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)

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, ВНИИМЗ,

г. Тверь, 27 сентября 2023 года

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

П 78 Проблемы и перспективы инновационного развития землепользования на мелиорированных землях: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, ВНИИМЗ. — Тверь: Издательство Тверского государственного университета, 2023. — 452 с.

ISBN 978-5-7609-1880-2

В сборнике представлены материалы Всероссийской научнопрактической конференции с международным участием «Проблемы и перспективы инновационного развития землепользования на мелиорированных землях» (Россия, ВНИИМЗ, г. Тверь, 27 сентября 2023 г.).

На конференции рассмотрены основные проблемы и перспективы инновационного развития аграрной науки на мелиорированных землях, современные вызовы и почвенно-экологические проблемы адаптивно-ландшафтного земледелия, инновационные агро- и биотехнологии в земледелии, рациональное природопользование и утилизация вторичных ресурсов и сырья из отходов в сфере сельского хозяйства, устойчивое управление плодородием почв и продуктивностью мелиорированных земель в обеспечении продовольственной безопасности страны, актуальные проблемы и приоритетные направления кормопроизводства в условиях мелиорации, передовые технологии и технические средства в АПК для эффективного использования почвенных и водных ресурсов.

УДК 631.6(082) ББК П065я431

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. Проблемы и перспективы инновационного развития аграрной науки на мелиорированных землях	8
Соловьев Д.А., Смирнова Ю.Д. Новые направления и методы исследований ВНИИМЗ. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия Рабинович Г. Ю. КМН как нетрадиционное удобрение, ставшее классикой и основой для получения высокоэффективных биосредств. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь,	8
Россия	16 25
Иванов Д.А. Типизация агрогеосистем на микроуровне — основа природообустройства сельскохозяйственных территорий. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия	31
и семеноводства льна-долгунца - важнейший ресурс научного обеспечения отрасли. ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия	37 47
РАЗДЕЛ II. Современные вызовы и почвенно-экологические проблемы адаптивно-ландшафтного земледелия	54
Касатиков В.А. Влияние гуминовых удобрений на агроэкологические показатели агроценоза. Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа	54
Ковалев И.В. Fe-Mn конкреции как яркий диагностический критерий неосушенных и осушенных оглеенных минеральных почв. <i>МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия</i>	62
Кудрявцев Н.А. Воздействие физических факторов на лен. ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия	72 79
Лытов М.Н. Теоретическое обоснование подходов к регулированию баланса биогенных элементов в условиях орошения. ФГБНУ ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Волгоградский филиал, Волгоград, Россия	89

