Их применение при возделывании озимой тритикале, в среднем за 6 лет, повысило урожайность при нормальной технологии на не дренированном фоне на 40,0 % и на дренированном на 66,2%. При интенсивной технологии эти показатели были существенно выше – 64,4 и 98,5%, соответственно.

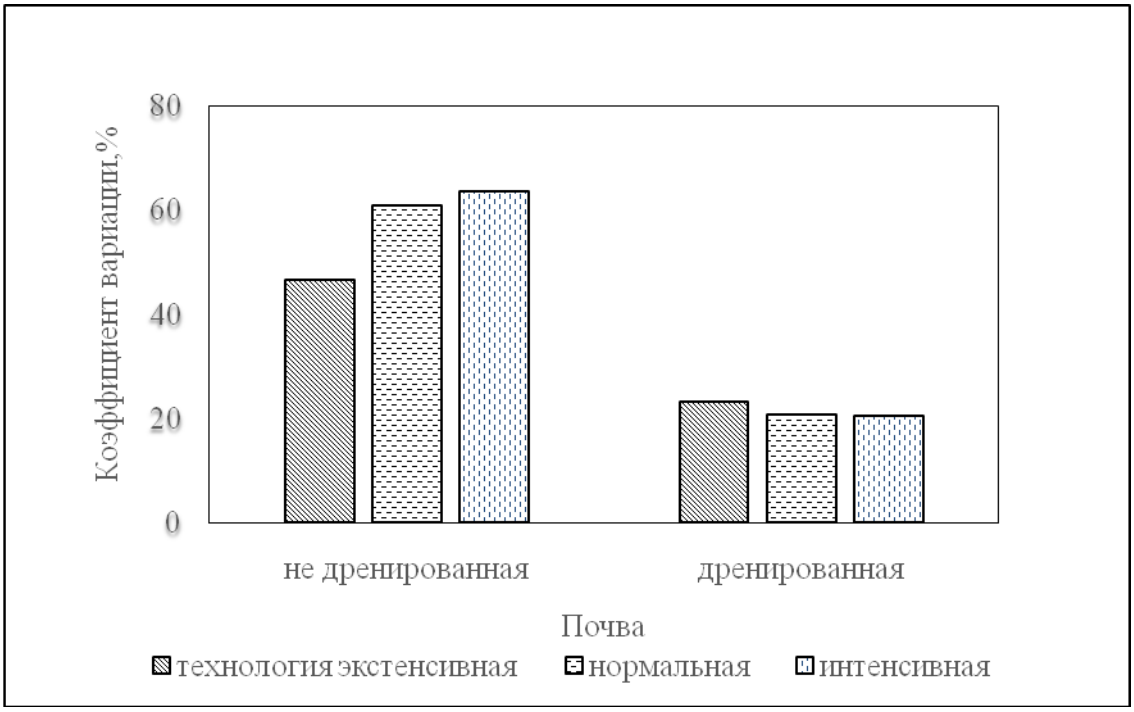


Рис. Влияние осушения на временную вариабельность урожаев озимой тритикале

Наибольший эффект был получен при совместном действии дренажа и удобрений. Суммарная прибавка урожая при нормальной технологии составила 2,8 т/га, при интенсивной 3,86 т/га. При нормальной технологии выращивания озимой тритикале 77,5% суммарного прироста ее урожая на переувлажняемых землях после осушения формировалось за счет минеральных удобрений, а от осушения, в чистом виде, только 22,5%. При интенсивной технологии выращивания озимой тритикале долевое участие минеральных удобрений увеличилось до 83,7%, а дренажа, в общем увеличении урожая на переувлажняемых землях после их осушения, снизилось до 16,3%.

Однако, следует учитывать, что именно устранение избыточного увлажнения создает необходимые агроэкологические условия для проявления высокой эффективности минеральных удобрений на временно переувлажняемых почвах. На не дренированной временно переувлажняемой почве прибавки урожая от удобрений, в среднем за 6 лет, при нормальной

технологии составила 1,06 т/га, при интенсивной – 1,74 т/га. На осушаемом фоне эти прибавки, от того же количества удобрений, увеличились в 2,0 и 1,8 раза и составляли 1,74 и 3,23 т/га, соответственно вариантам удобрений. Минеральные удобрения являются важным фактором повышения эффективности дренажа. Прибавки урожая озимой тритикале от осушения на фоне удобрений были в 2,7-3,4 раза выше, чем на контроле – без удобрений.

Осушение оказало большое влияние на окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая зерна озимой тритикале. При нормальной технологии окупаемость удобрений под влиянием осушения выросла в 2 раза – с 10,0 до 20,1 кг зерна на 1 кг NPK, при интенсивной – с 8,3 до 15,4 кг. Более высокая окупаемость удобрений получена на осушаемом участке на фоне средних норм внесения удобрений

Осушение переувлажняемых почв и применение удобрений являются важными факторами, определяющими долевое участие самой почвы в формировании урожая озимой тритикале. Осушение (без удобрений) повысило почвенный потенциал продуктивности на 19,2%. При применении удобрений доля неосушаемой почвы в урожае составляла 48,7% при нормальной технологии и 40,7% – при интенсивной, а после осушения участие дренированной почвы в общем урожае увеличилось по вариантам технологий до 60,2 и 50,4% соответственно.

Повышение урожайности озимой тритикале под влиянием осушения произошло практически полностью за счет увеличения количества продуктивных стеблей. Без удобрений количество стеблей с колосом на этом фоне увеличилось на 70 шт./м^2 или на 34,5%, на фоне удобрений – на 119-128 шт./м^2 или на 50,2 и 50,0% (табл. 2).

Таблица 2

Влияние осушения и удобрений на структуру урожая
озимой тритикале (среднее за 2016-2020 гг.)

Вариант удобрений	Количество продуктивных стеблей, шт./м^2	Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна, г/ м^2
Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая -не дренированная (контроль)					
Без удобрений - контроль	203	1,18	35,7	40,2	291
$N_{45}P_{15}K_{45}$	237	1,25	42,3	41,2	423
$N_{90}P_{30}K_{90}$	256	1,29	44,3	40,9	464
В среднем	232	1,24	40,8	40,8	393
Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая - дренированная					
Без удобрений - контроль	273	1,10	36,4	40,1	398
$N_{45}P_{15}K_{45}$	356	1,43	41,3	40,2	591
$N_{90}P_{30}K_{90}$	384	1,51	43,8	41,0	689
В среднем	338	1,35	40,5	40,4	559

Под влиянием удобрений прибавки урожая сформировались как за счет увеличения продуктивного стеблестоя, так и повышения массы зерна в колосе. Без дренирования количество стеблей с колосом под влиянием удобрений увеличилось на 34-53шт./м^2 (16,7-26,1%), на фоне осушения на 83-111 шт./м^2 (30,4-40,6%). Масса зерна в колосе увеличилась за счет большего числа зерен в колосе – без осушения их количество в колосе под влиянием удобрений увеличилось на 6,6-8,6 штук (на 18,4-24,1%), на фоне дренажа – на 4,9-7,4 шт. (на 13,4-20,3%). По массе 1000 зерен различия между вариантами опыта были не значительными. Долевое участие продуктивного стеблестоя в формировании прибавки урожая от удобрений составило на не дренированном фоне – по вариантам с удобрениями – 57,5 и 55.4%, т.е. участие дополнительного количества продуктивных стеблей и массы зерна в формировании прибавки урожая было практически одинаковым. На дренированном фоне за счет увеличения плотности продуктивного стеблестоя сформировалось 63,9 и 61,3 % общей прибавки урожая.

Заключение. Таким образом**,** осушение и применение минеральных удобрений являются эффективными приемами повышения урожайности озимой тритикале. Применение удобрений при норме $N_{45}P_{15}K_{45}$ повысило урожайность озимой тритикале, в среднем за 6 лет, на осушаемом участке на 66,2%, при норме $N_{90}P_{30}K_{90}$ – на 98,5%; на переувлажняемом – на 40,0 и 64,1%, соответственно. Прибавки урожая озимой тритикале от осушения на фоне удобрений, в среднем за 6 лет, составили 1,74 и 2,16 т/га (46,9-49,6%). Коэффициент временной вариабельности урожайности озимой тритикале под влиянием дренажа снизился в 2,0-3,1 раза. Наибольший эффект при возделывании озимой тритикале обеспечивается совместным действием дренажа и удобрений. Суммарная прибавка урожая при нормальной технологии составила 2,8 т/га, при интенсивной – 3,86 т/га. Доля минеральных удобрений в суммарном приросте урожая озимой тритикале составляла 77,5-83,7%, осушения только 22,5-16,3%. Устранение избыточного увлажнения создает необходимые агроэкологические условия для проявления высокой эффективности минеральных удобрений.

Список литературы

1. Гужов ЮЛ. Тритикале - первая зерновая культура, созданная человеком / Пер. с англ. М.Б. Евгеньева. Под ред. Ю.Л. Гужова. М.: Колос, 1978. 285 с.

2. Чернышова Э.А. Сравнительная характеристика технологических качеств зерна сортов озимой тритикале /Э.А. Чернышова, А.Г. Мякиньков, А.А. Соловьев // Известия ТСХА. 2015. №3. С. 16-24.

3. Медведев А.М. Результаты и перспективы селекции озимой тритикале для хлебопекарных целей в центральном Нечерноземье / А.М. Медведев, В.В. Осипов, А.В. Осипова, Е.Н. Лисенко, Н.Г. Пома, Е.В. Дьяченко, О.В. Тупатилова // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. №2 (22). С. 99-106.

4. Цвик Г.С. Продуктивность озимой тритикале при разных сроках посева / Г.С. Цвик, Т.В. Таран, Г.С. Гусев // Вестник АПК Верхневолжья. 2017. № 3(39). С. 8-12.

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 631.8

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОКОМПОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ НА ОРОШАЕМЫХ ПОЧВАХ ПОЙМЫ р. МОСКВЫ

Белова С. В.,

Васючков И.Ю., кандидат сельскохозяйственных наук,

Борисов В.А., доктор сельскохозяйственных наук,

Янченко Е.В., кандидат сельскохозяйственных наук,

Успенская О.Н., кандидат биологических наук.

ВНИИО – ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

Московская область, д. Верея

Морковь столовая является важнейшей овощной культурой, входящей в борщевую группу, однако её урожайность (28-30 т/га), а также валовое производство в России (1,37 млн. т) обеспечивает только 55% потребности культуры по научно-обоснованным нормам. Одним из важнейших резервов увеличения производства этой продукции в России является размещение посевов моркови на орошаемых почвах при использовании органоминеральных систем удобрений и корректировки питания растений по данным почвенной и растительной диагностики.

В результате применения этих приемов на аллювиальных луговых почвах поймы р. Москвы была получена урожайность на уровне 52-66,5 т/га, наибольшая продуктивность орошаемого гектара (86,5 т/га) была при комплексном использовании биокомпоста (3 т/га) с подкормкой растений по данным анализа почвы в период начала образования корнеплодов моркови. Прибавка

© Белова С.В., Васючков И.Ю., Борисов В.А., Янченко Е.В., Успенская О.Н., 2022

урожайности моркови на этом варианте составила 28% при хорошем товарном и биохимическом качестве продукции (95% стандартных корнеплодов).

В условиях центральных районов Нечерноземной зоны России на орошаемых пойменных и торфяных почвах имеются наиболее благоприятные условия получения высоких урожаев моркови столовой с хорошими товарными и питательными свойствами. Исследования ряда авторов (Янченко Е.В., 2009; Борисов В.А., 2016; Борисов В.А., Бебрис А.Р., Коломиец А.А., и др., 2022) выявили положительное влияние фосфорно-калийных удобрений на качество и сохраняемость корнеплодов. По действию органических удобрений, особенно свежего навоза, в литературе имеются противоречивые данные, есть сведения о снижении товарного вида и болезнеустойчивости корнеплодов при их использовании (Дьяченко В.С., 1979, Вендило Г.Г. и др., 1986; Борисов В.А., 2016).

Применение биокомпостов в сочетании с диагностикой питания растений во время вегетации очень перспективно для получения экологически безопасной продукции. Известно, что главным фактором повышения урожайности овощных культур, в частности капусты, является научно-обоснованная система применения удобрений.

Растительная диагностика – комплекс методов, которые позволяют определить по показателям самого растения степень его обеспеченности питательными веществами в процессе формирования урожая. Растительная диагностика может быть визуальной по характерным признакам голодания, а также химической, в том числе листовой, тканевой (определение валового содержания питательных веществ или неорганических форм их в свежих или свежевысушенных образцах). Лучшим индикаторным органом для тканевой диагностики чаще всего являются черешки листьев.

Растительная диагностика питания, в частности диагностика «по черешку» является перспективным методом контроля, так как позволяет непосредственно определить количество питательных веществ, которые

усвоило растение. Диагностикой «по черешку» можно достаточно хорошо контролировать условия питания растений в течение вегетации в ответственные для создания урожая фазы роста и развития. Значение этого метода повышается при диагностике питания элементами, для которых пока нет чётких критериев обеспеченности овощных культур по анализу почвы, в частности, для азота. Этим обусловлена новизна наших исследований.

Методика исследований

Лабораторно-полевые исследования проводились на опытном участке отдела земледелия и агрохимии ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО, на аллювиальной луговой почве Быковского расширения центральной части Москворецкой поймы (Раменский район Московской области). Агрохимические и биохимические исследования выполняли в лаборатории агрохимии. Объектом исследований был сорт моркови столовой Рекси. Опыт заложен в 4-кратной повторности. Площадь делянки 7,0×7,0=49,0 м^2.

Агрохимическую характеристику почвы определяли в соответствии с «Агрохимическими методами исследования почв» (1975); диагностику минерального питания проводили по Церлинг В.В. и др. (1983), Магницкому К.П. (1964), используя 2% (0,5 н – для почвы) уксуснокислую вытяжку для определения фосфора и калия, 1% квасцы алюмокалиевые – для определения азота нитратов. Биохимические анализы проводили по ГОСТам.

Почва опытного участка хорошо окультуренная, орошаемая, имеет высокий уровень естественного плодородия. Кислотность 6-6,5 единиц pH, содержание гумуса в пахотном слое до 3,2%, общего азота 0,23-0,28%, нитратного азота (май) 1,4-4,1 мг/100 г, подвижного фосфора (по Чирикову) 25-27 мг/100 г, калия (по Чирикову) – 10-15 мг/100 г. Гидролитическая кислотность низкая (0,7-1,2 мг-экв/100 г), сумма обменных оснований 28-30 мг-экв/100 г, степень насыщенности основаниями 96-98%. За период вегетации растений влажность почвы поддерживали на уровне 70% НВ в начальный период и 60% в период созревания корнеплодов за счет орошения.

Результаты исследований и обсуждение

Цель исследований – выявить эффективность корневых подкормок макроэлементами (NPK) по итогам растительной и почвенной диагностики

питания моркови столовой при выращивании на органической системе удобрений.

Для контроля над минеральным питанием столовых корнеплодов в соответствии с программой исследований была проведена диагностика питания по анализу почвы и черешка листа в фазу начала образования корнеплодов (I декада июля) и по результатам рассчитаны и внесены подкормки азотно-фосфорно-калийными удобрениями. Было установлено, что при основном внесении биокомпоста БИУД растения моркови в фазу начала образования корнеплодов (I декада июля) содержали в черешках листьев NO_3 на 21%, P2O5 на 21% и K_2O на 8% меньше, чем на варианте с расчётной дозой NPK. Минимальное содержание питательных веществ в черешках растений на контрольном варианте (без удобрений). Расчётная доза корневой подкормки моркови столовой по анализу черешка листа составила $N_{13}P_{13}K_5$.В сравнении с расчётной дозой NPK, при внесении органического удобрения биокомпост БИУД содержание в почве $N\text{-}NO_3$ было меньше на 74%, подвижного K_2O – на 24% под морковью. Содержание подвижного P_2O_5 было на близком уровне (31,8-33,2 мг/100 г). Расчётная доза подкормки по анализу почвы составила для моркови $N_{44}K_{14}$.

Таблица 1

Урожайность моркови сорта Рекси при минеральной и органической системах удобрения (2021 г.)

Вариант	Урожайность, т/га		Прибавка к контролю		Выход стандарт-ной продук-ции, %	Средняя масса стандарт-ного корне-плода, г
	общая	стандарт	т/га	%		
Без удобрений (к.)	52,1	45,3	0	100	86,9	79
$N_{105}K_{185}$ (60 т/га)	64,3	60,4	12,2	123	93,9	109
Биокомпост 3 т/га	54,8	49,3	2,7	105	90,0	87
Б/к + подкормка по анализу листа	61,2	56,3	9,1	117	92,0	98

Б/к + подкормка по анализу почвы	66,5	63,2	14,4	128	95,0	111
$НСР_{05}$	3,4	-	-	-	-	-

По результатам проведённых биохимических исследований в период уборки урожая (II декада сентября) установлено, что содержание сухого вещества в корнеплодах моркови находилось в пределах 11,5-12,1%, сахаров 5,30-6,10%, каротина 6,20-7,02 мг%, нитратов 16-44 мг/кг (табл. 2).

Минимальные биохимические показатели (сухое вещество, сахара, каротин) выявлены для корнеплодов, выращенных на варианте расчётной дозы в основное внесение. Применение биокомпоста взамен NPK при возделывании моркови столовой улучшало биохимический состав овощей: увеличилось содержание сухого вещества на 0,9 %, сахаров на 0,51%, каротина на 0,33 мг%. Внесение подкормок удобрениями на фоне биокомпоста по диагностике питания в целом незначительно сказалось на биохимии корнеплодов; можно выделить тенденцию к снижению сухого вещества, сахаров, витаминов и возрастании нитратов. Лучшие биохимические характеристики корнеплодов получены на варианте без внесения удобрений.

Максимальное в опыте содержание нитратов в корнеплодах получено на варианте расчётной дозы NPK: для моркови – 44 мг/кг (ПДК 250 мг/кг), для свёклы столовой – 269 мг/кг (ПДК 1400 мг/кг). На варианте внесения биокомпоста содержание нитратов резко уменьшилось и составило соответственно 22 и 41 мг/кг сырой массы корнеплода. Внесение подкормок удобрениями в I декаде июля на вариантах с диагностикой питания незначительно повышало концентрацию NO_3 – в продукции (до 31-34 мг/кг у моркови и до 78-112 мг/кг у свёклы столовой).

Таблица 2

Влияние удобрений на биохимические показатели качества столовых корнеплодов (2021 г.)

Вариант	Сухое вещество %	Сахара, %			Каротин, мг%	NO_3^-, мг/кг
		моно-	ди-	∑		
Морковь, сорт Рекси						
Без удобрений (к.)	12,1	2,00	4,10	6,10	7,02	16,0
$N_{105}K_{185}$ (60 т/га)	10,8	1,84	3,46	5,30	6,20	44,0
Биокомпост 3 т/га	11,7	1,95	3,86	5,81	6,53	22,0
Б/к + подкормка по анализу листа	11,9	1,88	3,74	5,62	6,46	31,0
Б/к + подкормка по анализу почвы	11,5	1,85	3,79	5,64	6,32	34,0

Заключение

1. Выявлена прибавка урожайности от NPK, биокомпоста и подкормок до 28% у моркови столовой. Основное внесение биокомпоста под морковь в дозе 3 т/га дало 5% прибавки урожая. Применение подкормок по диагностике питания обеспечило прибавку урожайности до 17-28% к контролю моркови столовой. Достоверных отличий (с учётом $НСР_{05}$) между вариантами с расчётной дозой в основное внесение и подкормками на фоне биокомпоста не установлено. Выход стандартной продукции у моркови столовой составил 86-95% от общей.

2. Внесение подкормок по анализу почвы и черешка листа на фоне основного внесения биокомпоста БИУД оказало незначительное влияние на качественные биохимические показатели моркови столовой: выявлена тенденция снижения сухого вещества, сахаров и витаминов с возрастанием нитратов.

Список литературы

1. Янченко Е.В. Комплексная оценка сортов и гибридов столовой

моркови по урожайности, качеству и пригодности к длительному хранению: автореф. дис… канд. с.-х. наук / Е.В. Янченко. М., 2009. – 20 с. EDN: NKYJHV.

2. Борисов В.А. Система удобрения овощных культур. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 392 с.

3. Комплексное действие удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество овощных культур / В. А. Борисов, А. Р. Бебрис, А. А. Коломиец [и др.] // Картофель и овощи. – 2022. – № 8. – С. 12-15. – DOI 10.25630/PAV.2022.77.86.001. – EDN EUXIYY.

4. Церлинг В.В., Панков Ю.И., Ермохин Г.Г., Вендило Г.Г., Борисов В.А. Методические указания по растительной диагностике минерального питания овощных культур открытого грунта – М.:МСХ СССР, 1983. – 58 с.

5. Магницкий К.П. Контроль питания полевых и овощных культур. М.: Московский рабочий, 1964. – 303 с.

6. Магницкий К.П. Диагностика потребности растений в удобрениях. М., «Московский рабочий», 1972. – 272 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 17.09.2022 г.

УДК 541.49:581.1

ЭФФЕКТИВОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОЛИБДЕНСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ В ПОСЕВАХ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

Шилова О.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.
ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия

Эффективность применения современных прогрессивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур заключается в получении устойчивых урожаев с высоким качеством получаемой продукции, а также снижении негативного воздействия на окружающую среду.

Одним из направлений биологического земледелия является использование экологически безопасных препаратов органической природы, включающих необходимые для растений макро- или микроэлементы в доступной форме.

Среди большого разнообразия биологически активных средств, в сельском хозяйстве используют комплексоны. Однако по данным ряда исследователей более эффективными являются комплексонаты – органические соединения, характеризующиеся высокой хелатирующей способностью и распадающиеся в окружающей среде в результате физико-химической и биологической деструкции. В качестве таких эффективных, экологически безопасных соединений можно рассматривать комплексоны, производные янтарной кислоты (ЭДДЯК) и комплексонаты на их основе [1,4,5,8].

При возделывании сельскохозяйственных культур следует выбирать те комплексонаты, которые включают важные для роста и развития макро- и микроэлементы. В частности, на обеспеченность растений гороха

© Шилова О.В., 2022

элементами питания оказывает влияние множество факторов, основные из которых почвенно-климатические, агротехнические и морфо-биологические. Эти факторы вносят значительный вклад в формирование продуктивности. Кроме того, горох предъявляет максимальную требовательность к содержанию молибдена, поскольку при его участии изменяется содержание форм азота в органах растений, увеличивается продуктивность и повышается содержание белка в зерне [2,6,7,9].

В связи с этим целью проводимых исследований стало сравнение эффективности молибденовокислого натрия Na_2MoO_4 и хелатного молибденсодержащего соединения на основе этилендиаминдиянтарной кислоты (ЭДДЯК) – Мо-ЭДДЯК формирование урожайности гороха.

В соответствии с целью исследований была разработана схема опыта, которая включала следующие варианты: 1. Контроль (без опрыскивания растений); 2. Опрыскивание растений раствором Na_2MoO_4; 3. Опрыскивание растений раствором ЭДДЯК; 4. Опрыскивание растений раствором Мо-ЭДДЯК.

Исследований проводились в 2022 году на экспериментальном участке кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования в пределах агротехнологического полигона Тверской государственной сельскохозяйственной академии (Тверской ГСХА). Общая площадь участка – 200 м^2, площадь одной делянки – 5 м^2, повторность вариантов – трехкратная, расположение вариантов – рендомизированное.

Комплексонат молибдена (Мо-ЭДДЯК) на основе этилендиаминдиянтарной кислоты (ЭДДЯКК) был синтезирован к.х.н., доцентом кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования Смирновой Т.И. и предоставлен нам для проведения исследования. Данное вещество представляет собой мелкокристаллический порошок белого цвета, умеренно растворимый в воде комнатной температуры и хорошо растворимый при температуре воды t=40ºС.

Перед закладкой опыта был проанализирован химический состав почвы экспериментального участка. В среднем значения агрохимических показателей составили: $C_{орг.вещ-ва}$ – 2,1%; P_2O_5 – 219 мг/кг почвы, K_2O – 107 мг/кг почвы.

Исходя из значений обменной кислотности (pH_{kcl} 5,6) и гидролитической кислотности ($H_г$ 2,17 мг-экв/100 г почвы), почва экспериментального участка имела реакцию близкую к нейтральной.

Среди катионов обменных оснований преобладало количество Ca^{2+} (4,0 мг-экв/100 г почвы). Значение степени насыщенности почвы основаниями оказалось достаточно высоким (84%).

В мае 2022 года на опытном участке был высеян среднеспелый сорт гороха посевного «Вельвет». Вегетационный период культуры составляет 61-83 дня. Сорт средне засухоустойчив, высокоустойчив к осыпанию и полеганию. Масса 1000 зерен: 240-285 г; количество зерен в бобе: 7-9 штук; потенциал урожайности: 50-55 ц/га [10].

Семена гороха, предварительно замоченные на 24 часа в исследуемых растворах с концентрацией $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ моль/л, высевались в открытый грунт согласно схеме опыта. Контролем служили семена, замоченные в H_2O_{dest}. Вегетирующие растения гороха опрыскивали исследуемыми растворами в объеме 100 мл/м^2.

В течение вегетации посевы обрабатывали гербицидом Пивот (0,8 л/га). В третьей декаде августа 2022 года после предварительной уборки защитных полос со всех учетных делянок были собраны растения гороха и проведен учет семенной продуктивности, а также анализ структуры урожая. Для этого перед уборкой, в фазе полной спелости, с двух площадок по 0,25 м^2 отбирали сноповой материал для проведения структурного анализа. При этом учитывали высоту растения, высоту прикрепления нижнего боба, количество узлов на растении и узлов до первого боба, количество плодоносящих узлов,

бобов и семян на растении, количество семян в бобе, массу семян с растения, массу 1000 семян, урожайность [3].

Урожайность зерна и соломы определяли методом сплошного обмолота делянок в период полного созревания у большинства растений не менее 50% бобов с поправкой на стандартную (14%) влажность.

Урожай гороха посевного определяется элементами структуры урожая, представленными в таблице 1.

Таблица 1

Структура урожая гороха в зависимости от применяемых растворов биологически активных соединений

Варианты опыта	Элементы структуры урожая				
	Высота растений, см	Высота прикрепления бобов, см	Количество бобов на 1 растение, шт.	Число семян в бобе, шт.	Масса семян одного растения, г
Контроль	76	27	4,2	4,9	3,6
Na_2MoO_4	81	32	4,7	5,4	4,1
ЭДДЯК	79	31	4,4	5,1	3,9
Мо-ЭДДЯК	83	35	5,0	5,6	4,3

Наибольшее количество бобов наблюдается на растениях, обработанных препаратом Мо-ЭДДЯК – 5 шт. На этом же варианте установлено максимальное количество семян в 1 бобе – 5,6 шт. Выявлена закономерность по массе семян с 1 растения гороха в зависимости от испытуемых препаратов. Масса семян с одного растения при применении комплексоната молибдена составила – 4,3 г, молибдата натрия – 4,1 г и комплексона – 3,9 г. Значения контрольного варианта уступали указанным в среднем на 0,3-0,7 г (или на 8,3-19,4%).

Максимальной высотой отличались растения, обработанные раствором хелатированного молибдена – 83 см, при этом высота прикрепления нижнего

боба достигала 35 см, что является положительным показателем для гороха посевного.

Результаты исследований доказали, что наиболее благоприятные факторы для формирования максимального урожая зерна гороха сложились на варианте с некорневой обработкой растений раствором молибденового комплекса: урожайность составила 30,4 ц/га. При этом прибавка урожая зерна по сравнению с молибденовокислым натрием составила 2,3 ц/га, а по сравнению с ЭДДЯК – 3,5 ц/га.

Минимальная урожайность семян получена на контроле и составила в среднем 22,3 ц/га, что на 8,1 ц/га (или 36,3%) меньше по сравнению с вариантом, на котором проведена некорневая подкормка хелатированным молибденом.

Кроме того, изучаемые растворы биологически активных веществ оказали заметное влияние на биохимический состав зерна гороха. Наибольшее содержание белка обнаружено в семенах варианта с комплексонатом молибдена (21,2%).

Содержание белка в семенах на вариантах с молибдатом натрия и комплексоном составило 20,7% и 20,1% соответственно, что на 1,7% и на 1,1% больше по сравнению со значением контрольного варианта.

Хотя по содержанию белка в семенах разница между вариантами оказалась незначительной, общий сбор белка с 1 га при применении Мо-ЭДДЯК составил 644,5 кг, при использовании Na_2MoO_4 и ЭДДЯК – 581,7 кг и 540,7 кг с 1 га соответственно.

Указанная закономерность наблюдается и по содержанию общих сахаров и сбора их с 1 га. Наибольшее содержание углеводов выявлено в семенах варианта с комплексонатом молибдена (4,8% соответственно). Разница в значениях между контролем и вариантами с растворами биологически активных соединений составила в среднем 0,3-0,8%.

Общий сбор углеводов с 1 га при некорневой обработке растений раствором Мо-ЭДДЯК составил 145,9 кг, при использовании Na_2MoO_4 и ЭДДЯК–126,5 кг и 115,7 кг с гектара соответственно.

Таким образом, применение раствора хелатированного молибдена позволяет повысить урожайность гороха посевного сорта «Вельвет» по сравнению применением растворов молибдата натрия и комплексона ЭДДЯК на 10,3% и 15,7% соответственно, а также заметно увеличить выход белка и углеводов с 1 га.

Список литературы

1. Битюцкий Н.П., Действие комплексонов и комплексонатов на химический состав растений /Н.П. Битюцкий, А.С. Кащенко, В.П. Козэв// Агрохимия, 1991. – № 10. – С. 99-107.

2. Магомедов К.Г., Урожайность и качество зерна гороха в зависимости от биопрепаратов и регуляторов роста в условиях Предгорной зоны КБР /К.Г. Магомедов, М.Х. Ханиев, И.М. Ханиева, А.Л. Бозиев, А.Ю. Кишев// Фундаментальные исследования, 2008. – № 5. – С. 27-29.

3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. – М.: Колос, 1989. – 195 с.

4. Никольский В.М., Влияние хелатных соединений кобальта (II) на растения фасоли/В.М. Никольский, Т.И. Смирнова, А.А. Варламова//Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения: сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции, посвящённой году науки и технологий. – Краснодар, КубГАУ, 2021 г. – С. 120-123.

5. Смирнова Т.И. Комплексонаты кобальта на основе экологически безопасных комплексонов в качестве микроэлементных удобрений / Т.И. Смирнова, В.М. Никольский, И.Г. Тумасьева, Е.С. Бобрина,

А.А. Варламова//Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия, 2021. – № 1 (43). – С. 127-133.

6. Тимохин А.Ю., Влияние условий минерального питания на продуктивность и качество семян зернобобовых культур/А.Ю. Тимохин, Ю.В. Аксенова//Питание растений, № 3. 2018. – С.8-12.

7. Филатова И.А., Продуктивность гороха и элементы структуры урожая в зависимости от норм высева/И.А. Филатова//Земледелие, 2019. – № 2. – С.36-38.

8. Комплексоны и комплексонаты [Электронный ресурс]// – URL: http://www.irea.org.ru/directory/kompleksony/

9. Минеральное питание гороха[Электронный ресурс]// – URL: https://propozitsiya.com/mineralnoe-pitanie-goroha

10. Горох сорт Вельвет[Электронный ресурс]// – URL: http://grantory.ru/velvet

Дата поступления рукописи в редакцию: 12.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 30.09.2022 г.

УДК581.1:541.49

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДУКТИВНОСТИ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ ОТ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ И МОЛИБДЕНСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

Шилова О.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.
ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия

За последние десятилетия следует признать тот факт, что заметно сокращаются объемы производства сельскохозяйственной продукции. Одними из возможных причин указанных изменений могут быть: снижение уровня эффективного плодородия почв вследствие ограниченного применения органических и минеральных удобрений, разных средств химизации, несоблюдение сроков и правил обработки почв и др.

В сложившейся ситуации для формирования урожайности полевых культур следует использовать экологически безопасные органические формы соединений, включающие необходимые для растений макро- и микроэлементы (например, комплексоны и комплексонаты металлов и неметаллов, т.е. хелаты и хеланты). По данным ряда исследователей [2-5] указанные соединения являются высокоэффективными средствами для некорневой подкормки, применение которой снижает общий уровень загрязнения примесями, как почв, так и получаемой сельскохозяйственной продукции.

Однако, несмотря на очевидную целесообразность применения комплексонатов [8] при возделывании полевых культур, особенности их использования для некорневых подкормок изучены недостаточно. В связи с этим остается актуальным изучение устойчивости, биологической активности, миграции в агроэкосистемах экологически безопасных и

© Шилова О.В., 2022

высокоэффективных органических соединений и продуктов их распада в окружающей среде (в том числе в условиях Тверской области).

При этом важно отдавать предпочтение комплексонатам, которые содержат минеральные элементы, участвующие в процессах роста и развития живых организмов. Поскольку дерново-подзолистые почвы Тверской области обладают невысоким уровнем естественного плодородия и содержат недостаточное количество микроэлементов (в том числе, бора, селена, йода, меди, молибдена и др.), существует необходимость увеличения количества молибдена и её соединений, как в почве, так и в получаемой сельскохозяйственной продукции.

Молибдену принадлежит исключительная роль в питании растений. Он участвует в процессах фиксации молекулярного азота и восстановлении нитратов в растении.

Особенно требовательны к наличию молибдена в почве в доступной форме бобовые культуры и овощные растения – капуста, листовые овощи, редис. Внешние признаки недостатка молибдена проявляются в замедлении роста вследствие нарушения синтеза хлорофилла.

В результате наблюдается деформация листовых пластинок и преждевременное отмирание листьев, резко снижается урожайность и содержание белка в растениях.

Применение молибдена на кислых почвах повышает урожайность гороха на 3-4 ц на 1 га, моркови – на 70-80 ц на 1 га, салата, редиса и капусты – на 20-30%. Под влиянием молибдена значительно улучшается качество продукции: увеличивается содержание белка в зерне и сене бобовых культур, витаминов и сахара в овощах [6].

В связи с этим, в условиях полевого опыта было изучено влияние биологически активных и экологически безопасных молибденсодержащих соединений как на свойства дерново-подзолистой почвы, так и на урожайность капусты белокочанной и биохимический состав кочанов.

Исследования были проведены в 2022 году на экспериментальном участке кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования Тверской ГСХА. Общая площадь участка – 200 м^2, площадь одной делянки – 8,4 м^2. Повторность опыта трехкратная, расположение делянок рендомизированное.

Перед закладкой опыта был определен гранулометрический состав пахотного слоя почвы экспериментального участка методом Н.А. Качинского. Преобладающей фракцией в пахотном слое оказался песок тонкий – 48,7%. Наименьшим процентным содержанием отличались крупный песок (5,41%) и иловая фракция с размером частиц >0,001 мм (7,05%). Суммарное количество фракций с размером частиц >0,01 мм составило 22,34%.

Судя по величине обменной кислотности (pH_{KCl} 5,7) и значению гидролитической кислотности ($H_г$=2,1 мг-экв/100 г почвы), почва опытного участка имела реакцию близкую к нейтральной. Среди катионов обменных оснований преобладало количество Ca^{2+} (4,0 мг-экв/100 г почвы). Значение степени насыщенности почвы основаниями оказалось достаточно высоким (84%), следовательно, почва экспериментального участка относится к 4 группе и не нуждается в известковании.

В почве обнаружено среднее количество гумуса (2,1%), повышенное – обменного калия (119 мг/кг почвы) и высокое – подвижного фосфора (214 мг/кг почвы).

Схема опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (без удобрений) и без опрыскивания растений; 2. Опрыскивание растений раствором Na_2MoO_4; 3. Опрыскивание растений раствором Мо-ЭДДЯК; 4. $N_{90}P_{30}K_{120}$ и без опрыскивания растений; 5. $N_{90}P_{30}K_{120}$ и опрыскивание растений раствором Na_2MoO_4; 6.$N_{90}P_{30}K_{120}$ и опрыскивание растений раствором Мо-ЭДДЯК.

В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, суперфосфат и хлористый калий.

Раствор молибденовокислого натрия был приготовлен путем растворения сухого порошка в дистиллированной воде непосредственно перед замачиванием семян.

Комплексонат молибдена (Мо-ЭДДЯК) был синтезирован к.х.н., доцентом Смирновой Т.И. на кафедре агрохимии, земледелия и лесопользования Тверской ГСХА. Он представлял собой сухое порошкообразное вещество белого цвета, удовлетворительно растворимое в воде комнатной температуры и хорошо растворимое в теплой воде при t=40ºС.Хелатированный молибден или молибденсодержащий комплекс (Мо-ЭДДЯК) – органическое соединение, содержащее в составе комплексон ЭДДЯК (этилендиаминдиянтарную кислоту) и образующее с ним устойчивый молибденовый комплекс хелатного типа.

На опыте возделывалась капуста белокочанная «Крюмон» - позднеспелый гибрид. Полный вегетационный период (с момента появления всходов и до полной зрелости кочанов) длится около 160-170 суток. Гибрид имеет ряд достоинств: высокая урожайность (41-51 т/га); хороший иммунитет (гибрид практически не поражается слизистым и сосудистым бактериозом, точечным некрозом и фузариозным увяданием); отличается хорошим вкусом и универсальностью в использовании; кочаны гибрида устойчивы к гниению. К недостаткам следует отнести: небольшие размеры кочанов и присутствие в них горького вкуса [7].

В опыте использовали рассадный способ выращивания капусты. Посев в кассеты провели 2 апреля. Высадка рассады в открытый грунт производилась вручную. Ширина междурядий – 70 см. Расстояние между растениями – 50 см. Густота стояния – 28 тыс. растений на гектаре. Срок высадки рассады 20 мая 2022 г.

Через 30 дней вегетирующие растения обрабатывали молибденсодержащими растворами. Концентрация растворов составляла 2мМ (или $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л). Опрыскивание повторяли дважды. Объем

применяемых растворов составил 100 мл/м^2 (или 840 мл на делянку). Уход за посадками состоял из междурядной обработки, окучивания и опрыскивания от сорняков гербицидом «Бутизан 400» (2 л/га).

Следует отметить, что неблагоприятными по степени увлажнения почвы оказались июнь и июль, что очевидно отразилось как на количестве подвижных форм элементов питания в почве, так и на величине урожая капусты белокочанной. Как следствие, сдвинулись сроки полевых работ, прохождение фаз развития опытной культуры и сроков уборки урожая кочанов на 2-3 недели по сравнению со среднемноголетними данными.

Применение молибденсодержащих растворов на разных фонах питания оказало неодинаковое влияние на количество подвижных форм элементов питания в пахотном слое дерново-подзолистой почвы. В начальный период проведения наблюдений (июнь 2022 года) применение минеральных удобрений способствовало заметному увеличению нитратов в почвы опытного участка (в среднем на 10-14 мг/кг почвы по отношению к контролю). Максимальные значения нитратного азота выявлены на варианте с минеральными удобрениями (без обработки растений) – 34 мг/кг почвы, а минимальные среди удобренных вариантов – с комплексонатом молибдена (29 мг/кг почвы).

Варианты с обработкой растений молибденсодержащими растворами, но без внесения в почву минеральных удобрений, заметно уступали удобренным вариантам по количеству нитратов (в среднем на 8 – 11 мг/кг почвы). При этом наименьшим содержанием нитратного азота по сравнению с контролем отличался вариант с обработкой растений хелатированным молибденом на неудобренном фоне.

С июня по июль количество подвижной формы азота возросло в почве всех опытных делянок, за исключением контроля. Максимальное содержание нитратов в июле установлено на варианте с минеральными удобрениями (39 мг/кг почвы), а минимальные среди удобренных – с молибденовокислым

натрием и комплексонатом молибдена (37 мг/кг и 33 мг/кг почвы соответственно). Наибольшее количество нитратов в неудобренной почве в июле по сравнению с контролем обнаружено на варианте с опрыскиванием растений раствором молибденовокислого натрия (24 мг/кг почвы).

С июля по август 2022 года количество нитратов в почве уменьшилось в почве всех опытных делянок, особенно на контроле. Содержание нитратного азота в неудобренной почве, но с применением молибденсодержащих растворов, оказалось больше по сравнению с контролем (в среднем на 8–10 мг/кг почвы). Максимальное количество нитратов в указанный период обнаружено на варианте с минеральными удобрениями (33 мг/кг почвы).

Применение удобрений с обработкой вегетирующих растений молибденсодержащими растворами привело к существенным изменениям количества подвижного фосфора в почве на протяжении всех периодов проведения опыта. В июне 2022 года наименьшее количество фосфатов было на контроле (204 мг/кг почвы). Значения на остальных вариантах опыта были различными и варьировали от 208 мг/кг почвы до 230 мг/кг почвы. При этом наибольшее содержание подвижного фосфора выявлено на варианте с минеральными удобрениями без обработки растений молибденсодержащими растворами (234 мг/кг почвы).

Количество фосфатов в неудобренной почве с применением молибденсодержащих растворов оказалось различным: максимальное значение установлено на варианте с использованием молибдата натрия (212 мг/кг почвы), а минимальное – при обработке растений раствором комплексоната молибдена (208 мг/кг почвы).

В период с июня по июль снижалось количество P_2O_5 в почве всех опытных делянок (в среднем на 4-11 мг/кг почвы). При этом максимальным содержанием фосфатов отличался вариант без подкормки растворами молибденсодержащих соединений на удобренном фоне – 225 мг/кг почвы.

Остальные варианты уступали указанному в среднем на 8-10% – на неудобренном фоне и на 3-5% – на минеральном фоне.

С июля по август наблюдалось дальнейшее снижение количества фосфатов в почве всех опытных делянок, особенно на контроле (на 10 мг/кг почвы). В среднем значения уменьшились на 5-8 мг/кг почвы по сравнению со значениями фосфатов в июле. Несмотря на подобные изменения, наибольшим содержанием P_2O_5 в августе среди удобренных делянок отличался вариант с минеральными удобрениями (219 мг/кг почвы), а среди неудобренных – вариант с опрыскиванием растений раствором молибдата натрия (200 мг/кг почвы).

Сезонная динамика обменного калия на опытном участке заключалась в незначительном увеличении его количества с июня по август. В июне 2022 года наибольшим содержанием обменного калия отличалась удобренная почва (171 мг/кг почвы). Варианты совместного применения минеральных удобрений и растворов молибденсодержащих соединений уступали указанному варианту (в среднем на 6-10 мг/кг почвы). Неудобренная почва содержала значительно меньше обменного калия (в среднем на 31–34 мг/кг почвы).

В отличие от изменений количества нитратного азота и подвижного фосфора, количество обменного калия незначительно возросло с июня по июль в почве всех опытных делянок (даже на контроле). Однако максимальным содержанием K_2O отличался вариант с минеральными удобрениями, как в чистом виде, так и в сочетании с молибденсодержащими растворами.

С июля по август количество обменного калия незначительно возросло, однако соотношение в значениях K_2O между вариантами осталось прежним. При этом содержание доступной формы калия на варианте с $N_{90}P_{30}K_{120}$, но без использования молибденсодержащих растворов оказалось выше, чем на удобренных фонах с некорневой подкормкой растений растворами

молибдата натрия и комплексоната молибдена (в среднем на 5-9 мг/кг почвы соответственно). Отметим, что на неудобренных делянках значения K_2O превышали его количество на контроле (в среднем на 3-15 мг/кг почвы).

Таким образом, на протяжении всех сроков проведения полевого опыта 2022 года максимальным количеством подвижных форм азота, фосфора и калия отличались варианты с минеральными удобрениями без использования молибденсодержащих растворов.

Результаты проведенных наблюдений показали, что, несмотря на внесение равных доз минеральных удобрений, продуктивность капусты белокочанной оказалась неодинаковой на всех вариантах опыта. Отметим, что вследствие неблагоприятных метеорологических условий вегетационного периода 2022 года (преобладание дней с жаркой и сухой погодой), продуктивность капусты белокочанной сорта «Крюмон» оказалась на низком уровне на всех вариантах опыта. При этом контрольный вариант заметно уступал по продуктивности остальным вариантам полевого опыта (урожайность в среднем составила 200 ц/га, что на 15-100 ц/га меньше).

Некорневая обработка растений молибденсодержащими растворами на не-удобренных делянках позволила увеличить урожайность капусты белоко-чанной по сравнению с контролем на 15 ц/га (или 7,5%) – на варианте с молиб-датом натрияи на 25 ц/га (или 12,5%) – на варианте с комплексонатом молибдена.

Наибольшая урожайность (300 ц/га) и прибавка кочанов капусты (100 ц/га) по отношению к контролю получены на варианте совместного применения $N_{90}P_{30}K_{120}$ и молибденсодержащего комплексоната.

Таким образом, совместное применение минеральных удобрений и молибденсодержащего комплекса позволяет увеличивать урожайность капусты на 50% по отношению к контролю и на 37,5-42,5% по сравнению с остальными вариантами опыта.

Использование растворов биологически активных соединений как на неудобренных, так и на удобренных фонах привело к изменению количества

витамина С в кочанах капусты. При опрыскивании растений молибденсодержащими растворами на неудобренном фоне количество аскорбиновой кислоты в кочанах возросло по отношению к контролю: на 4 мг/100 г при использовании раствора молибденовокислого натрия и на 7 мг/100 г при обработке растений раствором комплексоната молибдена.

Возделывание капусты на минеральном фоне без опрыскивания молибденсодержащими растворами не позволила добиться получения кочанов с самым высоким количеством аскорбиновой кислоты (26 мг/100 г), однако прибавка витамина С к контролю на этом варианте составила 9 мг/100 г кочанов.

Обработка растений молибденсодержащими растворами на минеральном фоне позволила заметно увеличить содержание аскорбиновой кислоты в кочанах: на 14 мг/100 г при применении раствора молибдата натрия и на 18 мг/100 г при применении раствора хелатированного молибдена.

Кроме увеличения содержания аскорбиновой кислоты, в кочанах изменилось и содержание моно- и дисахаридов в кочанах капусты. Так, на минеральном фоне при обработке молибденовокислым натрием значения увеличились на 1,05 г, а при использовании комплексоната молибдена на 1,3 г по отношению к контролю.

Таким образом, результаты проведенного полевого опыта с капустой белокочанной сорта Крюмон в 2022 году, подтвердили предположение об эффективности комплексоната молибдена (Мо-ЭДДЯК) в качестве молибденового микроудобрения, увеличивающего урожайность капусты и улучшающего биохимический состав кочанов. При этом возрастает антиоксидантная активность растениеводческой продукции за счёт увеличения в кочанах количества аскорбиновой кислоты, а также улучшаются вкусовые качества за счет изменения содержания моно- и дисахаридов.

Список литературы

1. Дроздов И.А. Рост, развитие и продуктивность капусты белокочанной при обработке препаратом Ризоплан /И.А. Дроздов, И.Е. Осокин, М.Н. Павлов //Сборник научных трудов по матер. Межд. научно-

практ. конф. 11-13 февраля 2020 г: Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени. – Тверь, 2020. – С. 34-36.

2. Кузьмин С.И. Влияние хелатного комплекса меди (II) на основе этилендиаминдиянтарной кислоты на растительные пигменты капусты кочанной /С.И. Кузьмин, Т.И. Смирнова, О.В. Шилова // Сб. науч. тр. по матер. XI Межд. научн.-практ.конф., посвященной 70-летию со дня рождения Н.П. Сударева 14-16 мая 2020 г.: «Научные направления развития животноводства и кормопроизводства в России». – Тверь: ТГСХА 2020. – С. 137-139.

3. Петриченко В.Н. Эффективность использования комплексонатов в овощеводстве / В.Н. Петриченко, О.С. Туркина//Аграрная Россия, 2014.№. 7.– С. 12-15.

4. Смирнова, Т.И. Изменение пигментного состава растений капусты кочанной под действием этилендиаминдисукцината меди (II)/Т.И. Смирнова, С.И. Кузьмин, О.В. Шилова //Сб. тр. студентов и молодых ученых по матер. 48-й научн.-практ. конф.: Инновационные подходы к развитию науки и производства регионов: взгляд молодых ученых. – Тверь: ТГСХА, 2020. – С. 23-25.

5. Шилова, О.В. Влияние биологически активных соединений на агрохимические свойства почвы и урожайность картофеля// Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Конкурентоспособность и инновационная активность АПК» 6-8 февраля 2018 года. – Тверь: Тверская ГСХА, 2018. – С. 59-63.

6. Значение молибдена в питании растений. Молибденовые микроудобрения и условия их эффективного применения. [Электронный ресурс]// – URL:http://cozyhomestead.ru/Rastenia_109300.html

7. Капуста Крюмон: описание сорта, фото, отзывы [Электронный ресурс]// – URL:https://fermerss.ru/2019/03/11/opisanie-sorta-kapusty-krjumon-f1/

8. Применение комплексонов и комплексонатов металлов в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]// – URL: https://chem21.info/info/1530047/

Дата поступления рукописи в редакцию: 02.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 17.09.2022 г.

УДК 633.18.631.52:631.523

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТА РИСА ДИАМАНТ, ВЫРАЩЕННОГО В СТАРОДЕЛЬТОВОМ АГРОЛАНДШАФТНОМ РАЙОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ, ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРИЗНАКОВ КАЧЕСТВА В СВЯЗИ С РАЗЛИЧНЫМИ ДОЗАМИ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

Чижикова С.С., кандидат биологических наук,

Зеленева И.А.

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар, Россия

Краснодарский край является наиболее крупным производителем риса в России, на долю которого приходится 70-75 % валового сбора зерна. Технология возделывания сортов риса должна быть направлена на реализацию биологического потенциала каждого сорта, однако, в большинстве своем в хозяйствах сорта возделываются без учета агроклиматических условий региона, что не позволяет реализовать биологический потенциал сорта [2, 4].

В Краснодарском крае рис выращивается в хозяйствах, расположенных в стародельтовом, переходнодельтовом, младодельтовом, долинном и внедельтовом агроландшафтных зонах. Подбор отечественных сортов для различных агроклиматических зон на основе результатов производственных сортоиспытаний был начат в 90-х годах [2, 3]. Используя такие показатели качества зерна риса как стекловидность, трещиноватость, содержание целого ядра в крупе риса можно подобрать сорта для выращивания в определенных агроклиматических зонах. Качество зерна меняется в связи с азотным питанием: с повышением дозы азота до оптимальной величины увеличивается масса 1000 а. с. зерен, стекловидность, снижается количество

© Чижикова С.С.,
Зеленева И.А., 2022

трещиноватых, недоразвитых зерен и пленчатость; однако дальнейшее увеличение дозы приводит к снижению стекловидности, увеличению трещиноватости и количеству недоразвитых зерен [1, 2, 5]. Поэтому необходимо выращивать различные сорта риса по «индивидуальным» технологиям возделывания, где разработаны оптимальные нормы высева, дозы азотного питания не только на основе прибавок урожайности, но и по их действию на качество продукции [1]. В связи с вышеизложенным, изучение реакции сортов риса на агроклиматические условия выращивания по признакам качества зерна носит актуальный характер.

Цель исследований. Изучить технологические признаки качества сорта риса Диамант, выращенного в 2021 году в стародельтовом агроландшафтном районе Краснодарского края в связи с различными дозами азотного питания и нормами высева.

Материалы и методы. Материалом исследований служил сорт риса Диамант, выращенный на ОПУ ФНЦ риса (стародельтовая агроландшафтная зона) в 2021 году. Норма высева семян 6,0 млн. всхожих зерен, дозы азотного питания N_0, N_{92}, N_{138}, N_{184}. Массу 1000 зёрен определяли по ГОСТу ISO 520-2014 с использованием ГОСТа 13586.5-93, пленчатость зерна – по ГОСТу 10843-76, стекловидность и трещиноватость – с помощью диафаноскопа ДСЗ-3, выход и качество крупы определяли на лабораторной установке ЛУР-1. Статистическую обработку данных проводили по методу Доспехова Б. А.

Результаты исследований. В результате оценки сорта риса Диамант по признакам качества зерна было выявлено, что масса 1000 а. с. (абсолютно сухих) зерен снижалась с увеличением дозы азотного питания (таблица).

Таблица

Технологические признаки качества зерна сорта риса Диамант, выращенного в стародельтовой агроландшафтной зоне (ОПУ ФНЦ риса), 2021 г.

Дозы азотного питания	Масса 1000 а.с. зерен, г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %	Общий выход крупы, %	Содержание целого ядра в крупе риса, %	Содержание дробленых ядер в крупе риса, %
N_0	28,6	19,6	92	13	68,8	89,0	11,0
N_{92}	28,4	20,4	84	7	68,0	92,4	7,6
N_{138}	27,0	19,8	92	4	68,8	97,1	2,9
N_{184}	27,2	19,8	86	5	69,6	97,4	2,6
$НСР_{05}$	0,28	0,20	6,0	1,2	0,4	0,35	0,37

В вариантах N_{138} и N_{184} значения признака существенно не различались и составляли 27,0 и 27,2 г соответственно. Масса 1000 а.с. зерен по вариантам (N_{92}, N_{138}, N_{184}) была ниже, чем в варианте без удобрений (N_0).

Пленчатость была наибольшей в варианте N_{92} и составляла 20,4 %. В вариантах N_{138} и N_{184} значения признака не различались и составляли 19,8 %. Пленчатость в варианте без удобрений была ниже, чем в вариантах N_{92}, N_{138}, N_{184}.

Стекловидность была наибольшей в варианте $N_{138,}$ при дальнейшем увеличении дозы азотного питания – снизилась и составляла 86 %. Трещиноватость снижалась при увеличении дозы азота. Значения признака в вариантах N_{138} и N_{184} существенно не различались и составляли 4 и 5 % соответственно.

Общий выход крупы, содержание целого ядра в крупе риса увеличивались с увеличением доз азотного питания. Содержание целого ядра в вариантах N_{138} и N_{184} существенно не различались.

Таким образом, в исследовании выявлено, что при возделывании сорта Диамант в стародельтовой агроландшафтной зоне, показатели признаков

качества изменяются с увеличением дозы азотного питания: масса 1000 а. с. зерен, пленчатость, трещиноватость снижались, стекловидность, общий выход крупы и содержание целого ядра в крупе риса увеличивались.

Список литературы

1. Казарцева А. Т. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна. – Майкоп: ГУРИП «Адыгея», 2004. – 160 с.

2.Харитонов Е. М. Рисоводство в России: пути развития отрасли / Е. М. Харитонов // Устойчивое производство риса: настоящее и перспективы. - Краснодар: ВНИИ риса, 2006. – С. 37-40.

3. Шеуджен А. Х. Проблемы применения микроэлементов в рисоводстве Российской федерации / А. Х. Шеуджен // Рисоводство. Краснодар, 2004. № 5. С. 73-80.

4. Zhang Q. Strategies for developing green super rice / Q. Zhang // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2007. № 104. P. 16402-16409.

5. Peng S. Improving nitrogen fertilization in rice by site-specific N management: a review Agron. Sust. Dev. / S. Peng, R.J. Buresh, J. Huang, X. Zhong, Y. Zou, J. Yang, G. Wang, Y. Liu, R. Hu, Q. Tang // Agron. Sust. Dev. 2010. № 30. P. 649-656.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 631.15:635.1/8

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ОВОЩЕВОДСТВА

Неменущая Л.А.

ФГБНУ «Росинформагротех», р.п. Правдинский, Россия

Выращивание овощей на основе принципов органического земледелия одно из ведущих направлений развития растениеводства [1,2]. Важной составляющей этого процесса является экологизация земледелия, осуществляемая за счет применения биопрепаратов и биоудобрений (табл.1) [2,3].