Степанова Н.Е. Экологический контроль и использование земель	
сельскохозяйственного назначения в Волгоградской области. ФГБОУ ВО	
Волгоградский ГАУ, г. Волгоград, Россия	95
Уланов Н.А., Уланов А.Н. Эколого-мелиоративные особенности старопахотных	
выработанных торфяников при их агрофизической оценке. $Кировская ЛOC - филиал \Phi H U (B U K um. B.P. Вильямса», Киров, Россия, г. Киров, Россия, \Phi \Gamma FOV BO$	
	01
Митрофанов Ю.И. Почвенно-мелиоративные проблемы организации адаптивных	
севооборотов на осущаемых землях. $\Phi \Gamma E H V \Phi U \coprod «Почвенный институт им. В.В.$	
	11
Иванов Д.А., Железова С.В., Сувернева Е.С., Легащева Е.В. Влияние агрофона и	
ландшафта на содержание хлорофилла в листьях озимой ржи. ФГБНУ ФИЦ	
	20
Васильева Н.В., Васильев В.В. Фазовый состав и зависимость, характеризующая	
компрессионные свойства биогенных грунтов. УО «Белорусская государственная	
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	26
Любимова Н.А. Влияние различных доз наночастиц металлов на биологические и	
ростостимулирующие свойства биопрепарата ЖФБ. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный	
институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия	36
РАЗДЕЛ III. Инновационные агро- и биотехнологии в земледелии 1	43
Митрофанов Ю.И. Влияние гребне-грядовой системы обработки почвы на	
урожайность, структуру урожая и качество картофеля. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный</i>	
	43
Трубачёва Л.В., Власова О.И., Коберник Н.С. Влияние способов полива на	
формирование урожайности сортов картофеля в условиях зоны неустойчивого	
увлажнения Ставропольского края. ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, г. Ставрополь,	~ 1
	51
Веденеева В.А., Шатровская М.О., Поташкина Ю.Н. Растительная диагностика	
ценоза картофеля в орошаемом агролесоландшафте. ФНЦ агроэкологии РАН, г.	-7
	57
Волкова Е.С., Дятлова М.В., Шайкова Т.В. Влияние плодородия почвы и	
удобрений на содержание белка в зерне озимой ржи и его сбор с урожаем. ФГБНУ	(2
	63
Гриц Н.В., Диченский А.В., Ганган Ю.И. Влияние применения экологизированной	
системы защиты на урожайность озимой пшеницы. $\Phi \Gamma EHV$ « ΦHU лубяных культур»,	
г. Тверь, Россия, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт	60
	69
Гриц Н.В., Соломатина Т.В. Влияние минерального питания и системы защиты на	
продуктивность озимого чеснока. ФГБНУ «ФНЦ лубяных культур», г. Тверь, Россия,	
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», р.п. Большие Вязёмы, Россия	74
Королева Ю.С. Сравнительная характеристика сортов свеклы столовой в условиях	/4
Калининского района Тверской области. $\Phi \Gamma EOV\ BO\ T верская\ \Gamma CXA$, г. $T верь$,	79
Россия	19
	84
Скворцов С.С. Продуктивность льна-долгунца в зависимости от применяемых	04
	90
Undipendipend and Ψ i DO i DO i DO i DO is DO in	ノリ

Скворцов С.С. Влияние новых видов органоминеральных удобрений на	
продуктивность масличного льна. ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г.Тверь, Россия	195
Смирнова А.В. Возделывание однолетних культур на осушенной торфяной почве.	
Кировская ЛОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», г. Киров, Россия	201
Шилова О.В. Изменение продуктивности свеклы столовой под действием	
борсодержащих соединений. ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия	208
Шилова О.В. Эффективность применения биологически активных соединений в	
посадках картофеля. ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия	217
Шилова О.В. Влияние хелатированного молибдена на урожайность гороха	
посевного. ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия	225
Пугачева Л.В., Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Положенцева Л.П.	
Продуктивность весенних совместных посевов яровой пшеницы и озимой ржи.	
	235
Рублюк М.В., Иванов Д.А. Влияние осущаемых ландшафтов на площадь листовой	
поверхности овса посевного сорта Яков. $\Phi \Gamma Б H V \Phi U \coprod «Почвенный институт им. В.В.$	
Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия	241
РАЗДЕЛ IV. Рациональное природопользование и утилизация	
· · · · · · · · · · · · · · · · ·	247
втори шви ресурсов и свірви из отходов в сфере селвекого хозинстви	
Deferred FIO decreases II D Wester Leaves Server and a server ser	
Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В. Жидкофазный биопрепарат для растениеводства.	247
	247
Шляхтинцева О.И., Черникова О.В., Мажайский Ю.А. Динамика изменения	
содержания питательных веществ в почве на мелкозападинном рельефе. УО	
«Белорусская ГСХА», г. Горки, Беларусь, ФКОУ ВО «Академия права и управления	
ФССИН», г. Рязань, Россия, Мещерский филиал ФГБНУ ФНЦ гидротехники и	253
1 ,	233
Зинковская Т.С., Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Сорокина В.А. К технологиям переработки навоза, помёта и животноводческих стоков. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный	
• • ·	260
Неменущая Л.А. Рациональное использование отходов растениеводства. <i>ФГБНУ</i>	200
•	267
Рублюк М.В., Иванов Д. А. Влияние ландшафта и удобрений на биологическую	207
ALLIN ANII	
«Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия	272
«Почвенный институт им. Б.Б. докучиеви» (БПИИМЭ), г. 1верь, Госсия	
DADIE II V Устойнуров унравления инспериом нам	
РАЗДЕЛ V. Устойчивое управление плодородием почв и	
продуктивностью мелиорированных земель в обеспечении	270
продовольственной безопасности страны	278
Трешкин И.А. Влияние компоста многоцелевого назначения, обогащенного	
микроэлементами, на баланс органического вещества и продуктивность	
сельскохозяйственных культур. $\Phi \Gamma Б H V = \Phi U \Pi = \omega \Pi G \Pi$	
им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия	278
Кимеклис А.К., Гладков Г.В., Поляков В.И., Балакина С.В., Иванов А.А.,	
Чеботарь В.К., Андронов Е.Е., Абакумов Е.В. Влияние применения	
микробиологических препаратов на урожайность пшеницы на почвах с разной	
степенью окультуренности. Санкт-Петербургский государственный университет, г.	
Санкт-Петербург, Россия, ФГБНУ «Всероссийский НИИ сельскохозяйственной	

микробиологии», г. Пушкин, Россия, ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха – Ленинградски НИИСХ «Белогорка», ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» В Москов Волгия
г. Москва, Россия
Г уляев М.В. Последействие приемов агромелиоративной обработки почвы. <i>ФГБН</i> ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия Вуева Ю.В., Трефильев П.П. Биологическая активность почвы при различны
способах ее обработки под подсолнечник. <i>ФГБНУ «Всероссийский НИІ</i> фитопатологии», р.п. Большие Вязёмы, Россия
Насонов С. Ю. Некоторые исследования почвенных показателей рисовых чеког ФГБНУ ФНЦ Гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова, г. Москва, Россия
РАЗДЕЛ VI. Актуальные проблемы и приоритетные направлени кормопроизводства в условиях мелиорации
Бирюкович А.Л. Продуктивность травостоев с люцерной посевной на минеральны мелиорированных землях Белорусского Поозерья. РУП «Институт мелиорации» Минск, Республика Беларусь
Црозд Д.А. Кормовые качества разноспелых сортов клевера лугового в условия орошения. УО «Белорусская ГСХА», г. Горки, Республика Беларусь
Рабинович Г.Ю., Васильева Е.А. Способы стабилизации жидкого биоконсервант для силосования при хранении. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия
Ковшова В.Н. Кормопроизводство в условиях выработанных торфяных почв Северо Востока Европейской части России. <i>Кировская ЛОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.В</i> Вильямса», Киров, Россия
Вагунин Д.А., Капсамун А.Д., Иванова Н.Е., Павлючик Е.Н., Амбросимова Н.Е. Козлятник восточный в сенокосах многолетнего использования. ФГБНУ ФИЛ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия
Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Вагунин Д.А. Влияние месобитания и вносимых удобрений на продуктивность многолетних травостоем ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Твера
Россия

РАЗДЕЛ VII. Передовые цифровые технологии и технические средства в АПК для эффективного использования почвенных и
водных ресурсов
Лытов М.Н. Вариативная модель использования гидромелиоративных технологий для компенсации климатических рисков возделывания сельскохозяйственных культур. ФГБНУ ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Волгоградский филиал, Волгоград, Россия
Рязанцев А.И., Смирнов А.И., Евсеев Е.Ю., Малько И.В., Антипов А.О. Повышение качества заравнивания колеи от дождевальной машины кругового действия «Кубань-ЛК1». ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный
университет», г.о. Коломна, Россия
Конторович И.И. Методология выбора технических решений водооборотных гидромелиоративных систем с использованием структурно-функционального подхода. ФГБНУ ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Волгоградский филиал, г. Волгоград, Россия
Майер А.В. Совершенствование системы орошения с очисткой отработанных газов
при мелиорации солонцов. ФГБНУ ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Волгоградский филиал, г. Волгоград, Россия
Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия
Блинов Ф.Л., Васильев А.С., Кудрявцев А.В., Бабаев Ш.М., Антонова Е.Ю.,
Голубев В.В. Анализ результатов функционирования косилки комбинированного типа при вводе залежи в Тверской ГСХА. ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия, Азербайджанский ГАУ, г. Гянджа, Азербайджан
Блинов Ф.Л., Васильев А.С., Сизов И.В., Кудрявцев А.В., Голубев В.В.,
Диченский А.В. Оценка учёта урожайности зерновых и лубяных сельскохозяйственных культур при различных мелиоративных технологических
приёмах. ФГБНУ «ФНЦ лубяных культур», г. Тверь, Россия
Иванов Н.И., Синицин П.Г., Алимурадов А.А., Блинов Ф.Л., Морозов П.В.,
Голубев В.В. Применение модернизированной малогабаритной техники в условиях
ввода залежи. ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия
(ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия
Хархардинов Н.А. Погодный мониторинг на осушаемых землях агрополигона ВНИИМЗ с помощью метеостанции ATMOS 41. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>