Таблица 1

Важные элементы экологизации земледелия

Технология	Краткая характеристика, положительный эффект
Органические удобрения и природные минералы	Позволяет из навоза птичьего, конского, КРС, торфа, сапропеля, природных минералов за короткий срок получать большие объемы обеззараженных органических легкоусвояемых удобрений
Биопрепараты, в том числе биодеструкторы	Улучшают посевные качества семян и морфометрические показатели растений. Стимулирует рост, снижает климатические стрессы и поражаемость болезнями, повышает урожайность
Микробиологическое удобрение Азофит®	В основе микроорганизмы Azotobactervinelandii, которые усваивают азот из воздуха и выделяют его в почву в доступной для растений форме. Применение удобрения повышает урожайность на 15-20%, ускоряет созревание урожая на 10-15 дней

© Неменущая Л.А., 2022

К содействующим экологизации агротехническим приемам относится создание смешанных посадок культур, реализуемых на практике выращиванием двух и более товарных культур на одном поле, либо товарной культуры с покровной или другой нетоварной, которая ей синергична. К перспективным покровным культурам, обеспечивающим мульчирование и улучшение структуры почвы, дополнительное органическое вещество, борьбу с сорными растениями относятся представители семейства Бобовые (вигна, люцерна, клевер пунцовый, боб садовый, вика мохнатая). Они характеризуются важными для покровных культур свойствами – быстрым ростом и способностью максимально покрывать почву; доступностью; устойчивостью к вредителям и болезням; азотофиксацией; разветвленной корневой системой; легкой агротехникой; возможностью последующего товарного применения.

По данным исследователей, наиболее перспективными способами пространственной организации при смешанных посадках являются совмещения рядовое; переменное; смешанное.

Хорошие результаты при организации биологической защиты дает возделывание приманочной культуры [3].

При переходе к органической технологии выращивания овощей серьезную проблему для производителей представляет невозможность использования гербицидов. Экологично уменьшить количество сорняков или степень их негативного влияния возможно с помощью: выбора сортов с быстрым начальным ростом, наименее засоренного участка для выращивания культур с низкой конкурентоспособностью (морковь, лук), участков без агрессивных сорняков (для многолетних культур); применения рассадного метода; уничтожения сорняков до образования у них семян; использования чистого компоста; мульчирования; качественной агротехники; включения в севооборот не менее 20% чистого пара или сидератов, максимально возможной механизации технологических операций.

Механизированные способы борьбы с сорняками и их характеристика приведены в табл. 2.

Таблица 2

Прямые способы борьбы с сорняками

Название	Характеристика	Примечание
Ложный высев	За 2-4 недели до посева семян или посадки рассады подготовка почвы, затем с интервалом 7-10 дней сорняки уничтожают боронованием глубиной 3-5 см.	Эффективность выше при t почвы более 10 ºС и укрытии почвы
Слепое бо ронование	Боронование в период между посевом и всходами. Лучше, если культуру высевают, когда сорные растения уже взошли	Для всех культур с глубоким посевом более 3 см (фасоль, горох, кукуруза)
Выжигание	Создается делянка для наблюдений путём накрытия небольшого участка поля определения точного срока. Проверка каждые 5 дней. Как только культурные растения под покрытием начнут прорастать, следует проверить остальную площадь поля. Выжигание надо проводить непосредственно перед прорастанием культуры	Для культур с медленным прорастанием семян (морковь, лук, шпинат, столовая свёкла, скорцонера). Глубина посева семян > 3 см. Прорастание сорняков стимулируют поливом

При проведении технологических операций, предусмотренных механической обработкой, очень важно работать на подсохшей почве, строго соблюдать схемы посадки, обеспечивать максимально близкий подход техники к культурному растению. Механизированную обработку нельзя

проводить непосредственно перед появлением всходов, ее следует выполнять заранее [4,5].

Исследовательский опыт выращивания органических овощей подтверждает рентабельность и перспективность данного направления сельскохозяйственного производства. Применение указанных выше технологий и методов будет способствовать не только увеличению объемов органической овощной продукции, но повышению экологизации земледелия в целом.

Список литературы

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642) [Электронный ресурс]. – URL: http://base.garant.ru/71551998/ (дата обращения: 20.06.2019).

2. Органика на 100% // Информ. бюл. Минсельхоза России. – 2019. – № 1. – С. 46.

3. Учебное пособие по органическому хозяйству [Электронный ресурс]. – URL: https://agrovesti.net/lib/advices/uchebnoe-posobie-po-organ- icheskomu-selskomu-khozyajstvu.html (дата обращения: 07.07.2022).

4. Борьба с сорняками в органическом овощеводстве | 2021 | Агро-Эко-Культура FiBL. С.1-12. [Электронный ресурс]. – URL: http://agracultura.org/news/borba-s-sornjakami-v-organicheskom-ovoshhevodstve/ (дата обращения: 07.07.2022).

5. Мишуров Н.П., Неменущая Л.А., Коршунов С.А., Любовецкая А.А., Манохина А.А., Осмоловский П.Д. Перспективные технологии производства органической овощной продукции: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 72 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 21.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 17.09.2022 г.

УДК631.171

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Щеголихина Т.А., Болотина М.Н.

ФГБНУ «Росинформагротех», п. Правдинский, Россия

Удовлетворение растущего спроса на продукты питания, снижение негативного воздействия сельскохозяйственной деятельности на окружающую среду вызывает необходимость внедрения новых и прогрессивных технологий в растениеводческий процесс. Повышение эффективности управления сельскохозяйственным производством возможно с использованием информационных систем на базе геоинформационных технологий, представляющих собой совокупность приемов, способов и методов применения программно-технических средств обработки и передачи информации, позволяющих реализовать функциональные возможности геоинформационных систем [1]. Они объединяют в себе методы дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), анализа и дешифрирования геоинформации, цифровой обработки изображений, системы управления базами данных (СУБД), глобального позиционирования (GPS), картографирования, интернет-технологии. Применяются для составления тематических карт конкретного хозяйства (карты использования земель, уклонов и экспозиций склонов, типов и характеристик почв, агрохимических данных, текущего состояния растений, урожайности и др.), на основе анализа которых дается оценка агроклиматических условий данного хозяйства, необходимости внесения

удобрений и возможности выращивания конкретной сельскохозяйственной культуры. Информационные системы на базе геоинформационных технологий призваны выполнять такие задачи как [2, 3]:

© Щеголихина Т.А., Болотина М.Н., 2022

- информационная поддержка управленческих решений, позволяющая повысить эффективность сельскохозяйственного производства за счет предоставления актуальной аналитической информации по всему комплексу необходимых параметров. Для этого на платформе ГИС создается база данных, содержащая цифровую модель местности, на которой осуществляются агротехнические операции; многослойную электронную карту хозяйства; сведения о дистанционном зондировании; информацию о свойствах и характеристиках почв; карты посевов по годам; историю обработки полей и т.д.;

- планирование агротехнических операций, включающее расчет потенциала и эффективности кадров и земельных ресурсов; обмер полей; составление структуры посевных площадей и севооборотов в формате векторной электронной карты; анализ потребности в технике, оборудовании, количестве удобрений; формирование очередности операций обработки почвы, внесения удобрений и средств защиты;

- мониторинг агротехнических операций и состояния посевов, в ходе которого осуществляется регистрация затрат на их проведение, фиксация состояния посевов посредством наземных измерений, экспертных оценок агрономов и ДЗЗ и отображение этой информации в виде карт, таблиц, графиков;

- прогнозирование урожайности культур и оценка потерь. Позволяет отслеживать динамику развития сельскохозяйственных культур, условий вегетации, определять сроки их созревания и оптимальные сроки начала уборки, проводить экономический анализ при минимальном и максимальном уровнях урожайности стабильно возможных для конкретных условий;

- планирование, мониторинг и анализ использования техники и горюче-смазочных материалов.

Для технического обеспечения ГИС используется комплекс технических средств для реализации функциональных возможностей

геоинформационных систем, включающий рабочую станцию или персональный компьютер, устройства ввода-вывода информации, обработки и хранения данных, средства телекоммуникации. Пространственные данные могут быть получены электронными геодезическими приборами либо по результатам обработки снимков на аналитических фотограмметрических приборах или цифровых фотограмметрических станциях. Устройства вывода данных должны обеспечивать наглядное представление результатов на мониторе, а также в виде графических оригиналов. Программное обеспечение ГИС представляет собой сочетание взаимосвязанных программных модулей, обеспечивающих выполнение основных функций (создание электронных карт обследуемых полей, ведение базы данных, отображение текущих географических координат, навигация в заданную точку, отображение длины, расстояний, площади геообъектов и др. Совокупность массивов информации, систем кодирования и классификации информации является информационным обеспечением ГИС, содержащим реализованные решения по видам, объемам, размещению и формаморганизации информации, включая поиск и оценку источников данных, набор методов ввода данных, проектирование баз данных [1, 4, 5].

Особенно важны ГИС-технологии в управлении сельскохозяйственным производством в регионах с рискованным земледелием. Для данных территорий необходим постоянный контроль за условиями развития культур и проведением агротехнических и агрохимических мероприятий [2]. Учитывая параметры рельефа, почвы, микроклимата, обеспеченность сельскохозяйственных культур основными питательными веществами, наличие сорной растительности, распространение вредителей и болезней и прочих факторов информационные технологии позволяют сопровождать и контролировать полный цикл растениеводства.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52438-20о5. Географические информационные системы. Термины и определения. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2006. – 16 с.

2. Обзор цифровых технологий для агропромышленного комплекса: от ГИС до интернета вещей https://integral-russia.ru/2020/07/30/tsifrovaya-platforma-razvitiya-agropromyshlennogo-kompleksa-kontseptsiya-i-osnovnye-tezisy/?ysclid=l89vww2yhx379618291

3. Щеголихина Т.А. Географические информационные системы в сельском хозяйстве / Вклад агрофизики в решение фундаментальных задач сельскохозяйственной науки: сб. матер. Всероссийской научной конференции с международным участием. 2020. С. 759-765.

4. Калинин А.А., Бондаренко А.М., Строгий Б.Н., Семенцов М.Н. Географические информационные системы. Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 58 с.

5. Щеголихина Т.А., Гольтяпин В.Я. Современные технологии и оборудование для систем точного земледелия. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 80 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 17.09.2022 г.

УДК 633.16:632.51:631.6

ОЦЕНКА ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ, ВЫРАЩИВАЕМОГО НА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

[1]Буряк С.М.,

[2]Черникова О.В., кандидат биологических наук,

[2]Мажайский Ю.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

[3]Вчерашняя В.В.

[1]ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия

[2] ФКОУ ВО «Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний», г. Рязань, Россия

[3]УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь

Сорняки являются серьезными конкурентами культурным растениям в борьбе за свет, воду, питательные вещества. Засоренность посевов является одним из основных факторов, снижающих эффективность применения удобрений и других мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур. На образование 1 кг сухой массы сорняков расходуется до 1000 л воды и более, тот же показатель у культурных растений в 2-3 раза меньше. При сильной засоренности посевов из расчета на 1 га сорняками отчуждается из почвы и удобрений количество азота, фосфора и калия, достаточное для получения урожайности зерновых культур 3 т/га. В выносе NPK сорняками в среднем

© Буряк С.М., Черникова О.В., Мажайский Ю.А., Вчерашняя В.В., 2022

приходится на долю N – 46%, P_2O_5 – 15%, K_2O – 39% [3]. Более объективные данные о выносе питательных элементов сорняками можно получить только при учете не только численности сорняков, но и их видового состава и биологической массы [4].

Кроме отчуждения питательных элементов сорняками, на засоренных посевах температура почвы снижается не менее чем на 2 – 4 ^{0}C, что отрицательно влияет на активность почвенных микроорганизмов, процесс минерализации органических веществ в почве, пищевой режим культурных растений. Затеняя посевы, сорняки снижают процесс фотосинтеза сельскохозяйственных культур, они вытягиваются, становятся более нежными, менее прочными и полегают при первом же ливне.

Сорные растения являются также местообитанием и временным источником питания многих вредителей сельскохозяйственных культур, распространителями грибковых и бактериальных болезней. Корни некоторых сорняков (горчак ползучий и др.) выделяют фитонциды, угнетающие рост и развитие культурных растений, а ряд сорняков (амброзия и др.) оказывает аллергическое воздействие на людей.

Сорняки отрицательно влияют не только на урожайность, но и на качество продукции, и ее безопасность. На засоренных полях снижаются белковость зерна, крахмалистость картофеля, сахаристость свеклы, питательная ценность кормов и т.д. Примеси костра ржаного, гречихи татарской и других сорняков придают муке черный цвет, повышают ее влажность, приводят к затхлости и порче. Ярутка, горчак, вязель делают муку горькой и несъедобной, а примеси в зерне куколя и плевела могут вызвать даже отравление людей и животных.

Органические удобрения играют важную роль в улучшении плодородия почв и повышении продовольственных качеств сельскохозяйственных культур. Особо остро проблема органического вещества стоит для почв Нечерноземной зоны, которые от природы бедны

органическим веществом и вследствие этого малопродуктивны, поэтому без систематического применения любых удобрений трудно получать высокие урожаи.

Одним методов повышения плодородия почвы является производство и применение гранулированных органических удобрений на основе птичьего помета [4]. Внесение такого вида удобрения обеспечивает прибавку урожая, при этом одновременно сохраняется почвенное плодородие и решается проблема утилизации птичьего помёта на птицефабриках.

Также предпосевная обработка семян зерновых культур признана одним из эффективных способом повышения урожайности [1-3]. Во ВНИИМЗ разработан полифункциональный жидкофазный биопрепарат ЖФБ, отличительными признаками которого является агрономически полезная микрофлора, а также физиологически активные вещества и элементы питания для растений [6]. В экспериментах было установлено, что жидкофазные биопрепараты ВНИИМЗ благоприятно действуют на семена различных сельскохозяйственных культур, сокращая сроки их прорастания (в среднем на 12-24 ч), улучшают биометрические показатели прорастающих растений (в частности, массы корневой системы – в среднем на 30 %, проростков – в среднем на 25 %). Предпосевная обработка семян и подкормка растений ЖФБ обеспечивают урожайности различных культур в среднем на 10-30 % [6].

Цель данной работы заключалась в оценке фитосанитарного состояния посевов ярового ячменя, выращиваемого на мелиорируемых дерново-подзолистых почвах.

Исследования проводились в полевых условиях на опытном поле сельскохозяйственного назначения, Московская область, городской округ Егорьевск (северо-западная сторона) вблизи поселка Новый.

Участок производственного испытания находился в залежном состоянии, агротехнические мероприятия на участке не проводились с 2014

года (6 лет). По описанию почвенной карты: почва участка дерново-подзолистая, почвообразующая порода: супеси и пески, подстилаемые суглинками и глинами валунными и галечниковыми. Агрохимические показатели почвы следующие: $pH_{сол}$ 5,2; $pH_{вод}$ 6,6; органическое вещество 3,5%; фосфор подвижный 124 мг/кг; калий подвижный 108 мг/кг; общий азот 0,019%; сумма поглощенных оснований 5,3 моль/100 г; содержание нитратов 7,9; цинка 33,8 мг/кг; меди 5,3 мг/кг; кадмия 0,12 мг/кг; свинца 10,1 мг/кг.

На вариантах опыта вносили гранулированный и перепревший индюшиный помет, а также проводили предпосевную обработку семян (замачивание в жидкофазном биопрепарате в течение 30 минут) (табл. 1). Площадь делянок составляла 38,1 $м^2$ или (0,0038 га). Повторность опыта четырехкратная.

Перепревший индюшиный помет был обеззаражен при влажности 51%. Для получения гранулированного удобрения из индюшиного помета, использовали установку ОГМ-1,5А, объединяющей одну общую технологическую линию. Перепревший и гранулированный индюшиный помет (размер гранул: длина 18 мм и диаметр 2 мм, влажностью 14-16%), вносили в дозе 15 т/га и 30 т/га, с учетом количества питательных веществ в нем. Подготовка поля, включала в себя следующие стадии: вспашка, заделка пожнивных остатков, рыхление пахотного слоя и культивацию с одновременным боронованием.

В качестве опытной культуры был взят ячмень яровой сорт Нур, первая репродукция, селекции ФГБНУ «Московский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Немчиновка».

Таблица 1

Схема полевого опыта

Номер варианта	Вариант опыта	Сокращенное название варианта
1	Контрольный вариант (без внесения органических мелорантов)	К
2	Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета из расчета 15 т/га	$Г_{15}$
3	Гранулирование удобрение на основе индюшиного помета из расчета 15 т/га + предпосевная обработка семян жидкофазным биопрепаратом	$Г_{15}$ЖФБ
4	Индюшиный помет из расчета 15 т/га	$П_{15}$
5	Индюшиный помет из расчета 30 т/га	$П_{30}$
6	Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета из расчета 30 т/га	$Г_{30}$
7	Предпосевная обработка семян жидкофазным биопрепаратом	ЖФБ

Обследование посевов сельскохозяйственных культур на засоренность сорняками проводили в соответствии с Инструкцией по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ [4]. По результатам обследования сельскохозяйственных угодий на засоренность составляют картограммы засоренности земельных участков пахотных земель, многолетних насаждений и кормовых угодий. На картограммах засоренности указывают степень засоренности (слабая – менее экономического порога вредоносности (ЭПВ), средняя и сильная); преобладающие виды сорняков; типы засоренности (простые – малолетний, корнеотпрысковый, корневищный, корнестержневой; сложные – их сочетания); видовой состав и степень засоренности посевов карантинными сорняками.

Сорные растения в значительной степени влияют на баланс элементов питания, физические и биологические свойства почвы, водно-воздушный, тепловой и световой режимы агрофитоценоза. В настоящее время

определены экономические пороги вредоносности сорняков в посевах большинства культур. Например, ЭПВ на 1 м^2 для картофеля – 5 – 12 малолетних сорняков и 2-4 многолетних; для посевов озимых зерновых – 10-20 малолетних и 2-5 многолетних сорняков [5].

Как уже ранее отмечалось, вредоносность сорняков определяется не только их обилием и составом, но и чувствительностью к ним культурных растений в разные фазы роста. Это так называемые критические по отношению к сорнякам периоды, определяемые фазой развития и продолжительностью отрицательной реакции культурных растений на сорняки.

Градации засоренности посевов по численности сорняков и проективному покрытию ими площади приведены в таблице 2.

Таблица 2

Градации засоренности посевов по числу сорняков (шт./м^2) и проективному покрытию сорняками площади (%)

Степень засорения	Балл	Численность сорняков, шт/м^2	Покрытие сорняками площади, %
Сорняков нет	0	0	0
Очень слабая	1	0,1 – 5,0	До 10
Слабая	2	5,1 – 15,0	11 – 25
Средняя	3	15,1 – 50,0	26 – 35
Сильная	4	50,1 – 100,0	36 – 50
Очень сильная	5	Более 100	Более 50

Для оценки засоренности использовались показатели обилия живых растений (сырая масса) сорняков в посевах (табл. 3). Как видно из таблицы 3, наименьший процент засоренности наблюдался в варианте с применением гранулированного удобрения в дозировке 15т/га, количество сорняков составило 18 шт./м^2, а площадь покрытия 12%, что соответствует слабой степени засорения посевов. Выявлено, что наибольшая засоренность отмечалась в варианте опыта, где применялся перепревший индюшиный

помет в дозе 30 т/га, количество сорняков здесь составило 84 шт./м^2, а площадь покрытия сорняками 62 % – сильная степень засорения, что в значительной мере затруднило рост и развитие ячменя ярового, несмотря на достаточное количество внесенных питательных веществ. На варианте с применением перепревшего индюшиного помета в дозе 15 т/га наблюдалась сильная степень засорения сорняками: площадь покрытия сорняками составила 53 %, а количество сорняков – 64 шт./м^2. Данный показатель несколько меньше, чем на варианте $П_{30}$.

Таблица 3

Влияние мелиорантов и предпосевной обработки семян на засоренность посевов ярового ячменя, шт./м^2

№ п/п	Вариант	Количество сорняков шт./м^2	Отклонение по отношению к контролю		Покрытие сорняками площади, %
			+/- шт./м^2	%	
1	К	22	-	-	12
2	$Г_{15}$	18	-4	-18,0	12
3	$Г_{15}$ЖФБ	23	+1	+4,5	18
4	$П_{15}$	64	+42	+101,9	53
5	$П_{30}$	84	+62	+281,8	62
6	$Г_{30}$	30	+8	+36,4	19
7	ЖФБ	22	0	0	12

Количество сорных растений на контрольном варианте, а также вариантах $Г_{15}$ЖФБ и ЖФБ было приблизительно одинаковым (22, 23 и 22 шт./м^2, соответственно) как и площадь покрытия ими.

Проведенные исследования показали, что наименьшая засоренность посевов полевых культур отмечалась при использовании гранулированного индюшиного помета в дозе 15 т/га. Внесение перепревшего индюшиного помета увеличивала засоренность посевов ярового ячменя, как в концентрации 15 т/га, так и 30 т/га. При этом, наибольшая засоренность

наблюдалась при внесение большей дозе перепревшего индюшиного помета: 30 т/га.

Список литературы

1. Chernikova O. Selenium in nanosized form as an alternative to microfertilizers / O. Chernikova, Yu. Mazhayskiy, L. Ampleeva // Agronomy Research. – 2019. – Т. 17. № Special Issue 1. – С. 974 – 981. doi: 10.15159 / AR. 19. 010.

2. Chernikova O. Comparative analysis of the use of biostimulants on the main types of soil / O. Chernikova, Yu. Mazhaysky, S. Buryak, T. Seregina, L. Ampleeva // Agronomy Research. – 2021. – Т. 19. № Special Issue 1. – С.711-720.

3. Seregina T. Features of the influence of copper nanoparticles and copper oxide on the formation of barley crop / T. Seregina, O. Chernikova, Y. Mazhayskiy, L. Ampleeva // Agronomy Research. – 2020. – № 18(1). – С. 1010-1017. doi: 10.15159/AR.20.025.

4. Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, сенокосов и пастбищ. – ФГНУ «Россельхозцентр». – М., 2017. – 64 с.

5. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.

6. Рабинович, Г.Ю. Эффективность применения предпосевной обработки семян яровой пшеницы биопрепаратом ЖФБ / Г.Ю. Рабинович, Ю.Д. Смирнова, В. О. Булычева // Бюллетень науки и практики. – 2019. – №5 (6). – С. 137-144. doi:10.33619/2414-2948/43/18

Дата поступления рукописи в редакцию: 30.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 04.09.2022 г.

УДК 541.49:581.1

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ (II) НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ ТОМАТОВ

Смирнова Т.И., кандидат химических наук, доцент,

Тумасьева И.Г., кандидат химических наук, доцент,

Шилова О.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия

Соединения меди (II) в микроколичествах входят в состав практически всех живых организмов, преимущественно, в форме комплексов с различными органическими лигандами, т.е. медь в живой природе выполняет функции необходимого для жизнедеятельности микроэлемента [1]. Особенностью меди, содержащейся в растениях в количестве 5-20 мкг/г сухой массы, является способность легко переходить из восстановленной формы Cu^{+} в окисленную Cu^{2+}, участвуя в окислительно-восстановительных процессах растительного организма. Более 50% меди в растениях находится в хлоропластах. Медь вместе с железом входит в состав терминальной оксидазы электрон-транспортной цепи – цитохромоксидазы. Cu-Zn-супероксиддисмутаза присутствует в хлоропластах, митохондриях, пероксисомах и цитозоле, где участвует в детоксикации супероксидов. Содержащая Cu^{+} аскорбатоксидаза участвует в одной из важнейших реакций процесса фотосинтеза: восстановлении O_2 до H_2O [1].

В сельском хозяйстве препараты, содержащие медь широко применяются в качестве фунгицидов и микроудобрений. Почвы Тверской области, как мелиорированные, так и немелиорированные, характеризуются дефицитом большинства микроэлементов и меди в том числе. Уже более полувека известно, что микроэлементы-металлы наиболее доступны для

© Смирнова Т.И., Тумасьева И.Г., Шилова О.В., 2022

растений в форме хелатных комплексов с полидентатными органическими лигандами – комплексонами [2]. Однако далеко не все широко применяемые и достаточно давно известные комплексоны характеризуются значительной биологической активностью и экологической безопасностью. По этой причине актуальным остаётся исследование агрохимической эффективности различных комплексонатов на основе новых экологически безопасных комплексонов. К числу таких лигандов относятся иминодиуксусная и иминдиянтарная кислоты, ИДУК и ИДЯК, соответственно [3-5].

Целью представленной работы было исследование воздействия внекорневой обработки вегетирующих растений растворами минодисукцината и иминодиацетата меди (II) на биохимический состав одного из самых распространённых овощных растений томата обыкновенного Solanum lycopersicum L.

Экспериментальная часть

В полевом опыте было изучено влияние внекорневой обработки растений томата растворами меди (II), хелатированной ИДУК и ИДЯК, а также взятыми для сравнения растворами $CuSO_4$, ИДУК и ИДЯК, на содержание растительных пигментов в листьях, поскольку высокой уровень хлорофилла служит одной из важнейших предпосылок повышения урожайности сельскохозяйственных растений. В плодах томата определяли содержание преобладающих по массе каротиноидов: ликопина и β-каротина, обусловливающих их пищевую и диетическую ценность. В качестве опытного растения был взят сорт томата «Грот». Пригодный для выращивания в открытом грунте. Растения в фазе бутонизации опрыскивали растворами $CuSO_4$, Cu-ИДУК, Cu-ИДЯК, ИДУК ИДЯК с концентрацией $7{,}0x10^{-4}$моль/л из расчёта 0,1 л/м^2. Контрольные растения опрыскивали дистиллированной водой в таком же объёме. Повторность вариантов четырёхкратная. Площадь каждой делянки 2 м^2, расположение

рендомизированное. Определение содержания фотосинтетических пигментов в листьях и каротиноидов в плодах осуществляли спектрофотометрическим методом в ацетоновом [6] и гексановом экстрактах, соответственно (спектрофотометр СФ-56) [7].

Результаты и их обсуждение

Как показали данные двухлетнего опыта, внекорневая обработка растений томата раствором медного купороса практически не повлияла на уровень содержания фотосинтетических пигментов в листьях (табл. 1), а при созревании плодов негативно сказалась на содержании каротиноидов, вызвав понижение содержания ликопина на 44% и β-каротина на 31% (табл. 2).

Таблица 1

Изменение содержания фотосинтетических пигментов в листьях томата (сорт «Грот») под действием внекорневой обработки, мг на 100 г сырого вещества

№ п/п	Действующее вещество раствора обработки	Фотосинтетические пигменты				Хлорофилл *а/в*
		Хлорофилл *а*	Хлорофилл *в*	Хлорофилл *а+в*	Каротиноиды	
1	–	100	44	144	86	2,3
2	$CuSO_4$	101	45	146	76	2,2
3	Cu-ИДУК	121	51	172	100	2,4
4	ИДУК	109	60	169	97	1,8
5	Cu-ИДЯК	114	66	180	94	1,7
6	ИДЯК	107	72	179	95	1,5

Таблица 2

Изменение содержания важнейших каротиноидов в плодах томата (сорт «Грот») под действием внекорневой обработки, мг на 100 г сырого вещества

№ п/п	Действующее вещество раствора для обработки	Ликопин	β-каротин
1	–	1,36	1,18
2	$CuSO_4$	0,76	0,81
3	Cu-ИДУК	1,10	0,94
4	ИДУК	1,09	1,26
5	Cu-ИДЯК	1,71	1,90
6	ИДЯК	0,97	0,98

Комплесонаты меди (II) на основе ИДЯК и ИДУК, напротив, оказали стимулирующее влияние на биосинтез хлорофиллов и каротиноидов в листьях томата. Однако, содержание каротиноидов в плодах значительно возросло только в варианте с обработкой раствором Cu-ИДЯК. При использовании Cu-ИДУК содержание ликопина и β-каротина оказалось выше, чем в варианте с $CuSO_4$, но ниже, чем в контрольных растениях. Это даёт основания полагать, что при внутриклеточной деструкции Cu-ИДЯК в растении рагменты лиганда могут использоваться при биосинтезе каротиноидов. Некоординированные комплексоны приблизительно одинаково увеличивают содержание фотосинтетических пигментов в листьях, но несколько по-разному – на содержание каротиноидов в плодах: ИДУК понижает уровень ликопина, но повышает содержание β-каротина; ИДЯК снижает содержание обоих пигментов, по-видимому, быстро включаясь как эффективный лиганд в процессы металло-лигандного обмена растительных клеток и изменяя скорости и направление протекания некоторых обменных реакций.

Все три препарата, содержащие медь, замедляли на 7-10 дней проявление фитофтороза. Первые признаки фитофтороза на контрольных растениях были отмечены 01.08.21 и 18.08.22. Обработка растворами ИДЯК и ИДУК не повлияла на устойчивость растений к этому заболеванию.

По результатам осуществлённого полевого опыта можно сделать вывод о том, что из пяти использованных препаратов наибольшую биологическую эффективность обнаружил иминодисукцинат меди (II), улучшающий пигментный состав листьев и плодов томата и повышающий устойчивость растений к фитофторозу.

Список литературы

1. Физиология растений (под ред. И.П. Ермакова). М. «Академия», 2007 – 640 с.

2. Дятлова Н.М., Тёмкина В.Я., Попов К.И. / Комплексоны и комплексонаты металлов. М.: Химия, 1988. – 544 с.

3. Smirnova T.I., KhizhnyakS.D., Nikol'skiiV.M., Khalyapina Y.M., Pakhomov P.M. //.Russian Journal of Applied Chemistry. 2017. Vol. 90. No. 4. P. 406-411. DOI: 10.1134/S1070427217040024.

4. Смирнова Т.И., Дроздов И.А., Павлов М.Н. // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25. № 6. С.49-53.

5. Усанова З.И., Смирнова Т.И., Иванютина Н.Н., Павлов М.Н., Булюкина О.А. // Вестник ТвГУ. Серия «Химия». 2017. № 3. С. 139-147.

6. Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу. М. «Академия». 2003. 256 с.

7. Голубинан А., Молчанов А.В, Тареева М.М. и др.// Физиология и биохимия растений. 2017. № 5. С. 96-99.

Дата поступления рукописи в редакцию: 09.07.2022 г.
Дата подписания в печать: 17.09.2022 г.

УДК 633.521+631.8

ПРОДУКТИВНОСТЬ МАСЛИЧНОГО ЛЬНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И БИОПРЕПАРАТОВ

Скворцов С.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.
ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г.Тверь, Россия

Лен масличный принято относить к важнейшей технической культуре. Примерно три четверти мировых посевов льна занимают масличные сорта, которые содержат в своих семенах до 39-49 % масла, применяемое в пищу, но значительная часть его используется в химическом производстве олифы, являющейся основой масляных красок и лаков, а также масло используют в производстве клеёнки, линолеума, дерматина и даже мыла [1].

Жмых, который остаётся после отжима масла является замечательным кормом для домашнего скота и птицы. В нашей стране масличные сорта занимают весьма небольшую площадь, а выращивают главным образом прядильные сорта, но семена его используются для получения масла, тоже, как и стебли масличных сортов перерабатывают на волокно [1].

Лен масличный относится к одному из высокоценных технических культур разностороннего использования. В последнее время лен масличный возделывается в мировом производстве на площади 3,5млн. гектаров, при средней урожайности 0,74 т/га [2].

В промышленности в качестве сырья для производства тонкой бумаги, шпагата и ниток используется льняная солома, а также короткое льняное волокно, которое применяют при производстве экологически чистых пластмасс. Из них делают мебель, корпусы автомобилей, некоторые автомобильные детали и многое другое. Одежда, изготовленная из льняной

© Скворцов С.С., 2022

ткани, обладает уникальными гигиеническими свойствами и бактерицидным действием.

Весь жизненный цикл льна протекает в полной зависимости с окружающей средой, которая в течение вегетационного периода постоянно подвергается изменению, влияя на все жизненные процессы растений [3].

Одним из путей повышения урожайности этой культуры в условиях Верхневолжья является подбор новых сортов, обладающих высокой потенциальной продуктивностью, высокоэффективных биопрепаратов и стимуляторов роста. За счет оптимального сочетания изучаемых факторов могут быть созданы наиболее благоприятные условия для реализации потенциальной продуктивности взятого на изучение сорта [4,5].

Целью исследований являлось изучение влияния биопрепаратов и стимуляторов роста на урожайность масличного льна.

Для этого в 2021 году был проведён двухфакторный полевой опыт на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая остаточно карбонатная глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу.

До закладки опыта в почве содержалось гумуса 2,01%, P_2O_5 – 262 и K_2O – 86 мг/кг, pH 6,72.

Схема опыта представлена в таблице 1, повторность в опыте четырёхкратная. Объект исследований: сорта льна масличного «ЛМ-98».

Таблица 1

Схема полевого опыта 2021г.

№ варианта	Препараты	
1.	Контроль без обработки	Фульвогель (0,4 л/га)
2.		Циркон (0,2 л/га)
3.	Гумогель (0,2л/га)	Фульвогель (0,4 л/га)
4.		Циркон (0,2 л/га)

В опыте проводили наблюдения и определения по современным методикам.

Влияние стимуляторов роста и биопрепаратов на структуру урожая льна масличного представлено в таблице 2.

Таблица 2

Влияние стимуляторов роста и биопрепаратов
на структуру урожая льна масличного

№ варианта	Количество коробочек на растении, шт.	Количество семян в коробочке, шт.	Масса 1000 семян, г	Масса семян с растения, г
1.	11	6	5,25	0,38
2.	11	7	5,31	0,43
3.	12	7	5,34	0,45
4.	12	7	5,44	0,51

Количество коробочек на растении по вариантам опыта составило от 11 до 12 шт.

На контроле количество коробочек на растении было на 1 шт. меньше, чем в варианте с применением препаратов Гумогель и Циркон при обработке посева льна масличного.

Применяемые препараты результативно оказали влияние на число семян в коробочках растений, на вариантах с применением изучаемых препаратов, их количество составило 7 штук, что больше, чем на контрольном варианте на 1 шт.

Одним из важных элементов структуры урожая является масса 1000 семян. В опыте максимальной она была в варианте с применением препаратов Гумогель и Циркон при обработке посева масличного льна – 5,44

г, что превышало вариант с применением препаратов Гумогель и Фульвогель с обработкой посева на 0,1 г, контрольный вариант с применением препарата Циркон на 0,13 г, контрольный вариант с применением препарата Фульвогель на 0,19 г.

Масса семян с одного растения – показатель, который складывается из числа коробочек с одного растения, количества семян в них и массы тысячи семян. Поэтому в вариантах, в которых указаны показатели максимальные, то масса семян с одного растения была самой высокой. По вариантам опыта она составила от 0,38 до 0,51 грамм.

Для сельскохозяйственных культур очень важную роль играет получение высоких урожаев с хорошими качественными и количественными показателями. В совокупности применения агроприёмов, которые обеспечивают наибольший урожай семян льна масличного, важное значение имеет, грамотный подбор сортов растения и создание для них самых благоприятных условий выращивания.

В прямой зависимости от густоты стеблестоя и элементов структуры урожая льна - получена урожайность льна масличного.

Влияние стимуляторов роста и биопрепаратов на урожайность льна масличного представлено в таблице 3.

Таблица 3

Влияние стимуляторов роста и биопрепаратов
на урожайность семян льна масличного, ц/га

№ варианта	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		+/- к контролю	%
1	11,5	-	-
2	13,9	-	-
3	14,5	+3,0	26,1
4	15,8	+ 3,5	30,5

Все используемые в опыте варианты обработки льна стимуляторами роста и биопрепаратами обеспечили получение и наибольшего количества семян.

Самая низкая урожайность семян (11,5 ц/га), была получена в контрольном варианте. Самую наибольшую прибавку из вариантов обработки посевов по урожайности семян обеспечил 4 вариант, где использовали препараты Гумогель и Циркон – 15,8 ц/га соответственно, что на 3,5 ц/га выше контрольного варианта.

Применение различных видов органоминеральных удобрений позволило увеличить урожайность семян достоверно во всех вариантах опыта. При внесении стимуляторов роста увеличивается показатель семенной продуктивности льна масличного на 26,1-30,5 %.

В проделанных исследованиях по накоплению масла необходимо отметить, что масличность семян льна зависит от изучаемых стимуляторов роста и биопрепаратов (табл. 4)

Таблица 4

Влияние стимуляторов роста и биопрепаратов на масличность льна.

№ варианта	Масличность, %	Выход масла, ц/га
1	40,1	4,35
2	42,3	5,59
3	42,1	5,81
4	43,3	6,86

Применение стимуляторов роста и биопрепаратов увеличивает масличность семян растений льнасорта ЛМ – 98.

Так, применение стимулятора роста Циркон при совместном использовании с препаратом Гумогель для обработки посева масличного льна, увеличивает масличность на 3,2стимулятора роста Фульвогель при совместном использовании с препаратом Гумогель на 2%.

Самое большое количество масла получено в 4 варианте, наименьшее в контрольном варианте при применении препарата Фульвогель.

Список литературы

1. Скворцов С.С., Васильев А.С., Яковлева С.В., Лесных П.А., Чумакова Е.Н. Применение комплексонатов в технологии возделывания льна-долгунца в условиях Верхневолжья // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 12-2. – С. 315-320.

2. Кушнир А. С. Масличные культуры для Заволжья / А.С. Кушнир // Вестник АПК Волгоградской области. – 2008. – №6. – С. 22-24.

3. Мамутова А.А. Химия и действие регуляторов роста и развития растений / А.А. Мамутова //Алматы, 2013. – 148 с.

4. Лукомец В.М., Пивень В.Т., Тишков Н. М. Лен масличный – культура перспективная.// Приложение к журналу «Защита и карантин растений» 2013, №2, г. – 21 с.

5. Петров В.Б., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России // Достижения науки и техники АПК, 2002, №10. 11 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.07.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.08.2022 г.

УДК 633.521+631.8

НОВЫЕ ВИДЫ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Скворцов С.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.
ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г.Тверь, Россия

Лен – древнейшая прядильная и масличная культура. В стеблях лучших сортов льна содержится до 25-35% волокна. Из льняной ткани текстильная промышленность страны вырабатывает широкий ассортимент товаров бытового (полотенца, белье, одежду, одеяла и др.) и технического назначения (брезент, ремни, парусину, мешочный, упаковочный материалы, шпагат, нитки, веревки и др.) [1].

Льняные изделия обладают красотой, прочностью, эластичностью, гибкостью, воздухопроницаемостью, за что их называют «северным шелком». Льняное волокно по прочности в 2 раза превосходит хлопковое и в 3 раза шерстяное. Льняная ткань выделяет бактерицидную слизь, что положительно сказывается на здоровье человека, поэтому она пользуется большим спросом как в нашей стране, так и за рубежом [2,3].

Отходы переработки льна – костра используется в химической и строительной промышленности в производстве костроплит, бумаги, мебели, спирта, смолы, уксусной кислоты и др. Продукт переработки льна – пакля, широко используется для изготовления веревок, шпагата, а кроме того, и как конопаточный материал [4].

Семена льна-долгунца содержат 35-39% растительного жира, а льна масличного – 42-44% и до 23% белка. Льняное масло используется в пищевой, лакокрасочной и парфюмерной промышленности. Льняное масло

© Скворцов С.С., 2022

широко применяется в электротехнической, бумажной и мыловаренной промышленности, в медицине и парфюмерии [5].

Спрос на льняную продукцию возрос, тем самым требуя современных и рациональных методов внесения удобрений для повышения качества и урожая льна – долгунца.

Большое значение в этом вопросе имеет совершенствование агрохимических приемов, позволяющих создать оптимальные условия для роста и развития растений льна, формирования ими высокого урожая требуемого качества. В связи с этим перед селекцией, агрохимией и физиологией растений поставлена задача – изучить взаимодействие новых районированных сортов льна-долгунца с органоминеральными удобрениями, выявить их отзывчивость на условия минерального питания. Важным является также изучение эффективности форм удобрений и способов их внесения.

Целью исследований являлось изучение влияния новых видов органоминеральных удобрений на урожайность льна-долгунца.

Для этого в 2021 году был проведён однофакторный полевой опыт на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая остаточно карбонатная глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу.

До закладки опыта в почве содержалось гумуса – 2,01%, P_2O_5 – 262 и K_2O – 86 мг/кг, pH 6,72

Схема опыта представлена в таблице 1, повторность в опыте четырёхкратная. Объект исследований: сорта льна-долгунца «Надежда».

Таблица 1

Схема полевого опыта 2021г.

№ варианта	Комплексонаты
1	Контроль без обработки
2	Сивид – Цинк (0,2кг/га)
3	Сивид - Бор (0,2кг/га)
4	Сивид - Микс (0,2кг/га)

В опыте проводили фенологические наблюдения, определяли густоту стояния и показатели структуры урожая по современным методикам.

В результате исследований было выявлено, что густота стеблестоя оказывает значительное влияние на величину урожай и качество льнопродукции. При возделывании льна-долгунца важным показателем является высота растений, так как от этого зависит урожайность льносоломы и качество уборки семян.

По мнению М.Г. Объедкова высота технической части растений (от корневой шейки до первой ветви) льна-долгунца при уборке должна быть не менее 45 см. Если растения ниже, то создаются затруднения для механизированной уборки и возрастают потери.

В наших исследованиях наибольшая высота технической части стебля была отмечена в 4 варианте, она составила 57,1 см, а наименьшей она была в контрольном варианте – 53,6 см. При обработке посевов препаратами Сивид-Цинк и Сивид-Бор техническая длина льна-долгунца оказалась на 2,2 и 1,2 см соответственно выше контрольного варианта.

Применение органоминеральных удобрений увеличивало высоту растений льна. Так в фазу развития «ёлочка» в вариантах с применением препаратов Сивид-Цинк и Сивид-Микс для обработки посевов льна-долгунца, отмечена максимальная высота растений 24,1 и 23,8 см, что на 8,5% и 7,2 % выше, чем в контрольном варианте (рис. 3).

В фазу бутонизации, независимо от вида применяемых

органоминеральных удобрений, у растений льна-долгунца отмечена наибольшая высота по сравнению с контрольным вариантом. Среди вариантов с применением органоминерального удобрения максимальной высоты 50,8 см. достигли растения льна-долгунца в 4 варианте.

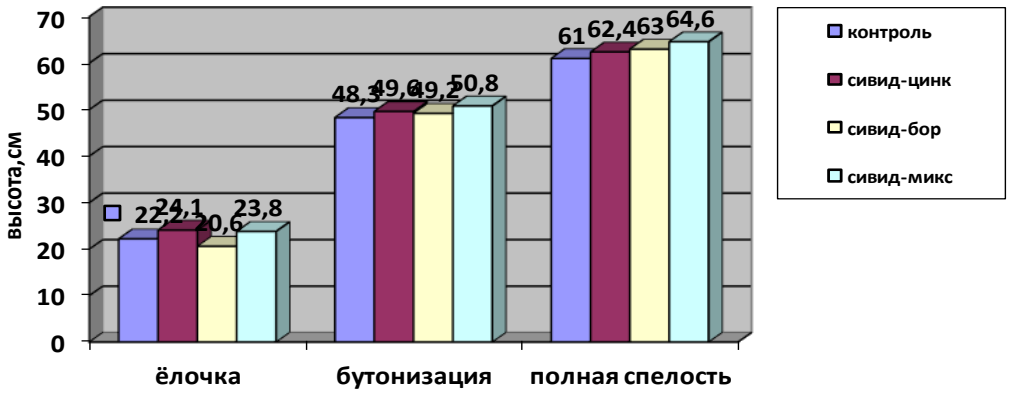


Рис. 1. Высота льна-долгунца

Наибольшую общую высоту посева льна-долгунца, обеспечил 4 вариант – 64,6 см, наименьшую – контрольный вариант 61,0 см. Анализируя динамику роста растений льна в высоту можно отметить, что в фазу «ёлочки» наибольшей высоты 24,1 см растения льна достигли во втором варианте, к нему был близок 4 вариант 23,8 см. В дальнейшем обработка посевов льна препаратом Сивид-Микс в 4 варианте способствовала наиболее сильному росту растений в высоту при определении в фазу бутонизации и полной спелости.

Влияние органоминеральных удобрений на урожайность семян льна-долгунца представлено в табл. 2.

Таблица 2

Влияние органоминеральных удобрений
на урожайность семян льна-долгунца, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		+/- к контролю	%
Контроль без обработки	4,1	-	-
Сивид – Цинк (0,2кг/га)	5,5	+1,4	25,4
Сивид - Бор (0,2кг/га)	5,7	+1,6	28,0
Сивид - Микс (0,2кг/га)	6,2	+2,1	33,8
$НСР_{0,5}$	0,50	-	-

Все испытанные в опыте варианты обработки льна обеспечили получение большего количества семян, чем контроль, что подтверждает дисперсионный анализ данных.

Самая низкая урожайность семян (4,1 ц/га) получена в контрольном варианте. Наибольшую прибавку из вариантов обработки посевов по урожайности семян обеспечил 4 вариант, где использовали органоминеральное удобрение Сивид-Микс при обработке посева льна-долгунца 6,2 ц/га соответственно, что на 2,1 ц/га выше контрольного варианта.

Применение различных видов органоминеральных удобрений позволило увеличить урожайность семян достоверно во всех вариантах опыта. Влияние органоминеральных удобрений на урожайность соломы льна-долгунца представлено в таблице 3.

Таблица 3

Влияние органоминеральных удобрений
на урожайность соломы льна-долгунца, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка	
		+/- к контролю	%
Контроль без обработки	32,1	-	-
Сивид – Цинк (0,2кг/га)	33,5	+1,4	4,1
Сивид - Бор (0,2кг/га)	34,1	+2,0	5,8
Сивид - Микс (0,2кг/га)	36,2	+4,1	11,3
$НСР_{0,5}$	1,27	-	-

По вариантам опыта урожайность соломы составила от 32,1 до 36,2 ц/га. Среди применяемых органоминеральных удобрений наибольшую урожайность 36,2 ц/га обеспечил 4 вариант, где использовали органоминеральное удобрение Сивид-Микс, а наименьшую 33,5 ц/га в контрольном варианте.

Таким образом, применение органоминерального удобрения Сивид-Микс увеличивает семенную продуктивность льна-долгунца на 21,6-45,9% и урожайность соломы на 4,1-11,3% соответственно.

Список литературы

1. Скворцов С.С., Васильев А.С., Яковлева С.В., Лесных П.А., Чумакова Е.Н. Применение комплексонатов в технологии возделывания льна-долгунца в условиях Верхневолжья // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 12-2. – С. 315-320.

2. Тихомирова В. Я. Усовершенствованная система применения удобрений в льняном севообороте / В. Я. Тихомирова, О. Ю. Сорокина, Н. Н. Кузьменко, С. М. Нечушкин. – Торжок, 2005. – 81 с.

3. Сорокина О. Ю. Применение микроэлементов в льняном севообороте / О. Ю. Сорокина // Агрохимия, 1997. – № 4. – С. 40-48.

4. Кудряшова, Н. А. Комплексное применение удобрений и средств защиты растений - залог высокой урожайности и качества льнопродукции / Н. А. Кудряшова, Н. И. Нефедова, О. В. Шадрина, А. Н. Налиухин // Защита и карантин растений, 2013. – № 5. – С. 56-58.

5. Налиухин А. Н. Современные технологии возделывания льна-долгунца в Вологодской области / А. Н. Налиухин, Е. В. Шильниковская // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 38-40.

Дата поступления рукописи в редакцию: 12.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 01.09.2022 г.

УДК 634.75:631.674.6:551.50

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ И КАЧЕСТВО ПЛОДОВ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ С КАПЕЛЬНЫМ ОРОШЕНИЕМ И ФЕРТИГАЦИЕЙ

Помякшева Л.В.,

Коновалов С.Н., кандидат биологических наук.

ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства», Москва, Россия

Земляника садовая более чем другие ягодные культуры подвержена воздействию стрессовых факторов погоды. Сорта земляники садовой неодинаково реагируют на условия произрастания, это отражается на урожайности, биохимическом составе, распространении болезней [2,4,5]. Адаптивный потенциал сорта в зоне его возделывания отражает урожайность. Низкие среднесуточные температуры в сочетании с повышенных количеством атмосферных осадков приводят к удлинению фенофаз, снижению урожайности и качества плодов как земляники садовой, так и других ягодных культур [1,7].

Капельное орошение позволяет получить высокие урожаи земляники садовой как в промышленных насаждениях, так и в личных подсобных хозяйствах, однако неправильно выбранный режим полива может привести к перерасходу воды и нарушениям водного режима растений. При проведении капельного полива важным фактором выбора режима являются погодные условия [5, 6]. Исследования влияния погодных условий на урожайность земляники садовой в многострочных насаждениях с мульчированием, капельным поливом и фертигацией показали, что наибольшее воздействие на урожайность культуры может оказывать количество осадков в ноябре

© Помякшева Л.В.,
Коновалов С.Н., 2022

предыдущего и мае текущего года. Также отмечена сортоспецифичность реакции сортов земляники садовой на количество осадков в разные периоды года [6].

Цель исследований была установить степень влияния атмосферных осадков на урожайность сортов земляники садовой в условиях Московской области в однострочной посадке с капельным поливом и внесением минеральных удобрений с фертигацией и в запас. Исследования проводились в течение четырех лет (2015-2018 гг.) на территории опытно-производственного подразделения ФГБНУ ФНЦ Садоводства (Московская область, Ленинский район). Почва дерново-подзолистая окультуренная среднесуглинистого гранулометрического состава. Кислотность почвы и обеспеченность основными макроэлементами: pH_{KCl} 5,7-6,0 N щелочно-гидролизуемый 9,8 мг/100 г почвы, подвижные формы фосфора 27,5 мг/100 г почвы, калия – 26 мг/100 г почвы. Растения земляники садовой посажены в сентябре 2014 года, сорта Хоней, Троицкая. Схема посадки 0,9 х 0,2, однострочная (55 000 растений/га). Капельный полив проводили до достижения влажности почвы 70-80% НВ. Фертигацию проводили раствором минеральных удобрений, концентрация раствора 2,0-2,5 г/л. В запас вносили расчетную дозу минеральных удобрений по рекомендациям ЦИНАО [3], с учетом обеспеченности почвы макроэлементами.

Схема опыта:

1. Контроль (капельное орошение, без удобрений).

2. Внесение минеральных удобрений в запас.

3. Фертигация раствором минеральных удобрений в течение вегетационного периода.

3. Комбинированное внесение минеральных удобрений (в запас+фертигация).

Годовая сумма осадков составила: в 2015 г.- 717 мм, в 2016 г. – 880 мм, в 2017 г. – 870 мм, в 2018 г. – 652 мм. Средний показатель по Московской

области – 705 мм. В 2016 и 2017 гг. суммы осадков за год не отличаются, однако погодные условиях этих лет были различны.

В 2015 году среднемесячная температура во второй половине лета и начале осени существенно не отличалась от средних многолетних значений по Московской области. В 2016 году средняя температура за месяц в вегетационный период превышала средние многолетние показатели на 3-5°С, количество осадков в весенний период было выше средней нормы, в летний период – в пределах нормы, что свидетельствовало о благоприятных условиях для роста и развития растений земляники садовой. В 2017 году в первую половину вегетационного периода наблюдались: низкая температура (ниже на 2-4°С средних многолетних показателей), высокая влажность, количество осадков выше среднего многолетнего значения (в апреле и июне – в два раза). Отмечено увеличение длительности фенофаз растений: цветение началось позже на неделю, созревание плодов наступило позже на 2 недели, также наблюдались большие потери урожая из-за распространения плодовых гнилей на созревающих плодах (до 60%). Погодные условия второй половины вегетационного периода не отличались от нормы. В 2018 году температурные показатели вегетационного периода также не отличались от средней нормы, в июле и августе (после сбора плодов) отмечено снижение количества осадков.

В таблице 1 представлены коэффициенты корреляции урожайности земляники садовой и атмосферных осадков в отдельные месяцы предыдущего и текущего годов исследований. В другие периоды значительной корреляции не установлено. Высокое количество осадков в сентябре года, предшествующего плодоношению, способствовало повышению урожайности при капельном орошении без внесения удобрений (r 0,92-0,95). Применение фертигации в качестве способа внесения минеральных удобрений у сорта Троицкая способствовало снижению данной корреляции. Повышение количества осадков в октябре того же года

напротив, способствовало снижению урожая будущего года, кроме варианта с внесением в запас у сорта Хоней (r -0,38). В начале вегетационного периода (апрель) большое количество осадков способствовало снижению урожайности земляники садовой, в большей степени в варианте с внесением минеральных удобрений в запас. В контрольном варианте и опытных вариантах с фертигацией и комбинированным внесением корреляция количества осадков и урожайности прослеживалась в меньшей степени (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициент корреляции на уровне значимости 95% урожайности и атмосферных осадков в предыдущий год и текущий период вегетации, 2015-2018 гг.

Сорт	Вариант	Сентябрь предыдущего года	Октябрь предыдущего года	Апрель	Май	Июнь
Хоней	1. Контроль	0,95	-0,93	-0,38	-0,26	-0,12
	2. Внесение в запас	0,65	-0,38	-0,96	-0,82	-0,86
	3. Фертигация	0,94	-0,90	-0,46	-0,14	-0,21
	4. Фертигация + внесение в запас	0,89	-0,92	-0,24	0,10	0,15
Троицкая	1. Контроль	0,92	-0,82	-0,29	0,14	-0,12
	2. Внесение в запас	0,51	-0,72	-0,97	-0,84	-0,88
	3. Фертигация	0,36	-0,87	0,44	0,24	0,31
	4. Фертигация + внесение в запас	0,93	-0,73	-0,12	0,23	0,15

Сахаро-кислотный индекс плодов земляники садовой также различался в течение трех лет наблюдений: у сорта Хоней он сильнее снизился при неблагоприятных погодных условиях в 2017 году (табл. 2), в 2018 году отмечено повышение показателя. У сорта Троицкая наблюдалось меньшее варьирование сахаро-кислотного индекса по годам: максимальное среднее по сорту значение было в 2018 году. Наибольший сахаро-кислотный индекс наблюдали в 2018 году (9,1): у сорта Хоней – в варианте с комбинированный внесением минеральных удобрений, у сорта Троицкая – в варианте с

фертигацией. Наименьший показатель у сорта Хоней (4,2) отмечен в 2017 году в варианте с внесением удобрений в запас, у сорта Троицкая (6,5) – в 2016 году в варианте с фертигацией земляники садовой.

Таблица 2

Сахаро-кислотный индекс плодов земляники садовой,

2016-2018 гг.

Вариант	2016 год		2017 год		2018 год	
	Хоней	Троицкая	Хоней	Троицкая	Хоней	Троицкая
1. Контроль	5,9	7,1	4,8	8,0	8,8	9,5
2. Внесение в запас	6,1	6,7	4,2	6,9	7,2	8,8
3. Фертигация	6,7	6,5	5,3	7,3	7,2	9,1
4. Фертигация + внесение в запас	7,0	8,5	5,3	7,0	9,1	7,5
Сред.	6,4	7,2	4,9	7,3	8,1	8,7

Комбинированное внесение минеральных удобрений в насаждениях земляники садовой сорта Хоней во все годы наблюдений способствовало повышению сахаро-кислотного индекса, в отличие от сорта Троицкая.

Содержание витамина С в плодах земляники садовой сортов Хоней и Троицкая в первый год плодоношения (2016 год) не отличалось, так же, как и в контрольном и опытных вариантах (табл. 3). В 2017 году фертигация способствовала снижению в плодах земляники садовой сорта Хоней содержания витамина С, у сорта Троицкая данный показатель не отличался по вариантам и по 2016 году. В 2018 году при достаточно благоприятных погодных условиях, содержание витамина С в плодах сорта Хоней снизились в среднем на 25% по сравнению с предыдущими годами, показатель сорта Троицкая увеличился в среднем на 30%. Наибольшее количество (102, 3 мг/100 г) отмечено при внесении минеральных удобрений в запас.