РАЗДЕЛ І. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

УДК 631

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВНИИМЗ

Соловьев Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук,

Смирнова Ю.Д., кандидат биологических наук

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

г. Тверь, Россия

В 2022-2023 годах в научной и производственной деятельности ВНИИМЗ были начаты новые перспективные исследовательские работы, некоторые из них явились результатом сотрудничества с научными организациями и индустриальными партнерами, другие обусловлены вводимыми новыми нормативными актами Российской Федерации и требованиями сельскохозяйственного производства.

В начале 2023 года в России активно обсуждались вновь принятые на государственном уровне документы — Отраслевая программа «Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в сфере сельского хозяйства на 2022-2030 годы» и Федеральный закон от 14 июля 2022 года № 248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

ВНИИМЗ на протяжении более 35 лет ведет научную деятельность по вовлечению побочных продуктов животноводства (ППЖ) — помета птиц и навоза КРС для получения эффективных биоудобрений и биосредств различного класса.

© Соловьев Д.А., Смирнова Ю.Д., 2023

Ha расширенном заседании Ученого совета ФГБНУ ΨИЩ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», которое состоялось 8 февраля 2023 г., прошло обсуждение этих документов с представителями птицефабрик, природоохранных организаций и предприятиями, которые используют ППЖ в производстве препаратов и удобрений. ВНИИМЗ подробно представил для обсуждения технологию аэробной твердофазной ферментации торфо-пометных смесей, разработанную институтом, а ООО «АИК» – универсальную технологию ускоренного компостирования органического сырья закрытом помещении искусственным cмикроклиматом, принудительной аэрацией и грануляцией (ТУКОС). По результатам обсуждения Ученым советом было предложено расширить области применения получаемых биокомпостов – использовать их как основу для приготовления почвогрунтов различного назначения, получения биопродуктов (жидкофазных и твердофазных), других кормления сельскохозяйственных животных.

Во ВНИИМЗ вопросы применения ППЖ реализуются в рамках научной деятельности отдела биотехнологий. В 2023 году были проведены исследования по двум новым направлениям работ – замена сырьевой базы для производства биоудобрения и применение последнего в качестве составляющего почвогрунтов для озеленения городских территорий. Исследования по исключению из технологии получения торфа – основного компонента для производства компоста многоцелевого назначения (КМН), и введение в исходные смеси опилок (углеродного сырья) в количестве от 5 до 20 % от объема показали, что средняя доза опилок способствует качественному проведению аэробной ферментации И соблюдению регламентируемого технологией температурного режима. Одной из причин такой замены послужила значительно возросшая стоимость торфа из-за снижения его добычи в близлежащих хозяйствах и увеличение стоимости транспортных расходов. Применение опилок в качестве одного из

компонента исходного сырья делает производство более рентабельным.

Проведены исследования по составлению рецептур почвогрунтов для озеленения городских территорий, в которых в разном процентном соотношении вместо торфа было использовано новое биоудобрение. Почвогрунт состоял из котлованного грунта, в который добавлялись в разных соотношениях песок, торф, биоудобрение или опилки. В качестве тест-культур выбраны овес и горчица. Наилучшие результаты по биометрии растений были получены на почвогрунте, состоящем из котлованного грунта и биоудобрения в соотношении 80:20 и содержащем 60 % котлованного грунта, 20 % опилок и 20 % биоудобрения.