Таблица 3

Содержание витамина С в плодах, мг/100 г, 2016-2018 гг.

Вариант	2016 год		2017 год		2018 год	
	Хоней	Троицкая	Хоней	Троицкая	Хоней	Троицкая
1. Контроль	58,2	68,3	71,7	58,7	44,2	97,2
2. Внесение в запас	61,6	62,7	77,3	60,5	42,4	102,3
3. Фертигация	69,4	58,2	52,6	58,2	48,9	101,0
4. Фертигация + внесение в запас	64,9	62,7	57,1	56,2	48,0	83,5
Сред.	63,5	63,0	64,7	58,4	45,9	96,0

Выводы

1. В однострочных насаждениях земляники садовой наибольшее влияние на урожайность оказывают атмосферные осадки сентября и октября предшествующего плодоношению года.

2. Сорт земляники садовой Хоней в большей степени подвержен влиянию неблагоприятных условий вегетационного периода, чем сорт Троицкая.

3. Комбинированное внесение удобрений в отдельные годы способствует повышению сахаро-кислотного индекса и содержания витамина С в плодах земляники садовой.

Список литературы

1. Авдеева З. А. Влияние погодных условий периода вегетации на прохождение фенологических фаз у сортов земляники / З. А. Авдеева, Е. В. Аминова // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2019. – № 4. – С. 19.

2. Воробьев В. Ф. Продуктивность сортов земляники и эффективность производства ягод / В. Ф. Воробьев, В. В. Хроменко, В. Г. Толстогузова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016. – Т. 45. – С. 46-49.

3. Интенсивная технология производства земляники садовой: методические рекомендации; под ред. акад. Куликова И.М. – М.: ФГБНУ Росинформагротех, 2014. – 84 с.

4. Орлова М. В. Морфологические особенности земляники и влияние погодных условий среднего Урала на урожайность / М. В. Орлова, М. Ю. Карпухин // Молодежь и наука. – 2018. – № 7. – С. 50.

5. Помякшева Л. В. Управление водным режимом при возделывании земляники садовой по интенсивной технологии на дерново-подзолистых почвах / Л. В. Помякшева, С. Н. Коновалов // Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства: Мат.Международной научно-практ.конф., Волгоград, 06–09 сентября 2017 года. – Волгоград: ФГБНУ ВНИИОЗ, 2017. – С. 330-335.

6. Помякшева Л. В. Влияние количества атмосферных осадков на продуктивность растений земляники садовой при фертигации и капельном поливе на дерново-подзолистых почвах Московской области / Л. В. Помякшева, С. Н. Коновалов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 48. – № 2. – С. 233-237.

7. Соловьев А. Н. Фенологические последствия холодного лета 2017 года / А. Н. Соловьев, Т. Г. Шихова, Е. И. Бусыгин // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2019. – Т. 124. – № 2. – С. 3-15.

Дата поступления рукописи в редакцию: 12.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 633.18: 631.164: 577.154.31

ПАРАМЕТРЫ ВЯЗКОСТИ ЗЕРНА СОРТОВ РИСА ВОСХОД, КАУРИС, НАУТИЛУС, РАПАН, ВЫРАЩЕННЫХ В СТАРОДЕЛЬТОВОЙ АГРОЛАНДШАФТНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Папулова Э.Ю., кандидат биологических наук,
Туманьян Н.Г., доктор биологических наук, профессор.
ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар, Россия

Красноармейский район относится к стародельтовой агроландшафтной зоне Краснодарского края. Рисосеяние здесь является ведущей отраслью в сельскохозяйственном производстве. Ежегодно в районе производятся следующие основные виды сельскохозяйственной продукции: зерно в весе после доработки – 300 тыс. т, в том числе рис – 160-170 тыс. т. Общая площадь рисовых систем в районе 81,1 тыс. га, а в отдельных узкоспециализированных рисоводческих хозяйствах они занимают более половины площади пашни. Производству риса в районе уделяется основное внимание, что приводит к ежегодному росту урожайности этой ценнейшей культуры [1].

Качество риса и его питательные свойства имеют решающее значение для определения его экономической ценности на рынке в зависимости от потребностей потребителя. Поэтому первостепенное значение в программах селекции риса уделяется этим вопросам [3].

Целью настоящих исследований являлась оценка сортов риса по параметрам вязкости крахмалистой пасты (зерно).

Материалом исследований служили сорта риса селекции ФГБНУ «ФНЦ риса»: Восход, Каурис, Наутилус. В качестве стандарта использовали сорт Рапан. Все сорта были выращены в ООО "СХП им. П.П. Лукьяненко" в

© Папулова Э.Ю.,
Туманьян Н.Г., 2022

Красноармейском районе Краснодарского края (стародельтовая агроландшафтная зона).

Основные параметры вязкости оценивали с помощью микровискоамилографа Brabender (Германия).

Качество сваренного риса определяется с помощью описательного сенсорного анализа. Определение физико-химических свойств, в частности амилографических характеристик крахмальной дисперсии зерна сортов риса помогает получить предварительную его оценку [2].

Сорта риса, выращенные в стародельтовом агроландшафтном районе, оценивали по основным амилографическим характеристикам максимальной вязкости, вязкости в конце периода охлаждения и градиенту вязкости. Полученные данные представлены в таблице.

Таблица

Амилографические характеристики крахмальной дисперсии зерна сортов риса, выращенных в Красноармейском районе Краснодарского края (стародельтовый агроландшафтный район), урожай 2020 г.

Сорт	Максимальная вязкость, Ед. Бр.	Вязкость в конце периода охлаждения, Ед. Бр.	Градиент вязкости Ед. Бр.
Рапан, st	367	520	173
Восход	340	454	128
Каурис	345	473	151
Наутилус	387	545	184

На рисунке представлены графики вязкости сортов риса.

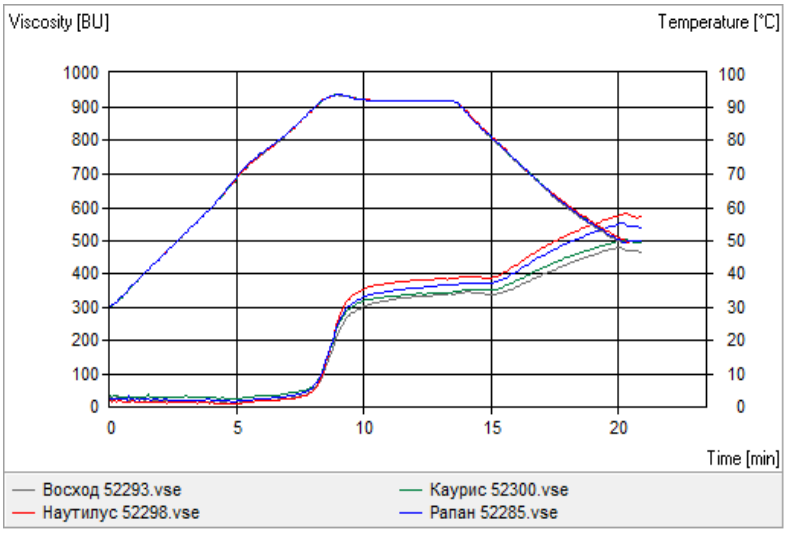


Рис. Амилографические характеристики крахмальной дисперсии зерна сортов риса Рапан, Восход, Каурис, Наутилус, урожай 2020 г.

Минимальный показатель по параметру «максимальная вязкость» был отмечен у сорта Восход (340 Ед. Бр.), максимальный – у сорта Наутилус (387 Ед. Бр.). Вязкость в конце периода охлаждения находилась в пределах от 454 Ед. Бр. у сорта Восход до 545 Ед. Бр. у сорта Наутилус. Минимальный показатель по параметру «градиент вязкости» был также у сорта Восход, он составил 128 Ед. Бр., максимальный – у сорта Наутилус (184 Ед. Бр.).

Результаты исследования вязкости крахмалистой пасты сортов риса свидетельствуют о различной структуре крахмалистой паренхимы эндосперма зерна и содержании в нем амилозы.

Список литературы

1. Зелинская, М.В. Совершенствование организации управления сельским хозяйством в муниципальном образовании Красноармейский район / М.В.Зелинская, А.В. Варава // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – №108(04). – С. 1072-1092.

2. Bao, J. S. Rice, Eating quality / J.S. Bao I I Food Science. 2015. P. 166-175.

3. Sreenivasulu, N.Post-genomics revolution in the design of premium quality rice in a high-yielding background to meet consumer demands in the 21st century / N. Sreenivasulu, C. Zhang,Rhowell N. Tiozon, Jr.,Q. Liu // PLANT COMMUNICATIONS – 2022. – Vol. 3, - № 3. – P. 100271.

Дата поступления рукописи в редакцию: 12.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 332.334:911.5:633.18

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТА РИСА РАПАН 2 УРОЖАЯ 2021 Г., ВЫРАЩЕННОГО В СТАРОДЕЛЬТОВОЙ АГРОЛАНДШАФТНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗАХ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

Кумейко Т.Б., кандидат сельскохозяйственных наук,

Ольховая К.К.

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар, Россия

Значимым условием развития рисоводства является переход к адаптивно-ландшафтной системе земледелия, которая предусматривает внедрение различных технологий возделывания, адаптированных к зональным почвенно-климатическим условиям Краснодарского края, и новых высокопродуктивных сортов риса, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды с высокой потенциальной продуктивностью, отзывчивостью на уровень минерального питания, в первую очередь азота. Это позволит повысить урожайность риса и увеличить валовые сборы зерна.

Актуальность работы заключается в изучении изменчивости нового сорта риса Рапан 2 от доз азотных удобрений по технологическим признакам качества («масса 1000 а. с. з.», «пленчатость», «стекловидность», «трещиноватость», «общий выход крупы» и «содержание целого ядра в крупе»), что даст возможность прогнозировать качество урожая в стародельтовой агроландшафтной зоне. Целью исследований является установление изменчивости технологических признаков качества при возделывании сорта риса Рапан 2 в экологическом сортоиспытании в связи с различным уровнем азотного питания в стародельтовой агроландшафтной зоне Краснодарского края.

© Кумейко Т.Б.,
Ольховая К.К., 2022

Материалы и методы

В качестве материала исследований служило зерно сорта риса Рапан 2 селекции ФНЦ риса урожая 2021 г., выращенное в условиях полевого опыта на РОС ОПУ ФГБНУ «ФНЦ риса» (п. Белозерный Краснодарского края). Сорт риса Рапан 2 среднеспелый с периодом вегетации 112-116 дней, круглозерный, с потенциальной урожайностью 10,0-11,0 т/га, год районирования 2020, зоны возделывания Северо-Кавказский и Нижневолжский регионы [7]. Рисовая оросительная система опытно-производственного участка расположена в стародельтовом агроландшафтном районе Краснодарского края. Агроклиматические условия опытного участка: почва рисовая, лугово-черноземная слабосолонцеватая тяжелосуглинистая, pH 7,5, содержанием общего гумуса 4,2 %, легкогидролизуемого азота 7,3 мг/100 г почвы, общего – 0,22 %; подвижного фосфора 2,9 мг/100 г почвы, общего – 0,25 %; обменного калия 37,4 мг/100 г почвы, общего – 1,2 % [5]. Технология возделывания риса предусматривает длительное затопление от 4 до 5 месяцев, что обуславливает трансформацию биологических и физико-химических свойств, которые изменяют окислительно-восстановительный потенциал почвы [6]. Подготовку почвы, уход за растениями осуществляли с учетом рекомендаций по возделыванию риса для зоны [8]. Схема опыта: $N_0P_{90}K_{60}$, $N_{92}P_{90}K_{60}$, $N_{138}P_{90}K_{60}$, $N_{184}P_{90}K_{60}$. Норма высева семян – 8 млн. штук всхожих зерен/га. Уборку риса проводили 15.10.2021 г. Массу 1000 абсолютно сухих зерен (а. с. з.) определяли по ГОСТу 10842-89 [1], пленчатость – по ГОСТу 10843-76 на шелушильной установке «Yasar Makina» (Турция) [2], стекловидность по ГОСТу 10987-7 [3], трещиноватость на диафаноскопе ДСЗ – 3, выход шлифованного риса определяли по ГОСТу Р 50438-92 [2-4]. Статистическую и математическую обработки полученных данных осуществляли методом дисперсионного анализа по В.А. Дзюбе [4].

Результаты и обсуждение

Данные по технологическим признакам качества зерна нового сорта

риса Рапан 2 с различным уровнем азотного питания (стародельтовый агроландшафт) представлены в таблице.

Таблица

Технологические признаки качества зерна сорта риса Рапан 2, урожай 2021 г.

Сорт	Доза азота, д.в.	Масса 1000 а.с.з.,г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %	Общий выход крупы, %	Содержание целого ядра в крупе, %
Рапан 2	N_0	26,6	19,2	96	7	69,4	97,4
	N_{92}	26,6	19,0	96	4	69,4	97,1
	N_{138}	25,5	18,8	93	7	68,8	99,1
	N_{184}	25,3	19,0	95	3	69,2	97,4
$НСР_{05}$		1,00	1,11	1,2	1,0	0,63	1,22

Масса 1000 а. с. з. на всех вариантах опыта была средней, находилась в пределах от 25,3 до 26,6 г. Однако, она была ниже контрольных на 1,1 и 1,3 г на полуторной и двойной дозах азотного питания, соответственно. Пленчатость не изменялась, была средней и варьировала от 18,8 (N_{138}) до 19,2 % (N_0).

По параметрам технологических признаков качества зерна риса на всех вариантах опыта: стекловидность, общий выход крупы и содержание целого ядра в крупе были высокими и трещиноватость низкой. Трещиноватость зерна сорта риса Рапан 2 не изменялась по градациям признака была низкой до 10 %, находилась в диапазоне от 3 % (N_{184}) до 7 % (N_0, N_{138}).

Стекловидность зерна была высокой, минимальное значение признака 93 % на варианте опыта (N_{138}). Общий выход крупы варьировал от 68,8 % (N_{138}) до 69,4 (N_0, N_{92}). Содержание целого ядра в крупе на всех вариантах опыта высокое и варьировало от 97,1 % (N_{92}) до 99,1 % (N_{138}). Сорт риса Рапан 2 отнесен к группе сортов, которые нетребовательны к эффективному плодородию земель и дает высокую урожайность с высоким качеством зерна при возделывании по ресурсосберегающим технологиям.

Заключение

На всех вариантах опыта масса 1000 а. с. з. и пленчатость были по градациям признака средними. Независимо от доз азотного питания технологические признаки «стекловидность», «общий выход крупы», «содержания целого ядра в крупе», «трещиноватость» у сорта риса Рапан 2, выращенного в стародельтовой агроландшафтной зоне Краснодарского края, имели высокие показатели качества. Возделывание нового сорта риса Рапан 2 перспективно для данной зоны рисосеющих хозяйств.

Список литературы

1. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен и 1000 семян; введ. 1999-07-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, Зерно. Методы анализа, 2009. – 7 с.

2. ГОСТ 10843-76. Метод определения пленчатости; введ. 1976-07-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 11 с.

3. ГОСТ 10987-76. Метод определения стекловидности; введ. 1977-06-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 53 с.

4. Дзюба В.А. Многофакторный опыт и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба // Методические рекомендации (доп.). – Краснодар. – 2007. – 76 с.

5. Кумейко Т.Б. Повреждение зерна сортов риса в полевых условиях в виде темных пятен / Т.Б. Кумейко, Н.Г. Туманьян // Сборник материалов V Международной научно-практической конференции «Роль физиологии в биохимии в интродукции селекции сельскохозяйственных растений». – М.: Российский университет дружбы народов, – 2019. – Т. 1. – С. 225-229.

6. Слюсарев В.Н. Современное состояние почв Северо-Западного Кавказа / В.Н. Слюсарев, Л.М. Онищенко, А.В. Осипов // Тр. Кубанского ГАУ, 2013. – № 42. – С. 99-103.

7. Сорта риса. Сорта и гибриды овощных и бахчевых культур: каталог / ФГБНУ «ФНЦ риса»; сост. С.В. Гаркуша [и др.]. Краснодар: «ЭДВИ», 2021. – С. 21.

8. Система рисоводства Краснодарского края / под ред. Харитонова Е.М. – Краснодар, 2011. – 316 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 12.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 633.24

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА ОДНОВИДОВЫЕ ЗЛАКОВЫЕ ПОСЕВЫ

Кузнецова С.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия

Кормовые травы являются растениями многопланового использования. Они дают для животных сено, сенаж, силос, обезвоженный и витаминизированный корм. Зеленые корма скармливаются на пастбище и в скошенном виде при стойловом содержании [6].

Многолетние злаковые травы являются основными кормовыми культурами для создания прочной кормовой базы. И, немаловажным выступает тот факт, что корма, получаемые из злаковых трав, самые дешёвые. Тем более, что усилия современного мирового сообщества направлены на обеспечении сельскохозяйственных животных кормами, выращенными и переработанными при условиях, учитывающих экологическую безопасность для окружающей среды.

Тимофеевка луговая – одна из лучших злаковых, распространённых и популярных трав для полевого травосеяния. Особенность этой культуры состоит в том, что она весной развивается несколько позднее других трав, но, все равно, дает два укоса за период вегетации.

Для рационального и наиболее полного использования преимуществ тех или иных видов и сортов многолетних трав необходимо их агроэкологическое испытание в одновидовых посевах и в травосмесях, причём на разных агрофонах при различных способах и режимах эксплуатации. При таком подходе достигается комплексное эффективное использование селекционных достижений, что позволяет разрабатывать

© Кузнецова С.Н., 2022

ресурсосберегающие технологии возделывания трав и их травосмесей, адаптированных к их биологическим особенностям и условиям произрастания [4].

Особую актуальность приобретает разработка системы применения удобрений под многолетние злаковые травы, обеспечивающая получение высоких урожаев сена хорошего качества, сохранение плодородия почву и защиту окружающей среды от загрязнения, а также прогнозирование величины урожая злаковых трав по химическому составу растений и содержании элементов питания в почве в ранние фазы развития. Существенное значение имеет определения доз минеральных удобрений по результатам почвенно-растительной диагностики [2].

Прогнозирование урожайности трав имеет большое значение для объективного планирования кормопроизводства в условиях научно обоснованного использования таких факторов интенсификации как удобрение, орошение, подбор высокопродуктивных видов и сортов многолетних трав [3].

Наиболее простым, экологически безопасным, энергетически и экономически выгодным направлением решения проблемы кормопроизводства и биологизации земледелия является расширение посевных площадей многолетних трав и повышение их продуктивности.

Корма, приготовленные из многолетних трав, представляют наибольшую ценность для животноводства. Они отличаются высокой усвояемостью и питательностью, содержат все необходимые питательные вещества в соотношениях, наиболее отвечающих зоотехническим требованиям. К тому же отсутствие ежегодных затрат на обработку почвы и посев, а также способность многолетних трав давать 3 укоса на орошении и 2 – без полива позволяют получать корма с самой низкой себестоимостью. Самое главное, многолетние травы обладают уникальной способностью повышения плодородия почв и улучшения ее структуры, что является неоценимым

достоинством в условиях непомерной дороговизны и дефицита удобрений [1].

Основной причиной низкой окупаемости минеральных удобрений является отсутствие научно обоснованных четких рекомендаций по их применению с учетом ботанического состава травостоя, вследствие чего наиболее ценный бобовый компонент быстро вытесняется из состава смешанного травостоя и затраты на залужение лугов во многих хозяйствах не окупаются. Поэтому, определение оптимальных норм и сроков внесения минеральных удобрений, особенно азотных, на чисто злаковых, злаково-бобовых и бобово-злаковых лугах остается наиважнейшей проблемой современного лугового кормопроизводства [1].

Дерново-подзолистые почвы широко распространены и активно используются в сельскохозяйственном производстве. Они характеризуются очень низким естественным плодородием, поэтому для получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур целесообразно внесение органических и минеральных удобрений. Минеральное питание влияет не только на урожай, но и на качество получаемой продукции [5].

Для изучения влияния минеральных удобрений на продуктивность тимофеевки луговой (Phleumpratense) сорта ВИК-9 в 2021 г. был заложен полевой опыт на кафедре растениеводства и технологий переработки льна ФГБОУ ВО Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, близка к нейтральной кислотности, содержание гумуса в среднем 2,0%, фосфора – в среднем 200 мг, калия –100 мг на 100 г почвы.

Схема опыта: 1 вариант – контроль; 2 вариант – внесение азофоски в дозе 3,0 ц/га в физическом весе; 3 вариант – азофоски в дозе 6,0 ц/га в физическом весе. Азофоску вносили одновременно с посевом в 2021 году. В 2022 году удобрения вносили под первый укос. Повторность 3-х кратная, площадь делянок 10 м^2. Учет и наблюдения проводились с использованием

общепринятых методик (Методика ВНИИ кормов, 1986; Методика ВАСХНИЛ, 1986; Б.А. Доспехов, 1985).

При посеве тимофеевке луговой в 2021 году разбросным посевом при лабораторной всхожести 86%, полевая всхожесть составила около 80%. Видимо сказалось недостаточное количество осадков в период всходов и в дальнейшем на вегетацию.

В 2022 году на травах 1 года пользования были получены следующие результаты: без внесения удобрений в первом укосе урожайность злаковой травы составила в среднем 31,4 ц/га сухой массы. При внесении удобрений в дозе 3,0 ц/га в физическом весе продуктивность была получена в пределах 36,8 ц/га и на 3 варианте (в дозе 6,0 ц/га в физическом весе) – 42,3 ц/га. При втором укосе была получена несколько меньшая продуктивность – соответственно по вариантам – 21,3, 24,7 и 27,5 ц/га сухой массы. В сумме за два укоса прибавка на втором варианте составила 8,8 ц/га сухой массы и соответственно – на третьем варианте –17,1 ц/га в сравнении с вариантом без внесения удобрений. Таким образом, минеральные удобрения оказывают существенное влияние на формирование валового сбора многолетней злаковой травы.

Список литературы

1. Вафин Р.К. Продуктивность сеяных лугов Республики Татарстан в зависимости от норм и сроков внесения азотных удобрений: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.04 /Р.К. Вафин. – Казань, 2004. https://earthpapers.net/produktivnost-seyanyh-lugov-respubliki-tatarstan-v-zavisimosti-ot-norm-i-srokov-vneseniya-azotnyh-udobreniy

2. Касарина А.А. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество сена многолетних злаковых трав на осушаемой дерново-подзолистой глееватой почве: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.04 /А.А. Какрина. – Москва, 1991. https://earthpapers.net/vliyanie-mineralnyh-udobrenii-

na-urozhay-i-kachestvo-sena-mnogoletnih-zlakovyh-trav-na-osushaemoy-dernovo-podzolistoy-gle

3. Стрелков Г.В. Формирование урожая бобовых и злаковых травостоев на дерново-подзолистых почвах с учетом агроклиматических ресурсов местности: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Г.В. Стрелков. – Минск, 1993. https://earthpapers.net/formirovanie-urozhaya-bobovyh-i-zlakovyh-travostoev-na-dernovo-podzolistyh-pochvah-s-uchetom-agroklimaticheskih-resursov-

4. Тодорхоева Т.Б. Комплексная оценка разных видов и сортов многолетних трав и их травосмесей при пастбищном, укосном и газонном использовании в условиях Центрального региона Российской Федерации: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.12 /Т.Б. Тодорхоева. – Москва, 2006. https://earthpapers.net/kompleksnaya-otsenka-raznyh-vidov-i-sortov-mnogoletnih-trav-i-ih-travosmesey-pri-pastbischnom-ukosnom-i-gazonnom-ispolzov

5. Трешкин И.А. Влияние компонентов на азотный режим дерново-подзолистой почвы и урожайности сельскохозяйственных культур // Проблемы эффективного использования мелиорированных земель и управление плодородием почв Нечерноземной зоны в условиях изменяющегося климата» в рамках мероприятий Года науки и технологий: Международ. научно.-практ. конф., ВНИИМЗ. – Тверь: Издательство Тверского государственного университета, 2021. – С. 193-199.

6. Уразова Л.Д. Создание сортов многолетних злаковых трав в условиях таежной зоны Томской области: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Е.Д. Уразова. – Колпашево, 2012. https://earthpapers.net/sozdanie-sortov-mnogoletnih-zlakovyh-trav-v-usloviyah-taezhnoy-zony-tomskoy-oblasti

Дата поступления рукописи в редакцию: 21.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 635.24 (470.31)

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕМЛЯНОЙ ГРУШИ ПРИ МНОГОЛЕТНЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЛАНТАЦИЙ В ВЕРХНЕВОЛЖЬЕ

Королева Ю.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия

Земляная груша (Helianthus tuberosus L.), обладая уникальными и универсальными свойствами, по-прежнему остается малораспространенной культурой в Верхневолжье [3,4].

Для повышения рентабельности производства продукции и удешевления кормов используют многолетние культуры, в частности земляную грушу.

Разработка системы удобрений при возделывании ее на одном месте в течение трех и более лет имеет большое значение для создания сырьевых зон в Верхневолжье [1,2].

В связи с этим на выводных полях полевого севооборота опытного поля Тверской ГСХА проведены комплексные исследования в двухфакторных полевых опытах, выполненных в 3-х закладках, на окультуренной дерновосреднеподзолистой остаточно карбонатной глееватой супесчаной осушенной почве.

В опыте изучали: сроки внесения удобрений (фактор А): 1 – полная расчетная норма удобрения под посадки 1 года, на 2 и 3 год изучается последействие; 2 – по 1/3 от расчетной нормы в течение трех лет; дозы внесения удобрений (фактор В) на запрограммированные уровни урожаев в 1 год жизни: по 20, 30, 40 т/га надземной массы и клубней в виде органических (навоз) и минеральных удобрений. Учетная площадь делянки 1-го порядка 122,4 м^2, 2-го – 20,4 м^2. Повторность – пятикратная. Объект исследований – лучший для

© Королева Ю.С., 2022

Нечерноземья сорт клубневого направления Скороспелка (авторы Г.В. Устименко-Бакумовский, З.И. Усанова).

В опытах применяли общепринятую технологию возделывания картофеля - в предварительно нарезанные гребни, по схеме посадки – 70 х 30 см с использованием комплекса отечественных машин.

Исследования, определения и анализы проводили по современным методикам и существующим ГОСТам в агрономии.

Погодные условия при проведении эксперимента отличались от среднемноголетней нормы. Сумма температур была выше нормы на 210, 295 и 40 °С, сумма осадков составила 138, 101 и 132 % от нормы.

При использовании продукции важно выявить динамику накопления массы клубней земляной груши, чтобы определить сроки уборки и возможные потери урожая при неправильном их выборе. Важно выявить так же зависимость продукционного процесса от доз и сроков внесения органических и минеральных удобрений в разные годы.

В результате выявлено, что в 1 год виды удобрений, расчетные дозы, внесение их в полной норме или 1/3 от нормы оказали слабое влияние на первоначальный рост клубней. Внесение удобрений увеличивало массу клубней при внесении полной нормы на 7,4-13,6 г, 1/3 от нормы – 3,0-10,0 г. Преимущество видов и доз удобрений прослеживается слабо.

В отличие от зеленой массы, прирост клубней продолжается до самой уборки, когда он достигает наибольшего значения.

Уменьшение полной расчетной нормы удобрений в 3 раза незначительно снизило массу клубней с одного растения, в среднем по вариантам, с 555,4 до 527,7 г или на 5 %.

Наибольшая масса клубней с растения накоплена в вариантах с внесением полной нормы NPK в расчете на получение 30 и 40 т/га – 602,1 и 602,8 г. При внесении удобрений 1/3 от расчетной нормы наибольшей массой клубней с 1 растения (582,6 г) отличался 6-й вариант – $N_{113}P_{117}K_{110}$.

В среднем за 3 года в посадках 1 года близкие к запрограммированным урожаи клубней получены при внесении навоза 60 т/га – 25,5 т/га (недобор 4,5 т/га), NPK на 20 т/га – 27,3 (недобор 7,6 т/га), NPK на 30 т/га – 28,9 т/га (недобор 1,1 т/га). Урожай клубней в большей мере увеличивался от удобрений при внесении полных норм: 90 т/га навоза – на 6,5 т/га и от всех доз NPK – на 6,4 – 7,7 т/га, а от уменьшенных в 3 раза доз: 30 т/га – на 5,9 т/га и $N_{113}P_{117}K_{110}$ – на 7,6 т/га.

Прирост клубней в посадках 2 года продолжался до уборки. При этом действие 1/3 нормы удобрений значительно больше последействия полной нормы. Так, масса клубней на 08.10 при последействии полной нормы составила 379,0 г, а при действии 1/3 нормы – 420,5 г, или на 10,9 % больше. При уборке наибольшая масса 1 растения накоплена в варианте с действием 1/3 нормы NPK, внесенной в расчете на урожай 20 т/га – 496,9 г/растение. Последействие полной нормы обеспечило максимальную прибавку от удобрений в вар. с расчетной дозой на урожай 40 т/га – 111,4 г (34,6 %), а действие 1/3 нормы в варианте с расчетной дозой NPK на урожай 20 т/га – 174 г (53,9 %).

Урожай клубней был на 3 т/га меньше при последействии (18,2 т/га), чем при действии полных норм (21,2 т/га), а при действии 1/3 удобрений лишь на 0,4 т/га уступал урожаю в 1 год. Последействие органических и минеральных удобрений было, практически одинаковым, а действие 1/3 норм органических удобрений на 3,2 т/га уступало минеральным.

В посадках 3 г.п прирост клубней продолжается до уборки. Действие 1/3 нормы удобрений оказалось так же эффективнее, чем после последействие полной нормы на 6,2 т/га или на 27,5 %.

Наибольшая прибавка к контролю при после последействии была в варианте с самой высокой расчетной дозой NPK (на 40 т/га), она составила 85,4 г/растение (46,6 %), а при действии 1/3 нормы в варианте с расчетной дозой NPK на 30 т/га – 122,9 г/растение (46,4 %).

Урожай клубней при после последействии 3 г.п. был одинаков с последействием полных норм во 2 год и на 2,4 т/га меньше, чем в 1 г.п. При ежегодном внесении 1/3 норм удобрений средний урожай сформировался на 1,7 т/га выше, чем во 2 год и 2,5 т/га, чем в 1 год пользования. Наибольший урожай клубней при после последействии получен при внесении NPK на 40 т/га – 12,9 т/га, а при действии 1/3 норм – 18,6 т/га – в варианте с расчетной дозой на урожай 30 т/га.

Изменение тепло- и влагообеспеченности растений в посадках оказывают большее влияние на суточные приросты ботвы, чем клубней.

Суточные приросты клубней, особенно в период максимума, были более высокими при внесении полной нормы удобрений, чем 1/3 от нее. Так, в благоприятном по влагообеспеченности году от внесения 90 т/га навоза суточный прирост составил 964,4 кг/га, а 30 т/га навоза – 845,8 кг/га, полной нормы NPK на 40 т/га – 789 кг/га, 1/3 от этой нормы – 736,2 кг/га. В засушливом году полные нормы навоза обеспечили меньшие суточные приросты клубней (394,6 и 370,1 кг/га), чем 1/3 этих норм (401,8 и 460,6 кг/га). Из минеральных удобрений только 1/3 самой высокой нормы ($N_{81}P_{117}K_{88}$) способствовало увеличению суточного прироста клубней в период максимума на 83,4 кг/га в сравнении с полной нормой.

В холодном и влажном году, как уменьшение доз навоза при ежегодном внесении по 1/3, так и минеральных удобрений отрицательно сказалось на суточных приростах в период максимума, они снизились в вариантах с навозом со 175,1 кг/га до 132,6 кг/га, а в вариантах с NPK со 183,5 до 127,7 кг/га.

В посадках 2 года пользования максимум суточных приростов клубней, так же, как и в 1 г.п. приходится на период в 20 дней до конца вегетации. В сухой год действие 1/3 норм органических и минеральных удобрений в большинстве вариантов сильнее, чем последействие высоких норм. Суточные приросты урожая клубней во влажный и холодный год при последействии органических удобрений больше (198,5 кг/га), чем при

действии 1/3 норм (96,4 кг/га), а в сухой и теплый, наоборот, меньше при последействии (428,1 кг/га), чем при действии 1/3 норм (520,3 кг/га).

Последействие полной нормы минеральных удобрений в сухой год несколько больше (497,7 кг/га), чем действие 1/3 нормы (483,1 кг/га), а во влажный и холодный, наоборот, меньше (142,3 кг/га), чем действие 1/3 нормы (202,6 кг/га).

В посадках 3 г.п., которые приходятся на холодный год, максимальные суточные приросты клубней отмечены в конце вегетации. При этом после последействия навоза и минеральных удобрений как по суточным приростам ботвы, так и клубней, было слабее, чем действие 1/3 их норм. Так, суточные приросты клубней в период максимума при после последействии навоза составили 128,2 кг/га, минеральных удобрений – 144,1 кг/га, при действии соответственно – 163,8 и 226,0 кг/га.

Таким образом, максимальные приросты клубней во все годы вегетации и годы пользования посадок приходятся на последние 20 дней до уборки (третья декада сентября – первая декада октября).

Удобрение земляной груши увеличивает суточные приросты урожая клубней, но, как правило, не сдвигают их максимумы. Уменьшение полной нормы как органических, так и минеральных удобрений в 3 раза, в среднем за 3 года, незначительно уменьшает массу клубней (на 27,7 г/растение или 5 %).

В посадках 2 года пользования последействие полных норм органических и минеральных удобрений, в среднем за 2 года, оказывает более слабое действие, чем ежегодное внесение 1/3 нормы от расчетных доз. Прибавка урожая клубней от действия 1/3 норм удобрений составляет 41,5 г/растение.

В посадках 3 года пользования после последействия полных норм органических удобрений несколько слабее, чем действие 1/3 их норм при ежегодном внесении. Прибавки урожая от действия уменьшенных в 3 раза норм, в сравнении с последействием, составляют по ботве и клубням 63 ц/га или 24,4 и 27,5 %.

Земляная груша слабо реагирует на изменение доз вносимых удобрений. Уменьшение расчетных доз удобрений в 3 раза в 1 год пользования не сопровождается снижением урожайности.

В условиях Верхневолжья земляную грушу целесообразно выращивать на одном месте не менее 3-х лет, что позволит получать на 2 и 3 г.п. в сопоставимые годы урожаи близкие с урожаями 1 года.

Список литературы

1. Королева Ю.С. Влияние удобрений на урожайность топинамбура сорта Скороспелка / Ю.С. Королева // Молодые ученые и фармация XXI века: сборник научных трудов Четвертой научно-практич.конф. с межд. участием. Москва.: ФГБНУ ВНИИЛАР. 2016. С. 60-63.

2. Королева Ю.С. Накопление урожая зеленой массы и клубней топинамбура в условиях Верхневолжья / Ю.С. Королева // Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени: сборник научных трудов по материалам Межд. научно-практич. конф. Тверь, Тверская ГСХА. 2020. С. 15-19.

3. Усанова З.И. Продуктивность сортов топинамбура при разной густоте стояния / З.И. Усанова, Ю.А. Фридман, М.Н. Павлов // Молочнохозяйственный вестник. 2020. №2(38). С.146-155

4. Усанова З.И. Продуктивность топинамбура в зависимости от фона минерального питания и разных форм селеносодержащих удобрений / З.И. Усанова, Н.Н. Иванютина // Научные приоритеты в АПК: инновации, проблемы, перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Межд. научно-практич. конф.. Тверь: Издательство Тверской ГСХА. 2019. С. 96-101.

Дата поступления рукописи в редакцию: 20.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 03.09.2022 г.

УДК 631.531.2 : 631.576.331

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВМЕСТНЫХ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ОСУШАЕМЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Пугачёва Л.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Митрофанов Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук,
Гуляев М.В., кандидат сельскохозяйственных наук.
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Конструирование высокопродуктивных экологически устойчивых агроценозов является важным резервом интенсификации растениеводства. Многие авторы указывают на преимущества совместного посева озимых и яровых зерновых культур [1,2].

Совместный посев яровых и озимых культур может быть использован в почвозащитном земледелии. Растения озимых остаются в фазе кущения в год посева, а яровые являются покровной культурой и убираются в год посева, урожай озимых формируется на второй год. В результате у растений ржи в год посева формируется мощная корневая система и растения более рационально и эффективно используют почвенно-климатические ресурсы.

На агрополигоне Губино ВНИИМЗ в зернотравяных севооборотах были проведены исследования по биологической эффективности возделывания двухкомпонентной зерносмеси яровой пшеницы и озимой ржи. Посевы зерносмеси проводились весной с различными нормами высева, с формированием гребнистой поверхности почвы. Для посева использовалась сеялка СЗГК-3,6 У. При таком посеве семена располагаются лентой шириной 130-150 мм на уплотненное ложе и заделываются путем нагребания почвы на ленту с формированием гребней высотой 40-80 мм, таким образом

© Пугачёва Л.В., Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., 2022

осуществляется более равномерное распределение растений по площади питания.

Исследования проводились на осушаемых закрытым дренажом землях (междренное расстояние 30 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м) в 4-кратной повторности. Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая с атмосферным типом водного питания. Содержание гумуса 2,0-2,5%, доступного фосфора – 30,8-34,6, обменного калия 29,2-35,0 мг/100 г почвы, pH 5,2-5,3. Минеральные удобрения вносились перед посевом общим фоном в виде азофоски нормой 0,3 т/га, на озимой ржи весной во второй год – подкормка аммиачной селитрой нормой 30 кг д.в. на га. Возделываемые сорта: яровая пшеница сорта Иргина, озимая рожь сорта Дымка.

Контрольные варианты – чистые посевы озимой ржи и пшеницы. Посев пшеницы на контрольных вариантах проводился в мае, ржи в конце августа, посев зерносмесей одновременно с пшеницей. В конце августа после уборки пшеницы на зерносмесях проводилось боронование озимой ржи, после перезимовки также проводилось боронование. Наблюдения проводились в зернотравяных севооборотах, развернутых во времени по следующей схеме:

1. Контроль – яровая пшеница (6,0 млн) – озимая рожь после уборки пшеницы (4,0 млн).
2. Зерносмесь: яровая пшеница (4 млн.) и озимая рожь (4 млн).
3. Зерносмесь: яровая пшеница (6 млн.) и озимая рожь (3 млн).
4. Зерносмесь: яровая пшеница (6 млн.) и озимая рожь (4 млн).

Взаимоотношения растений в смешанных посевах могут быть самыми разнообразными, от резкой конкуренции до взаимопомощи. При совместном возделывании озимые и яровые растения образуют несколько ярусов, при этом значительно снижается полегание яровых и эффективнее используется энергия солнца. Главный механизм взаимодействия в агроценозе - межвидовая конкуренция за одни и те же ресурсы (свет, влага, элементы питания и т.д.).

Наиболее удобный критерий оценки напряженности конкурентных взаимоотношений – степень изменения продуктивности возделываемых культур. Для выявления направленности конкурентных соотношений в посевах их биологической активности часто используется коэффициент LER (Land Equivalent Ratio) – отношение земельных эквивалентов (Ламан Н.А. и др. 1996г.).

Коэффициент определяет наиболее эффективные варианты смешанных посевов и можно рассчитать по формуле:

$$LER = LERa + LERb,$$

где $LERa = Yab : Yaa$, $LERb = Yba : Ybb$

Yab – урожай на единицу площади культуры А в смешанном посеве с культурой В,

Yaa - урожай на единицу площади культуры А в чистом посеве,

Yba - урожай на единицу площади культуры В в смешанном посеве с культурой А,

Ybb - урожай на единицу площади культуры В в чистом посеве.

При LER≥1, доказана биологическая эффективность возделывания смеси яровых культур, вегетационный период которых длится в течении одного года. Для смеси яровых и озимых культур значение LER≥2, так как рожь дает урожай зерна на следующий год (рис. 1).

Как следует из рисунка 1, LER смеси > 2 в вариантах с нормами высева 6+3 и 6+4 млн. всхожих семян на га, что доказывает биологическую эффективность возделывания смешанного посева. Урожайность яровой пшеницы озимой ржи по годам и по вариантам отличалась значительно, при увеличении нормы высева пшеницы в зерносмеси урожайность была выше, чем урожайность в чистых посевах (табл. 1).

При норме высева зерносмеси 4+4 млн. всхожих семян на 1 га урожайность пшеницы была на 0,21-1,38 т/га ниже, чем в чистых посевах, её

конкурентоспособность была в 2 раза выше, чем в других вариантах и агрессивность была самой высокой в опыте (табл. 2).

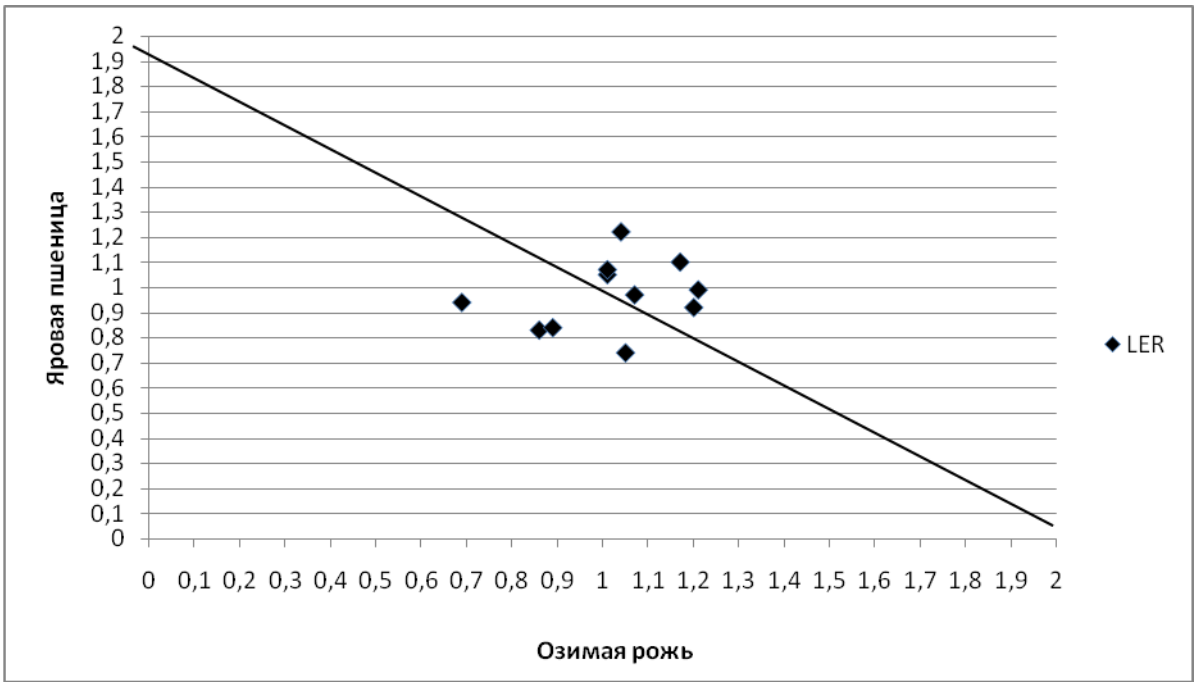


Рис. 1. Биологическая эффективность зерновых культур в смешанном посеве

Таблица 1

Урожайность культур в чистых посевах и зерносмесях, т/га

Варианты	Пшеница			Озимая рожь		
	2019г	2020г	Среднее	2019г	2020г	Среднее
Чистый посев	4,90	4,37	4,64	2,70	3,71	3,21
Зерносмесь 4+4 млн./га	3,52	4,16	3,84	2,34	3,27	2,81
Зерносмесь 6+3 млн./га	4,24	4,79	4,52	3,31	3,75	3,53
Зерносмесь 6+4 млн./га	6,29	4,42	5,36	3,19	3,54	3,37

НСР – 0,588

НСР по вариантам – 0,293

Но в данном случае эти показатели не повлияли на повышение урожайности пшеницы, хотя, по мнению многих авторов повышение конкурентоспособности культуры способствует увеличение её урожайности. Урожайность озимой ржи при этой норме высева также была ниже на 0,36-0,44 т/га, чем в чистых посевах.

Урожайность зерносмесей повышалась при увеличении нормы высева пшеницы с 4 до 6 млн. всхожих семян на 1 га, при этом показатели агрессивности и конкурентоспособности озимой ржи увеличивались: конкурентоспособность примерно в 2 раза и агрессивность от 0,07 до 0,69, при этом снижение нормы высева озимой ржи с 4 до 3 млн. всхожих семян на 1 га повысило её урожайность на 0,12-0,21 т/га.

Урожайность озимой ржи в зерносмеси 6+3 млн. значительно повышалась до 3,75 т/га при снижении её нормы с 4 до 3 млн. всхожих семян на 1 га. В начале вегетации зерносмесей за счёт гребнисто ленточно-разбросного посева и боронования по всходам создаются оптимальные условия для роста и развития культур, затем пшеница выступает в роли покровной культуры, а рожь создаёт нижний ярус изменяющий микроклимат посевов, при этом возникает сложный механизм взаимодействий между культурами, при котором снижении нормы высева пшеницы с 6 до 4 млн. препятствует повышению урожайности зерносмесей.

Таблица 2

Биологические особенности формирования продуктивности зерносмесей

Варианты	LER		Конкурентоспособность		Агрессивность	
	Пшеница	Озимая рожь	Пшеница	Озимая рожь	Пшеница	Озимая рожь
Зерносмесь 4+4 млн./га	0,84	0,88	0,96	1,05	+0,76	-0,76
Зерносмесь 6+3 млн./га	1,13	1,12	0,45	2,01	-0,69	+0,69
Зерносмесь 6+4 млн./га	1,15	1,09	0,48	2,30	-0,07	+0,07

Примечание: НСР 0,193

Таким образом, можно сделать вывод, что совместный весенний посев зерносмесей с нормами высева 6+3 и 6+4 млн. всхожих семян на 1 га, при посеве гребнисто ленточно-разбросным способом обеспечивает высокие урожаи пшеницы от 4,24 до 6,29 т/га и озимой ржи от 3,19 до 3,75 т/га и характеризуется высокими показателями биологической эффективности посевов зерносмесей яровой пшеницы и озимой ржи от 2,24 до 2,25.

Список литературы

1. Калинина О.Л. и др. Влияние совместного посева яровых и озимых зерновых культур на его засоренность и общий выход продукции // Аграрный вестник Урала. 2014. №2. С. 13-16.

2. Лапшин Ю.А. Смешанные агрофитоценозы как резерв увеличения производства фуражного зерна и более рационального использования земельной площади. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. №3. С. 36-41.

3. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов. / Под ред. Ламан Н.А. и др. – Мн.: Навука і тэхніка, 1996. – 101 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 20.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 04.09.2022 г.

УДК 632.954.633.52:631.4

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННОГО ОГРАНИЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГИГАНТСКОГО БОРЩЕВИКА В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Кудрявцев Н.А., доктор сельскохозяйственных наук,
Кудряшов О.Д., Орлов Д.Н.
ОП НИИЛ ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,
г. Торжок, Россия

Реализация природоподобных способов ограничения вредоносного распространения и изучение возможностей использования гигантского борщевика способствует повышению доходов населения регионов РФ, в т.ч. в Тверской области, при создании новых рабочих мест, разработке эффективных и малозатратных экологизированных мер ограничения вредоносного распространения, изучении возможностей использования борщевика для выращивания улиток и преодоления дефицита пищевых продуктов.

Интегрированное ограничение распространения гигантского борщевика предполагает объединение различных способов воздействия на это опасное растение.

На территории Тверской области правообладателями земельных участков всех категорий и видов их разрешенного использования – возможно, прежде всего, проведение механического уничтожения борщевика. Механическое уничтожение борщевика может быть ручным.

Наиболее действенно выкапывание лопатой на глубину не менее 20 см, где в основном находятся корневые почки. Весь корень извлекать

© Кудрявцев Н.А., Кудряшов О.Д., Орлов Д.Н., 2022

бесперспективно, так как он может уходить в глубину до 7 метров. Время проведения предпочтительнее в начале вегетационного периода.

Можно применять скашивание (косой), которое не искореняет борщевик, но уменьшает запас его семян. При опоздании с выкапыванием лопатой осуществляется обрезание секатором или другими орудиями цветов и семян.

Эффективно укрытие растений борщевика непрозрачным материалом (пленкой, геополотном), предпочтительнее в начале вегетационного периода.

Механическое уничтожение борщевика можно проводить механизированным способом с использованием различных косилок, дисковых и фрезерных орудий, плугов, в т.ч. при введении в севооборот засоренных борщевиком полей.

Способы защиты от негативного влияния растения на человека и окружающую природную среду и техника безопасности при механическом уничтожении борщевика Сосновского сводятся к предотвращению ожогов: использование очков, непромокаемой одежды, обуви и перчаток.

Противостоять борщевику можно путем создания конкурентоспособных ландшафтных и антропогенно измененных биоценозов (определенные результаты в этом направлении получены в исследованиях ФГБНУ ФНЦ ЛК).

Перевозить остатки борщевика при его выкапывании лопатой не обязательно (достаточно просушить их на солнце рядом с местом выкапывания). Утилизация семян после их срезания может быть в виде их закапывания на большую глубину (40-50 см).

Размещение остатков борщевика Сосновского на территории свалок, полигонов захоронения твердых коммунальных, бытовых, промышленных отходов рискованно. На свалках Московской области, например, в районе Малинники борщевик формировался в виде огромных «джунглей» до 7 м высотой.

Информация о других эффективных способах ограничения распространения гигантского борщевика в системном виде приведена в ранее предлагаемых наших рекомендациях по конкретным мерам (дифференцированно: для сельскохозяйственных угодий, личных подсобных хозяйств и для земель несельскохозяйственного назначения) и разработанном проекте ограничения вредоносного распространения и использования гигантского борщевика в регионах России. Принципиальным моментом этих рекомендаций является необходимость использования для уничтожения борщевика испытанных эффективных гербицидов (дифференцированно, для земель несельскохозяйственного назначения, особенно обочин дорог, и сельскохозяйственных угодий). Для повышения производительности труда при обработке борщевика следует применять квадрокоптеры. Это успешно стали осуществлять, например, в Московской области специализированные бригады, которые консультирует ФНЦ ЛК.

Интерес может представлять работа ФНЦ ЛК по изучению возможностей роста доходов и численности населения России при реализации природоподобных способов ограничения вредоносного распространения и использования гигантского борщевика для скармливания деликатесным и целебным улиткам.

Для последовательного решения этих вопросов необходимы дальнейшие специальные исследования и соответственно должное финансирование. Особое внимание в этой статье мы обращаем на то, что реализация природоподобных способов ограничения вредоносного распространения и изучение возможностей использования гигантского борщевика способствует повышению доходов населения регионов РФ.

Президент РФ В.В. Путин 12 октября 2021 г., выступая перед депутатами Госдумы VIII созыва, говорил, что главной проблемой для страны является низкий уровень дохода многих ее граждан. По данным Росстата, в первом квартале 2021 г. за чертой бедности проживали 14,4 %

(21,1 млн.) россиян. Величина прожиточного минимуму в том году составляла 11 653 руб. в месяц.

Вторая очень важная современная проблема, обозначенная Президентом, ухудшение демографической ситуации в России. По итогам 2020 г. общая численность населения РФ уменьшилась на 577 600 человек, в 2021 г. – еще на 535 500 человек.

По словам В.В. Путина, российские власти не собираются решать эти проблемы «популистскими методами». Основные социальные задачи страны, в том числе, увеличение доходов большинства ее граждан и улучшение демографической ситуации во многих регионах России, должны решаться на базе качественного роста экономики страны [1].

На наш взгляд, данная наша работа способствует решению названных и некоторых других экономико-организационных, социальных и экологических проблем современности. Тема исследований связана с опасным распространением в России гигантского борщевика (грозящего экологической катастрофой, наносящего вред народному хозяйству, вызывающего травмы у людей, вплоть до летальных исходов) и озониоза льна (в настоящее время одной из самых вредоносных болезней этой стратегической для России сельскохозяйственной культуры). С другой стороны, люди на всей Земле недостаточно обеспечены продукцией животноводства и натуральной целебной едой при использовании целостных растительных организмов с оздоравливающими природными свойствами. Актуальность этой НИР заостряется ее соответствием приоритетному направлению «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 г. (г)» [2].

Научная новизна НИР связана с недостаточной изученностью исследуемых объектов, с оригинальностью предлагаемых способов их использования и ограничения вредоносного распространения а, кроме того, с разносторонним (организационным, экономическим, социальным,

экологическим и технологическим) рассмотрением поставленных взаимосвязанных вопросов.

Прикладная цель работы – достижение высокого уровня экономической, организационной и эколого-агробиотехнологической эффективности разрабатываемых природоподобных способов ограничения вредоносного распространения и использования гигантского борщевика при содействии решению важных для страны проблем (увеличению доходов ее граждан, улучшению демографической и экологической ситуации в РФ, в частности, в Тверской области).

Общие методические аспекты работы мы трактовали в соответствии с диссертационной работой нашего руководителя Н.А. Кудрявцева [3]. Эколого-экономическая и биоэнергетическая оценка изучаемых природоподобных способов ограничения вредоносного распространения при возможности использования гигантского борщевика – начаты согласно опубликованным методическим рекомендациям по этим профилям работы [4, 5].

Некоторые результаты исследований и их обсуждение

Мы способствуем повышению доходов населения регионов РФ, предлагая ему новые рабочие места, вместе с ним обеспечиваем своеобразный аналитический мониторинг гигантского борщевика, изучаем возможности его использования, как сырья для получения моторного топлива и других ценных материалов. Для ограничения его вредоносного распространения разрабатываем эффективные и малозатратные экологизированные меры. Способствуем преодолению дефицита пищевых продуктов животного происхождения при вскармливании борщевиком «виноградных улиток», имеющих высокую диетическую ценность и оздоравливающие свойства (в частности, как афродизиак, способных положительно повлиять на демографическую ситуацию в стране). Одновременно это – природоподобная мера ограничения вредоносного распространения борщевика.

В результате вскармливания борщевиком виноградных улиток и получения их икры, имеющих высокие оздоравливающие свойства (в частности, как афродизиак, способных положительно повлиять на демографическую ситуацию в стране). Одновременно это – природоподобная экологизированная мера ограничения вредоносного распространения борщевика.

Список литературы

1. Gaseta.ru > social/news/2021/10/14n_16687177

2. Путин В.В. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 г. / В.В. Путин // Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. №642. – С. 9.

3. Кудрявцев Н.А. Фитосанитарная стабилизация льноводства / Н.А. Кудрявцев // Дис. докт. с.-х. наук (06.01.11). – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. - 2007. – 497 с.

4. Захаренко В.А. Эколого-экономическая оценка применения технических средств, технологий и мероприятий по защите растений в системе фитосанитарной оптимизации растениеводства в условиях переходного периода. / В.А. Захаренко, Н.Р. Гончаров, О.П. Каширский, В.И. Долженко. – Санкт -Петербург, Пушкин. – 2000. – 12 с.

5. Гаевая Э.А. Биоэнергетическая оценка способов основной обработки почвы / Э.А. Гаевая // Аграрная Россия. – 2020. – №8. – С. 31-35.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 551.509.51

ПОГОДНЫЙ МОНИТОРИНГ С ПОМОЩЬЮ МЕТЕОСТАНЦИИ ATMOS 41 НА ПОЛИГОНЕ ВНИИМЗ

Хархардинов Н.А.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Несмотря на развитие интеллектуальных технологий, во многих регионах России до сих пор не создано системы аналитики погодных данных. Агрономы ежедневно при планировании своей работы оперируют усредненными данными по региону, часто взятыми из интернета и отличающимися слабой достоверностью по отношению к конкретному полю. Также остро перед агрономом стоит проблема отсутствия погодной аналитики: данных за прошедшие часы, дни или месяцы, которые позволяют видеть реальную картину в поле в динамике [2].

Экологический мониторинг рассматривается как система регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени, дающая информацию о состоянии окружающей среды с целью оценки прошлого, настоящего и прогноза в будущем параметров окружающей среды, имеющих значение для человека, и важнейшей её частью является мониторинг погоды [1].

Для проведения данного мониторинга на исследовательском полигоне ВНИИМЗ в июле 2022 года во время полевой экспедиции была установлена современная метеостанция ATMOS 41.

ATMOS 41 – это универсальная автономная система мониторинга, которая осуществляет локальный агрономический прогноз погоды и фиксирует целый ряд других параметров, таких как: количество осадков,

© Хархардинов Н.А., 2022

солнечную радиацию, атмосферное давление, скорость и направление ветра [3].

Система позволяет формировать статистические отчеты метеонаблюдений за любой отрезок времени работы комплекса, проводить анализ погодных условий и экологической обстановки местности, получать данные о наблюдениях в удобном виде для проведения научных и исследовательских работ [1].

Цель исследований – наблюдение за динамикой погодных условий, в различные временные отрезки на агрополигоне Губино ВНИИМЗ в тестовом режиме.

Исследования проводились на полевом стане в 500 м от агрополигона, который занимая площадь 50 га, расположен в пределах конечно-моренного холма с относительной высотой 15 м

Наблюдения начали производить с момента установки метеостанции (24 июля) Результаты мониторинга обрабатывали с использованием компьютерной программы EXCEL 2007.

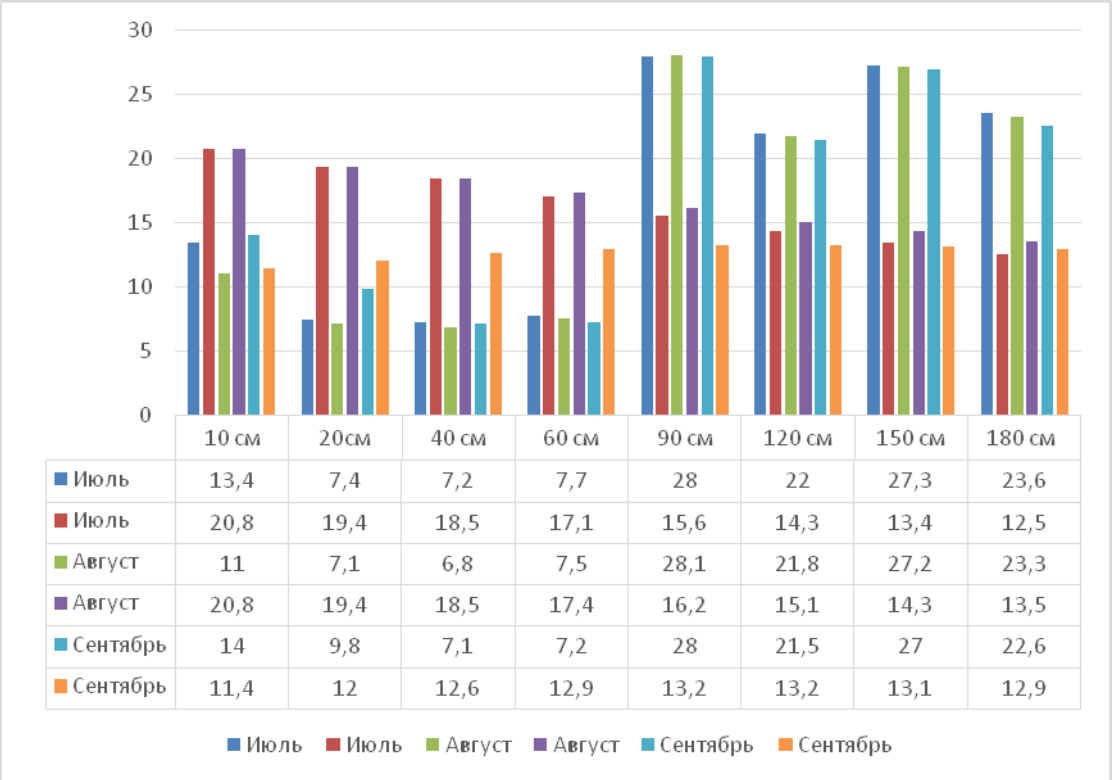
Таблица 1

Среднесуточные значения результатов погодного мониторинга на агрополигоне Губино ВНИИМЗ в 2022 году.

Месяц	Солнечная радиация W/m²	Направление ветра °	Скорость ветра m/s
Июль	215,6	224,6	1,3
Август	198,5	149,6	1,3
Сентябрь	88,6	186,2	1,8
Месяц	Порывы ветра m/s	Температура воздуха °C	Относительная влажность%
Июль	3,3	18,8	81,5
Август	3,1	19,8	70,6
Сентябрь	4,4	8,8	90,2

Анализируя данные погодного мониторинга на агрополигоне можно сделать следующий вывод: самый теплый месяц с момента установки метеостанции ATMOS 41 – это август – 19,8°C среднесуточная температура воздуха, напротив, самый холодный сентябрь – 8,8°C среднесуточная температура воздуха. Порывы ветра в сентябре увеличились до 4,4 m/c. Максимальная солнечная радиация зафиксирована в июле. Относительная влажность значительно увеличилась в сентябре по сравнению с августом – на 19,6 %.

В это же время были установлены почвенные датчики, которые позволяют проводить мониторинг температуры почвы и содержания воды по глубинам. Результат наблюдений представлен на рисунке.



	10 см	20см	40 см	60 см	90 см	120 см	150 см	180 см
Июль	13,4	7,4	7,2	7,7	28	22	27,3	23,6
Июль	20,8	19,4	18,5	17,1	15,6	14,3	13,4	12,5
Август	11	7,1	6,8	7,5	28,1	21,8	27,2	23,3
Август	20,8	19,4	18,5	17,4	16,2	15,1	14,3	13,5
Сентябрь	14	9,8	7,1	7,2	28	21,5	27	22,6
Сентябрь	11,4	12	12,6	12,9	13,2	13,2	13,1	12,9

Рисунок. Среднесуточные значения результатов мониторинга почвенной погоды на агрополигоне Губино ВНИИМЗ в 2022 году

Анализируя данные почвенного мониторинга на агрополигоне Губино ВНИИМЗ можно сделать следующий вывод: содержание воды в почве

значительно увеличивается с глубины 90 см и составляет среднесуточно 28 %. Температура почвы в верхних слоях меняется сезонно, а, начиная с глубины 90 см, температура почвы практически не изменяется в зависимости от времени года.

Применение метеостанции и почвенных датчиков позволит производить оценку и наблюдения состояния окружающей среды, а также обеспечивать процесс принятия и подготовки управленческих решений в режиме реального времени 24 часа 7 дней в неделю.

Список литературы

1. Панарин М.В., Ващу С.И., Соловей М.А. Экологическая метеостанция и система мониторинга SSoft:EcoMeteo // Инновации. 2014. № 10(192). С. 10–12.

2. Информационные технологии в сельском хозяйстве //URL:https://ecm26.ru/articles/informaczionnye-tehnologii-v-selskom-hozyajstve/

3. Универсальная метеостанция ATMOS 41//URL:https://decagon.ru/environment/atmos-41/

Дата поступления рукописи в редакцию: 12.07.2022 г.
Дата подписания в печать: 14.09.2022 г.

РАЗДЕЛ III. УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ, АГРОМЕЛИОРАТИВНЫМ СОСТОЯНИЕМ И ПРОДУКТИВНОСТЬЮ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.86

НОВЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ КАК ФАКТОР РЕГУЛЯЦИИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

Рабинович Г.Ю., доктор биологических наук, профессор,

Подолян Е.А.,

Зинковская Т.С., кандидат сельскохозяйственных наук.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Известно (Анциферова, 2003; Васенев и др., 2012; Васбиева и Косолапова, 2015; Мерзлая, Афанасьев, 2018), что осадок сточных вод (ОСВ) по своим агрохимическим характеристикам и эффективности не уступает большинству традиционных органических удобрений. Весьма значимую роль осадок сточных вод может сыграть во время экономических кризисов, связанных, в частности, с недостатком выпуска удобрений, заменой которых может выступать. Являясь побочным продуктом в процессе очистки канализационных вод, ОСВ не требует дополнительных затрат на своё производство. Однако его применение во всем мире, а также в России, не столь масштабно, как хотелось бы, поскольку имеются серьезные ограничения на его использование из-за избыточных концентраций токсичных элементов, содержания патогенной микрофлоры, яиц гельминтов. Поэтому многие исследователи осадка сточных вод (Касатиков, 2018; Мерзлая, Афанасьев, 2018), рекомендуют, в том числе в целях снижения негативного влияния на окружающую среду, вносить его в виде компостов.

© Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Зинковская Т.С., 2022

Но метод компостирования ОСВ требует значительных материальных затрат и временных ресурсов. В связи с этим в РФ осуществляется поиск подходящей технологии использования осадка сточных вод, получаемого непосредственно с очистных сооружений, то есть практически в нативном виде, но обеззараженного применением предварительных технологических приемов, принятых на региональных станциях очистки (Байбеков, 2013; Васенев и др., 2012; Жигарева, 2018). Приведенный ниже материал связан с оценкой роли сформированных на основе ОСВ удобрений в ожидаемой регуляции почвенного плодородия.

Материалы и методы

Мелкоделяночный опыт по изучению эффективности удобрений на основе ОСВ проводили в 2015-2017 гг. в Калининском районе Тверской области на дерново-подзолистой супесчаной почве в звене полевого севооборота (вико-овсяная смесь – озимая рожь – яровой ячмень). Изучаемые органические удобрения, составленные из ОСВ и органических наполнителей (торфа, соломы, опилок), вносили однократно в начале эксперимента под глубокую обработку почвы весной, в единой дозе для каждой смеси – 60 т/га. Компоненты удобрений по отношению к ОСВ варьировались как 1:1, 1:2, 1:3. Схема опыта включала варианты: 1-й вариант (без удобрений) – контроль; 2-й вариант – компост, заготавливаемый на станции очистных сооружений (в дальнейшем именуемый «компост»); 3-й вариант – ОСВ: опилки 1:1; 4-й вариант – ОСВ: опилки 1:2; 5-й вариант – ОСВ: опилки 1:3; 6-й вариант – ОСВ: торф 1:1; 7-й вариант – ОСВ: торф 1:2; 8-й вариант – ОСВ: торф 1:3; 9-й вариант – ОСВ: солома 1:1; 10-й вариант – ОСВ: солома 1:2; 11-й вариант – ОСВ: солома 1:3.

Выполненный перед закладкой опыта химический анализ используемых органических субстратов показал ожидаемое существенное различие между ними по ключевым показателям, в том числе по углеродно-азотному соотношению, свидетельствующему о важности регуляции C:N в

удобрении, базирующемся на осадке сточных вод, собственное соотношение C:N в котором довольно узкое (9,8) и предполагает, естественно, дополнительное использование углеродсодержащих компонентов – торфа, соломы или опилок (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав исходных органических субстратов, % на сухое вещество

№ п/п	Показатель	ОСВ	Опилки	Торф	Солома	Компост
1	Влажность, %	67,0	36,0	61,0	12,3	52,0
2	Зольность, %	33,0	9,8	10,2	6,8	11,4
3	pH_{KCl}	7,5	5,1	5,1	-	6,1
4	$N_{общ.}$, %	3,43	0,10	3,10	0,43	2,10
5	$P_2O_{5\ общ.}$, %	1,70	0,13	0,35	0,26	0,33
6	$K_2O_{\ общ.}$, %	0,29	0,03	0,15	0,80	0,15
7	$C_{орг.}$, %	33,5	45,1	44,9	46,6	44,3
8	C/N	9,8	430,0	14,5	108,4	21,0

Отметим, что ежесуточное поступление сточных вод на станцию очистки г. Твери составляет около 120 тыс. $м^3$ (Барановский, Гладких, 2007). Осадок сточных вод обычно хранится на территории станции, где он частично обезвоживается и минерализуется, благодаря чему его масса постепенно снижается.

Перед закладкой опыта нами были выполнены исследования, включающие оценку в осадке сточных вод г. Твери содержания токсичных элементов, а также санитарно-бактериологических и санитарно-паразитологических показателей (табл. 2, 3), анализ которых свидетельствовал о том, что они соответствовали ГОСТ Р 17.4.3.07-2001.

В ходе мелкоделяночного опыта (2015-2017 гг.) применяли общепринятые в агрохимии и земледелии методики. Почвенные образцы ежемесячно в течение 3 вегетационных сезонов анализировали на содержание основных элементов питания, в конце каждого вегетационного сезона – на содержание органического вещества, а также тяжелых металлов и

мышьяка. Учет урожая вели поделяночно вручную. В полученной продукции определяли содержание тяжелых металлов и мышьяка.

Таблица 2

Валовое содержание тяжелых металлов и мышьяка в осадке сточных вод г. Твери, мг/кг сухого вещества

№ п/п	Химический элемент	ОСВ	ПДК*	
			I группа	II группа
1	Медь	565	750	1500
2	Цинк	793	1750	3500
3	Свинец	41	250	500
4	Кадмий	3	15	30
5	Хром	58	500	1000
6	Никель	86	200	400
7	Мышьяк	4	10	20

Примечания: * - ПДК указаны по ГОСТ Р 17.4.3.07-2001.

Осадки I группы используют под все виды сельскохозяйственных культур, кроме овощных, грибов, зеленных и земляники. Осадки группы II используют под зерновые, зернобобовые, зернофуражные и технические культуры.

Таблица 3

Санитарно-бактериологические и санитарно-паразитологические показатели ОСВ г. Твери

Наименование показателя	Содержание в ОСВ г. Твери	Норма для осадков группы	
		I	II
Бактерии группы кишечной палочки, клеток/г осадка фактической влажности	66	100	1000
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, клеток/г	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Яйца геогельминтов и цисты кишечных патогенных простейших, экз./кг осадка фактической влажности, не более	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие

Результаты и обсуждение

Удобрения, полученные путем смешивания осадка сточных вод с органическими углеродсодержащими компонентами, тестировали, исследуя ряд показателей почвы, подтверждающих определенное влияние на характерные показатели, отражающие изменение почвенного плодородия. Так, в год прямого действия (2015 г.) наибольшее количество органического вещества (1,5 %) в почве (прибавка к контролю – 15,3 %) было обнаружено при внесении в почву удобрения на основе ОСВ с торфом в соотношении 1:1. В течение последующих двух лет проведения опыта, наблюдалось сохранение превышения количества органического вещества в почве с применением всех видов удобрений на основе ОСВ по сравнению с исходным показателем. В последействии наибольшее содержание органических соединений, как и в прямом действии, было выявлено в варианте с удобрениями, полученными на основе ОСВ с торфом и ОСВ с опилками в соотношении 1:1 – прибавка к контролю составила 15,0 и 16,1 % соответственно.

Использование удобрений на основе осадка сточных вод благоприятно влияло и на показатели содержания основных элементов питания дерново-подзолистой супесчаной почвы, в значительной степени отражающие уровень ее плодородия (табл. 4). Так, их уровень в пахотном горизонте почвы находился в прямой зависимости от доли участия ОСВ в составе удобрения. Лучшие результаты были получены при внесении в почву удобрений на основе ОСВ с дополнительными органическими субстратами (торфом, опилками, соломой) в соотношении 1:1. К концу проведения эксперимента данные виды удобрений способствовали сохранению содержания элементов питания на исходном уровне (до закладки опыта).

Таблица 4

Влияние удобрений на основе ОСВ на содержание основных элементов питания, мг/кг, в почве среднем за 3 года

№ п/п	Вариант опыта	Содержание основных элементов питания, мг/кг			
		$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	P_2O_5	K_2O
1	Контроль	6,8	12,4	204,4	100,3
2	Компост	14,5	15,9	236,7	119,0
3	ОСВ: опилки 1:1	15,0	16,5	247,2	113,3
4	ОСВ: опилки 1:2	14,1	15,6	239,2	109,3
5	ОСВ: опилки 1:3	12,0	14,6	220,2	106,3
6	ОСВ: торф 1:1	15,3	17,7	253,2	123,6
7	ОСВ: торф 1:2	14,2	16,7	242,7	116,7
8	ОСВ: торф 1:3	12,5	15,4	223,4	109,6
9	ОСВ: солома 1:1	13,4	16,3	242,0	123,9
10	ОСВ: солома 1:2	12,6	15,8	231,1	118,9
11	ОСВ: солома 1:3	11,9	14,7	220,2	113,1
$НСР_{05}$		0,7	0,7	0,7	1,6

Изучение содержания тяжелых металлов и мышьяка в почве под воздействием тестируемых удобрений на основе ОСВ показало, что во всех вариантах оно находилось на невысоком уровне и не превышало допустимых концентраций по СанПиН 1.2.3685-21. Тем не менее, очевидно, что содержание токсичных соединений в ОСВ даже в небольших количествах требует регулярного мониторинга удобренных им почв, учитывая концентрацию опасных для человека веществ.

Влияние удобрений на основе ОСВ на продуктивность звена севооборота относительно контроля показало, что она изменялась по вариантам опыта от 35,2 % до 67,6 % (табл. 5). Как по годам исследования, так и в среднем за три года большую продуктивность среди всех вариантов опыта обеспечивало использование удобрений, составленных из ОСВ и органических компонентов в соотношении 1:1. При этом наибольшая прибавка продуктивности (7,1 т корм. ед/га) относительно контроля была выявлена на вариантах опыта с внесением удобрения на основе ОСВ с торфом либо с опилками, а наименьшая прибавка (3,7 т корм. ед./га) – на варианте ОСВ с соломой в соотношении 1:3. Продуктивность звена

севооборота от применения компостированного ОСВ, полученного на станции очистки канализационных вод, была ниже (на 0,9-3,2 т корм. ед/га) подавляющего большинства вариантов опыта, где вносили удобрения в виде смесей свежего ОСВ с дополнительными органическими компонентами. Продуктивность звена севооборота на варианте с компостом оказалась близка к показателю продуктивности варианта ОСВ с соломой (1:3).

Таблица 5

Влияние удобрительных смесей на продуктивность звена полевого севооборота

№ п/п	Варианты опыта	Продуктивность звена севооборота, т корм.ед/га	Прибавка к контролю		Прибавка к компосту	
			т/га	%	т/га	%
1	Контроль	10,5	-	-	-	-
2	Компост	14,4	3,9	37,1	-	-
3	ОСВ: опилки 1:1	17,6	7,1	67,6	3,2	18,2
4	ОСВ: опилки 1:2	16,7	6,2	59,0	2,3	13,8
5	ОСВ: опилки 1:3	15,4	4,9	46,7	1,0	6,5
6	ОСВ: торф 1:1	17,6	7,1	67,6	3,2	18,2
7	ОСВ: торф 1:2	16,3	5,8	55,2	1,9	11,7
8	ОСВ: торф 1:3	15,3	4,8	45,7	0,9	5,9
9	ОСВ: солома 1:1	16,9	6,4	61,0	2,5	14,8
10	ОСВ: солома 1:2	15,9	5,4	51,4	1,5	9,4
11	ОСВ: солома 1:3	14,2	3,7	35,2	-0,2	-1,4
$НСР_{05}$		0,9	-	-	-	-

Результаты анализа зерна озимой ржи и ярового ячменя подтверждали, что внесение ОСВ в почву в объеме, предусмотренном рамками настоящего опыта, не приводило к избыточному накоплению тяжелых металлов. Однако отмечена прямая зависимость (r = 0,82-0,99) между количеством внесенного в почву ОСВ и содержанием тяжелых металлов и мышьяка в полученной продукции. Меньшее содержание осадка (ОСВ: опилки – 1:3) в удобрении способствовало уменьшению в зерне содержания токсичных элементов относительно варианта удобрения ОСВ с опилками 1:1. Так, мышьяка было меньше на 14,3 %, меди – на 35,7 %, цинка – на 32,1 %, свинца – на 47,1%, кадмия – на 33,3 %, кобальта – на 33,9 %. Подобную тенденцию наблюдали и

при использовании в качестве удобрения смесей ОСВ с торфом и соломой. Отметим, что компост ввиду своей длительной заготовки на станции очистки содержал меньшее количество тяжелых металлов по сравнению со свежим ОСВ, что в конечном итоге и отразилось на показателях зерновой продукции.

Заключение

Исследование показало, что уровень плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы можно регулировать путем внесения весной под глубокую обработку почвы органических удобрений, подготовленных нетрадиционным способом из осадка сточных вод и дополнительных углеродсодержащих компонентов (торфа, опилок, соломы) в соотношении 1:1. Доза ОСВ 30 т/га способствовала воспроизводству плодородия изучаемой почвы, не снижая ее основные характеристики (органическое вещество и элементы питания) и повышая урожайность культур звена севооборота без риска превышения допустимых уровней содержания токсичных элементов, при этом не уступая действию готового компоста.

Список литературы

1. Анциферова Е.Ю. Эколого-агрохимическая оценка осадков сточных вод, используемых в качестве удобрения: автореф. дис. … канд. биол. наук / Е.Ю. Анциферова. – М.: МГК, 2003. – 23 с.

2. Байбеков Р.Ф. Изучение удобрений на основе осадков сточных вод / Р.Ф. Байбеков Г.Е. Мерзлая, О.А. Власова, А.Н. Налиухин // Агрохимический вестник. – 2013. – № 6. – С. 28-30.

3. Барановский И.Н. Осадок сточных вод в земледелии Нечерноземной зоны / И.Н. Барановский, Д.П. Гладких // Монография. – Изд. ТГСХА «Агросфера», 2007. – 96 с.

4. Васбиева М.Т. Изменение показателей плодородия дерново-подзолистой почвы и содержания в ней тяжелых металлов в результате

длительного применения осадков сточных вод / М.Т. Васбиева, А.И Косолапова // Почвоведение. – 2015. – № 5. – С. 580–586.

5. Васенев И.И. Агроэкологическая оценка характерных для Калужской области старопахотных легких дерново-подзолистых почв после неоднократного применения свежих и обезвоженных осадков сточных вод / И.И. Васенев, Н.К. Сюняев, Б. Бадарч // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №10. – С. 12-16.

6. Жигарева Ю.В. Оценка эффективности применения осадков сточных вод при возделывании картофеля / Ю.В. Жигарева // Ежеквартальный рецензируемый, реферируемый научный журнал «Вестник АГУ». – 2018. – №1 (216). – С. 117-122.

7. Касатиков В.А. К вопросу о мелиоративном влиянии систематического применения осадка городских сточных вод на агроэкологические свойства слабоокультуренной дерново-подзолистой почвы / В.А. Касатиков, Т.Ю. Анисимова, Н.П. Шабардина // Мелиорация. – 2018. – №3 (85). – С. 78-84.

8. Мерзлая Г.Е. Трансформация токсичных осадков сточных вод в экологически безопасные удобрения / Г.Е. Мерзлая, Р.А. Афанасьев // Химическая безопасность. – 2018. – Том 2, № 1. – С. 180-190.

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 04.09.2022 г.

УДК 631.4

ДИНАМИКА РЕАКЦИИ СРЕДЫ ПАХОТНЫХ ПОЧВ И ПРОБЛЕМЫ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОЛЯХ

Анциферова О.А., доктор сельскохозяйственных наук, доцент,

Чен П.А.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия

Основным агрохимическим фактором, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур в условиях гумидного климата Калининградской области, является кислотность осушенных почв. По данным ФГБУ «ЦАС «Калининградский» в среднем с одного гектара пашни в области вымывается 500-600 кг кальция в пересчете на $CaCO_3$. Для компенсации этих потерь необходимо вносить ежегодно по области около 180 тыс. т известковых материалов [1]. Кроме этого, требуется известкование кислых почв по расчетным дозам.

За советский период было достигнуто максимальное снижение доли кислых почв на сельскохозяйственных угодьях за счет систематического известкования. Однако с распадом СССР ситуация резко ухудшилась. Если за 1986-1990 гг. было внесено 539,4 тыс. т известковых материалов, то в период 1996-2000 гг. химическая мелиорация практически прекратилась. С 2005 г. известкование почв возобновилось согласно принятой на региональном уровне целевой программе «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Калининградской области на 2006-2010 годы» (Закон Калининградской области от 07.12.2005 N 697). Однако темпы и объемы известкования

© Анциферова О.А., Чен П.А., 2022

остаются крайне низкими в сравнении с требующимися для устранения кислотности почв.

К настоящему времени 41 % почв сельскохозяйственных угодий области требует известкования (pH_{KCl} менее 5,5 в слое 0-20 см) [2]. Лидерами по площадям кислых почв являются Багратионовский и Зеленоградский муниципальные округа, расположенные в пределах Самбийской и Вармийской холмисто-моренных гряд и возвышенностей. В этих районах много почв легкого гранулометрического состава, которые подкисляются наибольшими темпами в климатических условиях региона (0,03-0,05 ед. pH в год) [2, с. 57].

Вместе с тем основными культурами в составе посевных площадей Калининградской области являются пшеница, рапс, кукуруза, кормовые злаково-бобовые травы, которые требовательны к уровню реакции среды в пахотном горизонте и предпочитают близкие к нейтральным и нейтральные почвы для получения высоких урожаев.

Целью исследования явилось установление скорости подкисления почв и эффективности известкования на участке многолетнего мониторинга в условиях производственного поля в Зеленоградском муниципальном округе Калининградской области.

Объекты и методы исследований

Исследование проведено в 2017-2021 гг. на пахотном угодье, почвенно-геоморфологические условия которого являются типичными для агроландшафтов Самбийской равнины. На вершинах и склонах холмов расположены окультуренные, в основном глееватые буроземы супесчаного и легкосуглинистого состава, сформировавшиеся на глубоко выщелоченных моренных валунных отложениях [3]. Понижения заняты дерново-глеевыми суглинистыми почвами на слоистых породах сложного генезиса (делювиальные, озерно-ледниковые, моренные). Все оглеенные почвы на поле осушаются сетью закрытого гончарного дренажа.

Для изучения направления и скорости изменения реакции среды в пахотном горизонте (0-20 см) был проведен ретроспективный анализ данных государственного агрохимического обследования (1992, 1997, 2008, 2015 гг.) и авторские обследования (2017, 2021 гг.) [4].

Свойства почв определяли по следующим методикам: pH_{KCL} - потенциометрически; обменная кислотность и подвижный алюминий титриметрическим методом по Соколову; гидролитическая кислотность – по Каппену [5]. Средневзвешенные значения агрохимических показателей рассчитывали по формуле, принятой в системе ЦАС [6].

Результаты и обсуждение

Изученное поле включает 16 индивидуальных агрохимических контуров площадью от 5 до 11 га. Общая площадь обследования составила 126 га. Последнее в XX в. известкование было проведено в 1988 г., когда поле входило в состав совхоза «Перелесский». Затем несколько раз сменился землепользователь, однако угодье оставалось пашней. С начала XXI в. севооборот заменился чередованием экономически выгодных культур (в основном озимая пшеница и озимый рапс). Система удобрения полностью стала минеральной. Основным удобрением выступает аммонийная селитра (NH_4NO_3), под рапс вносили также сульфат аммония $(NH_4)_2SO_4$. Длительное применение этих удобрений способно привести к подкислению почв в условиях невысокого содержания гумуса (2,0-2,4 %) в преобладающих на поле буроземах и низкой емкости катионного обмена вследствие легкого гранулометрического состава.

В результате анализа динамики pH_{KCl} (по материалам ЦАС) было выявлено значительное подкисление почв за 23 года (табл. 1). Скорость снижения средневзвешенного pH_{KCl} была максимальной при переходе от близкого к нейтральному (1992 г.) к слабокислому значению (1997 г.). Она составила -0,5 ед. pH, то есть в среднем на -0,1 ед. pH за год. В дальнейшем скорость подкисления значительно замедлилась и составляла -0,3 ед. pH за 11

лет (с 1997 по 2008) и -0,1 ед. pH за 7 последующих лет (2008-2015 г.). Таким образом, к 2015 г. средневзвешенный показатель pH находился в интервале среднекислых значений.

Таблица 1

Динамика pH_{KCl} в пахотном горизонте пахотных почв с 1992 по 2015 гг. (по данным обследования ЦАС)

Показатели	Туры мониторинга			
	1992	1997	2008	2015
Средневзвешенное значение pH_{KCl} на поле	5,6	5,1	4,9	4,8
Разброс значений pH_{KCl} по индивидуальным контурам	4,6 – 6,4	4,4 – 6,1	4,5 – 5,5	4,5 – 5,4

Пространственной особенностью является неоднородность распределения значений pH_{KCl} в пределах поля. Максимальный разброс по отдельным контурам наблюдался в 1997 г. (от сильнокислых до нейтральных значений). Холмистый рельеф, преобладание склоновых поверхностей различной крутизны, наличие геохимических барьеров способствуют интенсивному перераспределению вносимых удобрений и химических мелиорантов.

Одним из недостатков схемы агрохимического обследования является разбивка контуров на местности в форме геометрических фигур с прямыми сторонами. Поэтому каждый контур включает не один, а несколько почвенных ареалов. Реальные почвенные контура имеют естественные, как правило, извилистые границы. Решая задачу максимального приближения агрохимического отбора проб к границам почвенных контуров в 2017 г., нами проведено авторское обследование (табл. 2).

Таблица 2

Агрохимическое состояние почв в 2017 г.

pH_{KCl}	Обменный Al^{3+} мг/100 г	Обменные Ca^{2+}, Mg^{2+} мг-экв	Гумус, %	Подвижные формы мг/кг	
				P_2O_5	K_2O
Вершины холмов. Буроземы неоглеенные и глееватые					
4,5 (4,4–4,6)	1,2 (0,63–1,98)	6,3 (6,0–6,6)	2,2 (1,9–2,48)	115,3 (81,0–177,0)	164,7 (150,0–185,0)
Склоны. Буроземы глееватые					
4,5 (4,3–4,6)	1,7 (0,99–3,24)	7,8 (6,6–9,8)	2,4 (2,22–2,53)	137,0 (69,0–243,0)	167,2 (132,0–185,0)
Понижения. Дерново-глеевые почвы					
4,7 (4,6–5,0)	1,1 (0,63–1,89)	14,1 (12,4–16,1)	5,8 (2,73–7,79)	226,2 (100,0–531,0)	181,6 (155,0–247,0)

Все почвы были разбиты на три группы в зависимости от положения в рельефе. Таким образом, был учтен геохимический фактор в условиях холмистого рельефа поля. Результаты обследования показали, что средневзвешенный показатель pH_{KCl} составляет 4,6, а наиболее кислые почвы приурочены к вершинам холмов и склонам, то есть элювиальным и трансэлювиальным геохимическим позициям, в которых интенсивно развивается выщелачивание. Таким образом, по сравнению с 2015 г. было выявлено увеличение кислотности пахотного горизонта на поле. Абсолютный разброс значений pH_{KCl} составил 4,3-5,0. Отсутствовали контура со слабокислой реакцией среды (5,1-5,5). Все почвы на поле в сильной степени нуждались в известковании.

Анализ природы кислотности позволил установить содержание в почвах обменного алюминия, наиболее токсичного для сельскохозяйственных культур. Обменный водород преобладал над алюминием в 14,3 % случаев, алюминий над водородом в 71,4 %, равное содержание ионов наблюдалось в 14,3 %. Следовательно, природа

кислотности связана в основном с обменным алюминием [4]. Однако уровень содержания Al^{3+} не превышал 2 мг на 100 г. На поле был выявлен ареал супесчано-песчаного глееватого эродированного бурозема, отличающийся высоким содержанием обменного Al^{3+} (3,24 мг на 100 г.). При учете продуктивности озимой пшеницы именно на этой почве обнаружено снижение всех показателей структуры урожая на 63 % по сравнению со средней по склонам и вершинам. Высокие коэффициенты корреляции подтвердили, что из ионов, обуславливающих кислотность почв, лимитирует урожайность именно Al^{3+} (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между уровнем pH, обменным алюминием и показателями продуктивности озимой пшеницы

Показатели	Масса зерна, т/га	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число колосков в колосе, шт.	Количество зерен, шт.
pH_{KCl}	0,34	0,51	0,59	0,58	0,52
Обменный Al^{3+}	-0,77	-0,75	-0,87	-0,83	-0,83

По итогам исследования в сельскохозяйственное предприятие было направлены рекомендации по известкованию для нейтрализации почвенной кислотности. Дозы извести варьировали от 6 до 11 т/га на разных контурах, в среднем 8 т/га (расчет по полной гидролитической кислотности). В 2020 г. почвы были произвесткованы. В качестве мелиоранта использован известняк «Факсе». Однако по экономическим соображениям и, исходя из того, что гранулометрический состав почв легкий, доза извести была уменьшена до 3,6 т/га. В 2021 г. нами было вновь проведено авторское обследование для выяснения сдвига pH в первый год после известкования (табл. 4). Средневзвешенное значение pH_{KCl} составило 5,1. Следовательно, общий сдвиг pH от известкования неполной дозой извести по сравнению с 2017 г.

составил +0,6 ед., что недостаточно для нейтрализации кислотности и доведения уровня pH до нормативного значения 5,5.

Таблица 4

Эффективность известкования почв неполной дозой извести

Показатели	Элемент рельефа и почвы		
	Вершины холмов. Буроземы неоглеенные и глееватые	Склоны. Буроземы глееватые	Понижения. Дерново-глеевые почвы
Средний pH_{KCl} (ед.) в 2021 г.	5,1	5,1	4,8
Сдвиг по сравнению с 2017 г. (ед. pH)	+0,6	+0,6	+0,1
Разброс pH_{KCl} по контурам	4,6 – 5,9	4,8 – 5,4	4,6 – 5,1

В целом по полю сдвиг pH после известкования примерно соответствовал региональным нормативам для легко- и среднесуглинистых почв при исходной среднекислой реакции среды [1, с. 297].

Однако на поле сохранилась (и даже усилилась) пестрота по уровню pH между почвенными контурами. Причинами этого являются:

1) исходная неоднородность, выявленная как в 2015, так и в 2017 гг.;

2) неравномерность распределения мелиоранта по полю и неблагоприятные почвенно-гидрологические условия: известкование было проведено 1 ноября, когда часть дерново-глеевых почв в понижениях находилась в состоянии сильного переувлажнения; это повлекло невозможность захода техники для химической мелиорации данных контуров, следовательно, они остались кислыми или были произвесткованы только по периферии.

Для устранения пестроты значений pH на поле рекомендуется применять дифференцированное внесение извести строго по агрохимической

картограмме. Расчетные дозы по полной гидролитической кислотности для контуров с кислыми почвами варьируют от 4 до 10 т/га.

Заключение

На основании ретроспективного анализа динамики средневзвешенного уровня pH установлено, что наибольшая скорость подкисления почв наблюдается спустя 5-10 лет после известкования в условиях полевого севооборота с минеральной системой удобрения. Спустя 20 лет после прекращения известкования почвы переходят в категорию кислых, сильно нуждающихся в известковании.

Проблемой известкования на производственных полях является стремление снизить расчетную дозу извести по экономическим соображениям. Исследование показало, что нецелесообразно уменьшать полную дозу извести на кислых почвах супесчаного и легкосуглинистого гранулометрического состава в условиях западной части Калининградской области.

Известкование неполной дозой поздней осенью в условиях холмистого рельефа является малоэффективным, так как не достигается нейтрализация кислотности до нормативного уровня, а часть переувлажненных почв недоступна для захода техники.

Требуется дифференцированное известкование в зависимости от конкретного уровня pH на почвенном контуре. Это позволит значительно уменьшить пестроту и выровнять агрохимический фон полей, снизить риски снижения урожайности от кислотности.

Список литературы

1. Удобрение, технологии и урожай. Справочник агронома по химизации земледелия / В.И. Панасин, Л.М. Григорович, Т.А. Шогенов и др. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2018. – 315 с.

2. Панасин В.И., Депутатов К.В., Вихман М.И. Почвы Калининградской области и их агрохимические свойства. Калининград: Изд-во БФУ им. Канта, 2020. – 240 с.

3. Анциферова О.А. Гидрологический режим буроземов в агроландшафтах Самбийской равнины (Калининградская область) // Почвоведение, 2022. №6. С. 713-727. DOI: 10.31857/S0032180X22060028.

4. Анциферова О.А., Самарина Е.Д. Продуктивность озимой пшеницы на фоне лимитирующих почвенных факторов // Известия КГТУ. – 2018. – № 49. – С.172-183.

5. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. – Москва: Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.

6. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / Под ред. Л.М. Державина, Д.С. Булгакова. – Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 631.62: 631.51:433

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ АГРОМЕЛИОРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ НА АГРОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОСУШАЕМОЙ ПОЧВЫ ПОД МНОГОЛЕТНИМИ ТРАВАМИ

Митрофанов Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук,
Гуляев М.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Казьмин А.Е.
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

На осушаемых землях, прежде всего с недостаточно отрегулированным водным режимом, особое место в оптимизации почвенных условий отводится агромелиоративным приемам (АП) обработки почвы, являющихся неотъемлемой частью проектов мелиорации и важнейшим дополнением к инженерным водорегулирующим системам [1,2]. По характеру влияния на водный режим агромелиоративные приемы подразделяются на 2 основные группы: приемы, направленные на усиление поверхностного и внутрипочвенного стока по пахотному слою почвы и приемы, направленные на усиление внутрипочвенного стока по пахотному и подпахотному слоям почвы, на увеличение ее водовместимости и водопроницаемости, улучшение работы дренажа [3,4,5]. Из второй группы важная роль в регулировании водно-воздушного режима осушаемых почв с низкой водопропускной способностью принадлежит глубокому мелиоративному рыхлению и щелеванию почвы на глубину до 50-60 см. С целью повышения эффективности и длительности действия агромелиоративных приемов была разработана технология объемного щелевания, предусматривающего формирование широких щелей (16 см) на глубину 45-50 см с заполнением

© Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Казьмин А.Е., 2022

подпахотной части (30-50 см) измельченной соломой, растительными остатками и гумусовым слоем.

Цель данной работы – дать оценку влияния мелиоративного рыхления и объемного щелевания на агрофизическое состояние почвы в пахотном слое под многолетними травами на 6-7-й годы их действия.

Материалы и методы исследований

Опыты по оценке влияния мелиоративного рыхления и объемного щелевания почвы на урожайность полевых культур и агрофизические свойства почвы проводились на агрополигоне Губина Всероссийского НИИ мелиорированных земель с разными мелиоративными системами, расположенном на агрополигоне Губино в Тверской области. Технология объемного щелевания в опытах предусматривает формирование широких щелей (16 см) на глубину 45-50 см, заполнение подпахотной ее части измельченной соломой, растительными остатками и гумусовым слоем (или специальным водопроницаемым материалом). Щелевание осуществляется специально разработанным орудием, представляющим собой щелерез с механизмами для подачи растительных остатков и измельченной соломы зерновых культур в подпахотный слой почвы (Патенты: № 132302 "Устройство для объемного щелевания с одновременным заполнением щели соломой" от 20.09.2013 г.; №153090 от 08.06.2015 г. "Агрегат для объемного щелевания с одновременным заполнением щели соломой"). Мелиоративное полосное рыхление на глубину 50-60 см проводилось переоборудованным для этих целей чизельным плугом ПЧ-2,5. Шаг щелевания и рыхления140 см.

Исследования проводились на зерновых культурах, рапсе яровом и многолетних травах в прямом действии и последействии на 2-7-й годы после проведения АП (2015-2021гг.). В год закладки опытов на варианте с щелеванием технологические операции проводились в следующей последовательности: дискование на 6-8 см – объемное щелевание на глубину 45-50 см – дискование в 2 следа на 10-12 см (в направлении щелевания). Для

исключения уплотнения и разрушения щелей колесами движение трактора при дисковании осуществлялось по следам, оставленным трактором при проведении щелевания. В последующие годы основная обработка почвы на всех вариантах опыта состояла из вспашки на глубину 20-22 см. Полевой опыт был заложен на участке, осушаемом закрытым гончарным дренажем: с расчетными междренными расстояниями 18 м и с расширенными до 28 м (разреженный), глубина заложения дрен 0,9-1,2 м. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая с атмосферным типом водного питания. Перед закладкой опыта основные показатели агрохимических свойств почвы пахотного слоя были следующими: $pH_{кс е}$ 5,27-5,56, содержание гумуса 3,07-4,42%, подвижных форм фосфора – 22,0-25,1, калия – 10,9-12,1 мг на 100 г почвы. Повторность опыта 3-4-кратная, учетная площадь делянок 80-100 м². Учет урожая зерновых культур проводили сноповым и комбайновым способами с пересчетом на стандартную (14%) влажность зерна. Достоверность прибавок урожая определяли методом дисперсионного анализа [6].

Результаты исследований

Исследования проводились в полевом севообороте на многолетних травах 1 и 2 годов пользования. Установлено, что параметры мелиоративных систем дренажа и изучаемые приемы агромелиоративной обработки являются важными факторами, оказывающими влияние на агрофизическое состояние почвы. Мелиоративное рыхление и объемное щелевание почвы сохраняли свое влияние на агрофизическое состояние почвы на 6-й и 7-й годы после их проведения. Режим увлажнения почвы на многолетних травах формировался под влиянием, как плотности дренажа, так и приемов обработки почвы.

Наиболее значительные различия во влажности почвы между вариантами опыта формировались под влиянием дренажа. В среднем за 2 года влажность почвы за вегетацию, в процентах от наименьшей влагоемкости, по вариантам обработки на расчетном дренаже составила 52,3-55,0 %, на разреженном – 60,4-65,4%. Во влажном 2020 году эти показатели

составили соответственно 62,3-63,8 и 68,8-71,9%, в засушливом 2021 году – 43,1-46,1 и 52,0-56,1%. В наиболее засушливые периоды влажность понижалась до низких значений – до 30,1-34,2% от НВ на расчетном дренаже и до 31,9-51,1% – на разреженном. На расчетном дренаже АП способствовали некоторому повышению влажности почвы и ее снижению – на разреженном, прежде всего на варианте с мелиоративным рыхлением.

По средним данным за двухлетнюю вегетацию трав АП на разреженном дренаже понизили влажность почвы на 1,9-5,0% во влажном году и на 1,9-4,1% – в засушливом. На вариантах с обработкой лучшие параметры увлажнения почвы были на варианте с щелеванием. Приемы обработки сглаживали различия во влажности почвы между вариантами дренажа. На варианте с мелиоративным рыхлением различие во влажности почвы между вариантами дренажа, в среднем за 2 года составило 5,4%, с щелеванием – 9,7, на контроле – 13,1%. Приемы обработки почвы существенно различались по влиянию на динамику влажности почвы в период вегетации трав. В первой половине вегетации более влажные условия наблюдались на варианте с мелиоративным рыхлением на обоих вариантах дренажа, что указывает на влагонакопительную роль этого приема (рис.).

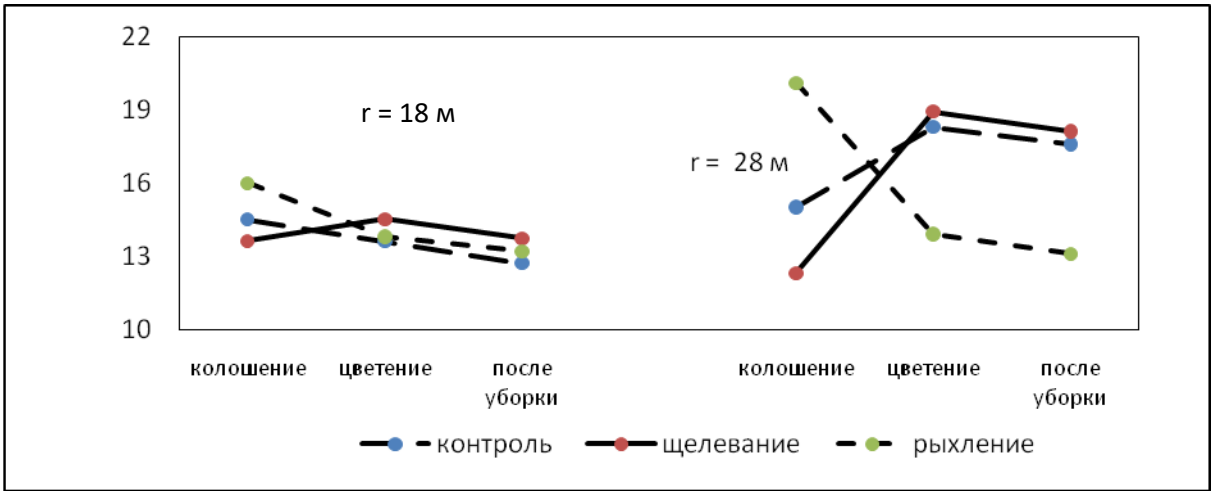


Рис. Динамика влажности почвы в слое 0-20 см в зависимости от плотности дренажа и приемов обработки почвы (r – расстояние между дренами; влажность почвы в среднем за 2 года, в % от массы абсолютно сухой почвы)

Наиболее «сухие» условия в этот период были на варианте с щелеванием. Во второй половине вегетации, наоборот, более высокая влажность почвы в пахотном слое была на варианте с щелеванием. Такая зависимость наблюдалась в обоих годах. В среднем за 2 года в фазу колошения влажность почвы в пахотном слое в варианте опыта с мелиоративным рыхлением составила с расчетным дренажем 16,6% от массы почвы, с разреженным – 20,1, на контроле 14,5 и 15,0, а на варианте с щелеванием – 13,6 и 12,3% соответственно. В фазу цветения трав различия между вариантами существенно изменились. Наиболее низкая влажность почвы была на варианте с мелиоративным рыхлением – 13,8 и 13,9 % (по системам дренажа), 13,6 и 18,3% – на контроле и 14,8 и 18,9 – на варианте с щелеванием. В подпахотном слое динамика влажности почвы в зависимости от дренажа и приемов обработки почвы была аналогичной пахотному слою.

Для оценки влияния дренажных систем и АП на плотность сложения почвы были использованы показатели ее объемной массы и общей пористости. Как показали наблюдения, плотность сложения почвы и общая пористость изменялись в зависимости от сроков использования травостоя, междренного расстояния мелиоративных систем и под воздействием агромелиоративных приемов обработки почвы. Более высокая плотность почвы была на травах 2 г.п. В среднем по 2-м системам дренажа на травах 1 г.п. плотность почвы в пахотном слое составляла 1,34-1,41 г/см^3, 2 г.п. – 1,39-1,46 г/см^3 (табл.1).

Таблица 1

Влияние объемного щелевания и мелиоративного рыхления на плотность почвы под многолетними травами, г/см^3

Вариант	Меж-дренное расстояние, м	Слой почвы, см					
		0-20			20-40		
		2020	2021	Среднее	2020	2021	Среднее
Вспашка на 20-22см – контроль	18	1,38	1,44	1,41	1,47	1,53	1,50
	28	1,44	1,49	1,46	1,48	1,53	1,50
	Среднее	1,41	1,46	1,43	1,48	1,53	1,50
Объемное щелевание на 45-50 см	18	1,33	1,38	1,35	1,44	1,50	1,47
	28	1,37	1,42	1,39	1,45	1 ,51	1,48
	Среднее	1,35	1,40	1,37	1,45	1,51	1,48
Мелиоративное рыхление на 50-60см	18	1,32	1,37	1,35	1,43	1,49	1,46
	28	1,36	1,41	1,38	1,44	1,50	1,47
	Среднее	1,34	1,39	1,36	1,44	1,50	1,47

Приемы обработки почвы оказали на плотность сложения почвы заметное и практически равное влияние. В среднем за 2 года рыхление и щелевание снижали плотность сложения почвы на 0,06-0,07 г/см^3. На разреженном дренаже плотность почвы была выше, чем на расчетном, на 0,03-0,04 г/см^3. В слое 20-40 см положительное действие приемов обработки почвы на снижение плотности сложения было существенно слабее (0,02-0,03 г/см^3). Влияния дренажа на плотность сложения почвы в подпахотном слое не наблюдалось, на травах второго года пользования, по сравнению с первым, она увеличивалась на 0,05-0,06 г/см^3 и составляла в среднем 1,50-1.53 г/см^3. Общая пористость почвы в пахотном слое на вариантах с агромелиоративной обработкой, в среднем за 2 года по вариантам дренажа, составила 48,1-48,4 % или на 2,3-2,6% больше, чем на контроле. На расчетном дренаже она составляла 47,0-49,2%, на разреженном – 44,6-47,7%.

Влияние плотности расположения дрен и АП на состояние водно-воздушного режима оценивалось по пористости аэрации и коэффициенту аэрации (Каэр), характеризующего соотношение в почве воды и воздуха. Более высокая пористость аэрации почвы в пахотном слое была на расчетном дренаже в 2020 году – 25,0-27,2%, в среднем за вегетацию по вариантам обработки почвы, в 2021 году – 27,5-31,0 %. На разреженном дренаже эти показатели были существенно меньше – 16,5-23,4 и 20,8-25,4 % или на 3,8-8,1 и 4,1-7,6% ниже, чем на расчетном. Приемы обработки устойчиво повышали, по сравнению с контролем, пористость аэрации почвы в пахотном слое: на разреженном дренаже – в избыточно-влажном 2020 году на 4,7 и 6,5%, в среднем за вегетацию, в засушливом 2021 году – на 4,6 и 2,6%. В 2021 году наиболее значительное повышение пористости аэрации наблюдалось на варианте с объемным щелеванием почвы в среднем за вегетацию и по системам дренажа – на 3,6% с 24,6 до 28,3%; на варианте с мелиоративным рыхлением – на 0,8%.

Анализ соотношения в почве воды и воздуха по коэффициенту аэрации показал, что на соотношение в почве воды и воздуха большое влияние оказывают мелиоративные системы, приемы обработки почвы и метеоусловия вегетационного периода. Соотношение в почве воды и воздуха в основные фазы вегетации трав свидетельствовало о недостаточном увлажнении почвы для трав и излишней аэрации пахотного слоя. Вариант с разреженным дренажем характеризовался более низким соотношением воды и воздуха (табл. 2). В среднем по вариантам опыта за 2 года на расчетном дренаже по периодам вегетации на единицу объема воды в почве приходилось 1,36-1,83 единиц объема воздуха (1,57 в среднем по 3-м определениям), на разреженном – 0,91-1,13 (1,04).

Таблица 2

Влияние приемов основной обработки почвы на Каэр
в слое 0-20см под многолетними травами

Вариант	Фаза развития трав											
	Колошение			Цветение			После 1 укоса			Среднее по 3 определениям		
	Междренное расстояние, м											
	18	28	Ср.	18	28	Ср.	18	28	Ср.	18	28	Ср.
2020 г.												
Контроль	1,36	1,08	1,22	1,15	0,51	0,83	0,93	0,39	0,66	1,15	0,66	0,86
Объемное щелевание на 45-50 см	1,71	1,79	1,75	1,20	0,64	0,92	0,98	0,52	0,75	1,30	0,98	1,14
Мелиоративное рыхление на 55-60 см	1,36	0,80	1,08	1,32	1,17	1,25	1,07	0,96	1,02	1,25	0,98	1,06
Среднее по вар. обработки	1,48	1,23	1,35	1,22	0,74	0,98	0,99	0,62	0,80	1,23	0,87	1,05
2021 г.												
Контроль	1,13	0,91	1,02	1,74	0,78	1,17	2,91	1,23	1,84	1,77	0,97	1,34
Объемное щелевание на 45-50 см	1,50	1,62	1,56	1,80	0,91	1,29	2,82	1,40	1,96	2,04	1,31	1,60
Мелиоративное рыхление на 55-60 см	1,13	0,56	0,81	1,99	1,80	1,89	2,27	2,01	2,15	1,80	1,46	1,62
Среднее по вар. обработки	1,25	1,03	1,14	1,84	1,16	1,50	2,66	1,55	2,10	1,87	1,25	1,56

Приемы обработки почвы также оказывали существенное влияние на соотношение в почве воды и воздуха. В первой половине вегетации преимущество было за щелеванием, во второй – за мелиоративным рыхлением. В среднем за вегетацию (по вариантам дренажа) Каэр на контроле составил 1,12, на вариантах с щелеванием и мелиоративным рыхлением – 1,37. Наиболее существенное влияние на Каэр приемы обработки оказывали на разреженном дренаже, параметры этого критерия под влиянием приемов обработки увеличивались на 0,35 и 0,49, на расчетном – на 0,15-0,27. Большое влияние на соотношение в почве воды и воздуха оказывали метеоусловия вегетационного периода, количество осадков, их

распределение по фазам развития растений, температурный режим и др. В 2020 году (избыточно влажном) Каэр по вариантам опыта составлял 1,15-1,30 на расчетном дренаже и 0,63-0,98 – на разреженном, в засушливом 2021 году эти показатели были существенно другими и составляли, соответственно дренажным системам, – 1,77-2,04 и 0,97-1,46. В 2020 году в наиболее влажные периоды вегетации Каэр снижался до 0,39 на контроле и 0,52 на варианте с щелеванием.

Продуктивность многолетних трав (6-й год действия АП) в условиях избыточно влажного 2020 года) на разреженном дренаже была существенно ниже, чем на расчетном. Без АП на расчетном дренаже она составила 40,0 т/га зеленой массы, на разреженном – 32,5 или на 18,8% меньше. Применение АП ситуацию на разреженном дренаже существенно не изменило. На обоих вариантах дренажа положительное влияние АП на урожайность трав 1 г.п. было только на варианте с щелеванием – на уровне 5,0-7,1%. При этом следует учитывать, что продуктивность клевера, преобладающего в структуре травостоя 1 г.п. трав, формировалась, в значительной степени, под влиянием агроэкологических условий первого года его жизни – под покровом овса, в данном случае в условиях засушливой первой половины вегетации 2019 года (ГТК по Селянинову за май- июнь – 0,76). На варианте с разреженным дренажем, с более высоким в 2019 году уровнем урожайности овса, чем на расчетном, эти условия для клевера в первый год его жизни были существенно хуже и, прежде всего, на варианте с мелиоративным рыхлением. На травах второго года использования (7-й год действия АП), в условиях засушливого 2021 года, существенного влияния агромелиоративных приемов обработки почвы на их продуктивность не наблюдалось. В среднем за 2 года пользования травами различия в урожайности зеленой массы клеверотимофеечной смеси между вариантом с щелеванием почвы и контролем были несущественными.

Заключение

Таким образом, параметры дренажных систем, расстояние между дренами и АП обработки почвы являются важными факторами,

определяющими режим влажности и аэрации почвы, соотношение воды и воздуха в почве под многолетними травами. Многолетние травы обладают достаточно высокой пластичностью в отношении параметров водно-воздушного режима почвы. Высокая продуктивность трав была получена при широком диапазоне коэффициента аэрации почвы. Наиболее существенное влияние дренажа и АП на продуктивность трав, прежде всего клевера, наблюдается в первый год их использования. Из АП положительное влияние на продуктивность трав 1 г.п. оказало объемное щелевание почвы (на 6-й его действия).

Список литературы

1. Кирюшин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. – СПб.: ООО «Квадро», 2020. – 276 с.

2. Митрофанов Ю.И. Агрофизические основы повышения продуктивности осушаемых почв / Монография. Изд-во: LAP LambertAcademicPublishing, Германия. – 196 с. ISBN-13: 978-3-330-34489.

3. Рекомендации по выполнению агромелиоративных мероприятий на мелиорированных и автоморфных минеральных почвах связного гранулометрического состава. – Минск, 2010. – 50 с.