В 2022 году одна из разработок отдела биотехнологий получила поддержку Российского научного фонда. Работа направлена на синтез наночастиц железа, цинка, меди, марганца и магния и включение их в жидкофазный биогенный препарат (разработка ВНИИМЗ, Патент РФ №2365568) с целью повышения его биодоступности сельскохозяйственными культурами и наделения иммуно-протекторными свойствами, что в целом направлено на формирование высокого урожая и качества продукции. Оптимальным способом синтеза наночастиц металлов для нужд сельского хозяйства является метод зеленого синтеза, который включает в себя применение растительных экстрактов.

Тестирование разрабатываемых твердофазных и жидкофазных биоудобрений и препаратов в институте проводится как в лабораторных условиях (климатостатах КС-200 и климатической камере – фитотроне), так и в полевых опытах на агрополигоне Губино ВНИИМЗ. В работе используется климатическая камера для управления ростом растений производства ФГБНУ ФНАЦ «ВИМ», в которой постоянно поддерживаются заданные микроклиматические параметры – влажность и температура воздуха, освещенность день/ночь, проводится капельный полив (рис. 1).

Одно из новых направлений исследований отдела биотехнологий — модернизация питательных сред при микроклональном размножении растений за счет введения в их состав наночастиц металлов, полученных методом зеленого синтеза (рис. 2). Так, введение нанопорошка железа способствовало увеличению биометрических показателей микрорастений: длины побегов и корней, числа междоузлий.







Рис. 1. Исследовательская база ВНИИМЗ







Рис. 2. Микрорастения и микроклубни картофеля

В рамках совместных научных исследований отделом агроэкологической оценки почв и проектирования агроландшафтов ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» в 2022 году проведена лазерная съемка Geoscan 401 (1 см/пикс) и фотограмметрическая БПЛА

съёмка Mavic 2Pro, определены параметры почвенно-геологической среды на ключевых участках агрополигона. С помощью ГИС-технологий получены: цифровая модель рельефа, карта рельефа поверхности морены, карта видов земель и общий ортофотоплан местности. На основе полученных материалов отделом мониторинга состояния и использования осущаемых земель ВНИИМЗ создается адаптивно-ландшафтная система земледелия агрополигона Губино, что позволит переориентировать производственный клин сельскохозяйственной продукции в соответствии с рыночными потребностями, природными ресурсами агрополигона, производственными мощностями ВНИИМЗ и обеспечит устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия объекта.

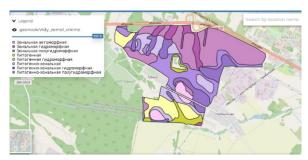




Рис. 3. Виды земель и карта рельефа в пределах агрополигона Губино

Лаборатория луговых агроценозов для улучшения густоты стеблестоя травостоя с целью продления его продуктивного долголетия в 2023 году провела подсев многолетних бобовых трав в бобово-злаковые травостои 2012 и 2018 года создания, возделываемых на корм. Подсев производился в конце июня — после проведения первого скашивания. Из всех видов подготовки угодий было проведено только боронование травостоев.

Поскольку бобовые культуры склонны к более быстрому выпадению из травостоев по сравнению со злаковыми, то их подсевали в первую очередь.

Были реконструированы бобово-злаковые травостои пастбищного типа 2012 г. монокультуры лядвенца Солнышко, травостои сенокосного типа 2018 г. подсевом двух видов смесей: клевер Дымковский + тимофеевка луговая Ленинградская 204 и клевер Дымковский + овсяница тростниковая Лира. Подсев осуществлялся сеялкой СПУ-4, приобретенной ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» по программе лизинга Министерства образования. Технология подсева трав в старовозрастную способом дернину имеет преимущества перед традиционным перезалужения: увеличивается период использования травостоев, снижается норма расхода семян многолетних трав в 2 раза, исключается обработка пласта, значительно снижает затраты, ЧТО повышается содержание бобовых видов в травостое до 50-60 % и, тем самым, повышается обеспеченность корма протеином, на 30-50 % увеличивается урожайность травостоя. Разрабатываемая технология позволит получить общую экономию средств по сравнению с их перезалужением (по расчетным данным) на 50-60%.