4. Применение агромелиоративных мероприятий на осушенных минеральных землях нечерноземной зоны РСФСР (технологический регламент), – М:, 1991, МСХ РСФСР.

5. Усовершенствованные агромелиоративные приемы обработки почвы, обеспечивающие регулирование водно-воздушного режима осушаемых почв. Методические рекомендации. – Тверь: Тверской печатник, 2012. – 25 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. – 416 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 12.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 631.61

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Меньшикова С.А., кандидат сельскохозяйственных наук.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова», Москва, Россия

Растущее население, а также необходимость импортозамещения ставят задачу максимально эффективного использования сельскохозяйственных территорий. Ранее мелиорированные земли представляют особую ценность. Проблематика сегодняшнего дня – это устаревшие мелиоративные системы, их высокий износ, смена форм собственности, бесхозяйственность, выращивание наиболее маржинальных культур без учёта районирования, зарастание сорной растительностью, заболачивание и другие деградационные процессы. Всё это приводит к непригодности почв Нечерноземной зоны и без того относящейся к зоне рискованного земледелия.

Повышение и поддержание почвенного плодородия являются одними из наиболее важных и сложных задач практической и теоретической агромелиоративной деятельности человека. Продуктивность биоценозов, в целом более широкое понятие, чем плодородие, охватывающее сложный комплекс условий и явлений, происходящих в окружающей среде.

Мелиорация, включающая в себя комплекс работ на долгосрочную перспективу, имеет недостатком длительный срок окупаемости, но

© Меньшикова С.А., 2022

важнейшей положительной стороной – принципиальное изменение почвообразовательного процесса в лучшую сторону.

Разделяя плодородие и продуктивность как качественную и количественную характеристики почвы, следует учитывать, что течение почвообразовательных процессов в естественных природных условиях и искусственно-созданных агроценозах происходит по-разному. В естественных условиях плодородие и продуктивность почв являются результатом саморегулируемых природных почвообразовательных процессов. Причем на продуктивных по количеству формирующейся биомассы территориях могут формироваться почвы с низким плодородием, например такие как подзолистые почвы под лесами.

В агробиоценозах, как правило, наблюдается обратная ситуация: их продуктивность характеризуется как высокая, при этом плодородие либо поддерживается на определенном уровне, либо идет сработка плодородного слоя. Кроме того, важной отличительной характеристикой агробиоценоза является необходимость постоянного поддержания и регулирования факторов, составляющих, как плодородие, так и поддерживающих продуктивность.

Природоподобные технологии, как современный вектор развития агромелиоративных практик, предполагают создание сбалансированных систем, основанных на понимании причинно-следственных природных связей и спроецированных в искусственную систему «природа-человек».

Потенциальную продуктивность агробиоценозов, как и их плодородие, будут совокупно определять природно-климатические факторы и проводимые агромелиоративные мероприятия. Получаемый урожай и технология его выращивания оказывают прямое влияние на почвенное плодородие агроценоза. Оставляя в почвах значительную массу органических веществ, культурные агробиоценозы участвуют и в формировании, и в поддержании почвенного плодородия. Растительные

остатки, такие как пожнивные остатки и корни сельскохозяйственных растений, вовлекаются в почвообразовательные процессы. Причем корни растений преобладают: у пшеницы – 85%, гороха и кукурузы – 90%, трав – до 93%. По характеру поступления и по объему годичного опада высокопродуктивные агроценозы приближаются к биоценозам луговой степи. Кроме растительных остатков, важным источником образования гумуса являются корневые выделения. Это не позволяет рассматривать агроценозы только в качестве потребителей почвенного плодородия [1].

Стремление агробиоценоза к равновесию влечет к определённому сопротивлению естественных почвенных процессов окультуриванию. Со временем в почве возникают новые процессы, направленные устранить противоречие почвенных свойств и возделываемых культурных растений. В результате сельскохозяйственной деятельности человека формируется агрогенная почва (система), очень хрупкая и требующая постоянного поддержания. Система мелиоративных мероприятий и агротехнических приемов должна быть направлена на приведение почвенных свойств в соответствие с экологией культурной растительности.

Системы земледелия неравноценны по воздействию на почву и итоговую продуктивность. Практикой земледелия отмечается разное плодородие почв, формирующееся в пропашных и травопольных севооборотах, на поливных и богарных землях. Изменения структуры севооборота и состава культур приводят к новым изменениям в почвообразовательных процессах, сложно поддающимся оценке. При этом различия отношений землепользователей к системе земледелия в рамках одной взаимосвязанной территории усложняют ситуацию. Обеспечение согласованности взаимодействия природных и антропогенных процессов возможно только при полноценном их понимании.

Поступление и вынос веществ в геосистеме происходят, главным образом, через потоки воды. Водообмен между почвенными растворами и

грунтовыми водами, приток поверхностных и подземных вод определяют связь между биологическим и геологическим круговоротами воды, химических элементов и биогенных веществ. Функционирование гидрогеохимических потоков оценивается составляющими водного и солевого балансов на региональном и локальном уровнях ландшафта. Выход веществ в почвенные растворы во многом зависит от биогеохимических процессов биологического круговорота. Сущность биологического круговорота заключается в том, что растения аккумулируют солнечную энергию в процессе фотосинтеза, поглощают питательные элементы из почвенного раствора, содержащего минеральные и органические вещества. В естественных условиях органические и минеральные вещества попадают в почву в результате отмирания биоты и ее последующего разложения. Некоторая часть веществ переходит в атмосферу, непрерывно циркулируя в биосфере по замкнутым и взаимосвязанным путям [2]. Для управления продуктивностью агроэкосистемы стоит задача разработки технологий целенаправленного закрепления или депонирования биофильных элементов в почве на локальном уровне в соединениях, доступных или потенциально доступных растениям [3].

Совокупность явлений в системе «грунтовые воды – зона аэрации – почва – растение – атмосфера» включает поступление влаги и её трансформацию за счет вертикального влагообмена. Общей для всех провинций Нечерноземной зоны как регионального, так и локального уровней является необходимость проведения в той или иной мере следующих мелиоративных мероприятий: ускорение поверхностного стока, понижение уровня грунтовых вод, повышение инфильтрационной способности почв, увлажнение в отдельные периоды вегетации растений и некоторые другие [4].

Контуры биогеохимических взаимосвязей могут быть определены ландшафтными катенами с дальнейшим переходом к локальным

морфологическим структурным единицам ландшафта, характеризующимся различными направлениями потоков веществ.

Катена дерново-подзолистых почв, наиболее распространенных в Нечерноземной зоне, представлена следующими почвенными разностями: дерново-подзолистая; дерново-подзолистая глубокооглеенная; дерново-подзолистая глеевая; дерново-подзолистая глееватая; дерново-глеевая. Такая высотная последовательность обусловлена гравитационным переносом веществ, формирующих почвенную разность. Для управления плодородием и продуктивностью необходимо детальное рассмотрение потоков веществ в рамках каждой морфологической структуры и почвенной разности.

Так, например, особенности выноса химических веществ из дерново-подзолистой суглинистой глубокооглеенной почвы инфильтрацией и возврат из грунтовых вод при их испарении выглядят следующим образом: в годовом цикле больше всего вымывается кальция – 89-106 кг/га. С капиллярным поднятием грунтовых вод возвращается (% от выноса) калия 15-14, марганца 13,6-9,3, цинка 13,6-7,7, кальция 7,5-5,2 и магния 7,1-4,7 [5].

Улучшение водно-воздушного и подбор рационального осушительно-увлажнительного режимов через комплекс последовательных мелиоративных работ включает нормирование водоотведения, обеспечение нормы осушения, оптимизацию оросительных и поливных норм, подпочвенного увлажнение и двустороннее регулирование. Соотношение инфильтрации и испарения грунтовых вод в дерново-подзолистой почве в природных условиях атмосферного увлажнения составляет значения в пределах 0,3-0,6 для среднезасушливых, 2,6-2,9 – для среднемноголетних и (3,5-6,7), (2,5-6,7) – для средневлажных условий, наименьшие значения соотношений – для среднезасушливых, а наибольшие – для средневлажных условий [5]. Реализация мелиоративных мероприятий меняет условия естественной влагообеспеченности и течения гидрофизических и гидрохимических

процессов. Следует отметить недостаточную изученность этих изменений для конкретных территорий гумидной зоны.

На этапе восстановления и введения в оборот ранее мелиорированных сельскохозяйственных территорий важную роль играют цифровые технологии, в частности моделирование, позволяющее спрогнозировать результаты воздействия на те или иные управляемые факторы почвенного плодородия. Передовое техническое оснащение – это дорогостоящие и долгосрочные мероприятия. Моделирование позволяет на этапе проектирования осуществлять проверку различных гипотез, решать широкий спектр технологических, экономических и экологических задач. Регулирование различных факторов жизнедеятельности растений оказывает тем более выраженное влияние на продуктивность, чем сложнее почвенно-климатические условия выращивания. Эффекты от управления отдельными факторами не просто слагаются, а усиливают друг друга, в результате чего совокупный эффект может значительно превосходить их сумму. Существуют современные модели сельскохозяйственных культур, агроценозов и агроэкосистем, способные отображать взаимодействие растений с окружающей средой и прогнозировать урожайность [6, 7].

Мелиоративные мероприятия направлены на минимизацию негативных процессов (засоление, закисление, накопление поллютантов, избыточное или недостаточное увлажнение, эрозия, опустынивание и др.) на фоне увеличения притока питательных веществ. Деградации почвенного покрова противостоит повышение продуцирования биологической массы и поступление в атмосферу кислорода, усиление связывания атмосферного углерода и процесс рекуперации углерода из атмосферы в почву, усиление буферной и поглотительной способности, увеличение биологической активности и санитарных функций, что в итоге отражается на плодородии, продуктивности и биосферных процессах. Для повышения плодородия деградированных почв необходимо стремиться к формированию мощной, глубоко проникающей

корневой системы в зоне распределения питательных элементов с доминированием дернового процесса, где хранилищем органогенных веществ является не почва, а биомасса. Необходимо формирование запаса питательных веществ в корнеобитаемой зоне. Их источником могут являться традиционные органические и минеральные удобрения, комплексные удобрения-мелиоранты искусственного происхождения, фитомелиоранты, а также отходы различных отраслей производства, прошедшие определенную подготовку. Формирование должно осуществляться с учетом потоков органогенных элементов, которые, в свою очередь, зависят от ряда факторов, таких как осадки, инсоляция и другие климатические характеристики, а также ландшафтные особенности территории. Резерв повышения продуктивности заключается в расширении физиологического потенциала живых организмов, как растительности, так и почвенной биоты совокупно с внедрением современных технологий в практику агропромышленного производства.

Список литературы

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Экология почв: Учебное пособие для студентов вузов. Часть 1 Земельный фонд и плодородие почв. Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 36 с.

2. Парфенова Н.И., Решеткина Н.М. Экологические принципы регулирования гидрогеохимического режима орошаемых земель. - СПб.: Гидрометеоиздат, 1995. – 359 с.

3. Меньшикова С.А., Максименко В.П. Интенсификация процесса депонирования органических соединений на деградированных и малопродуктивных землях Нечерноземной зоны // Мелиорация земель - неотъемлемая часть восстановления и развития АПК Нечерноземной зоны Российской Федерации. Материалы международной научно-практической конференции. - М.: ВНИИГиМ, 2019. – С. 555-560.

4. Муромцев Н.А., Семенова Н.А., Шуравилин А.В., Самброс Н.Б. Оценка гидрометеорологических условий центральной части гумидной зоны России и ее природно-мелиоративное районирование // Науки о Земле, 2011. – № 3-4. – С. 70-76.

5. Муромцев Н.А., Кучер Д.Е., Пивень Е.А., Семенов Н.А., Анисимов К.Б. Соотношение влаги и химических веществ при инфильтрации и испарении грунтовых вод в дерновоподзолистой суглинистой почве // Мелиорация и водное хозяйство, 2020. – № 1. – С. 22-27.

6. Добрачев Ю.П., Соколов А.Л. Модели роста и развития растений и задача повышения урожайности // Природообустройство, 2016. – № 3. – С. 90-96.

7. Шевченко В.А. с соавт. Агромелиоративные приемы восстановления плодородия деградированных и вышедших из оборота сельскохозяйственных земель и пастбищных территорий // Монография // Шевченко В.А., Дедова Э.Б., Шамсутдинов Н.З., Соловьев А.М., Бондарева Г.И., Мажайский Ю.А., Бородычев В.В., Пыленок П.И., Очиров В.В., Лытов М.Н., Ильинский А.В., Попова Н.П., Евграфов А.В., Меньшикова С.А., Харитонов С.И., Коломийцев Н.В., Корженевский Б.И., Матвеев А.В., Толкачев Г.Ю., Ильина Т.А., Шабанов Р.М., Дедов А.А., Кониева Г.Н., Манджиева Т.И., Евсенкин К.Н., Сельмен В.Н., Данчеев Д.В., Черникова О.В., Буряк С.М., Серегина Т.А., Лапушкин М.Ю., Шешенев Н.В., Ершова Г.И., Родькина В.Н., Маштыков К.В., Сельмен Е.В., Кульчев А.Ю. – М.: ВНИИГиМ, 2022. – 205 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 631.8

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ МЕЛИОРИРОВАННОЙ ПОЧВЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Шилова О.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.
ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия

Для получения стабильного высококачественного урожая полевых культур необходимо постепенное сокращение производственных затрат, возобновление природных ресурсов, формирование стойких агроэкосистем при минимальном загрязнении окружающей среды. Поэтому в настоящее время актуальными являются исследования устойчивости, биологической активности, миграции в агроэкосистемах экологически безопасных и высокоэффективных биологически активных соединений и продуктов их распада в естественных условиях.

К таким веществам можно отнести комплексоны и комплексонаты, успешно применяемые в различных областях сельскохозяйственного производства. По данным ряда исследователей среди комплексонов достаточно эффективными считаются этилендиаминдиянтарная кислота (ЭДДЯК), иминодиянтарная кислота (ИДЯК) и др.

При этом необходимо учитывать возможность использования тех комплексонатов, которые содержат жизненно важные минеральные элементы для живых организмов [1-6]. Для Тверской области одним из таких элементов является селен, количество которого в почвах, воде и продуктах питания ниже оптимального уровня. Следовательно, существует необходимость увеличения указанного элемента и его соединений в продуктах питания для населения.

© Шилова О.В., 2022

В связи с этим, для вероятного решения указанной проблемы было изучено влияние биологически активных селеносодержащих соединений на разных фонах питания как на свойства дерново-подзолистой почвы, так и на продуктивность картофеля.

Исследования проводили в 2022 году на экспериментальном участке кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования Тверской ГСХА в пределах агротехнологического полигона. Общая площадь опытного участка под картофелем – 1600 м^2, площадь одной делянки – 14 м^2. Повторность опыта трехкратная, расположение делянок рендомизированное.

Перед закладкой полевого опыта были отобраны почвенные образцы в целях определения гранулометрического состава пахотного слоя дерново-подзолистой почвы методом Н. А. Качинского. Наибольшим процентным содержанием обладала фракция мелкого песка, которая составила 66,50%. Процентное содержание фракции пыли средней оказалось наименьшим (1,97%).

Суммарное количество фракций физического песка составило 87,8%, физической глины – 12,2%.

Мощность пахотного горизонта почвы экспериментального участка составила 22 см, что типично для дерново-подзолистых почв. Реакция почвенного раствора среднекислая (pH 5,0), содержание гумуса 2,1%.

По количеству подвижного фосфора почва относится к высокообеспеченным (в среднем 187 мг/кг почвы), а по содержанию обменного калия – к среднеобеспеченным (в среднем 105 мг/кг почвы).

По степени насыщенности основаниями почва относится к 3 группе, а, следовательно, слабо нуждается в известковании.

Схема опыта включала варианты: 1 – Контроль (без удобрения и без опрыскивания растений); 2 – $N_{90}P_{60}K_{90}$ без опрыскивания растений; 3 – $N_{90}P_{60}K_{90}$ и опрыскивание растений раствором Na_2SeO_3; 4 – $N_{90}P_{60}K_{90}$ и

опрыскивание растений раствором ИДЯК; 5 – $N_{90}P_{60}K_{90}$ и опрыскивание растений раствором Se-ИДЯК.

В качестве минеральных удобрений использовали, нитроаммофоску в дозе 350 кг/га (490 г на делянку) и хлористый калий в дозе 59 кг/га (82,6 г на делянку). Нитроаммофоску вносили под предпосевную культивацию, а хлористый калий – осенью под основную обработку почвы.

Комплексонат селена (Se-ИДЯК) на основе иминодиянтарной кислоты (ИДЯК) был синтезирован к.х.н., доцентом кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования Смирновой Т.И.

В качестве объекта исследований был выбран картофель сорта Родриго – среднеранний сорт немецкого происхождения (70-80 дней).

Преимущества сорта: 1. Высокая урожайность (до 500 ц/га); 2. Крупные клубни (средний размер розовых клубней – 200 г); 3. Высокое содержание крахмала (13-15%); 4. Высокая сохранность после перевозки – до 90%; 5. Низкий показатель выбраковки на хранении. Если обеспечить картофелю оптимальные условия, то выбраковка составит не больше 5%; 6. Хорошая сопротивляемость болезням и вредителям. У сорта имеется генетическая резистентность к грибковым и вирусным заболеваниям; 7. Неприхотливость к условиям культивации – почве и погодным условиям. Стойко переносит высокие температуры и засушливые времена; 8. Долго сохраняет сортовые признаки – 6-7 лет; 9. Картофель имеет отличный товарный вид; 10. Универсальность – клубни годятся для варки, жарки, добавления в салаты. Недостатков, из-за которых бы стоило отказаться от выращивания, сорт практически не имеет [7].

Дата посадки картофеля – 28 мая 2022 года. Норма посадки составила 3 т/га (или 43 тыс. клубней на га). Перед посадкой клубни обрабатывали протравливателем «Эместо Квантум» в концентрации 250 мл на 10 л воды. Опытные растения дважды опрыскивали исследуемыми растворами

биологически активных препаратов в концентрации $1{,}26 \cdot 10^{-5}$ моль (в пересчете на элементарный селен это 0,0001%) из расчета 100 мл/м^2.

В течение вегетационного периода растения картофеля обрабатывали растворами гербицида «Сойл» (в дозе 0,8 кг/га, расход рабочей жидкости 300 л/га) и фунгицидов «Рапид Голд», «Инфинито» и «Танос» (в дозе 2,5 кг/га, 1,6 л/га и 0,6 кг/га соответственно, расход рабочей жидкости 400 л/га).

Вегетационный период 2022 года оказался неоднозначным по количеству выпавших осадков и перепадам температур. В целом, он был не вполне подходящим для возделывания картофеля, поскольку преобладала жаркая и сухая погода. Указанные особенности заметно повлияли как на величину урожая опытной культуры, так и на трансформацию удобрений в почве, что отразилось на количестве доступных форм элементов питания.

В связи с применением минеральных удобрений и биологически активных растворов сезонная динамика питательных веществ в почве оказалась различной.

В начале вегетационного периода 2022 года минимальным содержанием нитратного азота отличались делянки контрольного варианта (в среднем 19 мг/кг), а максимальным – удобренная почва без опрыскивания растений селеносодержащими растворами (в среднем 27 мг/кг почвы).

Некорневая подкормка картофеля селеносодержащими микроудобрениями на минеральном фоне увеличивало содержание нитратов по сравнению с контролем (в среднем на 5-7 мг/кг почвы). Однако эти значения оказались меньше по сравнению с удобренными делянками без опрыскиваний (в среднем на 2-4 мг/кг почвы). Обработка растений раствором иминодиятнарной кислоты совместно с применением минеральных удобрений незначительно повышало количество нитратного азота по сравнению с контролем.

В июле значения нитратов уменьшились на всех вариантах опыта, особенно на варианте с применением хелатированного селена на удобренном

фоне (количество нитратов уменьшилось в среднем на 4 мг/кг почвы по сравнению с июнем). Максимальным содержанием нитратного азота в этот период отличались делянки с применением минеральных удобрений без опрыскиваний исследуемыми растворами (в среднем 24 мг/кг почвы).

С июля по август содержание нитратов в почве продолжало снижаться, что особенно заметно на контроле (в среднем на 7 мг/кг почвы). Как в июне и в июле, максимальное количество нитратов в августе отмечено на удобренных делянках без опрыскивания растений биологически активными растворами. Среди удобренных вариантов минимальное содержание нитратного азота в почве выявлено на варианте с опрыскиванием иминодиянтарной кислотой.

В течение вегетационного периода картофеля в почве снижалось количество фосфатов. Однако, в отличие от контрольного варианта, применение минеральных удобрений совместно с некорневой подкормкой селеносодержащими растворами, а также без нее способствовало увеличению содержания соединений фосфора в почве.

В июне максимальным количеством фосфатов отличался вариант без опрыскивания растений на минеральном фоне (в среднем 208 мг/кг почвы), а минимальным – вариант с обработкой иминодиянтарной кислотой на удобренном фоне (в среднем 199 мг/кг почвы).

В июле наибольшее количество фосфатов выявлено на варианте с минеральными удобрениями без опрыскиваний растений, а значения вариантов с использованием селеносодержащих соединений и иминодиянтарной кислоты уступали указанному в среднем на 7-9 мг/кг почвы.

В период с июля по август 2022 года количество подвижного фосфора продолжало снижаться. По сравнению с июлем содержание P_2O_5 уменьшилось в среднем: на контроле – на 14 мг/кг почвы, а на остальных делянках в среднем 5-10 мг/кг почвы. Максимальным содержанием фосфатов

в августе отличались удобренные делянки, на которых не проводилась некорневая подкормка растений (в среднем 192 мг/кг почвы), а минимальным среди вариантов с опрыскиванием – на делянках с применением хелатированного селена (в среднем 183 мг/кг почвы).

В течение всех сроков проведения опыта содержание обменного калия в почве постепенно увеличивалось, за исключением контроля, где количество K_2O к августу оказалось наименьшим. В июне наибольшее количество K_2O отмечено на минеральном фоне без обработки растений (в среднем 125 мг/кг почвы). При этом опрыскивание растений раствором селенита натрия на удобренном фоне уступало указанному варианту лишь на 3 мг/кг почвы. Минимальное содержание обменного калия установлено на варианте с обработкой растений раствором иминодиянтарной кислоты (в среднем 110 мг/кг почвы).

В период с июня по июль 2022 года количество калия заметно увеличилось на вариантах с использованием минеральных удобрений (в среднем на 7 мг/кг почвы). При этом минимальным значением обменного калия в июле среди вариантов с опрыскиванием растений отличались делянки с использованием иминодиянтарной кислоты.

В августе наблюдалось наибольшее содержание обменного калия в почве всех удобренных вариантов. Значения K_2O на вариантах с минеральными удобрениями, как и следовало ожидать, оказались больше, чем на вариантах с использованием биологически активных соединений на удобренном фоне (в среднем на 2-18 мг/кг почвы в зависимости от вида раствора для некорневой подкормки).

Таким образом, максимальное содержание основных элементов питания (азота, фосфора и калия) в почве во все периоды проведения наблюдений выявлены на удобренных делянках без применения растворов биологически активных соединений, а минимальное – в почве контрольного варианта.

Помимо изучения динамики основных элементов питания было определено содержание органического вещества в почве. В исходных образцах почвы (до посадки сортов картофеля) содержание органического вещества составляло 2,1%. В конце вегетационного периода культуры (в августе 2022 года) большинство образцов почв на вариантах с опрыскиванием по сравнению с контролем отличались максимальным содержанием $C_{орг.вещ-ва}$. Опрыскивание растений селенитом натрия на удобренном фоне оказалось малоэффективным, поскольку величина $C_{орг.вещ-ва}$ на этом варианте практически не отличалась от значений при использовании минеральных удобрений без опрыскивания. Применение Se-ИДЯК совместно с минеральными удобрениями оказалось эффективным и способствовало заметному увеличению количества органического вещества (в среднем от 2,2 до 2,4%).

Наряду с отмеченными изменениями в количестве $C_{орг.вещ-ва,}$ применение минеральных удобрений и исследуемых растворов оказало различное влияние на обменную и гидролитическую кислотность почвы. Исходная величина pH_{KCl} почвы ссоставляла 5,0; а гидролитической кислотности – 4,3 мг-экв. на 100г почвы. В августе 2022 года в контрольных образцах почвы значения гидролитической кислотности увеличилось в среднем на 0,1 – 0,2 мг-экв. на 100 г почвы по сравнению с исходными значениями. Величины обменной кислотности снизились в среднем на 0,1 в почве по всем сортам картофеля.

Значения гидролитической кислотности на удобренном фоне при использовании опрыскивания и без него заметно варьировали. В почве заметно повысилось значение гидролитической кислотности на удобренном фоне (на 0,6 мг-экв. на 100 г почвы при использовании минеральных удобрений без некорневой подкормки и на 0,5-0,8 мг-экв. на 100 г почвы на удобренном фоне в зависимости от вида биологически активного раствора). Внесение удобрений и опрыскивание сортов картофеля практически не повлияло на реакцию почвенного раствора либо снижало значение обменной кислотности на 0,1.

Таким образом, применяемые в полевом опыте минеральные удобрения и растворы биологически активных соединений не оказывают заметного негативного влияния на кислотность почвы, как до посадки картофеля, так и в конце вегетационного периода культур.

Отмеченные изменения агрохимических показателей почвы, оказали влияние на урожайность картофеля сорта Родриго. Контрольный вариант уступал по урожайности всем вариантам опыта (210 ц/га). Наибольшая урожайность клубней картофеля по сравнению с контролем получена на варианте с применением комплексоната селена на удобренном минеральном фоне (230 ц/га). Применение минеральных удобрений без опрыскиваний позволяет увеличивать урожайность в среднем на 12 ц/га, однако наиболее эффективным оказались идентичные варианты, но с опрыскиванием различными биологически активными соединениями.

Следует отметить, что опрыскивание растений ИДЯК на удобренном фоне способствовало увеличению урожайности картофеля по сравнению с контролем на 18 ц/га.

Одними из показателей качества урожая картофеля являются количество крахмала и аскорбиновой кислоты в клубнях. Использование раствора селенита натрия на минеральном фоне незначительно увеличивало содержание крахмала по сравнению с другими вариантами, где применялись растворы биологически активных соединений. Содержание крахмала было ниже в среднем на 0,7-0,9 % по сравнению с вариантом, где растения опрыскивались комплексонатом селена.

Наиболее эффективным среди исследуемых растворов оказался комплексонат селена на основе иминодиянтарной кислоты: количество крахмала в клубнях картофеля составило в среднем 13,5%, что на 1,3% больше, чем на контроле.

Наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты отличались клубни картофеля, выращенные на удобренном фоне с обработкой комплексонатом селена (13,1 мг/100 г сырого вещества). Это количество превышало содержание аскорбиновой кислоты в клубнях удобренного варианта с

селенитом натрия на 0,7 мг/100 г сырого вещества (или на 5,6%). Наименьшие значения витамина С получены на контрольных вариантах (в среднем 9,7 мг/100 г сырого вещества).

Применение минеральных удобрений без обработки растений растворами биологически активных веществ оказалось менее эффективным по сравнению с вариантами, где проводилось опрыскивание (прибавка витамина С по отношению к контрольным значениям составила лишь 16,5%).

Среди вариантов с некорневой подкормкой наименьшее количество аскорбиновой кислоты отмечалось при опрыскивании растений иминодиянтарной кислотой. Содержание витамина С составляло в среднем 11,8 мг/100 г сырого вещества, что ниже на 6,2 %, чем на варианте с селенитом натрия, и на 13,5%, чем на варианте с комплексонатом селена.

В целом, заметные изменения в количестве крахмала и аскорбиновой кислоты в клубнях обнаружены на вариантах с селеносодержащими растворами на минеральном фоне питания растений.

Таким образом, результаты проведенного полевого опыта показали, что хелатированный селен (Se-ИДЯК) на минеральном фоне эффективно воздействует на урожайность и биохимический состав клубней картофеля сорта Родриго. При этом используемые селеносодержащие биологически активные вещества не оказали существенного влияния на агрохимические свойства дерново-подзолистой мелиорированной почвы.

Список литературы

1. Блинохватов А.Ф., Микроэлемент селен как фактор плодородия почв /А.Ф. Блинохватов, В.А. Вихрева и др. //Проблемы плодородия почв на современном этапе развития: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 50-летию кафедры почвоведения и агрохимии Пензенской ГСХА.– Пенза, 2002. – С. 18-21.

2. Дроздов И.А., Эффективность комплексонатов с минеральными удобрениями при возделывании сельскохозяйственных культур/И.А. Дроздов, С.А. Яковлева // Цифровизация в АПК: технологические ресурсы,

новые возможности и вызовы времени: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Тверь: Тверская ГСХА, 2020. – С. 56-61.

3. Смирнова Т.И., Изменение витаминной ценности овощной продукции в результате применения селеносодержащих микроудобрений/Т.И. Смирнова, О.В. Смирнова//Устойчивое развитие АПК регионов: ситуация и перспективы: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Тверь: Тверская ГСХА, 2015 г. – С. 126-128.

4. Цой Т. Л., Влияние сверхмалых доз комплексонатов биогенных металлов на онтогенез, урожайность и качество льна-долгунца и картофеля: специальность 03.00.16: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук /Цой Т.Л.– Барнаул, 2007. –23 с.

5. Шилова О. В., Эффективность экологически безопасного селенового ультрамикроудобрения при возделывании разных сортов картофеля / О. В. Шилова, Т. И. Смирнова // Инновационные технологии в АПК региона: достижения, проблемы, перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции. – Тверь: Тверская ГСХА, 2021. – С. 51-56.

6. Шилова О.В., Эффективность применения селенсодержащих и борсодержащих соединений при возделывании картофеля /О.В. Шилова, Т.И. Смирнова// Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Тверь: Тверская ГСХА, 2020. – С.42-46.

7. Картофель Родриго: описание сорта, характеристики, выращивание и уход, отзывы [Электронный ресурс]// – URL:
https://ferma.expert/rasteniya/ovoshchi/kartofel/kartofel-rodrigo

Дата поступления рукописи в редакцию: 21.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 22.08.2022 г.

УДК 581.192

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ СИДЕРАТОВ В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОЙ СУБАРКТИКИ

Чуева Н.В.,

Кашулина Г.М., доктор биологических наук

Литвинова Т.И.

ФГБНУ «Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН», г. Апатиты, Россия

Полярно-альпийский ботанический сад КНЦ РАН (ПАБСИ) является самым северным ботаническим садом в России (67º65’с.ш., 33º66’ в.д.). За 90 лет здесь было акклиматизировано к суровым условиям субарктики более 2500 видов растений из различных природных зон. Естественные почвы в регионе характеризуются низким естественным плодородием (Переверзев, 2004). При окультуривании почв и для поддержания их плодородия требуется внесение больших доз органических и минеральных удобрений (Елсаков и др., 1980, Переверзев, 1987). В рамках современной тенденции биологизации в качестве органических удобрений все чаще стали использовать сидераты (Минеев и др., 2017). Зеленое удобрение считаются одним из наиболее экологичных и эффективных средств поддержания плодородия почв, повышая его по множеству показателей. В том числе обогащает почвы важными питательными элементами. Поэтому одним из наиболее важных свойств сидератов является их химический состав.

В 2017 году в ПАБСИ были начаты исследования по оценке возможностей применения сидератов для повышения и поддержания плодородия искусственно-созданных почв коллекционных питомников (Кашулина и др., 2021). В данном докладе будут представлены результаты

© Чуева Н.В., Кашулина Г.М., Литвинова Т.И., 2022

изучения элементного состава нескольких видов сидератов (листьев, соломы и метелок овса, растений люпина, вики и фацелии), выращенных на агроземе альфегумусовом экспериментального участка ПАБСИ около г. Апатиты.

Элементный состав был определен в смешанных (из 10-20 индивидуальных растений) образцах 6 видов растительного материала РМ): в листьях, соломе и метелках овса (Avena sativa, сорт Хибинский) на стадии молочной спелости, в целых растениях однолетнего люпина узколистного (Lupinus angustifolia, сорт Белозерный 110), вики (*Vicia faba*, сорт Льговская-2) и фацелии пижмолистной (Phacelia tanacetifolia, сорт Рязанская) на стадии цветения. В растениях определяли зольность (озоление при температуре 450°С), зольные элементы (Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, P, Mn, S) по прописи Поповцевой (1974), а также Сорг по методу Тюрина и $N_{орг}$ по Кьельдалю. Концентрация Si в использованной методике представляла сумму свободных (обработка золы 5% HCl) и аморфных (обработка остатка 5% KOH) форм.

Профиль агрозема альфегумусового состоит из искусственно созданного гумусового горизонта Prh и нижних горизонтов подзола иллювиально-железистого (части иллювиального горизонта BF, переходного горизонта BC и горизонта C). Верхний гумусовый горизонт на участке, где были выращены сидераты характеризовался следующими показателями (средние ± стандартное отклонение): $C_{орг}$ = 2,24 ± 0,69%, $N_{орг}$ =0,15 ± 0,04%, pH_{KCl} 5,6 ± 0,2, сумма обменных Ca^{2+} и Mg^{2+} (1H АмАс) = 6,1±1,8 смоль (экв)/кг, ЕКО – 8,2 ± 2,3 смоль (экв)/кг, степень насыщенности основаниями 74 ± 4,8%, K_2O (0,2H HCl) = 12,3 ± 4,4 мг/100 г, P_2O_5 (0.2H HCl) = 66 ± 15 мг/100 г.

Произрастая в одних и тех же условиях каждый вид растений характеризовался своим особенным элементным составом в соответствии с их биологическими особенностями. Содержание Сорг было показателем различия между видами растительного материала (РМ) по которому были самыми низкими. Концентрация Сорг варьировала от 39,2 в листьях овса до

44% в соломе овса и люпине (рисунок), то есть различия составили всего 1,2 раза.

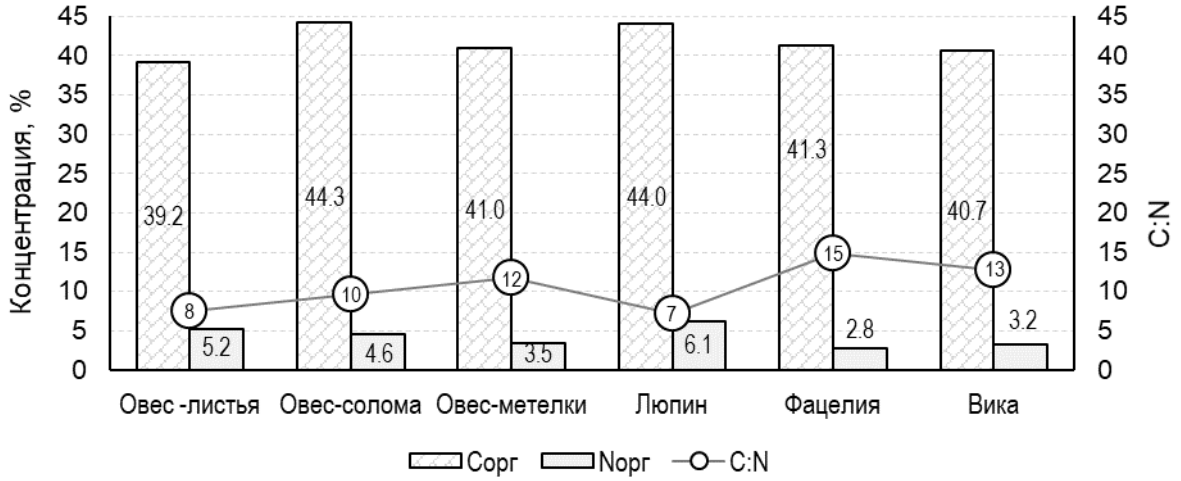


Рис. Концентрация $C_{орг}$ и $N_{орг}$ (в % на а.с.в),

а также соотношение C:N в сидератах

Органический азот. Различия по содержанию $N_{орг}$ между видами РМ были значительно выше – более 2-х раз и его концентрация варьировала от 2,8 у фацелии до 6,1% у люпина. Исходя из соотношения C:N, наиболее высокая обогащенность органического вещества азотом была свойственна растениям люпина (7) и листьям овса (8), самая низкая – растениям фацелии (15) и вики (13).

Зольность и зольные элементы. Как показали результаты, сидераты более значительно по сравнению с азотом и углеродом различались по содержанию и соотношению всех зольных элементов (таблица). Убывающие ряды концентраций зольных элементов в проанализированном растительном материале были следующими:

Овес листья: K>Si>Ca>Al>P>S>Mg>Fe>Mn

Овес солома: K>Si>Al>P>Ca>Mg>S>Fe>Mn

Овес метелки: K>Si>P>Mg>Ca>Al>S>Fe>Mn

Люпин: K>Ca>Mg>P>Mn>Al>S>Si>Fe

Фацелия: K>Ca>P>Al>Mg>S>Si>Fe>Mn

Вика: K>Ca>Mg>P>Al>S>Si>Fe>Mn

Калий – является преобладающим зольным элементом во всех видах растений. При этом различия по уровню его концентраций между растениями превышают 4 раза (таблица). Наиболее высокая концентрация свойственна растениям фацелии и листьям овса, самая низкая – соломе и метелкам овса.

Таблица

Содержание зольных элементов в сидератах, мг/кг а.с.в.

Растения	Зола, %	Зольные элементы, мг/кг а.с.в.								
		Si	Fe	P	Al	Mn	Ca	Mg	S	K
Овес -листья	12.8	12707	267	2394	5003	10	6442	1297	1798	28420
Овес-солома	6.1	4421	51	1241	1968	23.6	712	645	264	14683
Овес-метелки	4.2	7866	88	2918	844	44.0	982	1481	261	8705
Люпин	8.0	1041	608	3256	1481	2610	4139	3668	1063	16869
Фацелия	16.1	1022	134	3635	3541	66	15775	1786	1393	37041
Вика	10.1	687	279	2854	2214	19	3457	4050	1453	19769
Макс/мин	3.8	18.5	11.9	2.9	5.9	261	22.2	5.5	6.9	4.3

Кальций в бобовых растениях (люпин и вика) и фацелии занимает второе место после калия. В листьях овса он уступает не только калию, но и Si. В соломе и метелках овса его роль значительно ниже. По концентрации Ca обследованные растения отличались более чем в 20 раз: самая высокая концентрация Ca была обнаружена в фацелии (около 16000 мг/кг), самая низкая – в соломе овса (около 710 мг/кг).

В бобовых растениях магний следует за кальцием. В других видах РМ он играет меньшую роль. По содержанию Mg РМ различаются около 7 раз: его концентрации варьируют от 650 мг/кг в соломе овса до 4050 мг/кг в вике.

Фосфор (P) и S входят в состав молекул органического вещества растений. Концентрации P в РМ варьируют от 1240 (солома овса) до 3640

(фацелия) мг/кг. То есть различия между видами РМ по его содержанию составили менее 3-х раз. Наиболее важную роль Р играет в метелках овса и фацелии, где по содержанию он уступает только K и Ca в фацелии и K и Si в метелках овса. В листьях и соломе овса он также уступает Al.

Уровни концентраций S в РМ значительно ниже по сравнению с фосфором. Ее концентрации варьируют от 260 (солома и метеки овса) до 1800 (листья овса) мг/кг, а различия между видами РМ составляют около 7 раз.

Марганец является важным и дефицитным в регионе микроэлементом. Во всех видах РМ, кроме люпина, он занимает последние место среди определенных зольных элементов с уровнями концентраций от 10 (в листьях овса) до 66 (фацелия) мг/кг. В люпине концентрация Mn намного выше и достигает 2600 мг/кг. По содержанию в люпине он уступает только основным питательным элементам – K, Ca, Mg и P. Этому зольному элементу были свойственны наиболее значительные различия между видами растений: они составили более 200 раз.

Кремний (Si) является преобладающим элементом в почвах региона (Переверзев, 2004). Естественного содержания этих элементов в почвах достаточно для роста и развития растений. За счет дополнительной экстракции Si слабым раствором щелочи его приведенная в таблице общая концентрация была значительно выше по сравнению с результатами, получаемым только при кислотном растворении золы. Во всех частях овса аморфные формы, извлекаемые 5% KOH, составили 80-90% от приведенной выше общей концентрации. Доля извлекаемого щелочью Si в травянистых растениях была значительно ниже и составила около 20% в вике, около 40% – в фацелии и около 50% – в люпине. Различия по общей концентрации Si в золе между видами РМ составили более 18 раз (таблица): самая высокая концентрация (около 13000 мг/кг) свойственна листьям овса, самая низкая (около 700 мг/кг) – растениям вики. С учетом аморфных форм Si переходит в

разряд макроэлементов во всех частях растений овса и по содержанию уступает только K.

У травянистых растений общая концентрация Si была значительно ниже по сравнению с овсом. По содержанию он уступал всем важным питательным элементам: K, Ca, Mg, P, S и даже Al.

Алюминий (Al). Среднее содержание Al_2O_3 в почвообразующем материале естественных почв региона составляет 13,6+2,1% (Переверзев, 2004). Сидераты при формировании своего химического состава в наших исследованиях потребляли довольно значительные количества Al: его концентрация в РМ варьировала от 844 мг/кг в метелках овса до 5000 мг/кг в листьях овса. То есть различия между видами РМ составили около 6 раз. Наиболее значительную роль Al играет в составе листьев и соломе овса, а также в фацелии. В соломе овса он по концентрации уступает только K и Si. В люпине и вике его роль существенно ниже: он уступает по концентрации всем важным питательным элементам K, Ca, Mg, P и Mn (в люпине). Особенностью относительного распределения Al между видами РМ является его соотношение с Si. Во всех частях овса содержание Al ниже по сравнению с Si, в травянистых растениях, наоборот, выше.

Железо (Fe). Является важным микроэлементом. В почвообразующем материале в регионе концентрация Fe_2O_3 составляет 5,4±1,6% (Переверзев, 2004). При избытке железа в почве сидераты потребляли его в очень небольших количествах. Концентрации Fe в РМ варьировала от 51 мг/кг (солома овса) до 608 мг/кг (растения люпина). То есть различия между видами РМ по содержанию Fe составили более 12 раз. Относительно других зольных элементов его концентрации во всех видах РМ, кроме люпина, значительно ниже всех важных элементов питания – K, Ca, Mg, P, S и даже Si и Al, превышая только содержание Mn. В составе люпина он занимает последнее место.

Таким образом, несмотря на низкое естественное плодородие почв и суровые природные условия, сидераты в условиях субарктики способны накапливать значительные количества важных питательных элементов. Произрастая в одинаковых условиях, каждый вид сидератов формирует свой специфический химический состав в соответствии с их биологическими особенностями. Различия по содержанию всех важных элементов в проанализированных видах сидератов были довольно большими. Наиболее значительно виды растений/материала отличались по содержанию Mn (более 200 раз), Ca (в 22 раза) и Si (в 18, 5 раза), наименее значительно C (1,2), N (2,1) и P (2.9 раза).

Кроме высокого содержания N, люпин характеризовался самой высокой концентрацией Mn и Fe, высокой концентрацией P и Mg и низкой концентрацией Si и Al. Для вики свойственна самая высокая концентрация Mg и низкая Mn и Si. Для листьев овса было свойственно самое высокое содержание Si, Al и S, высокое содержание Ca и K и самая низкая - Mn. Характерной особенностью элементного состава соломы овса была самая низкая концентрация Ca, Mg P, S, а также Fe. По сравнению с соломой метелки овса отличались более высокой концентрацией P, Ca, Mg, Si и более низкой – Al и K. Менее изученное растение фацелия характеризовалась наиболее высоким содержанием всех основных элементов питания – P, Ca и K, высоким – Al и S и низким Si.

Значительные различия элементного состава сидератов предоставляет возможность регулировать внесение с ними важных питательных элементов за счет подбора культур или их сочетания в соответствии с особенностями почв и видовыми потребностям растений.

Список литературы

1. Елсаков Г.В., Василисков В.Ф., Переверзев В.Н., Титова М.В. Использование мелиорированных земель под кормовые культуры. Мурманск: Кн. изд-во, 1980. – 88 с.

2. Кашулина Г.М., Коробейникова Н.М., Вирачева Л.Л., Чуева Н.В. Агрохимическая характеристика почв коллекционного питомника интродуцированных лекарственных травянистых растений Полярно-альпийского ботанического сада // Агрохимия. 2021. № 9. С. 13–21. (1,14 п.л.), DOI: 10.31857/S0002188121090076.

3. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Гамзиков Г.П. и др.; Агрохимия: учебник. М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.

4. Переверзев В.Н. Лесные почвы Кольского полуострова. М.: Наука, 2004. – 232 с.

5. Переверзев В.Н. Биохимия гумуса и азота почв Кольского полуострова. Л.: Наука, 1987. – 303 с.

6. Поповцева А.А. Методическое руководство по ускоренному анализу золы растений. Сыктывкар: Коми филиал АН СССР. 1974. – 84 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 04.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 631.445.12

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ ПУТЕМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО ТОРФА ВНУТРЬ ПРОФИЛЯ

Уланов Н.А.[1,2], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

[1]Вятский государственный агротехнологический университет, г. Киров, Россия

[2]Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», г. Киров, Россия

Такие природные объекты как освоенные и, как правило, осушенные торфяники, согласно классификации почв России от 2004 года, принято относить к отделу торфоземов в стволе органогенного почвообразования. Они, в отличие от других органогенных почв, таких, например, как болотные, имеют сверху не торфяной, а, так называемый, агрогоризонт. Он хорошо диагностируется и, в свою очередь, может быть представлен агроторфяным или агроторфяно-минеральным горизонтом, в зависимости от типа торфозема. Такая терминология как бы подчеркивает особенность процессов, происходящих с торфом после осушения и, особенно, в процессе освоения и последующего использования в сельском хозяйстве. Известно, что после сброса вековых запасов болотных вод, в результате осушительной мелиорации, обнажившаяся торфяная залежь обречена на неизбежную минерализацию органического вещества. Вместе с тем, именно органическое вещество, наряду с другими факторами, участвуют в формировании потенциального плодородия любой почвы, в том числе и торфоземов [1]. Отсюда, вполне закономерно, вытекает острая необходимость в сохранении органического вещества почвы, заключающаяся в осуществлении

© Уланов Н.А., 2022

мероприятий, направленных на максимальное увеличение продолжительности периода его минерализации. В большинстве случаев эти мероприятия заключаются в увеличении доли многолетних злаковых трав в севообороте [2] и в подпочвенном увлажнении, посредством оборудования систем двустороннего регулирования водного режима [3–5]. Из более сложных, в техническом плане, способов можно выделить, так называемое, погребение или запахивание торфяной залежи минеральным грунтом [6–8], успешно зарекомендовавшее себя еще в 60–70-х годах прошлого столетия в Германии и Беларуси [1, 9–11].

Именно последнему способу сохранения органического вещества и будут большинстве своем посвящены материалы, представленные в данной работе, целью которой является сравнительный анализ продуктивности многолетних злаковых трав на полностью сработанном участке и участке с погребенным слоем торфа с учетом водного и пищевого режимов.

Объект и методы исследований

Объектом исследований послужил один из кормовых севооборотов, расположенных на территории выработанного низинного торфомассива «Гадовское» в 30 км от г. Кирова, Кировской области. Режим водного питания здесь ослабленный грунтово-напорный, средняя глубина залегания грунтовых вод от 40 до 200 см. Двустороннее регулирование водного режима осуществляется с помощью шлюза (ковшовый затвор переливного типа). Мощность остаточного слоя торфа составляет 0-1,5 м. Оставшаяся после разработки торфомассива осушительная сеть представлена магистральными каналами (МК), транспортирующими собирателями (ТС) и открытыми осушителями (ОО), врезанными в минеральное дно бывшего болота на глубину 1,5-2,0 м. В результате такой выкопки, минеральный грунт оказался расположен сверху остаточного слоя торфа, покрыв его полосами по обе стороны от каналов шириной до 15-20 м. Вследствие чего, эти, измененные антропогенным вмешательством, участки почвы перешли в категорию

полностью сработанных участков с погребенным слоем торфа. Именно эти участки и были выбраны для проведения соответствующих исследований, как наиболее точно отвечающие характеристикам объектов, образующихся при последнем способе сохранения органического вещества.

В результате проведенных ранее на данном объекте исследований, было установлено, что объемная масса погребенной торфяной прослойки, представленной гипново-осоковым торфом, практически не отличается от объемной массы аналогичного не погребенного торфа и составляет 0,15 г/см^3 $\pm$ 0,03 г/см^3. По-видимому, столь незначительное уплотнение могло быть обусловлено тем, что извлечение минерального грунта производилось в летний период и наносилось на довольно сухую на тот момент торфяную прослойку, сопротивление к сжатию которой было довольно большим, следовательно, сильному уплотнению она, в результате такого погребения, не подверглась. Таким образом, несмотря на более чем 40-летний период использования данного участка с погребенной торфяной прослойкой под возделывание кормовых культур, водно-физические свойства торфа практически не изменились, из чего следует, что после погребения минеральным грунтом торф не только замедляет минерализацию своего органического вещества по сравнению с не погребенной залежью, но и в полной мере берет на себя роль аккумулятора влаги атмосферных осадков.

Для исследований были выбраны два ключевых участка (КУ), равноудаленные от шлюзуемого канала на 10 м: КУ 1 – сработанный участок, КУ 2 – сработанный участок с погребенным торфом. Верхний горизонт обоих участков представлен смесью песка и мергелизованного суглинка. Степень регулируемости водного режима на обоих участках сопоставима и осуществляется в необходимой мере, средний уровень грунтовых вод (УГВ) в течение вегетационного периода колебался от 74 см (КУ 1)-76 см (КУ 2) до 113 см (КУ 1)-130 см (КУ 2) в зависимости от года. УГВ определялся с помощью специально оборудованных смотровых скважин, а данные по

количеству атмосферных осадков брались с местной метеостанции. Расчетный удобрительный агрофон – $N_{120}P_{90}K_{160}$. Для учета урожая укосным методом в шестикратной повторности на ключевых участках были оборудованы делянки S=25 м^2.

Результаты исследований

Основные результаты, полученные за период наблюдений, представлены в таблице. За период с 2017 по 2021 года величина урожайности многолетних злаковых трав на нулевом агрофоне в сумме за два укоса на участке с погребенным слоем торфа всегда была выше на 34-83%, чем на полностью сработанном, при том, что метеорологические условия этих лет отличались. В качестве общей закономерности можно отметить сильную прямую зависимость между величиной урожайности и суммой осадков за период вегетации.

Таблица

Урожайность многолетних злаковых трав в сумме за два укоса,
ц/га воздушно-сухой массы

Год	Σ осадков за период вегетации, мм	Сработанный участок		Участок с погребенным торфом	
		Контроль	NPK	Контроль	NPK
2017	254	42,7	-	68,7>61%*	-
2018	368	44,1	-	72,3>64%	-
2019	242	30,8	-	52,5>70%	-
2020	220	34,3	78,9	46,0>34%	82,4>4%
2021	179	17,8	54,7	32,5>83%	87,8>61%
Среднее многолетнее	258				

* Больше, чем аналогичный вариант на сработанном участке, %.

Согласно результатам, полученным на вариантах с расчетным агрофоном в 2020-2021 годах, урожайность возросла на обоих вариантах, однако на участке с погребенным торфом она все также была выше, чем на

полностью сработанном. Отмеченная на нулевом агрофоне прямая зависимость между величиной урожайности и суммой осадков за вегетационный период имела место при расчетном агрофоне только на полностью сработанном участке, тогда как на участке с погребенным слоем торфа в менее обеспеченный по осадкам вегетационный период 2021 года (179 мм) урожайность была даже выше (87,8 ц/га), чем в 2020 году (82,4 ц/га при 220 мм). Это объясняется тем, что в условиях одинаковой обеспеченности элементами питания обоих вариантов (они находятся на одинаковом расстоянии от канала, при выкопке которого на их поверхности оказалась прослойка минерального грунта материнской и подстилающий пород, представленных мергелизованными суглинками и песками соответственно), а также при схожей норме осушения и степени регулируемости на них УГВ путем шлюзования, более благоприятный водным режим (в том числе в среднем на 70% больше дней с оптимальной влажностью пахотного слоя – выше 0,5 НВ) все-таки складывается на варианте с погребенным торфом, ввиду аккумулирующего влагу действия торфяной прослойки, о чем упоминалось в работах, посвященных более ранним исследованиям, проводимым на данном объекте. Именно поэтому выпадение атмосферных осадков являлось на сработанном участке единственным средством устранения лимитирующего фактора недостаточной влагообеспеченности, обуславливая тем самым, сильную прямую зависимость между величиной урожайности и суммой осадков за период вегетации.

Эффективность удобрительных средств на полностью сработанном участке, в отличие от участка с погребенным торфом, при одинаковых условиях увлажнения, выше, ввиду более низких изначальных показателей урожайности (таблица). Так, на сработанном участке прибавка урожайности от внесения минеральных удобрений составила 130% в 2020 году против 79%

на участке с погребенным слоем торфа и 207% в 2021 году против 170% соответственно.

Заключение

В результате погребения торфяной залежи, последняя оказывается не только хорошо защищена от ускоренной минерализации органического вещества, но и может выступать в качестве аккумулятора влаги атмосферных осадков, способствую получению более высоких урожаев, по сравнению с полностью сработанными участками, особенно в засушливые годы.

Список литературы

1. Белковский В.И. Структурная мелиорация мелкозалежных торфяников. – Минск: Ураджай, 1985. – 88 с.

2. Косолапов В.М., Зотов А.А., Уланов А.Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России. – М., 2009. – 858 с.

3. Ивицкий А.И. Влияние шлюзования на водный режим торфяной почвы // Сельскохозяйственное освоение болот. М., 1941. С. 106-110.

4. Кожанов К.Я. Регулирование влажности торфяно-болотных почв // Труды института мелиорации, водного и болотного хозяйства АН БССР, Т. III. Минск: «Изд-во АН БССР», 1953.– С. 200-242.

5. Янголь А.М. Увлажнение осушенных болот подземным способом // Научные труды УкрНИИГиМ, Вып. 76/2. – Киев: «Госсельхозиздат УССР», 1954. – С. 166-179.

6. Калинина В.В. Пескование – эффективный прием улучшения торфяно-болотных почв // Вопросы мелиорации земель Новгородской области: труды Сев. НИИГиМ. – Л.: «Лениздат», 1971. – С. 37-43.

7. Емельянова И.М., Малышева Г.А., Петрова М.П. Повышение плодородия торфяных почв. – Л.: Колос, 1981. – 96 с.

8. Влияние разных способов внесения песка в осушенные торфяные почвы на их физические свойства / Зайдельман Ф.Р., Батраков А.С., Шваров А.П. и др. // Вестник МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 2002. – № 1. – С. 33-39.

9. Бамбалов Н.Н. Стадии антропогенной эволюции осушенных торфяных почв // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорируемых почв: Материалы конференции. – Минск, 2000. –С. 7-11.

10. Gottlich K. Kuntze H. MoorundTorfkunde. – 2 Aufl. Stuttgart, 1980.

11. Okruszko H. Transformation of fen-peat soils under the impact of draining //Agrophysical bases of soils and cultivated plants productivity. Part. 3. Organic soils.– Lublin, 1993.– S. 3-73.

Дата поступления рукописи в редакцию: 16.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 633.11:631.8

ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ НА ОЗИМОЙ РЖИ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ

Волкова Е.С.

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»

ПО Псковский НИИСХ, г. Тверь, Россия

Основным фактором, оказывающим влияние на продуктивность земледелия в Нечерноземной зоне, является применение удобрений. Систематическое внесение средств химизации в годы интенсивного развития сельского хозяйства способствовало значительному повышению плодородия: снижению доли кислых почв, повышению содержания подвижного фосфора и обменного калия, повышению содержания гумуса. Благодаря достигнутым показателям нормативная урожайность зерновых без внесения удобрений в 1996 году составляла 22,7 ц/га [1].

В Псковской области, в результате интенсивного комплексного окультуривания сельскохозяйственных земель, из 300 тыс. га обследуемой площади 40% занимают почвы с высоким, более 150 мг/кг, содержанием подвижного фосфора; среднее содержание имеют 26%, выше среднего – 17% почв. Обеспеченность почв области обменным калием ниже, в отличие от фосфора. Тем не менее, повышенное и высокое содержание элемента имеют 15 и 12% обследованных земель соответственно. Средневзвешенный показатель содержания гумуса составляет 2,3% [2].

В ходе исследований установлено, что плодородие и продуктивность хорошо окультуренных почв остаются на высоком уровне длительное время и при систематическом применении удобрений сохраняются [3].

© Волкова Е.С., 2022

Степень окультуренности почв – это комплексный показатель, учитывающий содержание гумуса, кислотно-щелочное состояние, обеспеченность фосфором и калием, мощность пахотного горизонта. В Псковской области преимущественно преобладают слабо и средне окультуренные, но имеется и некоторая доля хорошо окультуренных почв. Степень окультуренности характеризует показатель азотного режима [4]. Так, нитрификационная способность почвы возрастает при проведении известкования, использования бобового предшественника [5].

Традиционная система удобрений под озимую рожь предусматривает внесение в основное удобрение фосфора, калия и 1/3-1/2 часть от запланированной дозы азота, весенние подкормки. Избыточное питание азотом приводит к полеганию растений. В поисках решения этой проблемы проводятся исследования влияния комплексных препаратов на основе биологически активных веществ, которые содержат корректирующие дозы макро и микроэлементов и применяются в качестве листовых подкормок на фоне пониженных доз азотных удобрений. Микробиологические препараты (МБП) применяют с целью модификации минеральных удобрений. Биопрепараты способствуют увеличению урожайности сельскохозяйственных культур, повышают эффективность удобрений, снижают потери питательных веществ. В настоящей работе изучено влияние полного минерального удобрения с разными дозами азота, а также биопрепаратов, вносимых на фоне пониженных доз азотных удобрений на урожайность зерна и на окупаемость д.в. удобрений. Это биопрепараты: Ауксинолен и Агрофлорин – на основе фитогормонов, К-Гумат-Na– на основе гуминовых кислот, Кодамин В-Мо – на основе аминокислот и МБП Бисолбифит.

Разработка ресурсосберегающей технологии возделывания озимой ржи вызывает в настоящее время научный интерес. Цель исследований – изучить эффективность азотных удобрений и биопрепаратов под озимую рожь на дерново-подзолистой почве различной степени окультуренности.

Исследования проводились на опытном поле ФНЦ ЛК ОП Псковский НИИСХ в 2020 и 2021 гг. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая. Исходная агрохимическая характеристика почвы опытных участков приведена в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы опытных участков

Год	pH	Нг	S	P_2O_5	K_2O	Гумус, %
		мг-экв/100 г		мг/кг		
среднеокультуренная дерново-подзолистая почва						
2020	5,1-5,6	3,0-3,6	5,3-6,8	196-239	147-205	2,1
2021	5,1-5,3	2,8-3,5	5,0-7,1	>350	211-233	2,2
сильноокультуренная дерново-подзолистая почва						
2020	6,1-6,3	1,2-1,5	16,1-17,3	>350	203-268	3,2
2021	6,1-6,2	1,7-1,97	14,0-16,7	>350	195-214	2,8

Схема опыта включала следующие варианты: 0 – контроль без удобрений; $N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{20} (кущение) – фон для биопрепаратов; $N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{40} (кущение) + N_{20} (выход в трубку); $N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{20} + Агрофлорин и Ауксинолен; $N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{20} + Кодамин В-Мо; $N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{20} + К-гумат-Na; $N_{20}P_{40}K_{70}$ + Бисолбифит + N_{20}.

Опыт заложен в 4-кратной повторности. Общая площадь делянки – 37,5 $м^2$, учетная площадь делянки – 30 $м^2$, повторность 4-х кратная. Объект исследования – озимая рожь сорта «Новая Эра».

Агротехнические приемы и сроки проведения исследований - общепринятые для зоны возделывания озимой ржи. Минеральные удобрения внесены под предпосевную культивацию в виде азофоски, суперфосфата и калия хлористого в качестве основного удобрения. Подкормки аммиачной селитрой проведены в соответствии со схемой опыта. Обработку растений комплексными

биопрепаратами проводили дважды: в фазу кущения и в фазу выхода в трубку. Норма расхода препаратов в соответствии с инструкцией. Бисолбифит в качестве модификатора минеральных удобрений вносили совместно с минеральными удобрениями перед посевом из расчета 4 кг/т удобрений.

Данные, полученные на среднеокультуренной почве, свидетельствуют о прямой зависимости урожайности озимой ржи от доз азотных удобрений в исследуемом диапазоне (от 0 до 80 кг действующего вещества на гектар) (таблица 2). Максимальные прибавки урожая зерна получены при дробном внесении 80 кг азота/га – 1,13 т/га в 2020 и 1,84 т/га в 2021 годах или дополнительно 74,3% и 93,9% к контролю соответственно при окупаемости 1 кг д.в. NPK, в среднем за два года, 7,8 кг зерна.

Таблица 2

Эффективность применения удобрений и биопрепаратов под озимую рожь на среднеокультуренной почве

	Урожайность, т/га		Прибавка, т/га		Окупаемость зерном кг /кг д.в. удобрений	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Без удобрений	1,54	1,96				
$N_{20}P_{40}K_{70}$	1,67	2,58	0,13	0,62	1,0	4,8
$N_{40}P_{40}K_{70}$	1,75	2,77	0,21	0,81	1,4	5,4
$N_{20}P_{40}K_{70}$+ N_{20}– фон (ф)	1,90	3,11	0,36	1,15	2,4	7,6
$N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{40}	2,35	3,32	0,81	1,36	4,8	8,0
$N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{40} + N_{20}	2,67	3,80	1,13	1,84	5,9	9,7
ф+Агрофлорин+Ауксинолен	2,25	3,12	0,71	1,16	4,7	7,7
ф + Кодамин B-Mo	2,29	3,17	0,75	1,21	5,0	8,0
ф + К –Гумат–Na	2,24	3,16	0,70	1,20	4,7	8,0
ф + Бисолбифит	2,10	3,17	0,56	1,21	3,7	8,1

Применение биопрепаратов в 2020 году способствовало существенному росту урожайности. Их действие было немногим меньше, чем действие 20 кг азота. Если, в сравнении с фоном, при дробном внесении $N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{40} было дополнительно получено зерна 0,45 т/га или 23,7%, то применение фитогормонов, Кодамина В-Мо и К-Гумата-Na повышало урожайность на 0,34-0,39 т/га или на 17,9-20,5%.

Внесенные дополнительно к фону 20 кг азота повышали окупаемость 1 кг NPKна 2,4 кг зерна. В тоже время, биопрепараты повышали окупаемость 1 кг NPK на 2,3-2,6 кг зерна. Действие МБП Бисолбифит было слабее. Оно заключалось в повышении урожайности зерна озимой ржи на 0,2 т/га, что составляло 10,5% и повышении окупаемости д.в. минеральных удобрений на 1,3 кг зерна.

В 2021 году наблюдалась тенденция повышения урожайности под влиянием биопрепаратов, но прибавки находились в пределах ошибки опыта. Это связано, возможно, с большей отзывчивостью озимой ржи на внесение удобрений.

На сильноокультуренной почве, также, как и на среднеокультуренной, в 2021 году урожайность озимой ржи была существенно выше, чем в 2020. Но в отличие от опыта на среднеокультуренной почве, здесь прямая зависимость урожая от доз азота наблюдалась только в диапазоне от 0 до 60 кг/га(таблица 3). Максимальные прибавки к контролю получены при использовании полного минерального удобрения с дробным внесением 60 кг/га азота, которые составили 1,2 т/га или 65,9% в 2020 году и 1,7 т/га или 57,6% в 2021 году при окупаемости, в среднем за два года, равной 8,55 кг зерна. Повышение дозы азота до 80 кг/га приводило к снижению урожая.

Таблица 3

Эффективность применения удобрений и биопрепаратов
под озимую рожь на сильноокультуренной почве

	Урожайность, т/га		Прибавка, т/га		Окупаемость зерном кг /кг д.в. удобрений	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Без удобрений	1,82	2,95				
$N_{20}P_{40}K_{70}$	2,21	3,70	0,39	0,75	3,0	5,8
$N_{40}P_{40}K_{70}$	2,36	4,00	0,54	1,05	3,6	7,0
$N_{20}P_{40}K_{70}$+ N_{20}– фон (ф)	2,38	4,12	0,56	1,17	3,7	7,8
$N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{40}	3,02	4,65	1,20	1,70	7,1	10,0
$N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{40} + N_{20}	2,62	4,32	0,80	1,37	4,2	7,2
ф+Агрофлорин+Ауксинолен	2,35	4,27	0,53	1,32	3,5	8,8
ф + Кодамин В-Мо	2,66	4,01	0,84	1,06	5,6	7,1
ф + К –Гумат–Na	2,62	4,37	0,80	1,42	5,3	9,5
ф + Бисолбифит	2,33	4,08	0,51	1,13	3,4	7,5

В проведенных исследованиях максимальная окупаемость 1 кг NPK, равная 8,55 кг зерна озимой ржи (в среднем за 2 года), получена при внесении $N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{40} на сильноокультуренной дерново-подзолистой почве, тогда как на среднеокультуренной она была равна 7,8 кг зерна на 1 кг д.в. NPK при внесении $N_{20}P_{40}K_{70}$ + N_{40} + N_{20}.

Список литературы

1. Сычев В.Г., Шафран С.А. Прогноз плодородия почв Нечерноземной зоны в зависимости от уровня применения удобрений // Плодородие. 2019 г. №2. С. 22-25.

2. Шайкова Т.В., Рысев М.Н., Волкова Е.С., Степанова И.А. Земельные ресурсы Псковской области и пути повышения плодородия пахотных угодий // Известия Великолукской ГСХА. 2019. №3. С. 34-44.

3. Мерзлая Г.Е., Афанасьев Р.А. Эффекты последействия минеральных и органических удобрений на дерново- подзолистой почве // Плодородие. 2019 г. №1. С. 15-17.

4. Никитишен В.И. Оптимизация азотного режима почв с использованием агрохимических средств / Сборник всероссийского совещания «Экологические функции агрохимии в современном земледелии» / М.: ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова. 2008. С. 152-156.

5. Волкова Е.С. Резервы азотного питания кормовой озимой ржи, возделываемой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве// Материалы 53 Междунар. науч.-практ. конф-и, посвящ. 115-летию со дня рождения профессора А.В. Петербургского / Под ред. Академика РАН В.Г. Сычева. М.: ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова. 24-25 октября 2019 г. С. 192.

Дата поступления рукописи в редакцию: 04.09.2022 г.
Дата подписания в печать: 12.09.2022 г.

УДК 631

ВЛИЯНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ И ТЕХНОЛОГИЙ НА БИОЛОГИЧЯЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Рублюк М.В., кандидат сельскохозяйственных наук
Иванов Д.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
член-корреспондент РАН.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Изучалась в 2021 г. биологическая активность дерново-подзолистой почвы и продуктивность яровой пшеницы на агрополигоне Губино ВНИИМЗ с целью определения влияния осушаемых агроландшафтов и агротехнологий на биологическую активность и урожайность яровой пшеницы в условиях Нечерноземья. Показаны изменения целюлозоразрушающей активности почвы под посевом яровой пшеницы, с использованием двух агротехнологий: экстенсивной (с применением N_{30} кг/га д.в. в подкормку) и традиционной – ($N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га д.в. в предпосевную культивацию). В ходе исследований установлено, что уже в первый год наблюдений отмечалось повышение биологической активности почвы на 16,5-60,4 % на варианте с применением традиционной технологии, по сравнению с экстенсивной. Максимальная величина этого показателя (100 %) получена в транзитном варианте южного склона. В понижении северного склона биологическая активность почвы была на 5,8 % ниже на варианте с применением традиционной технологии, по сравнению с экстенсивной.

© Рублюк М.В.,
Иванов Д.А., 2022

Урожайность яровой пшеницы в 2021 г. в среднем по агроландшафту составила на варианте с экстенсивной и традиционной технологией 1,5 и 2,22 т/га соответственно. Величина этого показателя была максимальной в опыте с традиционной технологий в транзитном АМЛ северного склона (3,43 т/га), а по экстенсивной технологии – в Тс и Т-Ас (2,66 т/га). Прибавка урожайности составила соответственно 54,3 и 76 %. Минимальная в опыте урожайность яровой пшеницы по экстенсивной и традиционной технологии отмечена в нижней части южного склона, где она была на 0,9 и 1,62 т/га ниже средней. По урожайности яровой пшеницы, возделываемой по экстенсивной технологии, выявлена статистически значимая связь с биологической активностью, содержанием гумуса и влажностью почвы (r =0,94, 0,81 и 0,78 соответственно). На варианте с традиционной технологии отмечена корреляционная зависимость урожайности пшеницы с содержанием гумуса и слабая – с биологической активностью почвы (r = 0,70 и 0,26).

Для получения высоких и стабильных урожаев зерновых культур необходимо внедрять в сельскохозяйственное производство новые ресурсосберегающие технологии их возделывания, которые должны базироваться на применении современных почвообрабатывающих машин, высокоэффективных средств защиты растений как химических, так и биологических, расчетных доз органических и минеральных удобрений [1,2]. Важным показателем плодородия для любой почвы является ее биологическая активность. Это понятие отражает комплекс биологических процессов, протекающих в ней под воздействием почвенных микроорганизмов. По динамике и скорости продуцирования углекислоты можно не только судить о напряженности биологических процессов, но и оценить потери органического вещества вследствие развития процессов минерализации [3].

Биологическая активность почвы снижается при возделывании культур в зерновом севообороте без насыщения многолетними бобовыми травами,

которые, являясь растениями-симбиотами азотфиксирующих клубеньковых бактерий, способствуют созданию благоприятных условий для размножения и развития почвенной биоты [4]. Качественный состав микроорганизмов дает возможность оценить фитосанитарное состояние почвы и выявить причины почвоутомления. Биологические показатели крайне вариабельны и существенно изменяются с изменением состояния окружающей среды [4, 6]. На изменение величины биологической активности почвы влияет как удобрение [7, 8], так и природные условия произрастания культур [9, 10]. Также на этот показатель влияют погодные условия вегетационного периода [1, 12]. Актуальность наших исследований заключается в том, что было установлено влияние технологий с разным количеством удобрений на свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур в разных агроландшафтах.

Цель исследований – изучить влияние осушаемых агроландшафтов и агротехнологий на биологическую активность дерново-подзолистой почвы при возделывании яровой пшеницы.

Методика

В продолжение многолетнего эксперимента (25 лет) на агрополигоне Губино ВНИИМЗ с использованием экстенсивной технологии возделывания культур на ландшафтной основе, в 2021 году был заложен новый опыт, с использованием 2-х агротехнологий: экстенсивной и традиционной. Различия между технологиями заключаются в применении разных доз удобрений: по экстенсивной применяли минимальное количество минеральных удобрений (N_{30} кг/га д.в.) на посевах зерновых культур в подкормку; по традиционной – вносили $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га д.в в предпосевную культивацию. В опыте изучали влияние технологий на свойства почвы и продуктивность культур: яровая пшеница; озимая рожь; овес с подсевом трав. Вариантами опыта являются агромикроландшафты, которые охватывают вершину холма, склоны (южный и северный) и межхолмную депрессию (понижение склонов): 1. Т.-Аю -

транзитно-аккумулятивный южного склона; 2. Тю – транзитный южного склона; 3. Э-Тю – элювиально-транзитный южного склона; 4. Э-А – элювиально-аккумулятивный (вершина холма); 5. Э-Тс – элювиально-транзитный северного склона; 6. Тс – транзитный северного склона; 7. Т-Ас – транзитно-аккумулятивный северного склона.

Почва дерново-сильноподзолистая остаточно-карбонатная глееватая. Гранулометрический состав вариантов южного склона и вершины – супесчаный, северного склона – легкосуглинистый. Почвообразующие породы имеют двучленный характер. На южном склоне средняя глубина морены превышает 1 м, а на северном она залегает на глубину 0,5-0,6 м, местами выходит на поверхность.

Опытный участок осушен закрытым дренажем, глубина залегания дрен – 1 м, междренное расстояние в элювиальных вариантах составляет 40 м, в транзитных – 20 м, в транзитно-аккумулятивных – 20 м.

Микробиологические исследования почвы проводили по методике Звягинцева Д.Г. Определяли интенсивность разложения целлюлозы методом «аппликаций». Стерильную льняную ткань 10х20 см закладывали в вертикальный разрез почвы и плотно прижимали к стенке и засыпали разрез почвой. Закладку льняного полотна проводили в июне месяце, экспозиция 45 суток. Повторность 3-кратная. По истечении срока полотно извлекали, очищали от почвы и продуктов полураспада, подсушивали и взвешивали. По убыли массы определяли интенсивность процесса разложения клетчатки. (Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под редакцией профессора Д.Г. Звягинцева).

Статистическая обработка результатов исследований выполнена корреляционным и дисперсионным методами с использованием компьютерных программ - STATGRAFICS+EXCEL 2007. Дисперсионный анализ данных рассчитывали двухфакторным методом, где фактором А

являются агромикроландшафты: (Т-Аю, Тю, Э-Тю, Э-А, Э-Тс, Тс, Т-Ас); фактором В – агротехнологии: экстенсивная (контроль) и традиционная.

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2021г. были удовлетворительными. В начале вегетации растений (май месяц) отмечалась неустойчивая по температурному режиму погода с кратковременными осадками. Во второй-третьей декадах месяца отмечался дефицит влаги в верхних слоях почвы. (ГТК за 2-3 декаду 0,22). В июне месяце была жаркая с избыточным увлажнением. Осадков выпало 140 % от нормы (ГТК 1,73). Агрометеорологические условия июля для роста и развития зерновых культур были удовлетворительные, местами - плохие из-за дефицита влаги и перегрева почвы. (ГТК 0,36). В августе месяце наблюдалась жаркая погода с высокой влажностью воздуха (ГТК= 1,11). За первую декаду сентября значение ГТК составил 1,76.

В среднем за вегетационный период 2021 года сумма температур составила 2202^0С, количество осадков – 291 мм. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,96, что характеризует год как жаркий и засушливый, что негативно сказалось на жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и урожайность возделываемых культур.

Результаты и их обсуждение

Разные типы почв различаются по составу минеральной части, количеству и составу органического вещества. Для дерново-подзолистых почв характерно низкое содержание гумуса, общего азота и фосфора. Агрохимические свойства этих почв сильно варьируют в зависимости от гранулометрического состава и степени окультуренности.

Ведение земледелия на ландшафтной основе на протяжении 25 лет с использованием биологизированных севооборотов с применением минимального количества удобрений привело к трансформации элементов плодородия почвы в пределах агроландшафта. Содержание органического вещества в 2021 г. перед закладкой опыта составило в среднем по

экстенсивной и традиционной технологии 2,81 и 2,62 % соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Содержание гумуса в пахотном слое почвы осушаемых агроландшафтов (2021 г.)

Варианты опыта (фактор А)	Агротехнологии (фактор В)		Среднее по фактору А
	Экстенсивная (контроль)	Традиционная	
Т-Аю	2,41	1,83	2,12
Тю	2,70	2,65	2,67
Э-Тю	2,26	2,65	2,45
Э-А	2,68	2,37	2,52
Э-Тс	3,13	2,79	2,96
Тс	3,29	2,71	3,0
Т-Ас	3,21	3,33	3,27
Среднее по фактору В	2,81	2,62	2,71
$НСР_{05}$ для частных различий = 0,76, для фактора А=0,54, для фактора В = $F_Ф < F_Т$			

Величина этого показателя была максимальной в транзитных вариантах северного склона. Его увеличение в опыте с экстенсивной и традиционной технологиями составило соответственно 0,40-0,48 и 0,71 %. Минимальные значения гумуса отмечены на вариантах южного склона: в Т-Аю и Э-Тю (экстенсивная технология) и в Т-А ю (традиционная). Снижение гумуса составило соответственно 0,40-0,55 и 0,79 %. По другим вариантам содержание гумуса находилось в пределах средней по опыту. Все варианты экстенсивной технологии и 2-7 традиционной относятся ко II группе по обеспеченности почвы гумусом.

Биологическая активность почвы зависит от свойств почвы, возделываемых культур, условий вегетационного периода и применяемых удобрений. При возделывании в севообороте яровой пшеницы по двум агротехнологиям: экстенсивной (с применением низкой дозы (N_{30}) аммиачной селитры в подкормку) и традиционной (с применением $N_{60}P_{60}K_{60}$ в предпосевную культивацию) получены различия по разложению целлюлозы как по агроландшафтам, так и агротехнологиям. Наиболее интенсивно

целлюлоза разрушалась в почве под пшеницей, возделываемой по традиционной технологии в транзитном варианте южного склона, а по экстенсивной – в понижении северного склона (таблица 2).

Таблица 2

Изменение биологической активности почвы в зависимости от осушаемых агроландшафтов и агротехнологий, %

Варианты опыта (фактор А)	Агротехнологии (фактор В)		Среднее по фактору А
	Экстенсивная (контроль)	Традиционная	
Т-Аю	30,4	68,6	49,5
Тю	39,6	100	66,9
Э-Тю	49,5	94,4	71,9
Э-А	46,5	80,9	63,7
Э-Тс	32,2	78,5	55,4
Тс	76,3	92,8	32,8
Т-Ас	86,5	80,7	83,6
Среднее по фактору В	54,4	85,1	69,7
$Нср_{05}$ для частных различий = 30,8, для фактора А = 21,8, для фактора В=11,6			

Прибавка величины этого показателя составила 14,9 и 21,9-32,1 % соответственно. Минимальный показатель биологической активности почвы получен при возделывании яровой пшеницы по экстенсивной технологии в элювиально-транзитном варианте северного склона в нижней части южного склона, где она была на 22,2 и 24 % ниже средней. В опыте с традиционной технологией возделывания самая низкая величина этого показателя отмечена в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона, в котором она была на 16,5 % ниже, чем в среднем по технологии.

В среднем по агроландшафту в 2021 году микробиологическая активность почвы в опыте с экстенсивной технологией составила 54,5 %, по традиционной – 85,1 %. Уже в первый год исследований отмечено увеличение биологической активности почвы в опыте с применением $N_{60}P_{60}K_{60}$, по сравнению с применением азотных удобрений (N_{30}) в подкормку. Прибавка величины этого показателя составила 16,5-60,4 %. Наибольшая разница

отмечена в транзитном варианте южного склона, что объясняется оптимальными водно-воздушными свойствами почвы, которые способствовали получению максимального эффекта от применения удобрений. В нижней части северного склона биологическая активность в опыте по традиционной технологии была ниже, чем экстенсивной, что объясняется недостатком влаги в почве и более низким содержанием органического вещества.

Продуктивность сельскохозяйственных культур зависит от факторов природной среды и элементов питания. Неблагоприятные условия вегетационного периода 2021 года (ГТК=0,96) оказали негативное влияние на урожайность яровой пшеницы (таблица 3).

Таблица 3

Изменение урожайности яровой пшеницы в зависимости от осушаемых агроландшафтов и агротехнологий, т/га

Варианты опыта (фактор А)	Агротехнологии (фактор В)		Среднее по фактору А
	Экстенсивная (контроль)	Традиционная	
Т-Аю	0,60	0,60	0,60
Тю	0,97	1,03	1,0
Э-Тю	0,99	2,46	1,72
Э-А	1,41	2,0	1,70
Э-Тс	1,21	2,88	2,04
Тс	2,64	3,43	3,03
Т-Ас	2,66	2,86	2,76
Среднее по фактору В	1,50	2,22	1,86
$НСР_{05}$ для частных различий = 0,97, для фактора А= 0,68,для фактора В= 0,37			

Продуктивность яровой пшеницы сорта «Злата» была не высокой на всех вариантах опыта. Величина этого показателя была максимальной в опыте с традиционной технологий в транзитном АМЛ северного склона, а по экстенсивной технологии – в Тс и Т-Ас. Прибавка величины этого показателя составила соответственно 54,3 и 76 %. Минимальная в опыте урожайность яровой пшеницы по экстенсивной и традиционной технологии

отмечена в нижней части южного склона, где она была на 0,9 и 1,62 т/га ниже средней.

Урожайность яровой пшеницы в 2021 г. в среднем по агроландшафту составила на варианте с экстенсивной и традиционной технологией 1,5 и 2,22 т/га соответственно. В элювиальных ландшафтах и в транзите северного склона на варианте с традиционной технологией она была выше, чем на экстенсивной на 41,8-138 %. Наибольшая разница отмечена в элювиально-транзитных вариантах – 138-156 %. В транзитных вариантах южного склона продуктивность яровой пшеницы по двум технологиям была практически одинаковой и составила 0,6- 1,04 т/га. Это объясняется тем, что в супесчаных почвах южного склона наблюдался дефицит почвенной влаги, в результате чего удобрения не сработали.

По урожайности яровой пшеницы, возделываемой по экстенсивной технологии, выявлена статистически значимая связь с биологической активностью, содержанием гумуса и влажностью почвы (r =0,94, 0,81 и 0,78 соответственно). На варианте с традиционной технологии отмечена корреляционная зависимость урожайности пшеницы с содержанием гумуса и слабая – с биологической активностью почвы (r = 0,70 и 0,26).

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что условия агроландшафта и агротехнологии оказывают влияние на свойства почвы и продуктивность яровой пшеницы. В опыте со средней обеспеченностью почвы органическим веществом (2,26-3,33 %) наблюдалось увеличение целюлозоразрушающей активности почвы и продуктивности яровой пшеницы. В среднем по агроландшафту в 2021 году микробиологическая активность почвы в опыте с экстенсивной технологией составила 54,5 %, по традиционной – 85,1 %. Уже в первый год исследований отмечено увеличение биологической активности почвы в опыте с применением $N_{60}P_{60}K_{60}$, по сравнению с применением азотных удобрений (N_{30}) в подкормку. Прибавка

величины этого показателя составила 16,5-60,4 %. Ее максимальное значение (100 %) характерно для транзитного варианта южного склона, что объясняется оптимальными водно-воздушными свойствами почвы, которые способствовали получению максимального эффекта от применения удобрений. В нижней части северного склона биологическая активность в опыте с традиционной технологии была на 5,8% ниже, чем с экстенсивной, что объясняется недостатком влаги в почве и более низким содержанием органического вещества (1,83 %).

Урожайность пшеницы в 2021 г. в среднем по агроландшафту составила на варианте с экстенсивной и традиционной технологией 1,5 и 2,22 т/га соответственно. Величина этого показателя была максимальной в опыте с традиционной технологий в транзитном АМЛ северного склона (3,43 т/га), а на варианте с экстенсивной – в Тс и Т-Ас (2,66 т/га). Прибавка урожайности составила соответственно 54,3 и 76 %. Минимальная в опыте урожайность яровой пшеницы по экстенсивной и традиционной технологии отмечена в нижней части южного склона, где она была на 0,9 и 1,62 т/га ниже средней. В транзитных вариантах южного склона различий по урожайности яровой пшеницы между технологиями не отмечено, так как на супесчаных почвах южного склона наблюдался дефицит почвенной влаги, в результате чего удобрения не сработали.

Список литературы

1. Козлова Л.М., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Иванов В.Л. Улучшенная ресурсосберегающая технология обработки почвы и применения биопрепаратов под яровые зерновые культуры в условиях центральной зоны Северо-Востока европейской части России.// Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. №3(58). С. 43-48. Режим доступа: https://www.agronauka-sv.ru/jour/ article/view/130.

2. Beitrage zur rationellen und Structurschoenenden Bodenbearbeitung // K. U TB der M. Luther Universitat HalleWitteberg. 1984. Bd. 11. S. 189.

3. Ковалевская Н.П., Завялова Н.Е., Шаравин Д.Ю., Фомин Д.С. //Биологическая активность дерново-подзолистой почвы в длительном опыте с различными агротехническими приемами// Российская сельскохозяйственная наука. 2019. №3. С. 38-41.

4. Ивенин А.В., Саков А.П. Влияние системы обработки светло-серой лесной почвы на ее биологическую активность и урожайность гороха в Нижегородской области // Аграрная наука Юго-Северо-Востока. 2019. Том 20. №3. С. 256-264.

5. Иващенко К.В., Ананьева Н.Д., Васенев В.И., Кудеяров В.Н. Биомасса и дыхательная активность почвенных микроорганизмов в антропогенно-измененных экосистемах (Московская обл.) // Почвоведение. 2014. № 9. С. 1077-1089.

6. Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Писарева А.В. Экологическая оценка характера антропогенного воздействия на изменение структуры микробиологического комплекса техногенно-трансформированных земель // Плодородие. 2016. № 3. С. 37-40.

7. Рублюк М.В., Иванов Д.А., Карасева О.В. Влияние компоста многоцелевого назначения на биологическую активность почвы в осушаемых агроландшафтах // Плодородие. 2020. №2. С. 49-52.

8. Чекмарев П.А., Лукин С.В. Динамика плодородия пахотных почв, использования удобрений и урожайности основных сельскохозяйственных культур в центрально-черноземных областях России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 4. С.41-44.

9. Andrews, S.S., Karlen, D.L., Cambardella, C.A. (2004). The Soil Management Assessment Framework: A Quantitative Soil Quality Evaluation Method, SOIL SCI. SOC. AM. J., vol. 68, Nov-Dec., pp. 1945-1962.

10. Pehamberger, A. (1992). Die Bodenschätzung in Österreich. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, no. 67, pp. 235-240.

11. Корчагин А.А., Ильин Л.Н., Мазиров М.А., Бибик Т.С., Петросян Р.Д., Марков А.А., Гаспарян Т.Р. Ресурсы адаптации агротехнологий в различные по погодным условиям годы // Земледелие. 2017. № 1. С. 16-20.

12. Елисеев В.И., Сандакова Г.Н. Влияние погодных факторов и различных доз минеральных удобрений на формирование элементов структуры урожая мягкой пшеницы в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. №2 (76). С. 37-39.

Дата поступления рукописи в редакцию: 12.09.2022 г.
Дата подписания в печать: 15.09.2022 г.

УДК 631.347.084.13

К РЕГУЛИРОВАНИЮ РАСХОДА ДОЖДЕВАЛЬНЫХ АППАРАТОВ МНОГООПОРНОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «КУБАНЬ-ЛК1»

[1]Евсеев Е.Ю.,

[2]Рязанцев А.И., доктор технических наук, профессор,

[1]Малько И.В., кандидат технических наук, доцент,

[3]Метлинов Е.С.

[1]ГОУВО Московской области «Государственный социально-гуманитарный университет», г.о. Коломна, Россия

[2]ФГНУ ВНИИ систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», Московская обл., пос. Радужный, Россия

[3]ФГБНУ высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия

Развитие мелиорации земель сопряжено со сложной проблемой орошения склонов. Эта проблема встает тем острее, чем больше орошаемых площадей имеет соответствующий рельеф. Следует отметить, что использование сложных по рельефу участков обеспечит большие резервы по расширению угодий, в т.ч. орошаемых, и производству дополнительной сельскохозяйственной продукции. Поэтому освоение новых участков, расположенных на склонах, при оснащении хозяйств соответствующей сельскохозяйственной и мелиоративной техникой сможет дать ощутимый экономический эффект [2].

Для полива различных сельскохозяйственных культур, на любых типах почв с уклонами до $i = 0.05$, широко применяется многоопорные дождевальные машины кругового действия, типа «Кубань-ЛК1» (рис. 1).

© Евсеев Е.Ю., Рязанцев А.И., Малько И.В., Метлинов Е.С., 2022

Недостатком указанных ДМ является значительное колееобразование концевой самоходной тележки на склонах, обуславливающий снижение надежности технологического процесса полива. Это, вследствие перепада геодезических высот, вызывает увеличенную величину стока воды в консольной части ДМ [3].



Рис. 1. Общий вид ДМ «Кубань-ЛК1» на склоновом участке
с колееобразованием на последней тележке

Снижение энергетических и водных затрат, а также повышение надежности технологического процесса полива многоопорной дождевальной машиной кругового действия на склонах, возможно обеспечить оснащением дождевальных аппаратов машины, в ее концевой части, обоснованными по конструкции, регуляторами расходов (рисунок 2) (патент РФ на изобретение №2770811) [1].

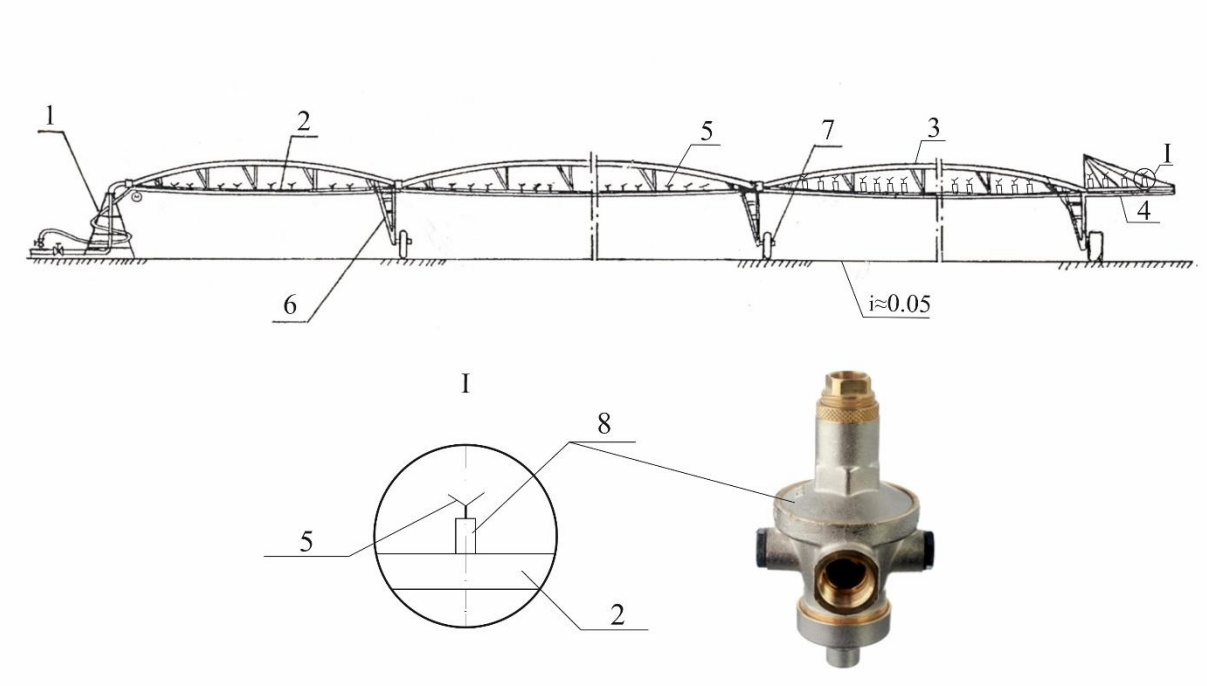


Рис. 2. Схема ДМ с регуляторами расхода:
1 – неподвижная опора; 2 – водопроводящий трубопровод; 3 – фермовые пролеты; 4 – консольная часть; 5 – дождеобразующие устройства; 6 – самоходные тележки; 7 – пневматические шины; 8 – регуляторы расхода.

При установке регуляторов расхода, интенсивность колееобразования и энергетические затраты на качение последней самоходной тележки 6, оборудованной пневматическими шинами 8, и расход воды машиной на склонах равнозначны показателям ее работы на спокойном рельефе. Это исключает образование стоков воды под последним пролетом 3, и консольной частью 4 машины [4].

По данным исследований [6], безстоковый полив для дождевальных аппаратов ДМ «Кубань-ЛК1» на уклонах ($i = 0.05$), обеспечивается, на многолетних травах, уменьшением расхода до 4.8 л./с. или на 20%, а на всходах моркови - снижением до 5.2. л./с., или на 18% (рис. 3).

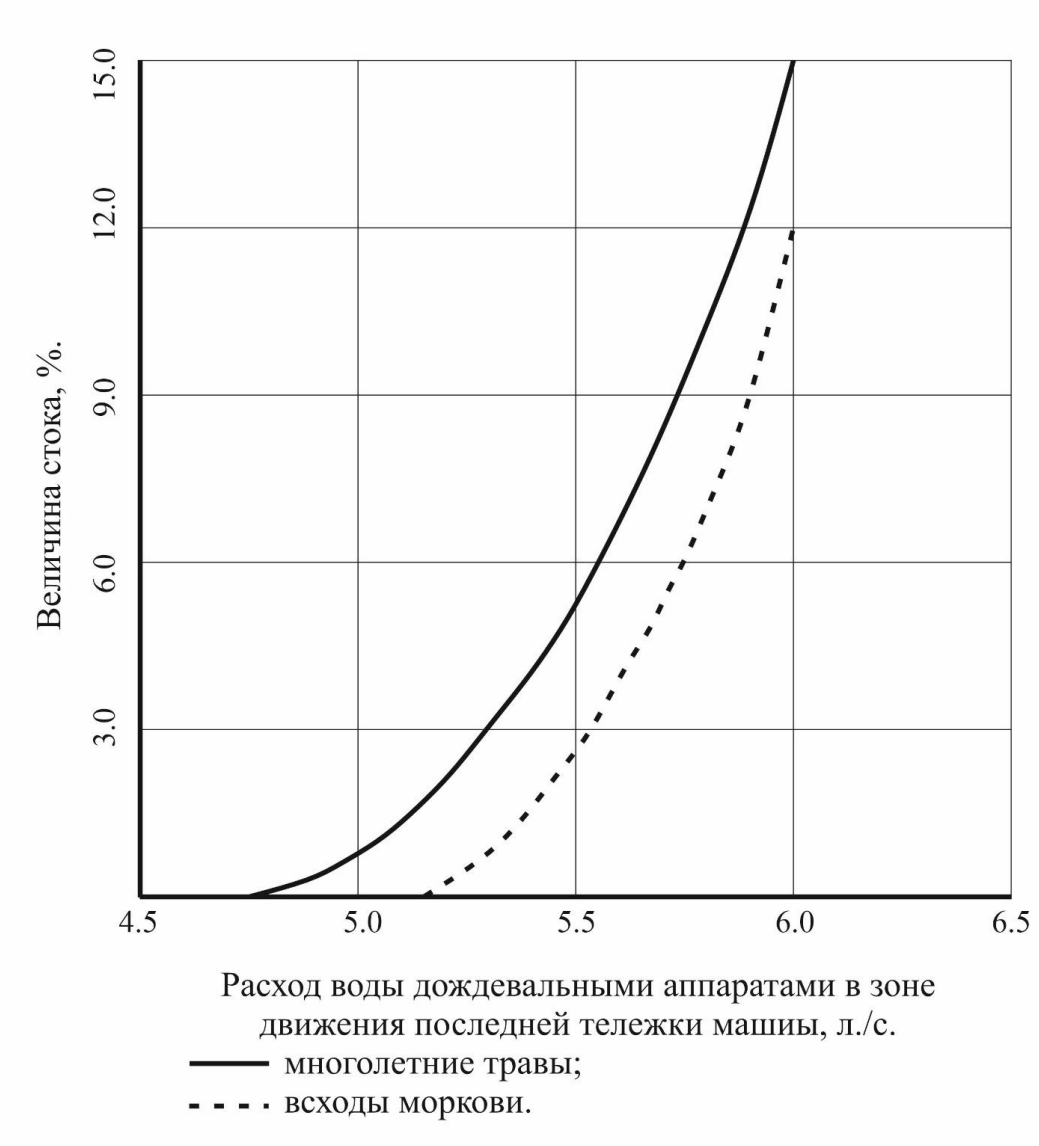


Рис. 3. Зависимости величин стока воды от расхода дождевальных аппаратов

То есть оснащение дождевальных аппаратов ДМ «Кубань-ЛК1» регуляторами расхода позволяет, за счет снижения стоков, уменьшить ее колееобразование, определяемое, по экспериментальным данным, повышение надежности технологического процесса полива на 17 – 19% [5].

Список литературы

1. Патент на изобретение 2770811 C1, 22.04.2022. Многоопорная дождевальная машина кругового действия: / Рязанцев А.И., Евсеев Е.Ю.,

Антипов А.О., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Рембалович Г.К., Костенко М.Ю., Безносюк Р.В.: заявка №2020144291 от 29.12.2020.

2. Рязанцев А.И. К усовершенствованию регулятора расхода дождевальных аппаратов многоопорных дождевальных машин / Рязанцев А.И., Антипов А.О. Евсеев Е.Ю. // Сетевое электронное периодическое издание Депмелиорации Минсельхоза России и ФГБНУ ВНИИ «Радуга» Научно-практический журнал «Вестник мелиоративной науки». – 2020. – №3. – С. 36-39.

3. Рязанцев А.И. Направления совершенствования регулирующих устройств для многоопорных дождевальных машин кругового действия типа «Кубань-ЛК1» / Рязанцев А. И., Евсеев Е. Ю., Антипов А. О., Смирнов А. И. // Современное состояние, приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях. Часть 2: материалы международной научно-практической конференции, ВНИИМЗ, г. Тверь, 25 сентября 2020 г. – Тверь: Тверской государственный университет, 2020. – 200 с.

4. Рязанцев А.И. Обоснование параметров по совершенствованию регулятора расхода дождевальных аппаратов машины Кубань-ЛК1 / Рязанцев А.И., Костенко М.Ю., Евсеев Е.Ю., Антипов О.В., Антипов А.О. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 4 (44). – С. 107-113.

5. Рязанцев А.И. Эколого-энергетические направления повышения надежности технологического процесса полива многоопорными дождевальными машинами кругового действия на сложном рельефе / Рязанцев А.И., Антипов О.В. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2017. – № 2 (34). – С. 79-83.

6. Снеговой В.С., Гаврилица А.О. Экономические предпосылки мелиорации земель в Молдавии. Кишинев, Штиинца, 1987.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 631.311.5

ПРИБЛИЖЁННАЯ МЕТОДИКА ВЫБОРА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КЛИНОВИДНОГО ДВУХОТВАЛЬНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

Насонов С.Ю.

ФГБНУ ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова, г. Москва, Россия

В последние годы, в связи с необходимостью интенсификации производства риса в России, требуются новые перспективные комплексы машин, применение которых повысит эффективность процесса планировки с повышением качества работ и производительности. В настоящее время при планировке чеков используется комплекс машин, состоящий из клин-планировщика, скрепера и длиннобазового (короткобазового автоматизированного) планировщика [1]. Планировка производится следующим образом: клин-планировщик срезает образовавшиеся на рисовом чеке в процессе эксплуатации микронеровности грунта, частично перемещая его вперёд в виде призмы волочения сравнительно небольшого объёма, и сдвигая некоторый объём срезанного грунта в поперечном направлении, относительно движения машины. Грунт, перемещаемый в виде призмы волочения перед отвалом, способствует заравниванию впадин чека. Клин-планировщик, срезая грунт, образует ровную горизонтальную поверхность на всю ширину захвата клиновидного рабочего органа. Сдвинутый в стороны грунт имеет форму буртов-валиков, которые удобно загружаются в ковш скрепера (осуществляющего следующий этап планировочных работ) и перевозятся к местам подсыпки. Окончательная чистовая планировка выполняется длиннобазовым или короткобазовым планировщиком с системой автоматического управления под заданную проектную величину.

© Насонов С.Ю., 2022

В составе комплекса землеройно-планировочных машин (далее – ЗПМ), используют опытный образец клин-планировщика. Основное его назначение: проведение первого этапа строительной и капитальной планировок [1, 2], производимых непосредственно после вспашки, рыхления и дискования грунта рисового чека.

Рассматриваемый в настоящей статье рабочий орган клин-планировщика – клиновидный отвал, представляет собой конструкцию, образованную из двух отвалов грейдерного типа, состыкованных в передней части по отношению друг к другу под углом 90º, (45º – по отношению к продольной оси машины).

Опытный образец клин-планировщика, рисунок 1, был изготовлен в механической мастерской Краснодарского края практически без расчётов и проектной документации. Однако на полевых испытаниях он показал себя как связующее, крайне полезное и необходимое звено перед непосредственной работой скрепера. Для его применения была также разработана соответствующая технология производства работ.



Рис. 1. Общий вид длиннобазового мелиоративного клин-планировщика

Рабочий орган клин-планировщика по конструкции и принципу работы имеет много общих признаков с отвальными рабочими органами бульдозеров и грейдеров. Теория и расчёт землеройно-транспортных машин (в дальнейшем – ЗТМ) достаточно основательно и подробно изложена в технической литературе [3, 4, 5]. Однако рассматриваемое рабочее оборудование клин-планировщика имеет ряд отличительных особенностей, а именно, два отвала, соединённых в виде клина под прямым углом, большая ширина захвата, резание грунта более тонкой стружкой. Кроме этого, в отличие от ЗТМ, условия производства работы, требования к точности обрабатываемой поверхности и другие особенности данной машины вызывают необходимость разработки методики для выбора основных параметров, и последующего расчёта рабочего оборудования. Такая методика необходима для проектирования, дальнейшего развития и совершенствования подобных машин. В статье делается попытка разработки методики выбора, обоснования и определения основных параметров рабочего оборудования – клиновидного отвала планировочной машины.

Основные параметры профиля клиновидного отвала, характеризующие данный пассивный рабочий орган и его расположение на поверхности грунта в рабочем положении: геометрическая форма отвала, радиус кривизны $r_{отв}$, рабочая высота клиновидного отвала $h_{ор}$, угол резания ψ, угол опрокидывания ψ_0, центральный угол профиля отвала ε_0, угол заострения ножа $\gamma_з$.

К дополнительным параметрам профиля клиновидного отвала, относятся: высота отвала по хорде h_x, угол отклонения хорды профиля отвала от вертикальной плоскости ν, длина ножа $b_н$, задний угол $\theta_{зад}$ – рисунок 2; длина отвала (одной стороны отвала) $l_{1(2)}$, угол захвата α, ширина захвата $b_з$ – рис. 3.

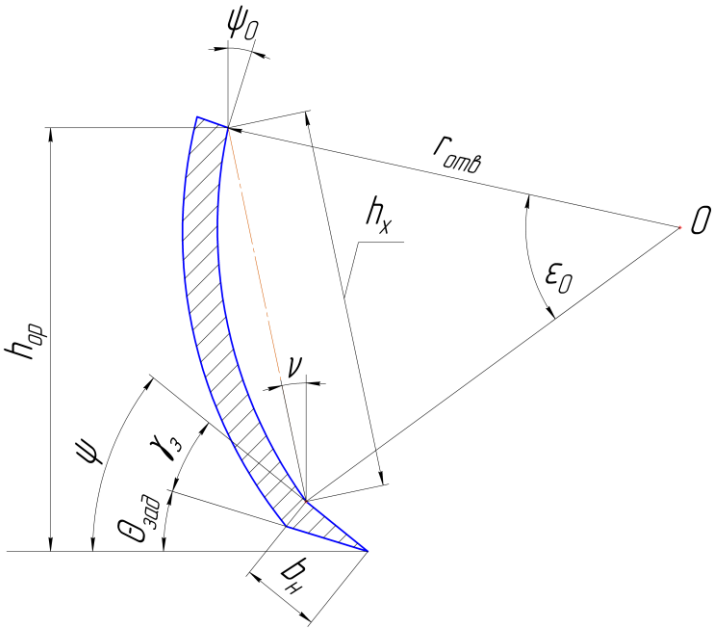


Рис. 2. Параметры профиля двухотвального рабочего органа клин-планировщика

Геометрическая форма отвала. Типы отвалов (по классификации отвальных рабочих органов [3, 4]) разделяются на три группы: *I* – с постоянным радиусом кривизны, *II* – с переменным радиусом кривизны, с большей кривизной вверху, *III* – с переменным радиусом кривизны, с большей кривизной внизу. Для клинового рабочего оборудования можно рекомендовать отвал *I* группы, с постоянным радиусом кривизны, т.к. он характеризуется относительной простотой конструктивного исполнения при изготовлении и менее энергоёмок при работе, по сравнению с отвалами других групп.

Угол резания ψ (град.), оказывает значительное влияние на процесс разработки грунта и перемещения его отвалом. Для наиболее эффективного срезания бугров рисового чека и последующего перемещения грунта следует принимать оптимальные углы резания в пределах 40-70º. Наиболее рациональный угол резания лежит в пределах 40-50º [5]. Для отвалов автогрейдеров рекомендуется принимать ψ=45º. Учитывая, что рассматриваемый рабочий орган по конструкции и производству работ

наиболее близок к отвалу автогрейдера, можно рекомендовать ψ=45º для отвального оборудования клин-планировщика.

Угол опрокидывания ψ_0 (град.) определяет главным образом направление движения грунта при сходе его с рабочей поверхности отвала. Выбирать угол ψ_0 нужно такой, чтобы обеспечить свободное перемещение призмы волочения относительно отвала без пересыпания грунта через верхнюю кромку отвала. Он зависит от назначения и условий работы пассивного рабочего органа. По аналогии с углом опрокидывания отвала автогрейдера можно рекомендовать ψ_0=15º.

Центральный угол профиля отвала ε_0 (град.), в среднем, находится в диапазоне 60-100º. Его можно принимать, как среднее арифметическое $\varepsilon_0 \cong$ 80º.

Угол заострения ножа отвала $\gamma_з$ (град.) принимается из оптимальных значений ($\gamma_з$=25-27º), при которых прочность и износостойкость режущей кромки ножа отвала при работе будет наименьшей. По рекомендациям [3, 4, 5] можно принимать $\gamma_з$=27º.

Задний угол отвала $\theta_з$ (град.) принимается из диапазона $\theta_з$=5-7º, можно принимать $\theta_з$=5º, (согласно рекомендациям [3, 4]).

Угол отклонения хорды профиля отвала от вертикальной плоскости ν (град.), определяется по выражению:

$$\nu = +0,5 \cdot \left[90^\circ - (\psi_0 + \psi) \right], \text{ град.} \qquad (1)$$

где: знак «+» (после знака «=») показывает, что отвал установлен с наклоном несколько назад.

Тип и ширину ножа $b_н$ (мм), рекомендуется принимать по ГОСТ, для унификации с ножами ковшовых планировщиков, откосопланировщиков, автогрейдеров, бульдозеров. Не допускается установка ножа $b_н \leq$150 мм из соображений условия его прочности при работе.

Рабочая высота клиновидного отвала h_{op} (м) зависит в основном от объёма призмы волочения, перемещаемого отвалом, физико-механических свойств грунта, технологии проведения планировочных работ и

ограничивается при достаточной длине рабочего органа, мощностью двигателя базовой машины $P_{ДВ}$, ориентировочно можно определить так:

$$h_{\text{ор}} = (0{,}15 - 0{,}18) \cdot \sqrt[3]{\text{P}_{\text{ДВ}}},\ \text{м} \qquad (2)$$

При проведении испытаний опытного образца клин-планировщика в качестве тягача использовались тракторы К-701 ($P_{ДВ}$=220 кВт) и Т-150К ($P_{ДВ}$=121 кВт). Подставив в формулу (2) значения мощности двигателя базовых машин, получим высоту отвала в пределах 0,85-1,0 м.

Конструктивная высота клиновидного отвала (по хорде) h_x (м), определяется следующим образом по формуле:

$$h_{\text{ê}} = \frac{\left(h_{\text{îð}} - b_{\text{í}} \cdot \sin\psi\right)}{\cos\nu},\ \text{м} \qquad (3)$$

Радиус отвала. По данным [4], наиболее целесообразным очертанием отвала в профиле является дуга окружности с постоянным радиусом кривизны. Приближенно радиус отвала определится, так:

$$\text{r}_{\text{îòâ}} = \frac{h_{\text{îð}}}{2 \cdot \sin\psi},\ \text{м} \qquad (4)$$

или по следующей формуле:

$$\text{r}_{\text{îòâ}} = \frac{h_{\text{îð}} - b_{\text{í}} \cdot \sin\psi}{2 \cdot \sin\cdot\left[0{,}5 \cdot (90^{\circ} + \psi_0 - \psi)\right] \cdot \cos + 0{,}5 \cdot \left[90^{\circ} - (\psi_0 + \psi)\right]},\ \text{м} \qquad (5)$$

где h_{op} — рабочая высота отвала, м; $b_н$ — ширина ножа, м; ψ — угол резания, град.; ψ_0 — угол опрокидывания, град.

Длина отвала (одной стороны отвала) $l_{1(2)}$ (м), при заданной марке трактора будет зависеть от мощности его двигателя и определится по следующей эмпирической формуле:

$$l_{1(2)} = (0{,}330 - 0{,}350) \cdot \sqrt[3]{P_{\text{ÄÂ}}},\ \text{м} \qquad (6)$$

Подставив в нижеприведенную формулу значения мощности двигателя базовых машин, используемых на испытаниях, получим длину одного отвала в пределах 1,85-1,1 м, объединив их, имеем:

$$l_{\text{îáù}} = \frac{l_1 + l_2}{\sin 90},\ \text{м} \qquad (7)$$

Общая длина отвала колеблется в пределах 3,8 4,2 м.

Ширина захвата b_3 (м). Следует отметить (рис. 3), что у клин-планировщика общая длина отвала является шириной захвата, т.е. $l_{îáù} = b_Ç$, м.

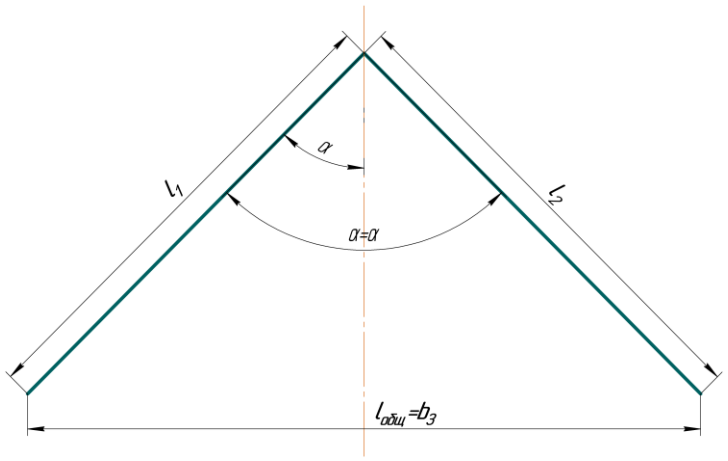


Рис. 3. Схема к определению дополнительных параметров двухотвального рабочего органа

Угол захвата α (град.), выбирается исходя из требования смещения грунта отвалом в сторону [3]. Максимальное рекомендуемое значение угла захвата ограничивается способностью перемещения призмы волочения вдоль отвала по выражению: $\alpha_{\max} = 90 - \varphi$, где: φ – внутренний угол трения грунта. Установлено, что при углах захвата больше 55-60º, грунт плохо сдвигается в сторону. При производстве работ, выполняемых путем непрерывного движения машины вдоль фронта работ (при засыпке траншей, разравнивания валов и т.д.) когда требуется интенсивное перемещение грунта в сторону, угол захвата должен быть не более 45-50º [4].

С уменьшением угла α увеличивается объём грунта, смещаемого в стороны в виде валиков, но уменьшается объём призмы волочения перед отвалом, что умешает способность засыпать микропонижения на чеке. Более определённые рекомендации по выбору угла α можно будет дать на основании анализа состояния поверхности поля, а также результатов экспериментальных исследований.