В 2023 году лаборатория луговых агроценозов начала научную работу с личным подсобным хозяйством «Сентюрино» по оценке влияния объемистых кормов (сена), полученных из травостоев различного состава, выращиваемых в рамках НИР института, не только на удой коров и коз, а также и на качество получаемого сыра.

Приобретение по программе лизинга пневматической травяной сеялки СПУ-4 и комбайна Nova 340 «Россельхозмаш» позволило обеспечить лаборатории технологии зерновых культур и картофеля ВНИИМЗ возделывание семян трав. В 2023 году посеяно и убрано райграса однолетнего сорта Рапид на площади 25 га (собрано 23,5 т) и горчицы белой

на площади 10 га (собрано 4,5 т). Семена прошли сушку, сортировку и были полностью реализованы.

Отдел мелиоративного земледелия на протяжении последних пяти лет проводит инновационные исследования совместных посевов озимой ржи и яровой пшеницы. 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.

В 2023 году заложен полевой опыт на площади 1 га с совместными посевами. Заинтересованность фермеров в проведении подобных исследований, высказанная ученым института во время проведения Дней поля на территории агрополигона в 2021-2022 гг., привела к расширению поисковых исследований по оценке звеньев севооборота с совместными посевами яровых и озимых зерновых культур и следующему расширению конфигурации изучаемых яровых и озимых культур: яровая пшеница + озимая пшеница, яровая пшеница + тритикале, овес + озимая пшеница, овес + озимая рожь, овес + озимая тритикале.

Технологии совместных посевов озимых и яровых зерновых культур (яровая пшеница, овёс, рожь, озимая пшеница, озимая тритикале) могут найти широкое применение в фермерских хозяйствах НЗ РФ, занимающихся возделыванием зерновых, поскольку эти технологии позволяют существенно сократить объем полевых работ, исключить затраты на вспашку, культивацию, посев, снизить производственные затраты на содержание 1 га парового поля на 7-10 тыс. рублей.

Помимо собственных научных исследований ВНИИМЗ проводит НИР по разработке и апробации технологий возделывания

сельскохозяйственных культур в рамках сотрудничества с крупными компаниями, как ПАО «Акрон» и АО «Щелково Агрохим». Институт также сотрудничает с производителями различных препаратов, в том числе не только сельскохозяйственного назначения, проводит исследования продукции на возможность использования ИХ эффективности выращивании культур и повышения производства. Благодаря наличию климатической камеры подобные исследования можно реализовывать круглогодично.

Следует отметить, что разнообразие новых направлений научных исследований является привлекательным для молодых ученых, студентов и выпускников учебных заведений, что будет способствовать притоку новых кадров, преемственности поколений и дальнейшему развитию ВНИИМЗ.

Список литературы

- 1. Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Смирнова Н.А. Совместный посев озимой ржи и яровой пшеницы на осущаемых землях. Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 6. С. 33-38. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10606
- 2. Пугачёва Л.В., Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В. Биологическая эффективность совместных посевов зерновых культур на осущаемых дерново-подзолистых почвах. // Мат. Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участием. / Перспективные технологии и приемы управления продуктивностью агроэкосистем на мелиорированных землях (к 95-летию Почвенного института). Тверь, 2022. С. 170-175.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

КМН КАК НЕТРАДИЦИОННОЕ УДОБРЕНИЕ, СТАВШЕЕ КЛАССИКОЙ И ОСНОВОЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ БИОСРЕДСТВ

Рабинович Г.Ю., доктор биологических наук, профессор ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

ВНИИМЗ является разработчиком технологий, связанных с получением удобрений разного класса из возобновляемых сырьевых ресурсов, распространенных в нашей стране. Длительное время разработки института относили к нетрадиционным, подчеркивая их неустоявшийся статус. Однако, поскольку продвижение некоторых позиций состоялось, отметим, что такие удобрения уже не следует относить к нетрадиционным: они стали классическими и всеми признанными. Более того, их статус официально закреплен как в научном сообществе, так и на практике [1].

Технология аэробной твердофазной ферментации, благодаря которой получают биоудобрение КМН (компост многоцелевого назначения), разработана во ВНИИМЗ и не единожды была удостоена государственного признания [2].