Предварительно, по рекомендации [3], угол α для минеральных грунтов 35-50º, для торфяников 30-45º. Пользуясь этими рекомендациями, можно

принимать $\alpha = 45^{\circ}$ для каждого отвала (при соединении их в плане, они установлены под углом 90º).

Предложенные в настоящей статье основы выбора основных параметров рабочего оборудования мелиоративного клин-планировщика можно рекомендовать в первом приближении для практических расчётов.

Выбор некоторых параметров, таких как: угол резания, рабочая высота отвала, угол и ширина захвата, более обоснованно, можно будет рекомендовать по результатам экспериментальных испытаний.

Список литературы

1. Ефремов А. Н. Планировка земель с применением лазерных систем. – М.: ООО «Литера Принт», 2014. – 130 с.

2. Насонов С. Ю. Обоснование использования клин-планировщика в комплексе планировочных работ // «Проблемы эффективного использования мелиорированных земель и управление плодородием почв Нечерноземной зоны в условиях изменяющегося климата» в рамках мероприятий Года науки и технологий: Матер. международ. н.-практ. конф. ВНИИМЗ. – Тверь: Издательство Тверского государственного университета, 2021. – С. 266-269.

3. Зеленин А. Н., Баловнев В. И., Керов И. П. Машины для земляных работ. – М.: Машиностроение, 1975. – 424 с.

4. Мелиоративные машины. Под ред. И. И. Мера. – М.: Колос, 1980. – 351 с.

5. Машины для земляных работ. Под общ. ред. проф. Ю.А. Ветрова. 2-е изд., дораб. и доп. Киев: Вища школа, Головное изд-во, 1981. 384 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 16.08.2022 г.

УДК 631.432.1

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ ВОД МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

Хархардинов Н.А.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Верхний горизонт почвы, полностью насыщенный водой, называемый верховодкой, в основном своем составе содержит горные водопроницаемые породы, подстилаемые местным водоупором. Основной параметр верховодки – уровень почвенно-грунтовых вод (УПГВ), он имеет определенные колебания сезонного характера, которые зависят от метеоусловий. Засушливые периоды способны не только резко понизить УПГВ, но и полностью высушить водоносный слой. Однако с приходом весны и таянием снегов, а также во время продолжительных дождей, слой быстро восстанавливается. Эти колебания уровня могут быть весьма ощутимыми. Поэтому важно знать средний показатель грунтовых вод на участке.

Урожайность сельскохозяйственных культур на осушаемых землях существенно варьирует в зависимости от глубины залегания грунтовых вод даже при поддержании оптимальной влажности почвы с помощью дождевания. Понижение уровня грунтовых вод или повышение его, по сравнению с оптимальным значением, снижает урожай [1,3].

Дифференцированное использование осушаемых земель, осуществляемое с учетом их агроэкологического состояния и степени дренируемости – один из факторов повышения эффективности

© Хархардинов Н.А., 2022

мелиоративного земледелия и необходимое условие снижения затрат на производство сельскохозяйственной продукции в гумидной зоне [2].

Физические свойства почв во многом определяют характер поступления, накопления и использования почвенным биоценозом воды, воздуха и тепла, скорость и направление роста корневых систем [4].

Наблюдения за динамикой уровня почвенно-грунтовых вод в различных видах осушаемых земель проводились на агрополигоне Губино ВНИИМЗ.

Почва опытного участка дерново-сильноподзолистая остаточно-карбонатная глееватая. Ее гранулометрический состав на южном склоне и на вершине песчано-супесчаный, на северном склоне – супесчано-легкосуглинистый. Почвообразующие породы имеют двучленный характер. На южном склоне средняя глубина морены превышает 1 м, а на северном она залегает на глубину 0,5-0,6 м, местами выходит на поверхность.

Исследования проводились на агроэкологической трансекте длиной 1300 м.

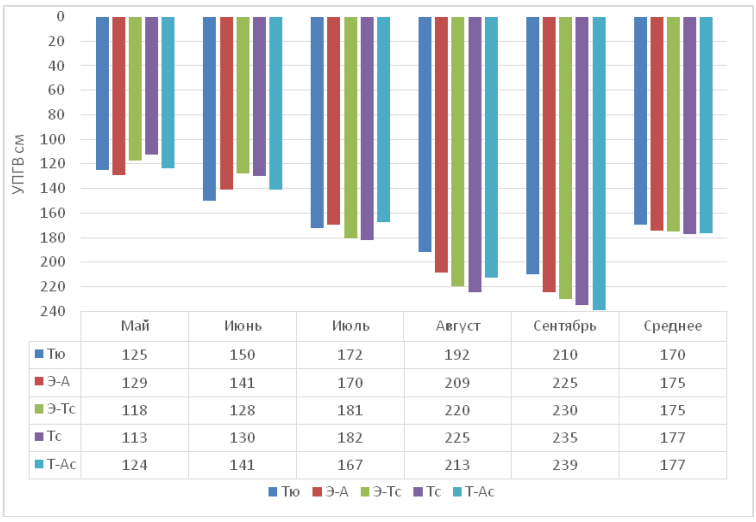
Вариантами опыта служили пересекаемые ею агромикроландшафты (АМЛ), которые охватывают все микропозиции конечно-моренного холма: транзитно-аккумулятивные (Т-А) агромикроландшафты межхолмных депрессий и нижних частей склонов, в которых преобладает аккумуляция питательных веществ из грунтовых и намывных вод; транзитные (Т) местоположения центральных частей склонов, характеризующиеся боковым током влаги; элювиально-транзитные (Э-Т) позиции верхних частей склонов, где наряду с боковым током влаги наблюдается вертикальное промывание почвенного профиля и элювиально-аккумулятивные (Э-А) АМЛ плоской вершины, где происходит, как вертикальный нисходящий ток влаги, так и ее локальная аккумуляция в микропонижениях.

Схема опыта включает 5 вариантов; Тю – транзитный микроландшафт южного склона; Э-А – элювиально- аккумулятивный микроландшафт –

вершина холма; Э-Тс – элювиально-транзитный микроландшафт северного склона; Тс – транзитный микроландшафт северного склона; Т-Ас – транзитно-аккумулятивный микроландшафт северного склона.

Опытный участок осушен закрытым дренажем, глубина залегания дрен – 1 м. Междренное расстояние в элювиальных вариантах составляет 40 м, в транзитных – 30 м, в транзитно-аккумулятивных – 20 м.

Наблюдения за уровнем почвенно-грунтовых вод проводили в течение вегетационного периода (май – сентябрь) в центральных частях АМЛ в стационарных скважинах, глубиной 4 м с использованием общепринятой методики. Результаты мониторинга обрабатывали использованием компьютерной программы EXCEL 2007 (рисунок).



	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее
Тю	125	150	172	192	210	170
Э-А	129	141	170	209	225	175
Э-Тс	118	128	181	220	230	175
Тс	113	130	182	225	235	177
Т-Ас	124	141	167	213	239	177

Рисунок. Средние значения результатов мониторинга УПГВ в вегетативный период на объекте исследования в 2022 году

Мониторинг показал, что в пределах всего агроландшафта за время вегетации происходит постепенное снижение УПГВ. Весной его среднее значения, как правило, выше 100 см, что обеспечило энергичную работу дренажа. Летом произошло резкое снижение УПГВ до 175 см, которое продолжилось осенью.

Наиболее близкое к поверхности залегание грунтовых вод в начале вегетативного периода (113 см) отмечено в транзитном варианте северного склона, что соответствует оптимальному уровню для зерновых культур, возделываемых на суглинистых почвах. На вершине холма (Э-А) отмечен пониженный УПГВ, что объясняет вертикальный нисходящий ток влаги и характером подстилающей породы – она песчаная.

В течение 2022 года отмечено значительное понижение УПГВ на всех изучаемых микроландшафтах. Это объясняется уменьшением суммы выпавших осадков.

Таблица

Осадки за период май-август на полигоне 2022.

Осадки за период май-август на полигоне 2022 года				
Дни	Количество осадков, мм			
	Май	Июнь	Июль	Август
I декада	-	40	-	22
II декада	34	10	24	6
III декада	22	-	20	9
итого	56	50	44	37
Всего осадков	143			

Изменчивость климатических условий, прежде всего, определяла динамику глубины залегания верховодки. Из таблицы можно сделать вывод что 2022 год был засушливым – за вегетативный период выпало на полигоне всего 143 мм осадков. Это повлияло на снижение УПГВ на глубину ниже 200 см.

Два фактора – понижение уровня почвенно-грунтовых вод отмечено ниже 200 см и климатическая засуха (всего 143 мм осадков за вегетативный период) значительно повлияли на конечный урожай сельскохозяйственной продукции в 2022 году на полигоне ВНИИМЗ.

Режим почвенно-грунтовых вод в пределах агрогеокомплекса конечно-моренной гряды, отличающегося сложным геолого-почвенно-ландшафтным устройством, зависит, прежде всего, от погодных условий, затем от

особенностей микробассейна (агроландшафт разделяется на три зоны, различающиеся по характеру динамики УПГВ), от пестроты природной среды геокомплекса.

Список литературы

1. Проведение научных исследований на мелиорированных землях избыточно увлажненной части СССР. Методические указания. Калинин: ВНИИМЗ. 1984. 161 с.

2. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К. Эффективность размещения культур севооборотов на осушаемых землях в разных агроэкологических условиях // Мелиорация и водное хозяйство. 2015. № 2. С. 19-22.

3. Рублюк М.В., Иванов Д.А., Карасева О.В.Влияние агроландшафтных условий на водный режим осушаемых земель Нечернозёмной зоны России // Достижение науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 8. С. 8-10. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10802.

4. Шаповалов Д. В., Влияние систем удобрений на агрофизические свойства выщелоченного чернозема и урожайность сои на поверхностной обработке почвы // Научный журнал КубГАУ. 2009. № 52(8). С. 95-102.

Дата поступления рукописи в редакцию: 21.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 29.08.2022 г.

РАЗДЕЛ IV. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОРМОПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ МЕЛИОРАЦИИ

УДК 631.5; 631.6; 911.2

ВЛИЯНИЕ АГРОФОНА НА ПЕСТРОТУ УРОЖАЙНОСТИ ТРАВОСТОЕВ

Иванов Д.А., доктор сельскохозяйственных наук,
член-корреспондент РАН.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

В Нечерноземье наиболее традиционным источником кормов являются многолетние клеверотимофеечные травостои – агроценозы, состоящие из сеяных (клевер и тимофеевка) и сорных трав. Они, являясь основой лугопастбищного комплекса хозяйства, являются также и неотъемлемой частью биологизированных плодосменных и зернотравяных севооборотов. Исследование влияния факторов природной среды на пространственное изменение их продуктивности является важнейшей задачей, решение которой позволяет разрабатывать теорию адаптивно-ландшафтного земледелия.

Применение минеральных удобрений – важнейший элемент системы земледелия, позволяющий резко увеличить урожайность культур. Влияние разнообразных туков на растительный и почвенный покров хорошо изучено [1], однако характер воздействия удобрений на пространственную пестроту урожая еще не совсем ясен [2,3].

© Иванов Д.А., 2022

В нашей работе сделана попытка выявления влияния минеральных удобрений на пестроту урожайности сена многолетних бобово злаковых трав. Работа проводилась на агрополигоне Губино ВНИИМЗ, расположенном на невысоком (относительная высота до 15 м.) холме, состоящим из: межхолмной депрессии, расположенной на юге стационара, относительно крутого (до 5^{o}) южного склона, плоской слабодренируемой вершины, относительно пологого (до 3^{o}) северного склона, межхолмной депрессии на севере стационара и пологого (до 2^{o}), короткого склона южной экспозиции на самом севере стационара. Почвообразующие породы – двучленные отложения разной мощности (флювиогляциальные пески подстилаются сильноопесчаненной, легко и среднесуглинистой, завалуненной карбонатной мореной московского возраста). Южная часть стационара (межхолмная депрессия и склон южной экспозиции) сложены мощными (морена глубже 150 см) и среднемощными (глубина залегания морены ≈ 1 м) двучленами, на вершине, кроме них, встречаются и маломощные (глубина залегания морены ≤ 0,6 м) двучлены, северный склон в основном сложен среднемощными и маломощными двучленами, а в межхолмной депрессии морена локально выходит на поверхность.

В пределах агрополигона основным типом элементарных почвенных структур являются подзолисто-гидроморфно-эрозионные вариации-ташеты. Пестрота почвенного покрова обусловлена литологической неоднородностью почвообразующих пород по горизонтали и вертикали. Полигон осушен регулярным гончарным дренажем со средним междренным расстоянием 30 м.

Исследования проводились на агроэкологической трансекте (физико-географическом профиле) – узком поле, пересекающем все микроландшафтные позиции конечно-моренного холма: транзитно-аккумулятивные (Т-А) геокомплексы нижних частей склонов и межхолмных депрессий, характеризующиеся аккумуляцией элементов питания из намывных и грунтовых вод; транзитные (Т) ландшафты, расположенные в центральных

частях склонов, в которых господствует латеральный (параллельный поверхности) ток влаги; элювиально-транзитные (Э-Т) местоположения верхних частей склонов, где, наряду с латеральным током влаги, происходит ее вертикальное перемещение по почвенному профилю и элювиально-аккумулятивный (Э-А) ландшафт вершины, в пределах которого вертикальное промывание почвенного профиля чередуется с локальной аккумуляцией влаги в микропонижениях (блюдцах).

Поля, на которых проводились наблюдения, занимали полосы, проходящие вдоль трансекты, имеющие ширину 7,2 м., а длину – 1300 м. Одно поле было контрольным – без внесения удобрений, кроме подкормки покровного овса 1 ц/га аммиачной селитры в фазу кущения, а второе поле (тестовое) эксплуатировалось в режиме традиционной технологии – перед посевом овса и трав была внесена в почву азофоска в дозе N_{60},P_{60},K_{60} д.в. на 1 га. На второй год осуществлялась подкормка трав 1 г.п. хлористым калием в дозе 70 кг. д.в. на 1 га. Определение урожайности сена осуществлялось в 60 точках опробования, регулярно расположенных по трансекте на расстоянии 20 м друг от друга. Площадь учетной делянки – 1 $м^2$. Обработка данных производилась различными методами статистического анализа.

Вследствие экстремально сухой погоды в 2022 году удобрения не оказали существенного воздействия на урожайность сена. Контрольное поле в результате последействия посева козлятника восточного, имело более благоприятные условия для произрастания трав. Урожайность сена на нем (2,6 т/га) достоверно превышала таковую на тестовом поле (1,9 т/га). Внесение удобрений не отразилось на величине пространственной вариабельности урожая сена – на обоих полях коэффициенты вариации равны 42%. Нами отмечена слабая, но достоверная корреляция пространственного изменения урожайности сена по обоим полям – r=+0,26.

Автокорреляционный анализ показал, что на контроле наиболее заметна высокочастотная вариабельность урожайности сена с периодами ≈

20, 40 и 80 м, что можно объяснить влиянием мелиоративной системы на первом этапе развития травостоя (в 2021 году), тогда как на тестовом поле отчетливо проявляются волны только с периодом ≈ 40 м, что свидетельствует о снижении влияния осушения на урожайность трав.

Итак, на основе предварительных данных можно сделать вывод о влиянии минерального питания растений на пространственное изменение урожайности трав, что необходимо учитывать при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Список литературы

1. Прянишников Д.Н. Агрохимия: учебник. /М.-Л.: Сельхозиздат, 1934, – 399 с.

2. Барановский И.Н., Иванов Д.А., Ковалев Н.Г., Рублюк М.В. Баланс элементов питания в разных фациях конечно-моренного холма при выращивании картофеля //Агрохимия. 2006. №4. С. 51-56.

3. Иванов Д.А., Тюлин В.А., Рублюк М.В., Карасева О.В., Агеева С.И., Гришина А.И. Мониторинг агрохимических свойств почв в пределах агроэкологического стационара //Агрохимия. 2014. № 5. С. 27-31.

Дата поступления рукописи в редакцию: 21.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 29.08.2022 г.

УДК 631.671:633.321

СУММАРНОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ОРОШЕНИЯ

Дрозд Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук.

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь

Клевер луговой является одной из важнейших кормовых культур, возделываемых в Республике Беларусь. В среднем по Республике посевами клеверов занято около 65 % пахотных земель от общего объема сельскохозяйственных угодий, отведенных под многолетние бобовые травы [1, 2].

Как и любая другая культура, клевер луговой предъявляет свои требования к обеспеченности тепловой и световой энергией, почвенной влагой и запасам питательных веществ в ней. Регулировать поступление тепла и света к посевам клевера лугового практически невозможно, а вот изменять степень почвенной влагообеспеченности можно за счет дополнительного увлажнения земель.

Поступление влаги в почву как естественным, так и искусственным способом является приходной частью уравнения водного баланса. Расходной частью данного уравнения является водопотребление и внутрипочвенный и поверхностный сток излишних для почвы вод. Знание всех вышеуказанных показателей, позволяет выразить из уравнения водного баланса водопотребление и с высокой точностью определить его численное значение [3, 4].

© Дрозд Д.А., 2022

Эксперимент по определению величины водопотребления осуществлялся в 2017-2020 гг. на дерново-палево-подзолистых обычных легкосуглинистых почвах северо-восточной части Республики Беларусь. Почвы опытного участка характеризовались следующими агрохимическими и водно-физическими показателями: содержание гумуса – 1,48-1,66 %, P_2O_5 – 203,0-320,4 мг/кг, K_2O – 251,0-423,0 мг/кг, pH 5,70-5,80, $И_{окульт}$ – 0,71-0,99, плотность сложения в расчетном слое 0-30 см – 1,38-1,39 г/см^3, наименьшая влагоемкость в аналогичном слое почвы – 22,63-23,82 % от массы сухой почвы.

В исследованиях был использован раннеспелый сорт клевера лугового Цудоуны. Норма высева клевера лугового принята равной 8 кг/га, из расчета 100% посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см [5].

Опыт заложен по следующей схеме:

1. Контроль.

2. Нижний предел оптимальной влажности почвы 70 % НВ.

3. Нижний предел оптимальной влажности почвы 80 % НВ.

Поддержание почвенных влагозапасов в указанных пределах осуществлялось методом дождевания барабанно-шланговой дождевальной установкой Bauer Rainstar T-61. Поливные нормы приняты равными 20 мм и 30 мм для вариантов 80 % НВ и 70 % НВ соответственно [3, 4].

В наших исследованиях, оптимальным по увлажнению был 2018 год (ГТК = 1,34), а избыточно увлажненными 2017 и 2020 годы (ГТК = 1,78–1,89). Однако, несмотря на это, неравномерное выпадение осадков внутри вегетационных периодов приводило к периодическому снижению почвенных влагозапасов до ранее установленных нижних границ, в эти промежутки времени выполнялись поливы (таблица 1).

Таблица 1

Оросительная норма, водопотребление и урожайность сухого вещества клевера лугового в 2017-2020 гг.

Показатели	Годы и варианты орошения								
	Контроль			70 % НВ			80 % НВ		
	2017	2018	2020	2017	2018	2020	2017	2018	2020
Оросительная норма, мм	-	-	-	110	120	30	100	100	20
Водопотребление, мм	325,3	312,3	368,9	357,2	382,65	394,8	340,0	350,6	372,5
Урожайность сухого вещества, т/га	9,24	11,66	15,65	13,88	17,37	22,69	13,27	14,37	19,51
Прибавка от орошения, т/га	-	-	-	4,64	5,71	7,04	4,03	2,71	3,86
$НСР_{05}$	0,38	0,40	0,45	-	-	-	-	-	-

Полученные данные указывают на то, что оросительная норма зависит не только от уровня тепловлагообеспеченности, но и от варианта орошения. Величина оросительной нормы варьирует от 20-100 мм в условиях варианта 80 % НВ до максимальных 30-120 мм, отмеченных на втором варианте с орошением.

Дополнительная влага, поступающая в почву во время поливов, не только достоверно и существенно повысила урожайность сухого вещества орошаемых вариантов опыта на 2,71-7,04 т/га, но и оказала влияние на суммарное водопотребление. Его величина колеблется от 312,3-368,9 мм в варианте без орошения до 340,0-372,5 мм и 357,2-394,8 мм – в вариантах 80 % НВ и 70 % НВ соответственно.

Список литературы

1. Привалов Ф. И. Оптимизация структуры многолетних трав как фактор растительного стабилизации производства кормов и растительного белка / Ф. И. Привалов, П. П. Васько, Е. Р. Клыга // Земледелие и селекция в

Беларуси: сб. науч. тр. / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2016. – Вып. 52. – С. 207–213.

2. Васько П. П. Успех животноводства кроется в траве / П. П. Васько, А. А. Боровик // Белорус. сел. хоз-во. – 2013. – № 1 (129). – С. 30–34.

3.Оросительные системы. Правила проектирования: ТКП 45-3.04-178-2009 (02250). – Введ. 29.12.2009. – Минстройархитектуры, 2010. – 70 с.

4. Лихацевич А. П. Сельскохозяйственные мелиорации: учебник для студентов высших учебных заведений по специальности «Мелиорация и водное хозяйство» / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск : ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.

5. Технологии и техническое обеспечение производства высококачественных кормов: рекомендации / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», РНДУП «Институт мелиорации». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – 74 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 636.0.85

ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫХ СИЛОСНЫХ КУЛЬТУР

Капсамун А.Д., доктор сельскохозяйственных наук,
Павлючик Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Иванова Н.Н., кандидат сельскохозяйственных наук.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

В статье приведены результаты исследований кормовой ценности сырья многолетних силосных культур, способов улучшения качества их силосуемости с использованием малозатратных способов консервирования. Объектами исследований являлись высокопродуктивные силосный культуры: козлятник восточный, сильфия пронзеннолистная и интенсивные виды злаковых трав (тимофеевка луговая сорт ВИК 9, овсяница луговая ВИК 5). В ходе исследований в сравнительном аспекте проанализированы образцы силоса из козлятника восточного и сильфии пронзеннолистной с контрольным вариантом силосом из кукурузы. Установлено, что общее содержание органических кислот во всех силосах было довольно высоким (1,94-3,32%). Наибольшая доля молочной кислоты (более 80%) приходится на полученный корм из кукурузы и сильфии пронзеннолистной. При консервировании козлятника восточного в чистом виде также преобладало молочнокислое брожение (67,8%), силос получен 1 класса.

В Нечерноземной зоне РФ большую часть осушаемых земель занимают кормовые культуры, основу которых составляют многолетние травы. Наряду

© Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н., 2022

с многолетними травами значительный интерес представляет дальнейшее совершенствование технологий возделывания силосных культур.

Научно-исследовательская работа, проведенная в отделе полевого кормопроизводства ВНИИМЗ в прошлые годы, позволила разработать технологию возделывания кукурузы на силос с початками молочно-восковой спелости применительно к осушаемым минеральным почвам.

Технология предусматривает: размещение посевов кукурузы на постоянных участках с уровнем почвенного плодородия не ниже среднего и нормой осушения 0,8-1,0 м (в среднем за вегетационный период), агромелиоративные приемы обработки почвы – планировка поверхности, глубокое рыхление на глубину 40-45 см, нарезка гребней, внесение органических удобрений в дозе 60 т/га, минеральных – из расчета на планируемый урожай.

По своим биологическим особенностям кукуруза весьма требовательна к водно-воздушному режиму почв и, в частности, к уровню грунтовых вод. Она отрицательно реагирует на высокий уровень почвенных вод (до 50-55 см) и особенно на его сочетание с пониженными температурами воздуха и почвы. Переувлажненные почвы обычно приводят к резкому снижению урожая. Кроме того, зеленая масса кукурузы отличается невысоким содержанием протеина, что создает несбалансированность рационов по белку. По среднестатистическим многолетним данным кукуруза дает хорошие урожаи зеленой массы лишь в 4-х случаях из 10 лет выращивания, а недостаток протеина в силосе ведет к перерасходу корма на 25-30%.

В последние годы все больше возрастает роль менее требовательных к теплу силосных культур, способных вегетировать при относительно низких положительных температурах и давать высокие урожаи за короткий вегетационный период. Среди таких культур выделяются козлятник восточный и сильфия пронзеннолистная, отличающиеся многолетностью,

высокой продуктивностью, хорошими кормовыми достоинствами зеленой массы и получаемых из нее кормов.

В лаборатории луговых агроценозов ВНИИМЗ проводится сравнительная оценка новых кормовых культур, при которой козлятник восточный обеспечивает урожайность зеленой массы в 1,5 раза выше клеверотимофеечной смеси. Выращивание его на почвах избыточного временного увлажнения более эффективно, чем традиционные клеверотимофеечной смеси.

В качестве одного из резервов укрепления кормовой базы животноводства большое значение имеет сильфия пронзеннолистная. Она может возделываться почти во всех почвенно-климатических зонах, но особенно благоприятен для нее климат Нечерноземья.

Сильфия способна произрастать на почвах с повышенным увлажнением, с близким стоянием грунтовых вод, а также переносить продолжительное затопление (до 12-15 дней). Последнее качество делает эту культуру ценной для возделывания на осушаемых минеральных землях, где часто бывают временные переувлажнения после таяния снега и после обильных осадков. Кроме того, возделывание малораспространенных культур (козлятник, сильфия) на осушаемых минеральных землях позволит получать ценную кормовую массу, повысить выход растительного белка с единицы площади и сбалансировать корма по переваримому протеину.

Научно-практический интерес представляют исследования химического состава и питательной ценности зеленой массы малораспространенных силосных культур, а также кормов из них и их смесей с другими кормовыми культурами.

В связи с этим исследование химического состава и питательной ценности и особенностей консервирования растительного сырья из вышеперечисленных культур является важной задачей.

Экспериментальная и аналитическая часть исследований выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель (ВНИИМЗ), Тверская область. Объектами исследований из бобовых трав был козлятник восточный, из злаковых – овсяница луговая, тимофеевка луговая на разных стадиях развития в свежем и провяленном виде и сильфия пронзеннолистная.

Объектами исследования в опытах служили следующие смеси:

1. Кукуруза в чистоте.
2. Козлятник восточный в чистоте.
3. Козлятник + овсяница.
4. Сильфия пронзеннолистная в чистоте.
5. Сильфия пронзеннолистная + овсяница луговая.

В качестве контроля использовалась кукуруза, являющаяся традиционной силосной культурой в Тверском регионе.

Исследуемые силосные культуры – козлятник восточный и сильфия пронзеннолистная в условиях региона являются малораспространенными и новыми. Почва на опытном участке, дерново-подзолистая суглинистая, осушенная. Пахотный слой характеризуется следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 6,7, обеспеченность легкогидролизуемым азотом средняя – 50,1 мг в 1 кг почвы, подвижным фосфором ($P_2 0_5$) – 72,5-186,0 мг на кг почвы и обменным калием ($K_2 0$) – 58,0-140,5 мг на кг почвы. Удельная масса почвы 2,59г/см^3. Междренное расстояние регулирующей сети 18-40 м, глубина закладки дрен 0,8-1,1м. Содержание гумуса – 1,4-1,9 %. Площадь опыта 6,1га, размещение вариантов рендомизированное, в три яруса, повторность трехкратная. Использование двухукосное, агротехника общепринятая, наблюдения, учеты и измерения выполнялись с соблюдением требований к полевым опытам, принятых в кормопроизводстве и земледелии [1-4].

Исследования по консервированию кормов проводились по общепринятой методике (Методические рекомендации по консервированию и хранению объемистых кормов, 2008).

Энергетическую и протеиновую питательность исходной массы и кормов определяли в соответствии с Методическими указаниям по оценке качества и питательности кормов, 2002, а их качество – согласно требованиям ОСТ 10202-97 «Силос из зеленых растений. Технические условия». Расчет обменной энергии в кормах проводили на основе содержания сырых питательных веществ (без участия животных) по методике ВНИИ животноводства [4,5,6].

Для статистической обработки результатов исследований применялся метод дисперсионного анализа с использованием компьютерных программ.

Из данных таблицы 1 видно, что в процессе консервирования зеленой массы всех кормовых культур преимущественным было молочнокислое брожение. Масляная кислота в количестве 0,11-0,31% присутствовала при силосовании козлятника восточного совместно со злаковым компонентом и при провяливании зеленой массы.

Общее содержание органических кислот во всех силосах было довольно высоким (1,94-2,93%). Наибольшая доля молочной кислоты (более 80%) приходилась на полученный корм из кукурузы и сильфии пронзеннолистной, как в чистом виде, так и в смеси с отавой козлятника восточного.

При консервировании козлятника восточного в чистом виде также преобладало молочнокислое брожение (67,8%), силос получен 1 класса. Добавление к силосуемой массе злакового компонента привело к сдвигу в сторону уксуснокислого брожения. Следует отметить, что процесс силосования козлятника восточного проходит не в полной мере, pH корма 5,1-5,3. Особенно наблюдалось это при закладке провяленной массы трав. При слабом провяливании козлятника восточного (до влажности 78,5%) pH

силоса 6,15, а при более глубоком подсушивании массы (до 72,9%) – 6,6. При такой технологии силосования наблюдается появление масляной кислоты.

Таблица 1

Качественный состав силосов

№ п/п	Вид силоса, культура	Влага, %	Количество кислот в силосе, %					Соотношение кислот, %			Корм. ед, кг	Качество силоса
			pH	Всего кислот	Молочной	Уксусной	Масляной	Молочной	Уксусной	Масляной		
1	кукуруза	85,38	3,8	2,61	2,13	0,48	-	81,6	18,4	-	0,14	1
2	козлятник	86,0	5,1	1,99	1,35	0,64	-	67,8	32,2	-	0,16	1
2	козлятник +овсяница	84,99	5,3	1,94	0,62	1,01	0,31	32,0	52,1	15,9	0,16	2
3	козлятник (провялен)	72,95	6,6	2,93	2,21	0,61	0,11	75,4	20,8	3,8	0,22	1
4	сильфия	86,34	4,2	2,47	2,06	0,41	-	83,4	16,6	-	0,14	1
5	сильфия+ отава козлятника	85,31	3,8	3,18	2,80	0,32	0,06	88,1	10,1	1,8	0,13	1

Сильфия пронзеннолистная обеспечила нормальный процесс силосования и получение доброкачественного корма 1 класса с pH 4,0-4,2.

Результаты химического анализа силоса показывают, что кормовые культуры (козлятник, сильфия и кукуруза) отличались относительно низким содержанием сухого вещества (табл. 2). По содержанию сырого и переваримого протеина (более 15,0%) выделяются корма из козлятника восточного в чистом виде и в смеси с овсяницей луговой. В кукурузе (контроль) содержание протеина было наименьшим, что связано с

биологическими особенностями этой культуры. Сильфия пронзеннолистная занимала промежуточное положение между кукурузой и козлятником восточным (табл. 2).

Таблица 2

Питательная ценность силосов

Силосуемые культуры	Сухое вещество	Содержание (в % на абсолютно сухое вещество)					Содержится в1кг		Переваримый протеин на 1корм. ед.
		Протеин		клетчатка	зола	БЭВ	ОЭ МДж	К.ед	
		сырой	переваримый						
Козлятник восточный	14,00	16,44	12,21	24,30	9,80	46,76	11,80	0,98	124
Козлятник + овсяница	15,01	15,19	11,54	25,80	8,70	48,01	11,10	0,93	124
Козлятник	27,05	15,64	11,89	29,60	9,80	42,46	9,90	0,81	147
Сильфия	13,64	12,68	9,23	25,90	12,30	46,42	10,90	0,90	102
Сильфия + отава козлятник	14,69	16,13	11,36	23,80	8,90	45,83	10,40	0,88	129
Кукуруза (контроль)	14,62	8,55	5,56	26,10	6,90	47,13	10,00	0,82	68

Показатели клетчатки у силосов козлятника восточного возрастали при провяливании массы и при использовании злакового компонента, у сильфии они были на уровне контроля и уменьшались в кормах с добавлением отавы.

Концентрация обменной энергии в консервированных кормах различалась в зависимости от вида растительного сырья и способов силосования. Наибольшей она была в силосе из козлятника в чистом виде, из сильфии пронзеннолистной и при совместном силосовании козлятника восточного с овсяницей луговой.

Характерной особенностью кукурузного силоса является несбалансированность корма по белку. На 1 кормовую единицу приходиться 68 г переваримого протеина (62% от нормы).

Внешние признаки силоса из свежескошенного козлятника восточного с внесением злакового компонента были несколько лучше, чем в кормах в чистом виде. Силос имел хорошо сохранившуюся структуру, но буро-зеленый цвет силоса указывал на возможность нежелательного направления развития микробиологических процессов, наблюдалась плесень.

В силосе из свежескошенного материала сильфии пронзеннолистной преобладал запах консервированных овощей и фруктов, буро-зеленый цвет, из сырья сильфия + отава козлятника – желто-бурый цвет и фруктовый запах. Провяливание массы улучшало условия силосования, особенно в вариантах без злакового компонента. Этот силос имел темно-зелёный цвет, фруктовый запах, хорошо сохранившуюся структуру без признаков плесени верхних слоев.

Выводы:

1. При консервировании зеленой массы козлятника восточного, сильфии пронзеннолистной и кукурузы в чистом виде и в смеси с другими культурами преобладает молочнокислое брожение и обеспечивается получение силоса 1 и 2 классов.

2. Концентрация обменной энергии в кормах различалась в зависимости от вида растительного сырья и способов силосования. Наибольшей она была в силосе из козлятника восточного в чистом виде (11,8 МДж/кг), смеси козлятника и овсяницы луговой (11,1МДж/кг), сильфии пронзеннолистной в чистом виде (10,9 МДж/кг). При совместном силосовании сильфии с отавой козлятника она была на уровне 10,8 МДж/кг сухого вещества корма.

3. Проведение провяливания массы, подвергаемой обезвоживанию, учитывающее особенности продукционного процесса и технологические

свойства конкретного ее вида зеленой массы, позволяет свести до минимума потери питательных веществ, заготовить корм высокого качества.

Список литературы

1. Бакланов А.М. Галега на мелиорированных землях Нечерноземья / А.М.Бакланов, А.Д. Капсамун, К.С. Болатбекова // Кормопроизводство.1999. №10. С. 5-8.

2. Бондарев В.А. Результаты исследований по созданию перспективных технологий приготовления высококачественных объемистых кормов / В.А. Бондарев. А.А. Панов// Технологии заготовки, хранения и использования кормов / Кормопроизводство: проблемы и пути решения. Лобня. 2007. С.173-181.

3. Капсамун А.Д. Многолетние бобовые травы на осушаемых землях Нечерноземья / А.Д. Капсамун, Е.Н. Павлючик, Н.Н.Иванова //ФГБНУ ВНИИМЗ. Монография, г. Тверь. 2018.178 с.

4. Косолапов В.М. Повышение качества корма – непременное условие успешного развития животноводства // Аграрная наука. 2008. №1. С.27-29.

5. Методические рекомендации по проведению опытов по консервированию и хранению объемистых кормов. М.: ФГУ РЦСК. 2008. 67 с.

6. Победнов Ю.А. Основы и способы силосования трав. – Научное издание. Санкт-Петербург. 2010. 192 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 16.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 631.6:631.445:631.82

РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ АГРОПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ВЫРАБОТАННОМ ТОРФЯНИКЕ

Анисимова Т.Ю., кандидат сельскохозяйственных наук

Маркин С.Ю.

Всероссийский НИИ органических удобрений и торфа – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», г. Владимир, Россия

При разработке приемов интенсификации земледелия на торфяных почвах разной стадии антропогенной эволюции важнейшее значение имеет объективная оценка состояния их свойств и прогноз возможных изменений во времени под влиянием антропогенных и абиотических факторов. Мелкозалежные и мелконтурные торфяники следует отводить под культурные сенокосы и пастбища [1]. Вопрос создания на торфяных почвах культурных долголетних сенокосов, по-прежнему актуален с экологической точки зрения, это позволит избежать риска природных пожаров, деградации почв. Многолетние травы лучше всего адаптированы к условиям выработанных торфяников, они полнее используют атмосферные осадки и почвенный азот, характеризуются стабильным долголетием и продолжительным вегетационным периодом, в течение которого они несколько раз отчуждаются, что определяет особенности их минерального питания и потребность во внесении удобрений [2]. Сочетание таких агроприемов, таких, как прямой сев семян трав в ненарушенную дернину и ежегодное внесение минеральных удобрений было направлено на ускоренное восстановление выработанных заброшенных торфяников путем трансформации их в высокопродуктивные

© Анисимова Т.Ю., Маркин С.Ю., 2022

кормовые угодья, обеспечивающие повышение их продуктивности и качества кормов.

Цель исследований – разработка низкозатратных агробиологических приемов и технологий возделывания многолетних трав на выработанных мелкоконтурных торфяниках. Реализация исследовательских работ была основана на методике проведения опытов на сенокосах и пастбищах [3].

Исследования проводили на Байгушском торфяном месторождении, во Владимирской области. Согласно данным геологоразведки 1977 г. тип торфяной залежи был определен как переходный (А -15,4%, R – 45%) [4]. Общая площадь торфяного массива составляла 13,8 га, запасы торфа – 30 тыс. $м^3$ (или 6 тыс. т 40% влажности). До разработок мощность торфяного слоя в среднем составляла 1,09 см (максимальная – 1,40 см), а уже в 1975 г. – не более 40-50 см. В 1970 годы торфяник стали использовать под сенокос. Мелиорация проведена в 1985 г., водоприёмником являлся овраг, тип использования – сельскохозяйственный (окультуренный сенокос). В 1990 годы в сельскохозяйственном использовании находилось 20-25% площади (I и II торфяные карты), которые почти полностью сработаны и использовались в основном для выращивания зерновых культур и под сенокос, с 2015 г. площади были заброшены.

На части карты I в 2017 г. заложен полевой опыт по определению влияния применения минеральных удобрений и прямого сева семян многолетних трав на продуктивность фитоценоза и свойства болотной торфяной почвы. Объект исследования – почва болотно-подзолистая (Gleyic (Histic) Albeluvisols) со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 1,86-2,0%, pH_{KCl} 6,1-6,4; содержание подвижных фосфора 56-75 мг/кг почвы, обменного калия – 46,5-58,2 мг/кг. Мощность пахотного слоя 27-39 см.

Исследования проводили по следующей схеме:

1. Природный фитоценоз (ПФ) без подсева клеверотимофеечной смеси – контроль.

2. Культурный фитоценоз (КФ) с подсевом клеверотимофеечной смеси.

3. ПФ + $N_{60}P_{60}K_{90}$.

4. КФ +$N_{60}P_{60}K_{90}$.

5. ПФ + $N_{60}P_{90}K_{120}$.

6. КФ +$N_{60}P_{90}K_{120}$.

Площадь делянки – 62,5 м^2 (12,5х5), повторность четырехкратная, общая площадь под опытом – 0,15 га. Сев проводили дисковой зерновой сеялкой непосредственно в дернину, нормы высева семян составили: тимофеевки луговой – 4 кг/га, клевера красного – 8 кг/га. Азотные удобрения вносили дробно: в период весеннего отрастания трав (вместе с фосфорными и калийными) и после первого укоса. Укосы надземной массы многолетних трав проводили при наступлении начала фазы цветения у бобовых растений и колошения – у злаковых. Учеты урожая надземной массы трав выполнены с использованием портативной косилки, сплошное скашивание трав проведено ротационной навесной косилкой КРН-2,1, агрегатируемой с МТЗ-82. Анализы почвенных и растительных образцов проводили в соответствии с ГОСТами [5]. Определение качества зеленой массы многолетних трав исполнено также с использованием расчетных методик [6].

Статистическая обработка данных полевого опыта по определению влияния применения минеральных удобрений (фактор А) и подсева трав (фактор В) на урожай многолетних трав была проведена с использованием дисперсионного анализа и программного пакета STATVIUA.EXE. Для констатации различий при сравнении величин использовался показатель наименьшей существенной разницы при 5% уровне значимости ($НСР_{05}$). В

данной статье представлены результаты пятого года исследований при выращивании трав IV года пользования (г.п.).

Влияние агроприемов оказало влияние на агрохимическую характеристику почвы (таблица 1). За пять лет исследований применение удобрений и подсева не оказало негативного влияния на показатели pH и суммы обменных оснований в корнеобитаемом слое почвы полевого опытного участка, отмечено накопление запасов подвижных фосфора и калия. Сочетание изучаемых агроприемов способствовало накоплению запасов подвижных соединений фосфора и калия в пахотном слое почвы, снизило риск деградации почвы выработанного торфяника.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка (0-20 см)

Вариант	pH_{kcl}		Содержание фосфора подвижного, мг/кг		Содержание калия обменного, мг/кг		$\sum_{Ca+Mg}$, мг·экв/100 г почвы	
	*1	*2	1	2	1	2	1	2
Природный фитоценоз (ПФ)	6.2	6.15	51.7	55.5	40.8	50.4	3.88	3.86
Культурный фитоценоз (КФ)	6.15	6.25	48.4	52.1	32.1	56.8	3.76	4.04
ПФ + $N_{60}P_{60}K_{90}$	6.2	6.34	51.7	102	40.8	146	3.88	4.88
КФ + $N_{60}P_{60}K_{90}$	6.05	6.06	48.4	126	32.1	150	3.76	4.40
ПФ + $N_{60}P_{90}K_{120}$	6.2	6.29	51.7	110	40.8	128	3.88	4.88
КФ + $N_{60}P_{90}K_{120}$	6.05	6.14	48.4	102	32.1	123	3.76	4.76

Примечание: *1 – до закладки опыта: *2 – в конце пятого года проведения исследований

Агроэкологическая и энергетическая оценка применения прямого сева и удобрений свидетельствует об их положительном влиянии на продуктивность и качество кормовых культур. В 2021 г. урожайность многолетних трав IV г.п. на фоне минеральных удобрений в сочетании с подсевом трав существенно превосходила контрольный вариант, а также вариант с подсевом без удобрений (таблица 2).

Анализируя данные таблицы видно, что разница в урожайности трав (зеленая масса) между удобренными вариантами опыта существенна и составила 3,0 т/га. По фону NPK (фактор А) разница между вариантами с минеральными удобрениями и контролем без удобрений также была достоверной: внесение минеральных удобрений в дозах N60P60K90 и N60P90K120 способствовало увеличению урожая трав на 5,0-12,6 т/га.

В вариантах с культурным фитоценозом (фактор В) были получены существенные прибавки как по сравнению с абсолютным контролем (11,1-12,6 т/га), так с вариантами без подсева (6,1-7,0 т/га). Применение подсева в варианте без удобрений также было эффективно, прибавка составила 1,8 т/га.

Использование изучаемых агробиоприемов оказало положительное влияние на питательную и энергетическую ценность трав. Сбор кормовых единиц на 1 га при применении только подсева возрос в 2 раза, а при сочетании удобрений с подсевом по сравнению с вариантами без подсева в 1,8 раза. В удобренных вариантах природного фитоценоза количество кормовых единиц с 1 га возросло в среднем в 3 раза по сравнению с абсолютным контролем, в вариантах с подсевом этот показатель возрос почти в 6 раз.

Таблица 2

Продуктивность многолетних трав IV г.п.

Вариант опыта	Урожайность, т/га		Выход на 1 га			
	зеленой массы	сухой	к.ед.	сырого протеина, кг	переваримого протеина, кг	ОЭ, ГДж/га
Природный фитоценоз						
Без удобрений (контроль)	2,4	0,8	477	100	51,4	5,9
$N_{60}H_{60}K_{90}$	7,4	2,4	1475	302	165	17,7
$N_{60}P_{90}K_{120}$	8,0	2,6	1584	330	169	19,3
Культурный фитоценоз						
Без удобрений	4,5	1,4	897	188	116	12,6
$N_{60}H_{60}K_{90}$	13,5	4,1	2702	568	466	37,8
$N_{60}H_{60}K_{90}$	15,0	4,6	3009	632	391	42,1
$НСР_{05}$	3,0	0,9				
$НСР_{05}$ (А)	2,2	0,7				
$НСР_{05}$ (В)	1,8	0,5				

Аналогичная тенденция положительного влияния удобрений, а также сочетания подсева и удобрений прослеживалась при определении содержания протеина и обменной энергии в зеленом корме.

Таким образом, сочетание изучаемых агроприемов способствовало накоплению запасов подвижных соединений фосфора и калия в пахотном слое почвы, снизило риск деградации почвы выработанного торфяника, улучшило качество трав. Так, сбор кормовых единиц на 1 га при применении только подсева возрос в 2 раза, а при сочетании удобрений с подсевом по сравнению с вариантами без подсева в 1,8 раза, при этом по сравнению с контролем – в 3-6 раз. Отмечено положительное влияние изучаемых приемов и на качественные характеристики зеленого корма: сбор сырого и переваримого протеина, содержание обменной энергии. По урожайности и

качеству трав наиболее эффективными были варианты с подсевом и внесением минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{60}P_{90}K_{120}$.

Список литературы

1. Уланов А.Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России / А.Н.Уланов. – Киров: 2005. – 320 с.

2. Мееровский А.С. Технологический регламент производства зеленого корма и сырья для заготовки кормов на улучшенных сенокосах/ А.С. Мееровский, Р.Т. Пастушок, А.Л. Бирюкович, О.С. Михайлова// Мелиорация. – 2021. – №1(95). – С. 31-37.

3. Новоселов Ю.К. и др. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами /Ю.К. Новоселов и др. 2-е изд. - М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1997. – 197 с.

4. Торфяные месторождения Владимирской области по состоянию изученности на 1 января 1977 г. М.: Министерство геологии РСФСР, Трест Геолторфразведка, 1978. – 368 с.

5. Агрохимические методы исследований почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

6. Сычев В.Г. Методические указания по оценке качества и питательности кормов/ В.Г.Сычев, В.В. Лепешкин – Москва: МСХ РФ, ЦИНАО, 2002. – 75.

Дата поступления рукописи в редакцию: 22.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 02.09.2022 г.

УДК 633/635:631.32

БИОПРОДУКТИВНОСТЬ САМОВОЗОБНОВЛЯЮЩИХСЯ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВОСТОЕВ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Иванова Н.Е., кандидат сельскохозяйственных наук,
Капсамун А.Д., доктор сельскохозяйственных наук,
Павлючик Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Вагунин Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

В последнее время увеличилось число лет с неравномерным выпадением атмосферных осадков в период вегетации, что отрицательно сказывается на росте и развитие луговых трав.

Сельское хозяйство в силу природно-климатических условий ведется в неконтролируемых человеком условиях и более других отраслей подвержено нестабильности. В нем наблюдается повышенный риск производства вследствие нерегулируемых природных факторов, незащищенности от возможных стихийных бедствий: ураганов, наводнений, засух, вымерзания и вымокания посевов, эпидемии животных и т.д.

Биологическая природа используемых в сельском хозяйстве производственных ресурсов и длительность производственного цикла увеличивают неустойчивость сельскохозяйственного производства [2].

Важным фактором повышения эффективности лугопастбищного хозяйства и соответственно молочного скотоводства, тем более при нехватке удобрений, является увеличение площадей лугов с бобово-злаковыми травостоями [3].

© Иванова Н.Е., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Вагунин Д.А., 2022

С учетом изменения климатических условий в регионах с развитым животноводством требуются корректировка и расширение видового состава многолетних трав и технологий их возделывания для стабилизации продуктивности травосеяния, создания бесперебойного зеленого и сырьевого конвейеров. Повышение видового и сортового разнообразия, введение эффективных смешанных посевов позволит повысить устойчивость кормопроизводства, улучшить качество кормов, а также создаст условия для рационального природопользования [1].

Предпочтение отдается видам и сортам, сочетающим высокую потенциальную урожайность с экологической устойчивостью, со средоулучшающими и ресурсовосстанавливающими функциями [5].

Продление продуктивного долголетия травостоев может достигаться за счет подбора компонентов травосмесей с учетом экологических условий местообитания включаемых видов. При создании краткосрочных сеяных лугов затрачиваются дополнительные средства на перезалужение, при этом биологический потенциал долголетия многолетних трав (и в первую очередь корневищных злаков) реализуется не полностью [4].

Знание адаптивных реакций кормовых травостоев позволит оптимизировать условия среды их произрастания, использовать расширенный видовой и сортовой состав кормовых растений, обладающих большей экологической пластичностью и активнее адаптирующихся к почвенно-климатическому потенциалу осушаемых почв, что в условиях изменяющего климата является актуальным.

Опыт заложен в 2018 году на агрополигоне Губино ВНИИМЗ на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве осушаемой закрытым гончарным дренажем. Глубина залегания дрен около 1,0 м, расстояние между дренами 38 метров.

Почва опытного участка средне-окультуренная со среднем и повышенным содержанием подвижного фосфора (P_2O_5 – 75,4-115,6 мг/кг почвы), среднем и

высоким обменного калий (K_2O – 87,0-182,9 мг/кг почвы). По степени кислотности почва средне- и слабокислая с pH 4,72-5,29, содержание гумуса – 1,50-3,04 %.

Исследования проводятся на травосмесях с участием полевицы гигантской – (Agrostis gigantea Roth) – сорт ВИК 2, мятлика лугового (Roa pratensis L) – сорт Балин и овсяницы красной (Festuca rubra L) – сорт Максима с целью выявления их адаптивных реакций к условиям осушаемых земель и перспективности для создания самовозобновляющих пастбищ на осушаемых землях. В опыте используются 12 травостоев с разным видовым составом. Виды, сорта трав и нормы высева семян указаны в таблице 1.

Таблица 1

Видовой и сортовой набор бобово-злаковых травосмесей

№ варианта	Видовой и сортовой состав травосмеси	Норма высева семян, кг /га
1	Полевица гигантская ВИК 2 + Клевер ползучий ВИК 70+ Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87	3+3+8+4+6
2	Полевица гигантская ВИК 2 + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Лядвенец рогатый Солнышко	3+3+8+4+6
3	Полевица гигантская ВИК 2+ Клевер ползучий ВИК 70 + Овсяница тростниковая Лосинка+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87	3+3+8+4+6
4	Полевица гигантская ВИК 2+ Клевер ползучий ВИК 70+ Овсяница тростниковая Лосинка+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204+ Лядвенец рогатый Солнышко	3+3+8+4+6
5	Мятлик луговой Балин + Клевер ползучий ВИК 70 +Райграс пастбищный ВИК 66+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204+Люцерна изменчивая Вега 87	3+3+8+4+6
6	Мятлик луговой Балин+ Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204+ Лядвенец рогатый Солнышко	3+3+8+4+6
7	Мятлик луговой Балин+ Клевер ползучий ВИК 70 + Овсяница тростниковая Лосинка+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204+ Люцерна изменчивая Вега 87	3+3+8+4+6
8	Мятлик луговой Балин+ Клевер ползучий ВИК 70+ Овсяница тростниковая Лосинка+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204+ Лядвенец рогатый Солнышко	3+3+8+4+6

9	Овсяница красная Максима+ Клевер ползучий ВИК 70 +Райграс пастбищный ВИК 66+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204+ Люцерна изменчивая Вега 87	3+3+8+4+6
10	Овсяница красная Максима+ Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204+ Лядвенец рогатый Солнышко	3+3+8+4+6
11	Овсяница красная Максима+ Клевер ползучий ВИК 70+ Овсяница тростниковая Лосинка+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204+ Люцерна изменчивая Вега 87	3+3+8+4+6
12	Овсяница красная Максима+ Клевер ползучий ВИК 70+ Овсяница тростниковая Лосинка+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204+ Лядвенец рогатый Солнышко	3+3+8+4+6

Изучение адаптивных реакций бобово-злаковых травостоев проводилось на двух уровнях питания (фон – без удобрений и на фоне N_{45} P_{45} K_{45}).

Учетная площадь делянки 80 м^2, повторение опыта четырёхкратное. Варианты опыта расположены в 2 яруса. Посев травосмесей проведен беспокровным, рядовым способом. Использование травостоев осуществлялось в пастбищную спелость трав, в фазу кущения-начала выхода в трубку злаковых трав и ветвления бобовых, за сезон проведено 3 цикла отчуждения биомассы – имитация пастбищного использования методом скашивания.

Агротехника в опыте общепринятая для условий Центрального Нечерноземья. Полевой опыт сопровождался необходимыми учетами, наблюдениями и измерениями в соответствии требований современных методик, принятых в луговодстве.

Статистическую обработку результатов полевого эксперимента проводили методом дисперсионного анализа. Анализы почвы на агрохимические показатели и биохимический состав корма проводились в лаборатории массовых анализов ВНИИМЗ.

На адаптацию луговых растений в большой степени влияют метеоусловия, складывающиеся в период вегетации. Количество осадков, выпадающих за вегетационный период и их распределение, весьма существенно влияют на уровень адаптации трав.

Одним из объективных показателей оценки климатических условий является гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) (табл. 2).

Таблица 2

Гидротермический коэффициент 2018-2021 гг.

Годы исследований	2018	2019	2020	2021
ГТК	1,16	1,33	2,23	1,00

Недостаточная влагообеспеченность и высокие среднесуточные температуры длительное время отрицательно влияли на ростовые процессы трав и сроки проведения укосов. Травостои достигали укосной спелости на 10-12 дней позже обычно принятых сроков.

Наиболее адаптивные условия для роста, развития и формирования продуктивности исследуемых трав складывались в первый и второй год жизни травостоев при ГТК 1,16 и 1,33.

В формировании адаптивных реакций многолетних трав неважное значение имеет водообеспечение травостоев.

Известно, что для луговых трав оптимальная влажность корнеобитаемого слоя почвы составляет 60-80% от полной влагоемкости.

Влажность почвы под изучаемыми травостоями, в отдельные периоды формирования биомассы в текущем году, находилась ниже 50 и даже 40% от ППВ и явно была не достаточной для оптимального развития трав. Значительное повышение среднесуточной температуры воздуха и отсутствие осадков длительное время способствовало понижению УГВ до 2,0 м, и снижению запасов продуктивной влаги в почве, что вызывало резкое замедление роста и развития травостоев во втором цикле отрастания трав.

Важной характеристикой многолетних трав является их способность формировать дернину, эксплуатационными свойствами которой является твердость, связность и мощность. Показатели твердости зависят от её влажности, толщины и массы корней и корневищ. При более высокой твердости дернина

меньше повреждается колесами машин, более устойчива к вытаптыванию. В то же время на излишне твердой почве ухудшаются условия для роста корней и развития растений.

Мощность дернины является одной из основных характеристик пастбищного травостоя. Прочность дерна на разрыв характеризуется связностью, которая определяется переплетением корней и корневищ трав. Чем выше связность, тем лучше травостой может противостоять физическим повреждениям. Исследуемые виды трав, включенные в травосмеси, обладают повышенной побегообразовательной способностью и поэтому образуют плотную дернину (табл. 3).

Таблица 3

Особенности дернинообразования пастбищными травостоями

Травостои	Удобрение	Мощность дернины, см	Связность дернины
Полевицевые травостои	Без удобрений	8,1	слабосвязная
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	8,3	слабосвязная
Мятликовые травостои	Без удобрений	8,2	слабосвязная
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	8,5	среднесвязная
Травостои с овсяницей красной	Без удобрений	8,7	среднесвязная
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	8,5	среднесвязная
Средние значения по травостоям	Без удобрений	8,3	среднесвязная
	$N_{45}P_{45}K_{45}$	8,4	среднесвязная
$НСР_{0.05}$ для частных различий для фактора В (удобрение) для фактора А (травосмесь) для взаимодействия АВ		 0,24 0,17 0,14 0,14	

Более устойчивую к нагрузкам дернину, при мощности 8,5-8,7 см и средней связности, образовали травостои с овсяницей красной. Закономерностей показателей мощности и связности дернины от внесения удобрений не выявлено.