Продолжительность ферментации органического сырья в соответствие с технологическим регламентом зависит от четкой выдержки контролируемых параметров — температуры и содержания кислорода в биомассе, и может длиться (в активной фазе) от 7 суток в биоферментаторах и до 36 суток — на открытых площадках.

© Рабинович Г.Ю., 2023

Поскольку определяющее значение в соблюдении технологии получения КМН принадлежит микрофлоре исходной смеси, составляемой из побочных продуктов животноводства (ППЖ) – навоза КРС, помета птицы, а также из углеродсодержащих компонентов, преимущественно торфа, поэтому ДЛЯ микрофлоры регулируемого процесса биоферментаторе устанавливаются благоприятные условия, поддерживающие динамическое равновесие трансформации, что в итоге и определяет ход и направленность процесса биопереработки [2,3]. Так, влажность исходной смеси поддерживается на физиологическом для микроорганизмов уровне 60-75%, рН колеблется в районе нейтральных значений благодаря высокой щелочной реакции навоза, нейтрализующей кислотность торфа. Регуляцию процесса аэробной твердофазной ферментации определяет воздуха, также подача поддерживающая определенный уровень кислорода в биоферментаторе – около 5-12%. Постепенный ферментируемой подъем температуры рекомендованного уровня 65-75°C, когда значительная часть мезофильной микрофлоры переходит в споровое состояние, а ее место занимает обеспечивает термофильный микробоценоз, гибель патогенных микроорганизмов, яиц и личинок гельминтов, присущих ППЖ.

Уже на протяжении более трех десятилетий ВНИИМЗ стремится к эффективному продвижению своей технологии, так как располагает полноценной научно-технической документацией, включающей рабочий проект на строительство камер-биоферментаторов, технические условия на КМН, технологический регламент.

Технология производства КМН была запатентована, кроме того, были получены сопутствующие патенты по ее автоматизации и стимулированию процесса. Срок действия базового патента заканчивался в 2017 г. В связи с этим патент был модернизирован и обновлен. В настоящее время

технология аэробной твердофазной ферментации ВНИИМЗ защищена патентом РФ [4].

Выверенный годами практики состав исходных смесей осуществления аэробной твердофазной ферментации позволяет получать ожидаемо высокоэффективные удобрения с заданными свойствами. Подчеркнем, что КМН относится к комплексным удобрениям, так как содержит все лимитирующие урожай макроэлементы питания растений. В зависимости от исходных компонентов в 1 т КМН, приготовленной на основе навоза КРС, содержится не менее 38 кг действующего вещества NPK, а в 1 т KMH на основе помета -50 кг и более (в среднем, по азоту - от 25 до 30 кг, по фосфору – от 15 до 20 кг, по калию – от 10 до 15 кг). Важен и тот факт, что присутствие в КМН кальция обеспечивает снижение почвенной кислотности, что особенно актуально для дерново-подзолистых почв, на которых данное удобрение изначально и тестировалось. Наряду с доступными для растений и почвы элементами питания многоцелевого назначения характеризуется высокой микробной обсемененностью (до 10-й степени), представленной агрономически ценными микроорганизмами, что, собственно, и определяет его статус, как биоудобрения. КМН как носитель полезной микрофлоры, способствует ее развитию в почве и тем самым создает предпосылки для мобилизации питательных веществ из почвенных запасов.

Кроме того, хорошие теплоизоляционные свойства и влагоудерживающая способность, обеспечивающие выраженный мульчирующий эффект, а также неограниченный срок хранения, особенно после грануляции, когда потери элементов питания сводятся к минимуму — это те качества КМН, которые направлены на улучшение технологичности применения данного удобрения путем локального использования с уменьшением дозы внесения. Регламент применения КМН включает его многоцелевое использование: в качестве удобрения, подкормки под полевые культуры, многолетние травы,

овощные, плодовые и ягодные культуры, а также в качестве мульчирующего и рекультивирующего агента.