В среднем изучаемые травосмеси образовали дернину средней мощности, что указывает на дальнейшее развитие в травостоях дерново-образовательного процесса.

Одним из важнейших критериев адаптивности видов, их долголетия и качества получаемого корма является ботанический состав травостоя (табл.4).

Таблица 4

Ботанический состав самовозобновляющихся травостоев, %.

Состав травосмеси	Без внесения удобрения			С удобрениями ($N_{45}P_{45}K_{45}$)		
	злаки	бобовые	не сеяные виды	злаки	бобовые	не сеяные виды
Травостои с полевицей гигантской	39,4	57,2	3,4	72,5	24,4	3,1
Травостои с мятликом луговым	44,6	54,1	1,3	73,6	23,8	2,6
Травостои с овсяницей красной	46,7	52,7	0,6	67,2	31,4	1,4

В опыте явно прослеживалась тенденция более высокой доли участия бобовых видов по естественному фону произрастания, которая составляла 52,7-57,2%. На долю клевера ползучего приходилось до 30%, люцерну – до 52% и на долю лядвенца рогатого – 24,1-46,0%, в зависимости от варианта.

Злаковые травы в ботаническом составе на данном месте обитания занимали 39,4-46,7%. Участие полевицы, мятлика и овсяницы красной в сложении урожая было незначительным и составляло от 3,0 до 14,4%.

По фону удобрений увеличение участия злаковых трав в травостоях до 67,2-73,6 % или на 26,9-29,8% сопровождалось сокращением доли участия бобовых компонентов на 25,8-28,9% в сравнении с естественным фоном. Люцерна, имея более поверхностную корневую систему в условиях часто повторяющихся водных и тепловых стрессов вегетационного периода, была более подверженной изреживанию, чем лядвенец.

В данных условиях произрастания низовые травы увеличивали долю своего участия в урожае на 7,5-23,2%. Доминирующим злаковым видом в травостоях была овсяница тростниковая, на ее долю приходилось 27,1-40,4%

урожая, а из бобовых, с долей участия 32,8%, – лядвенец рогатый, что говорит о высокой адаптивной способности данных видов в изучаемых травостоях.

При анализе результатов ботанического состава выявлен высокий адаптационный потенциал травостоев с участием овсяницы красной, которые в условиях вегетационного периода оказались наиболее устойчивыми к сохранению сеяных видов и внедрению разнотравья.

На рисунке показана продуктивность травостоев, которая позволила определить наиболее продуктивные травостои при формировании урожая. Основной объем урожайности сформировался при первом цикле отчуждения, что составляет 48,0-55,0% от общего урожая за сезон (обычные значения 33-35%). Наименьшая продуктивность сформирована во 2 цикле отрастания, при засушливых условиях развития.

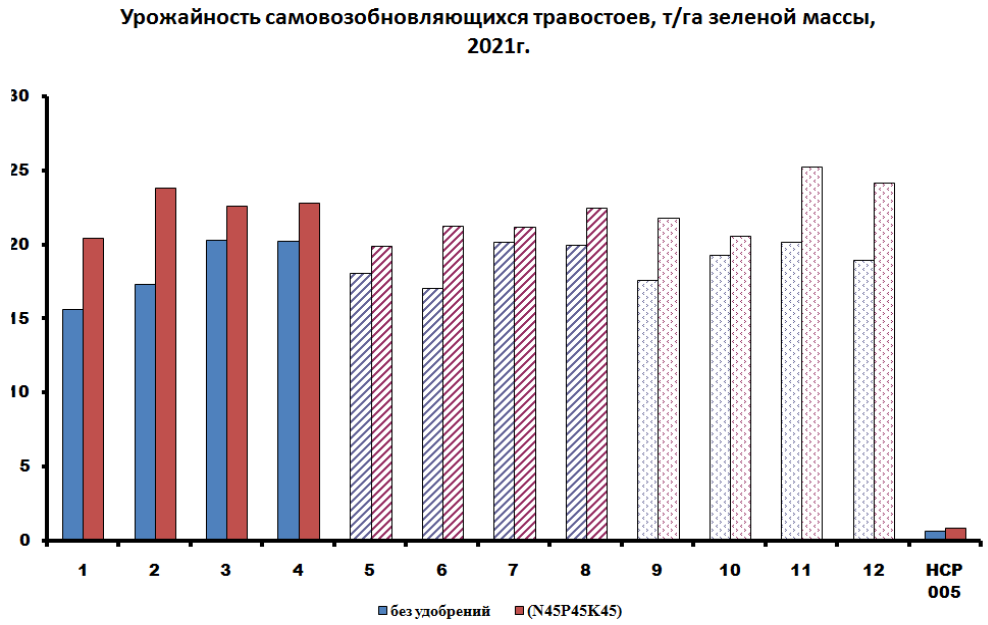


Рис. Урожайность самовозобновляющихся травостоев, т/га зеленой массы, 2021 г.

Неудобренные травостои обеспечили получение на гектаре в среднем 18,4-19,0 тонн зеленой массы. Травостоями с полевицей получено от 15,6 до 20,2 т/га, с мятликом – от 17,1 до 20,1, с овсяницей красной – 17,6-22,2 т/га зеленой массы.

Травостои, в состав которых входила овсяница тростниковая, обеспечили урожайность на 1,7-3,1 тонны с 1 га, превышающую урожай травостоев с райграсом пастбищным. По фону с удобрениями средняя урожайность зеленой массы варьировала от 21,2 до 23,1 т на 1 га и достоверно была на 2,3-4,0 т больше урожайности неудобренных травостоев.

Преимущество по продуктивности как по фону удобрений, так и по естественному фону было у травостоев с овсяницей красной – 20,6-25,3 (23,1) т/га. Мятликовые смеси имели наименьший сбор пастбищного корма – 19,9-22,5 т/га.

Для более полной оценки адаптивных реакций и влияния видового состава травосмесей на формирование урожая многолетних трав учитывали питательную ценность зеленой массы. Питательная ценность растений определяется по количеству белка, жира, клетчатки и их специфическому действию на продуктивность животных.

Компоненты травосмесей, ботанический состав обусловили биохимические показатели корма изучаемых травостоев.

Известно, что содержание сырого протеина является одним из основных показателей качества зеленой массы. В зеленой массе трав содержание сырого протеина по естественному фону колебалось от 18,3 до 20,2 %, что соответствует зоотехническим нормам кормления. Более качественный корм по этому показателю был на травостоях по фону удобрений – 21,7-22,0 %.

Жесткие погодные условия по режиму увлажнения и температуре в летний период приводят к формированию тканей растений с более высоким содержанием клетчатки.

В наших исследованиях в корме всех изучаемых травостоев ее содержание находилось в пределах 23,5-28,1 % и соответствовало потребности животных. Наибольшее содержание сырой клетчатки отмечается в травостоях с высоким содержанием злаковых видов трав.

Как правило, в сухом веществе зеленой массы растений, скошенных в ранние фазы развития, больше протеина и меньше клетчатки.

Сырой жир является важным источником полинасыщенных жирных кислот. Закономерностей изменения содержания жира в зависимости от видового состава травостоев нами не отмечено.

При высоком содержании в травостоях злаковых видов трав содержание золы увеличивалось на 0,4-0,6%.

Высокие адаптационные способности травостоев и скашивание травосмесей в оптимальные сроки обеспечили получение корма с высокой концентрацией обменной энергии (ОЭ) – от 9,91 до 10,44 МДж в 1 кг сухого вещества. Наиболее питательный корм с концентрацией ОЭ в 1кг сухого вещества – 10,23-10,44 МДж получен на естественном месте произрастания.

Таким образом, полученная информация об адаптивных реакциях бобово-злаковых пастбищных травостоев на осушаемых землях позволила выявить, что наиболее адаптивные условия для роста, развития и формирования продуктивности исследуемых трав складывались в первый и второй год жизни травостоев при ГТК 1,16 и 1,33.

Преимущество по продуктивности было у травостоев с овсяницей красной как по фону удобрений, так и по естественному фону. Мятликовые смеси достоверно имели наименьший сбор пастбищного корма – 19,9-22,5 т/га зеленой массы. Полученный корм с содержанием сырого протеина 18,3-22,1 % и низким сырой клетчатки – 23,5-28,1 % с концентрацией в 1 кг сухого вещества 10,1-10,9 МДж ОЭ относится к высококачественному.

Список литературы

1. Бойко И. П. Проблемы устойчивости сельскохозяйственного производства // И. П. Бойко. – Л.: Изд-во ЛЛГУ, 1986. – 168 с.

2. Беляк В.Б. Новые компоненты сенокосно-пастбищных смесей для лесостепной зоны / В.Б. Беляк, О.А. Тимошкин, В.И. Болахнова // Кормопроизводство. – 2016. – №12. – С.7-11.

3. Кирюшин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. – СПб.: ООО «Квадро», 2020. – 276 с.

4. Ускоренное освоение залежных земель под пастбища и сенокосы на основе многовариантных технологий по зонам России: практическое руководство. – М.: РЦСК, 2010. – 48 с.

5. Тюлин В.А. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья // В.А. Тюлин, Н.Н. Лазарев, Н.Н. Иванова, Д.А. Вагунин. – Тверь: Тверская ГСХА, 2014. – 234 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 20.07.2022 г.
Дата подписания в печать: 04.09.2022 г.

УДК 633.2.03

ПРОДУКТИВНОСТЬ УКОСНЫХ ТРАВОСТОЕВ В СМЕСИ С ЛЮЦЕРНОЙ ИЗМЕНЧИВОЙ В УСЛОВИЯХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Павлючик Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Капсамун А.Д., доктор сельскохозяйственных наук,
Иванова Н.Н., кандидат сельскохозяйственных наук.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Одним из направлений в кормопроизводстве является отведение большей части земель кормовых угодий бобовым травам при эффективном их использовании в смешанных посевах. Использование бобово-злаковых травосмесей сенокосного типа на основе современных сортов позволяет наиболее полно использовать почвенно-климатический, водный и энергетический потенциал, что способствует созданию лучших условий для устойчивого развития кормопроизводства и животноводства [1].

Присутствие в травосмесях, различающихся по продуктивному долголетию и взаимно заменяющих бобовых трав, способствует формированию высокой урожайности и питательности кормовой массы травосмесей. В травосмесях каждый вид и сорт трав отличается развитием и способен восполнять травостои по годам жизни [5,6,7].

Создание травостоев из новых сортов трав интенсивного типа, обладающих высоким потенциалом продуктивности, долголетием, многоукосностью, кормовыми достоинствами требует выявления их

© Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., 2022

адаптации к условиям региона. Это особенно актуально в настоящее время, в условиях резко меняющихся погодных условий [1,8].

Введение в бобово-злаковые травосмеси разных видов и сортов трав и их двукратное использование является основой формирования прочной кормовой базы для животноводства. Использование в сенокосной технологии смешанных посевов способствует повышению их долговечности, стабилизации урожая по годам и является экологически чистым приёмом повышения эффективности кормопроизводства. Возделывание многолетних трав в смешанных посевах разных сроков поспевания позволяет равномерно распределить поступление зеленого и сырьевого корма, разнообразить производство кормов низкой себестоимости, сбалансированных по протеину и энергетической ценности [2,3,4].

Современные сорта люцерны изменчивой, созданные для Нечерноземной зоны (Вега, Лада, Пастбищная, Луговая, Селена, Сарга и др.), отличаются меньшими требованиями к термическим и эдафическим факторам среды жизнеобитания, что способствует дальнейшему продвижению её на север.

Целью исследований являлось изучение адаптивных реакций кормовых бобово-злаковых агроценозов с использованием люцерны изменчивой для дальнейшего вовлечения их в продукционный процесс кормопроизводства в Тверской области.

Методика исследований

Исследования проводились во ВНИИЗ в Тверской области, в длительном стационарном опыте, заложенном в 2018 году на дерново-подзолистых почвах, осушаемых закрытым дренажем с 1982 года. Глубина залегания дрен на опытном участке 0,8 м, междренное расстояние – 38 м.

Перед закладкой опыта почва характеризовалась слабокислой, близкой к нейтральной, реакцией, средним содержанием подвижных форм калия

легкогидролизуемого азота, повышенным содержанием фосфора, гумусом почвы среднеобеспечены.

Исследовались особенности роста и развития клеверо-люцерно-тимофеечных и клеверо-люцерно-овсяницевых посевов в течение вегетации 2021 года. Сумма активных температур за вегетационный год проведения опыта была в пределах 2002-2063°С, при средней многолетней – 2085°С. Уровень грунтовых вод находился в пределах 0,5-1,2 м от поверхности почвы.

В состав исследуемых агроценозов входили: клевер луговой *(Trifolium pratense L.)*, отличающийся сроками спелости, люцерна изменчивая *(Medicago x varia T.)* и злаковые травы: тимофеевка луговая *(Phleum pratense L.)* и овсяница луговая *(Festuca pratensis L.)*. В опыте использовались сорта клевера лугового - Кретуновский, Грин, Шанс, Фаленский 86; люцерна изменчивая сорта Вега 87 и злаковые компоненты: тимофеевка луговая ВИК 9 и овсяница луговая Сахаровская. Использование травостоев двуукосное, первый укос – на сено, второй – на зеленую массу.

Общая площадь делянки составляет 256 м^2. Каждая делянка разделена на две субделянки площадью 128 м^2, фон – без удобрений и фон с минеральными ударениями. Минеральную подкормку (азофоской и хлористым калием) проводили рано весной в дозе $N_{30}P_{30}K_{45}$ и после проведения первого скашивания трав в дозе $N_{15}P_{15}K_{30}$.

При закладке опыта, проведения наблюдений, учётов и выполнения анализов использовали общепринятые методики (Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, 1997). Статистическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985).

Результаты исследований

Тверская область относится к Северо-Западному региону. Климат Нечерноземной зоны отличается непостоянством. Вегетационный период

2021 года характеризовался большими изменениями, как выпадения осадков, так и температурного режима.

На основе проведения наблюдений за динамикой влажности почвы отмечено, что в период вегетации трав она изменялась в зависимости от климатических условий.

Проявления почвенной и атмосферной засухи отмечены в конце мая – начале июня, в июле и две последние декады августа, когда осадков выпадало от 11,1 до 59,1% от нормы.

В начале роста многолетних трав влажность почвы изменялась от 15,2 до 25,3% в слое 0-40см. В середине июня влажность почвы снижалась до 13,9–18,9%, а в последней декаде июля до 6,7-11,9%.

Во время отрастания трав после первичного скашивания осадки отсутствовали полностью, влажность почвы достигла критической точки и составляла 7,1-9,5%. Ко времени проведения второго укоса отмечено её повышение до 10,5-18%.

Неравномерное поступление осадков в период вегетации отрицательно отразилось на росте и урожайности трав.

При 1-м укосе наиболее высокорослые травостои сформировали смеси с клевером сортов Кретуновский, Шанс и Фаленский 86 – 77-82 см, что обусловлено их генетическими особенностями (табл.1).

Таблица 1

Биометрические показатели бобово-злаковых травосмесей 3-го года пользования (2021г., закл.2018г.)

Состав травосмеси /фон		Высота травостоя, см				Густота стеблестоя, шт/м^2				Ботанический состав, боб./злак., %			
		1-й укос		2-й укос		1-й укос		2-й укос		1-й укос		2-й укос	
		без уд.	с уд.	без уд.	с уд.	без уд.	с уд.	без уд.	с уд.	без уд.	с уд.	без уд.	с уд.
Клевер луг. Грин + люцерна	тимофеевка луг. ВИК 9	74	75	39	48	389	536	112	172	48	37	84	90

изм. Вега 87										52	63	16	10
	овсяница луг. Сахаровская	81	97	44	46	214	248	85	170	51 49	15 85	0 100	0 100
Клевер луг. Кретуновский + люцерна изм. Вега 87	тимофеевка луг. ВИК 9	79	79	44	47	314	582	84	172	66 34	43 57	81 19	82 18
	овсяница луг. Сахаровская	73	88	44	56	245	262	112	206	36 64	37 63	0 100	0 100
Клевер луг. Фаленский 86 + люцерна изм. Вега 87	тимофеевка луг. ВИК 9	78	82	49	49	303	566	102	162	39 61	31 69	83 17	83 17
	овсяница луг. Сахаровская	70	87	46	50	242	300	98	228	38 62	7 93	0 100	0 100
Клевер луг. Шанс + люцерна изм. Вега 87	тимофеевка луг. ВИК 9	77	81	47	47	468	560	100	164	35 65	32 68	77 23	83 17
	овсяница луг. Сахаровская	72	96	47	54	314	236	101	250	40 60	6 94	0 100	0 100

Ко времени проведения 2-го укоса высота травостоев клевера с тимофеевкой луговой не превышала 47-49 см.

Следует отметить, что рост травосмесей с влаголюбивой культурой тимофеевкой луговой при засушливых условиях до 1-го укоса был замедленным и на удобренном фоне увеличивался не более чем на 4 см, а с засухоустойчивой овсяницей луговой на 15-24 см и составил 70-97 см.

Ботанический состав травостоев сенокосного типа при первичном скашивании показал более высокое участие в травостоях бобовых компонентов – до 66%, за счёт активного развития клевера лугового и люцерны изменчивой.

Участие бобовых трав в смеси с тимофеевкой луговой при вторичном скашивании составило 77-90%, что связано с замедлением роста и снижением конкурентной способности тимофеевки луговой в засушливых условиях, активном росте клевера и люцерны. В травосмесях, где злаковым компонентом являлась овсяница луговая, отмечено структурное изменение травостоев, в которых полностью выпали бобовые компоненты.

Травосмеси тимофеевки луговой с клевером сортов Кретуновский, Шанс и Фаленский 86 отличались не только более активным ростом, они имели более высокие показатели и по густоте стеблестоя – 303-582 шт./м^2.

Погодные условия являлись определяющими, в засушливый период активизировалось кущение овсяницы луговой как высокоотавной культуры. Густота стеблестоя её на минеральном фоне достигала 170-300 побегов, на вариантах без удобрений – 85-314 шт./м^2.

Продуктивность зеленой и сухой массы кормовых травосмесей является одним из показателей хозяйственной ценности их видов и сортов.

Анализ данных урожая по укосам показал, что при сложившихся условиях высоким урожаем зеленой массы при 1-м укосе отличались травосмеси с клевером Шанс, Фаленский 86 и Грин – 17,8-19,1 т/га на вариантах с минеральными подкормками и 11,8-13,7 – без удобрений (табл. 2).

Продукционный потенциал смесей с тимофеевкой луговой выше на 2,5 т/га в сравнении со смесями с овсяницей луговой. При 2-м укосе данный показатель не превышает 0,2 т/га, на снижение урожайности смесей с овсяницей сказалось полное отсутствие при 2-м укосе бобовых трав в травостоях.

При вторичном скашивании на первый план по урожайности выступают клеверо-люцерно-тимофеечные смеси с сортами клевера Шанс – 11,1 т/га на удобренном фоне, 7,5 т/га – на неудобренном фоне и Фаленский 86 – 10,8 и 6,8 т/га, соответственно.

В экстремальных условиях наиболее устойчивыми и адаптированными показали себя трехкомпонентные травосмеси с клевером сортов Шанс и Фаленский 86 в смеси с тимофеевкой луговой, которые сформировали урожай 6,8-7,4 т/га сухой массы за 2 укоса.

В зависимости от злаковых компонентов наиболее продуктивны смеси с участием тимофеевки луговой – 6,6 т/га сухой массы за 2 укоса, ниже на две тонны урожай смесей с овсяницей – 4,6 т/га.

Таблица 2

Урожайность бобово-злаковых травосмесей 3 г.п.,

2021г. (закл. 2018 г.), т/га

Состав травосмеси /фон		Зеленая масса, т/га				Сухая масса, т/га				Кормовых единиц, т/га			
		1-й укос		2-й укос		1-й укос		2-й укос		1-й укос		2-й укос	
		без уд.	с уд.	без уд.	с уд.	без уд.	с уд.	без уд.	с уд.	без уд.	с уд.	без уд.	с уд.
Клевер луг. Грин + люцерна изм. Вега 87	тимофееевка луг. ВИК 9	12,8	17,8	5,8	8,6	3,5	4,6	1,8	2,2	3,0	3,9	1,6	1,9
	овсяница луг. Сахаровская	12,2	16,1	4,7	10,3	3,6	4,6	1,7	2,8	3,0	3,9	1,3	2,3
Клевер луг. Кретунов-ский + люцерна изм. Вега 87	тимофееевка луг. ВИК 9	12,0	17,6	7,1	9,0	3,2	4,4	2,1	2,8	2,8	3,7	1,8	2,3
	овсяница луг. Сахаровская	10,4	12,7	4,0	11,0	3,0	3,9	1,4	3,4	2,6	3,3	1,1	2,7
Клевер луг. Фаленский 86 + люцерна изм. Вега 87	тимофееевка луг. ВИК 9	11,8	19,1	6,8	10,8	3,4	5,2	2,3	2,8	2,9	4,4	2,0	2,6
	овсяница луг. Сахаровская	11,0	13,4	5,4	12,5	2,9	4,0	2,0	3,8	2,5	3,4	1,6	3,0
Клевер луг. Шанс + люцерна изм. Вега 87	тимофееевка луг. ВИК 9	13,7	17,8	7,5	11,1	4,2	5,3	2,1	3,2	3,6	4,5	1,8	2,7
	овсяница луг. Сахаровская	11,9	14,8	4,4	13,3	3,5	4,1	1,5	3,7	3,0	3,5	1,2	3,0
$НСР_{0.05}$		4,36	5,29	1,97	6,34	1,31	1,20	1,11	2,35	1,15	1,03	0,94	1,79

Сравнительная оценка кормовой продуктивности клеверо-люцерно-злаковых травостоев третьего года пользования показала, что, несмотря на отсутствие осадков в отдельные периоды вегетации, смеси, благодаря экологической пластичности трав новых сортов, обеспечили урожай на неудобренных угодьях – 4,5 тыс. корм. ед./га, на удобренных – 6,5 тыс. корм. ед./га.

В кормовой массе бобово-злаковых травосмесей при первичном отчуждении содержалось переваримого протеина 13,1-26,2 г/кг корма. Наилучшими показателями отличались смеси со злаковым компонентом тимофеевкой луговой – 21,4 на неудобренном фоне и 22,6 г/кг корма – на удобренном, в травосмесях с овсяницей луговой данные показатели были ниже и составили 16,6 и 17,4 г/кг корма, соответственно.

В целом в период вегетации до 1-го укоса наиболее питательна растительная масса с клевером сортов Шанс и Фаленский 86 в смеси с тимофеевкой луговой 21,3-26,2 г/кг корма переваримого протеина при содержании кормовых единиц 0,27-0,29.

По содержанию кормовых единиц питательность кормовой массы выше с клевером сорта Шанс – 0,28, ниже с ультраранним клевером сорта Кретуновский – 0,24. В травосмесях с клевером сортов Грин и Фаленский 86 питательность равноценна – 0,26 кормовых единиц.

Проведённые исследования подтверждают значимость использования в травосмесях двух бобовых взаимозаменяющих культур – клевера лугового и люцерны изменчивой, как высокоурожайных и высокопитательных кормовых культур для возделывания на осушаемых землях Тверской области.

Использование разноспелых видов и сортов трав позволяет повысить устойчивость кормовой базы и получать даже в экстремальных погодных условиях выше 6 т/га сухой массы за 2 укоса, обеспечивая отрасль животноводства полноценными кормами с содержанием переваримого протеина 17-23 г/кг корма при энергетической питательности $ЭКЕ_{крс}$ 1,32-1,37.

Список литературы

1. Косолапов В.М., Пилипко С.В. Состояние и перспективы селекции многолетних кормовых культур. Кормопроизводство. 2017; (7): 25-27. DOI: https://doi.org/10.25685/KRM.2017.2017.10196

2. Лазарев Н.Н. Урожайность новых сортов клевера лугового и люцерны изменчивой в травосмесях со злаковыми культурами. Кормопроизводство. 2007; (2) : 8-10. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9450484

3. Новоселов Ю.К., Шпаков А. С., Новосёлов М. Ю., Рудоман В. В. Роль бобовых культур в совершенствовании полевого травосеяния. Кормопроизводство. 2010; (7): 19–22. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15128499

4. Бычков Г.Н., Прудников А.Д., Литвинова А.Б. Потенциал сортов клевера лугового. Кормопроизводство. 2009; (3) : 23-24. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15174641

5. Онучина О.Л., Тумасова М.И., Грипась М.Н. Новые адаптивные сорта клевера. Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2007; (4 (14)): 45-48. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20256598

6. Онучина О.Л., Грипась М.Н., Арзамасова Е.Г., Попова Е.В., Корнева И.А. Новый сорт клевера лугового Шанс. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017; (6(61)): 20-24. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32375866

7. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Епифанова Н.А. Формирование продуктивности люцерно-клеверо-злаковых травосмесей на северо-западе Нечерноземья./ Мат.II межд.научн.-практ. интернет конф. Астраханская обл. Прикаспийский НИИ аридного земледелия. 2017. С.790-794.

8. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Пантелеева Т.Н., Епифанова Н.А. Агрофитоценозы на основе перспективных сортов клевера лугового на осушаемых землях Нечерноземья. //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020; 21(№2):152-159.

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 04.09.2022 г.

УДК (633.32 + 633.26) : 631.82

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ И БИОСТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО В ОДНОВИДОВЫХ И СОВМЕСТНЫХ ПОСЕВАХ С РАЙГРАСОМ ОДНОЛЕТНИМ

Зеленый Ю.М.

РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность исследований обусловлена прежде всего необходимостью оптимизации производства травяных кормов, повышения их качества и снижения затрат. В решении этих задач существенное значение имеет семеноводство многолетних трав и особенно бобовых. Их дефицит в Республике Беларусь наблюдается продолжительное время, что заставляет искать пути его преодоления, в том числе за счет совершенствования технологии возделывания.

В период признания приоритетной роли пастбищного содержания крупного рогатого скота в летнее время ежегодная потребность в семенах клевера ползучего определялась в 600-700 тонн. В настоящее время в связи с переводом значительной части КРС на круглогодичное стойловое содержание она уменьшилась. Однако в обозримой перспективе в республике потребуется порядка 300 тыс. га бобово-злаковых пастбищ с клевером ползучим. Для их создания и обновления необходимо 350-375 т семян. Одним из существенных сдерживающих факторов является низкая урожайность семян клевера и её высокая изменчивость по годам. Кроме того, культура клевера ползучего очень чувствительна к погодным аномалиям. Совокупность этих причин обуславливает соответствующий уровень экономической эффективности семеноводства клевера ползучего и

© Зеленый Ю.М., 2022

отсутствие интереса к нему со стороны сельхозпроизводителей [2]. Существует возможность повышения семенной продуктивности клевера ползучего и райграса однолетнего путем совершенствования агротехнологических приемов в совместных посевах на мелиорированных минеральных землях [3].

Научная новизна: впервые в условиях Беларуси на мелиорированных минеральных почвах будет определена возможность и эффективность возделывания в совместных посевах на семенные цели клевера ползучего (Trifolium repens L.) и райграса однолетнего (Lolium multiflorum L.)

Клевер ползучий или белый (Trifolium repens L.) – растение из семейства Бобовые (Fabaceae), подсемейства Мотыльковые (Faboideae), рода Клевер (Trifolium) [1].

Семена клевера ползучего при благоприятных условиях прорастают на 9-12 день после посева. Однако в первый период жизни после всходов клевер ползучий растет очень медленно. Клевер ползучий возделывают на дерновых и подзолистых почвах разного механического состава. Оптимальная кислотность (pH) для клевера ползучего – 6,0-7,0 [5]. Для усиления микробиологической активности микроорганизмов в ассимиляции атмосферного азота применение молибденсодержащих удобрений обязательно [3, 4].

По РБ урожайность семян клевера ползучего составляет в среднем около 1 ц/га, хотя его потенциальная семенная продуктивность 4-5 ц/га.

Семенники клевера ползучего целесообразно убирать прямым комбайнированием с предварительной десикацией реглоном.

Объекты, методы и условия проведения исследований

Полевые исследования проводились на территории филиала РУП «Институт мелиорации» – Витебской опытной мелиоративной станции (Сенненский р-н, Витебской области, Республика Беларусь).

Все учеты, наблюдения, взвешивания, биометрические измерения и оценки выполняются согласно ГОСТам СТБ 1080-97, СТБ 1894-2008, СТБ 1896-2008, СТБ 1080-97, 12036-85, 12037-81,12038-84,12042-80, методическим указаниям по первичному семеноводству многолетних трав Всероссийского НИИ кормов им. Вильямса (1993), а также стандартным методикам проведения учетов, анализов и наблюдений, опубликованным в отечественной литературе.

В 2019-2020 гг. заложены полевые опыты по изучению эффективности различных урожаеобразующих факторов на рост, развитие, совместимость и семенную продуктивность клевера ползучего и райграса однолетнего.

Схема опытов включает:

1. Исследование влияния фактора *А: удобрения*: 1. Контроль (без удобрений); 2. $P_{40}K_{60}$ (фон); 3. Фон + N_{30}; 4. Фон + Ризофос; 5. Фон + Микростим; 6. Фон + Агропон; 7. Фон + Регоплант.

2. Исследование влияния фактора *Б: нормы высева*: 1. Клевер ползучий, 2,5 кг/га; 2. Клевер ползучий, 3,0 кг/га; 3. Клевер ползучий, 2,5 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га; 4. Клевер ползучий, 3,0 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га.

Микроудобрения и биостимуляторы вносили в фазу выхода в трубку райграса однолетнего и формирования розетки клевера ползучего.

Применяли следующие препараты:

1. Ризофос-Trifol – микробный препарат. Норма расхода при некорневой подкормке 200 мл/га.

2. МикроСтим – Медь, Цинк, Бор ИС – микроудобрение (N – 50 г/л; B – 6,1 г/л; Zn – 6,5 г/л; Cu – 7,3 г/л; гуминовые вещества – 0,15-0,6 г/л). Норма применения 0,6 л/га.

3. Агропон С – биостимулятор, существенно повышает энергию прорастания, полевую всхожесть посевов, полностью раскрывает потенциал растений, способствует активному деления клеток посевов, развитию

мощной корневой системы, содержанию хлорофилла, увеличению площади поверхности листа.

Норма применения**:** при обработке семян **–** 25 мл на одну тонну, при опрыскивании посевов **–** 20 мл на один гектар.

4. Регоплант – биостимулятор, относится к серии композиционных препаратов, обладает биозащитными свойствами. Сбалансирован композицией биологически активных соединений аминокислот, хитозана, аналогов фитогормонов, олигосахаридов, жирных кислот, хелатных и биогенных микроэлементов Cu, Zn, S, Mo, Mg, B, Mn, K2O, Ca, Fe, N.

Норма применения при обработке семян **–** 250 мл на одну тонну, при опрыскивании посевов – 50 мл на один гектар.

Вегетационный период 2020 года можно охарактеризовать, как теплый и умеренно влажный (ГТК = 1,6). С апреля по сентябрь количество осадков соответствовало многолетней норме, среднесуточная температура воздуха за это период была на 1,2^{0}С выше средних многолетних показателей. Однако очень неравномерное распределение тепла и влаги оказало не очень благоприятное влияние на рост и развитие многолетних трав.

Результаты исследований

Клевер ползучий (с. «Матвей») высевали 17.04.2019 г., поперечный подсев семян райграса однолетнего (с. «Луч») проведен 18.04.2019 г. Внесены минеральные удобрения. Предшественник – яровая пшеница (с. «Ласка»).

Почва опытного участка осушенная дерново-подзолистая глееватая связно-супесчаная. Перед закладкой опыта содержание в почве агрохимических показателей было следующее: гумуса – 2,4 %, P_2O_5 – 144 мг/кг, K_2O – 260 мг/кг, B – 0,75 мг/кг, Cu – 3,52 мг/кг, Zn – 3,56 мг/кг.

Уборку семенного травостоя клевера ползучего проводили 03 сентября 2020 года. Перед этим оценивали элементы структуры урожая с пробных площадок на 1 м^2 делянки сплошным методом.

Существенных различий в структуре урожая клевера ползучего в совместных посевах с райграсом однолетним не отмечено (табл. 1).

При норме высева клевера ползучего 2,5 кг/га некорневые подкормки способствовали увеличению количества головок на 1 м^2 до 48,3-80,7 % по сравнению с контролем. Наиболее эффективным было применение препаратов Ризофос и Регоплант. Количество образовавшихся семян в головке поле подкормок микроудобрениями и регуляторами роста составило 206-230 шт., что на 7,9-20,4 % больше, чем на контроле, масса семян с 1 головки увеличилась на 9,1-27,3 %. Наибольшими эти показатели были при внесении микробного удобрения Ризофос. На массу 1000 семян некорневые подкормки влияния не оказали.

Таблица 1

Элементы структуры урожая клевера ползучего в совместных посевах с райграсом однолетним, 2020 г.

Вариант	Количество головок, шт./м^2	Количество семян в головке, шт.	Масса семян с головки, г	Масса 1000 шт., г
Клевер ползучий, 2,5 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га				
Контроль (без удобрений)	269	191	0,11	0,52
$P_{40}K_{60}$ (фон)	395	215	0,13	0,57
Фон + N_{30}	399	228	0,13	0,57
Фон + Ризофос	444	230	0,14	0,57
Фон + Микростим	399	220	0,13	0,53
Фон + Агропон С	416	226	0,13	0,55
Фон + Регоплант	486	206	0,12	0,6
Среднее	401	216	0,13	0,57
Клевер ползучий, 3,0 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га				
Контроль (без удобрений)	288	154	0,08	0,51

$P_{40}K_{60}$ (фон)	394	132	0,09	0,52
Фон + N_{30}	408	225	0,14	0,63
Фон + Ризофос	454	224	0,13	0,59
Фон + Микростим	418	238	0,14	0,56
Фон + Агропон С	434	189	0,11	0,57
Фон + Регоплант	484	214	0,12	0,57
Среднее	411	197	0,12	0,56

При норме высева бобового компонента 3,0 кг/га количество головок в травостое после некорневых подкормок увеличилось на 45,1-68,1 % по отношению к контролю. Внесение микроудобрений и регуляторов роста способствовало также и росту других элементов структуры урожая. Так количество семян в головке было на 22,7-54,6 % больше, а масса семян с 1 головки – на 37,5-75,0 %. Внесение микроэлементов увеличило массу 1000 семян на 9,8-15,7 %.

В одновидовых посевах при норме высева клевера ползучего 2,5 кг/га количество образовавшихся к уборке головок после некорневых подкормок составило 386-481 шт./м^2, что на 32,6-65,3 % больше, чем на контроле (таблица 2). Внесение микроэлементов способствовало значительному увеличению семян в головке (на 66,4-95,8 %), а масса семян с головки была на 120-180 % выше, чем на контроле. Что касается массы 1000 семян, то после проведения некорневых подкормок она стала больше на 10,2-20,4 %.

При норме высева бобового компонента 3,0 кг/га некорневые подкормки также улучшали структуру урожая семенного травостоя. Количество головок 1 м^2 по сравнению с фоном увеличилось на 32,0-62,1 %, количество семян в головке – на 56,0-93,0 %, масса семян с 1 головки – на 66,7-100,0 %, масса 1000 семян – на 19,6-27,5 %.

Таблица 2

Элементы структуры урожая клевера ползучего
в одновидовых посевах, 2020 г.

Вариант	Количество головок, шт./м^2	Количество семян в головке, шт.	Масса семян с головки, г	Масса 1000 шт., г
Клевер ползучий, 2,5 кг/га				
Контроль (без удобрений)	291	119	0,05	0,49
$P_{40}K_{60}$ (фон)	286	153	0,08	0,52
Фон + N_{30}	339	184	0,10	0,57
Фон + Ризофос	481	215	0,14	0,59
Фон + Микростим	449	233	0,14	0,57
Фон + Агропон С	390	198	0,11	0,54
Фон + Регоплант	386	222	0,13	0,59
Среднее	375	189	0,11	0,56
Клевер ползучий, 3,0 кг/га				
Контроль (без удобрений)	306	100	0,06	0,51
$P_{40}K_{60}$ (фон)	304	137	0,10	0,65
Фон + N_{30}	350	155	0,09	0,58
Фон + Ризофос	496	172	0,11	0,65
Фон + Микростим	448	188	0,10	0,63
Фон + Агропон С	404	156	0,11	0,7
Фон + Регоплант	410	193	0,12	0,61
Среднее	388	157	0,10	0,62

Накануне уборки были проведены поделяночно учеты урожая семян клевера ползучего с последующим пересчетом на 100% чистоту. Исследованиями установлено, что некорневые подкормки клевера положительно влияли на семенную продуктивность семян.

В совместном посеве клевера ползучего с райграсом однолетним максимальная урожайность семян сформировалась при некорневой подкормке микробным препаратом Ризофос (таблица 3). В данном варианте получена высокая прибавка на уровне 1,8 ц/га (150%) при подсеве райграса однолетнего и норме высева клевера 3,0 кг/га, такая же прибавка получена в результате внесения микроудобрения Микростим. Снижение нормы высева привело к повышению уровня урожайности, максимум составил 3,2 ц/га, в среднем по опыту – 2,6 ц/га.

Максимальному увеличению урожая семян в чистом посеве клевера ползучего также способствовало применение микробного препарата Ризофос, где при норме высева 2,5 кг/га прибавка урожая по отношению к контролю была на уровне 2,6 ц/га (325,0 %) (таблица 4).

Таблица 3

Урожай семян клевера ползучего в совместных посевах с райграсом однолетним, 2020 г.

Вариант	Урожайность семян, ц/га	Прибавки урожая, %	
		к контролю	к фону
Клевер ползучий 2,5 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га			
Контроль (без удобрений)	1,5	-	-
$P_{40}K_{60}$ (фон)	2,3	53,3	-

Продолжение таблицы 13

Фон + N_{30}	2,6	73,3	13,0
Фон + Ризофос	3,2	113,3	39,1
Фон + Микростим	2,5	66,7	8,7
Фон + Агропон С	2,8	86,7	21,7
Фон + Регоплант	3,0	100,0	30,4
Среднее	2,6	-	-
$НСР_{0,5}$	0,38		

Клевер ползучий 3,0 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га			
Контроль (без удобрений)	1,2	-	-
$P_{40}K_{60}$ (фон)	1,7	41,7	-
Фон + N_{30}	2,8	133,3	64,7
Фон + Ризофос	3,0	150,0	76,5
Фон + Микростим	3,0	150,0	76,5
Фон + Агропон С	2,4	100,0	41,2
Фон + Регоплант	2,9	141,7	70,6
Среднее	2,4	-	-
$НСР_{0,5}$	0,35		

Таблица 4

Урожай семян клевера ползучего без подсева райграса однолетнего, 2020 г.

Вариант	Урожайность семян, ц/га	Прибавки урожая, %	
		к контролю	к фону
1	2	3	4
Клевер ползучий 2,5 кг/га			
Контроль (без удобрений)	0,8	-	-
$P_{40}K_{60}$ (фон)	1,2	50,0	-
Фон + N_{30}	1,7	112,5	41,7
Фон + Ризофос	3,4	325,0	183,3
Фон + Микростим	3,1	287,5	158,3
Фон + Агропон С	2,2	175,0	83,3
Фон + Регоплант	2,6	225,0	116,7
Среднее	2,1	-	-
$НСР_{0,5}$	0,34		

Клевер ползучий 3,0 кг/га			
Контроль (без удобрений)	1,0	-	-
$P_{40}K_{60}$ (фон)	1,5	50,0	-
Фон + N_{30}	1,3	30,0	-13,3
Фон + Ризофос	2,8	180,0	86,7
Фон + Микростим	2,2	120,0	46,7
Фон + Агропон С	2,1	110,0	40,0
Фон + Регоплант	2,4	140,0	60,0
Среднее	1,9	-	-
$НСР_{0,5}$	0,26		

При увеличении нормы высева семя клевера ползучего до 3,0 кг/га урожайность несколько уменьшалась и в среднем составила 1,9 ц/га. Применение микроудобрений и регуляторов роста было эффективным. Прибавки урожая составили 110,0-180,0 % по сравнению с контролем. Так же, как и при норме высева клевера 2,5 кг/га наиболее эффективно было применение микробного удобрения Ризофос.

Следует отметить, что урожайность семян клевера ползучего в совместных посевах была на 0,5 ц/га больше, чем одновидовых.

Список литературы

1. Привалова К. Н. Продуктивность долголетних травостоев с клевером ползучим / К. Н. Привалова // Кормопроизводство. – 2004. – № 2. – С.5-7.

2. Шелюто А. А. Создание и рациональное использование бобово-злаковых травостоев интенсивного типа в условиях северо-востока Беларуси: рекомендации / А. А. Шелюто, Б. В. Шелюто, А. А. Киселев. – Горки БГСХА, 2012. – 20 с.

3. Васько П. П. Возделывание многолетних среднеспелых белоклеверо-райграсово-злаковых пастбищных травостоев / П. П. Васько, А. В. Сорока //

Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сб. науч. работ. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – С. 373-381.

4. Кадыров М. А. Многолетние травы – основная база для производства травяных кормов / М. А. Кадыров, П. П. Васько, Е. И. Чекель // Земляробстваіахавараслін. – 2006. – №3. – С. 1-14.

5. Прудников А. Д. Многолетние бобовые травы : монография / А. Д. Прудников, А. М. Смирнов. – Смоленск, 2004. –204 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 21.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 29.08.2022 г.

УДК 631:633.2:633.3

ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОЭКОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО НА МЕЛИОРИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Вагунин Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
Капсамун А.Д., доктор сельскохозяйственных наук,
Иванова Н.Е., кандидат сельскохозяйственных наук,
Павлючик Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Амбросимова Н.Н.

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Концепция биологизации земледелия предусматривает диверсификацию растениеводства, в том числе и кормопроизводства, за счет увеличения разнообразия и подбора видов и сортов растений, в том числе и многолетних трав, наиболее адаптированных к условиям конкретных районов, что обеспечивает максимальный экологический и хозяйственный эффект их использования [4].

В Нечернозёмном регионе европейской части России велика роль многолетних трав, особенно семейства бобовых, незаменима их роль в повышении плодородия почвы, улучшении её биологических и физических свойств, сохранении внешней среды [1].

В связи с наличием комплекса хозяйственно полезных признаков козлятник восточный является приоритетной интродуцируемой культурой в различных почвенно-климатических зонах РФ [5].

© Вагунин Д.А., Капсамун А.Д., Иванова Н.Е., Павлючик Е.Н., Амбросимова Н.Н., 2022

Козлятник восточный, так же как и другие бобовые, выращивается и в чистом виде, и в травосмесях. Он имеет хорошо развитую корневую систему и накапливает в почве значительное количество органического вещества, улучшает аэрацию почвы и служит хорошим предшественником для последующих культур [2].

Среди многолетних бобовых трав козлятник восточный получил наибольшее распространение в нашей стране. Культура отличается высокой биологической пластичностью, большими потенциальными возможностями, продолжительным использованием продуктивного посева, способностью к длительной вегетации, большой энергией почвообразования, высокой урожайностью и качеством продукции. Эта культура значительно превосходит другие бобовые травы и по кормовым достоинствам, которая обуславливается 70-75% облиственностью растений. Ни одно растение не может сравниться с козлятником восточным по урожаям зелёной массы в начале вегетационного периода. При строгом соблюдении технологии возделывания она может обеспечить без пересева хороший урожай зеленой массы в течение 8-15 и более лет. Зелёная масса его высокопитательная: в 100 кг содержится от 22 до 25, а во втором укосе – до 32 кормовых единиц [3].

Для создания длительно функционирующих агрофитоценозов на зеленый корм ценными злаковыми компонентами травосмеси могут быть использованы корневищные злаки: кострец безостый, канареечник тростниковидный [6].

В нашем опыте проводились исследования перспективных и высокоурожайных сортов бобовой культуры – козлятника восточного и злаковых трав – кострец безостый, двукисточник тростниковый и тимофеевка луговая.

Сорта козлятника восточного: Гале селекции Эстонского НИИ земледелия и мелиорации, Юбиляр селекции ГНУ Псковский НИИСХ,

Кривич селекции ГНУ Псковский НИИСХ. Изучаемые сорта относятся к засухо- и морозоустойчивым культурам, слабо поражаемым болезнями и вредителями, обеспечивающим высокий экономический эффект (Табл.1).

Таблица 1

Схема опыта

№ п/п	Виды трав	Норма высева семян кг/га	Число укосов
1	Козлятник восточный (Гале) (контроль)	20	2
2	Козлятник восточный (Гале) + тимофеевка луговая (ВИК 9) + кострец безостый (Вегур) + двукисточник тростниковый (Урал)	12 5 6 6	2
3	Козлятник восточный (Юбиляр)	20	2
4	Козлятник восточный (Юбиляр) + тимофеевка луговая (ВИК 9) + кострец безостый (Вегур) + двукисточник тростниковый (Урал)	12 5 6 6	2
5	Козлятник восточный (Кривич)	20	2
6	Козлятник восточный (Кривич) + тимофеевка луговая (ВИК 9) + кострец безостый (Вегур) + двукисточник тростниковый (Урал)	12 5 6 6	2
7	Кострец безостый (Вегур) + тимофеевка луговая (ВИК 9) + двукисточник тростниковый (Урал)	6 5 6	2

Почва участка дерново-подзолистая, супесчаная, 3 почвенных разности (глубокооглеенная, глееватая, глеевая), с содержанием подвижного фосфора 100,9 мг/кг и 140,2 мг/кг обменного калия. Реакция почвенного раствора на контроле среднекислая pH 4,5-5,0. Удельная масса почвы 2,59 г/см^3. Преобладающими почвообразующими породами являются маломощные двучлены (более 60-70 %). Междренные расстояния регулирующей сети 18-40 м, глубина закладки дрен - от 0,8 до 1,1 метра. Содержание гумуса 1,4-1,9%.

Площадь опыта 6,8 га, размещение вариантов рендомизированное, в три яруса, повторность трехкратная. Посев беспокровный. Использование двуукосное. Агротехника общепринятая.

В наших исследованиях средний показатель густоты стеблестоя за 2019-2021 гг. у козлятника восточного составлял 40-99 шт./м^2. Наиболее загущенным козлятник отмечался на глубокооглеенной почве – до 99 шт./м^2. Самая низка густота стеблестоя у козлятника восточного отмечалась в травосмеси 6 – 40 шт./м^2. По плотности надземных побегов козлятник восточный сорта Юбиляр преобладал над остальными изучаемыми сортами. В контрольном варианте густота побегов составляла 46-69 шт./м^2. Одновидовые посевы козлятника восточного Юбиляр и Кривич обеспечивали густоту стеблестоя на уровне 62-99 шт./м^2 и 68-78 шт./м^2, соответственно. В смешанных агроценозах густота стеблестоя козлятника восточного достигала: сорта Гале – 46-70 шт./м^2, сорта Юбиляр – 47-75 шт./м^2, сорта Кривич – 40-59 шт./м^2.

В среднем за 2019-2021 гг. высота козлятника восточного достигала за 2 укоса 61-81 см. Изучаемые злаковые травы составляли по высоте от 52 до 107 см. Заметно выше козлятник отмечен на глееватой почве. В контрольном варианте его высота варьировала от 61 до 69 см. В одновидовых посевах сорт Юбиляр достигал высоты 64-81 см, Кривич – 67-81 см. В смешанных посевах длинна вегетативных побегов козлятника восточного составляла от 60 см до 75 см.

По данным полевых исследований установлено, что процентное содержание бобового компонента в сеяных агроценозах в среднем за три года исследований составляло 28,4-73,9%. Наименее засоренными отмечен смешанный агроценоз на основе козлятника восточного сорта Юбиляр намглееватой почве – 7,5%. Возделывание козлятника восточного в смешанных посевах способствовало снижению их засоренности. В одновидовых посевах содержание несеяных видов варьировало от 26,1 до 43,3%. Долевое участие сеянных злаковых трав составляло: костреца

безостого – 15,7-29,5%, двукисточника тростникового – 14,3-28,7%, тимофеевки луговой – 12,9-22,9%. Но долю бобового компонента в одновидовых посевах приходилось 56,7-73,9%, а в смеси со злаками – 28,4-44,7%. Содержание сорта Гале в контрольном варианте составляло 61,4-68,8%, в смеси со злаками – 37,1-44,7%. Процентное содержание в агроценозах козлятника восточного сорта Юбиляр достигало 56,7-73,9% в одновидовом посеве, 20,3-31,5% – в смеси со злаками. На долю сорта Кривич приходилось 59,0-72,2% в монопосеве и 30,0-38,0% – в травосмеси.

Фитоценотическая активность козлятника восточного в среднем за 2019-2021 гг. составляла 0,5-1,1. Сеяные злаковые травы показали ценотическую активность на уровне 0,8-1,4 – кострец безостый, 0,7-1,4 – двукисточник тростниковый, 0,7-1,3 – тимофеевка луговая. В контрольном варианте активность козлятника находилась в пределах 0,6-0,7. Козлятник восточный в четырехкомпонентных травостоях показывал ценотическая активность на уровне 0,5-1,1. Наименее активным в агроценозах отмечен козлятник восточный сорта Юбиляр на глеевой почве – 0,5. В одновидовых посевах ценотическая активность козлятника составляла 0,6-0,7. Фитоценотическая активность сорта Гале была 0,6-1,1, сорта Юбиляр – 0,5-0,8, сорта Кривич – 0,6-0,9.

Козлятник восточный характеризовался хорошей облиственностью, в среднем за 3 года наблюдений доля листьев в структуре урожая составляла 52,3-62,4%. В монопосевах козлятника восточного облиственность варьировала в пределах 54,5-60,8%. Листовой аппарат бобового компонента в смешанных травостоях колебался от 52,3 до 62,4%. На долю листьев у сорта Гале приходилось 56,1-60,8%, сорта Юбиляр – 52,3-59,6%, сорта Кривич – 53,3-62,4% (рисунок).

Урожайность сенокосных травостоев в среднем за три года пользования составляла 4,2-7,1 т/га сухой массы (табл. 2).

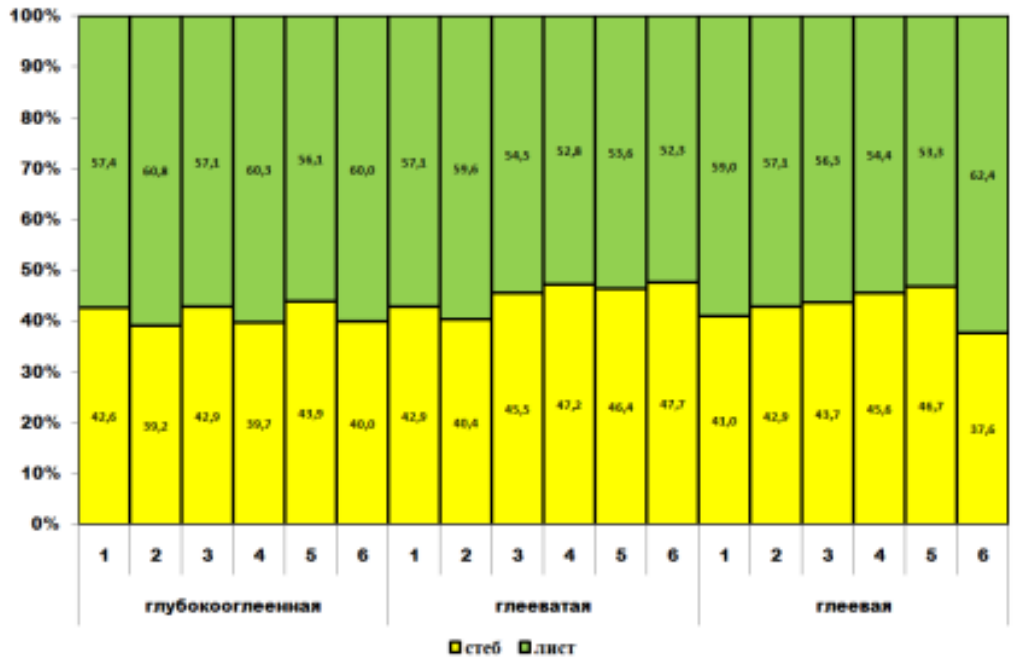


Рисунок. Структура урожая агрофитоценозов
с участием козлятника восточного, %, среднее за 2019-2021 гг.

Таблица 2

Структура урожая агрофитоценозов с участием козлятника восточного, %

Н.С.Р. (уровень значимости = 0.05) :	Зеленая масса			Сухая масса		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
для частных различий -						
для фактора B –	6,4	6,9	3.0	1,3	1,2	0.8
для фактора A –	2,4	2,6	1.2	0,5	0,4	0.3
для взаимодействия AB -	3,7	4,0	1.8	0,7	0,7	0.5
	3,7	4,0	1.8	0,7	0,7	0.5

Максимальная продуктивность посевов многолетних травостоев отмечалась в варианте 6 на глееватой почве – 7,1 т/га. В монопосевах урожайность бобово-злаковых агроценозов составляла 4,7-6,9 т/га сена. В

целом менее продуктивным отмечен одновидовой травостой козлятника восточного сорта Гале – 4,7-5,3 т/га. В смеси со злаками продуктивность агроценозов достигала 4,2-7,1 т/га. В злаковом травостое продуктивность колебалась от 4,2 до 5,6 т/га. Сбор зеленой массы по вариантам опыта составлял 18,9-34,2 т/га, кормовых единиц – 3,6-6,0 тыс./га. Изучаемые травосмеси достоверно различались между собой.

Список литературы

1. Алёшин М.А., Влияние агрохимических показателей почвы на продуктивность агроценозов козлятника восточного / М.А.Алёшин // E-Scio. – 2022. – № 2 (65). – С. 13-18.

2. Золотарев В.Н., Динамика урожайности семян козлятника восточного в зависимости от сроков посева / В.Н.Золотарев // В сборнике: Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Москва. 2021. С. 74-82.

3. Лапина Е. А., Галега (козлятник) восточная (Galega orientalis L.) как перспективная культура для интродукции в условиях ХМАО-ЮГРЫ / Е. А.Лапина // Северный регион: наука, образование, культура. – 2013. – № 1 (27). – С. 85-90.

4. Мартемьянова А.А., Оценка конкурентности козлятника восточного (galega orientalis lam.) в совместных агрофитоценозах с многолетними злаковыми растениями в условиях Предбайкалья / А.А.Мартемьянова, Ш.К. Хуснидинов // Вестник ИрГСХА. – 2021. – № 107. – С. 6-18.

5. Фигурин В.А., Повышение продуктивности многолетних трав на дерново-подзолистых кислых почвах / В.А. Фигурин В.А, А.П. Кислицына // Пермский аграрный вестник. – 2022. – № 2 (38). – С. 91-98.

6. Юдина И.Н., Количество пожнивно-корневых остатков в одновидовых посевах козлятника и бинарных посевах с бобовыми травами в зависимости от условий выращивания / И.Н.Юдина // В сборнике: Развитие современной науки и технологий в условиях трансформационных процессов. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. Редколлегия: Л.К. Гуриева [и др.]. Москва. 2022. – С. 208-213.

Дата поступления рукописи в редакцию: 21.08.2022 г.
Дата подписания в печать: 29.08.2022 г.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ПРИЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ АГРОЭКОСИСТЕМ
НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

К 95-летию Почвенного института

Материалы Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием, ВНИИМЗ,
г. Тверь, 30 сентября 2022 года

Подписано в печать 07.12.2022. Формат 60x84 1/16*.
Усл. печ. л. 20,23. Тираж 500. Заказ № 251.
Издательство Тверского государственного университета.
Адрес: 170100, г. Тверь, Студенческий пер. 12, корпус Б.
Тел. (4822) 35-60-63.