Основные исследования института по тестированию, апробации и внедрению компоста многоцелевого назначения были выполнены на мелиорированных почвах, осущаемых закрытым гончарным дренажом. При разработке мероприятий по повышению плодородия осущаемых земель первоочередная роль отводится современным адаптивно-ландшафтным грамотное применение системам земледелия, которых природный pecypc агроландшафта максимально использовать рационально распределять материальные ресурсы хозяйств (удобрений, семян, техники). Особое внимание в этих системах уделяется сохранению и повышению плодородия почв за счёт правильного построения севооборотов и рациональной системы удобрений, обеспечивающей максимальное поступление органического вещества в почву не только за счёт внесения органических удобрений, но и использования обогащающих почву элементами питания растений бобовых компонентов в составе многолетних трав и сидератов.

Оптимальные разовые дозы внесения КМН: 8-10 т/га — на супесчаных и песчаных почвах, 12-15 т/га — на легкосуглинистых и 15-20 т/га — на средне- и тяжелосуглинистых. В целом по действию на урожай сельскохозяйственных культур рекомендуемые дозы его внесения в количестве от 10 до 20 т/га в 2-4 раза превосходят по своему воздействию дозы навоза и традиционных компостов, которые вносятся в нормах от 30 до 40 т/га. Исследование КМН (в дозах от 5 до 15 т/га) в качестве мелиоранта на осущаемых дерново-подзолистых почвах показало его позитивное влияние на содержание и качество органического вещества в почве, структуру и плотность пахотного горизонта. Кроме того, КМН оптимизирует состав органического вещества почвы, увеличивая в ней количество гуминовых кислот.

Подчеркнем, **КТОХ** производство KMH ЧТО И связано c дополнительными затратами при его получении, но ввиду меньших доз его внесения, по сравнению с традиционными удобрениями, в частности с ТНК, затраты совокупной энергии, содержащейся во вносимой с КМН дозе, ниже, чем в дозе ТНК, а прибавка урожайности выше. Именно это обстоятельство и обеспечивало более высокий коэффициент эффективности КМН на землях мелиоративного фонда, по сравнению с ТНК. Таким образом, показатели энергетической эффективности применения КМН свидетельствуют о явном преимуществе этого вида удобрений перед другими.

Выполненные во ВНИИМЗ разработки позволили заключить, что компост многоцелевого назначения состоялся как высокоэффективное удобрение. И наряду с этим появилось много идей о его целевом использовании путем регулирования конечного состава или же путем извлечения из твердой фазы данного удобрения физиологически активных веществ, использование которых в жидкой фазе наиболее выгодно. Покажем, в каком направлении двигались и продолжают поступательное движение научно-технические разработки отдела биотехнологий института, чтобы полноценно задействовать потенциал КМН.

Во-первых, технология получения компоста многоцелевого назначения стала отправным пунктом для разработки и реализации новых технологий, в том числе ферментационно-экстракционной, в которой ставка делается на жидкофазные биосредства разной направленности и отраслевой [5]. Разработка данной технологии, неоднократно принадлежности запатентованной по всем направлениям ее реализации, включала выбор базового алгоритма получения новых жидкофазных биосредств и его отладку, выбор сырьевых ресурсов, эффективных биостимуляторов и технологической экстрагентов, создание линии, обеспечивающей эффективное проведение ферментационно-экстракционного

оценку качества получаемой продукции и перспектив ее применения, оценку уровня безопасности производства.

Благодаря этому институт фактически обеспечил получение нескольких классов новых биосредств: биоудобрений, биопрепаратов, биоконсервантов. Часть видов обозначенной продукции позиционируется строго однонаправленно, другая часть является полифункциональной и поэтому реализуется многовариантно. Так, среди основной жидкофазной продукции, получаемой при реализации ферментационно-экстракционной технологии ВНИИМЗ, микробный препарат ЖФБ – это полифункционал, поэтому может использоваться в различных областях сельского хозяйства. А вот гуминовый препарат БоГум и биоконсерванты ЖиБиСил и ЖиБиММ предназначаются к использованию преимущественно в одной области – в кормопроизводстве и животноводстве. Не исключено, что вариации их использования могут быть расширены при дальнейших исследованиях. И действительно, на этом пути отдел биотехнологий расширил возможности получаемой жидкофазной продукции, поскольку появилось и развилось нанонаправление, посредством которого из базовых жидкофазных препаратов была получена целая линейка нанопрепаратов и препаратов с наночастицами. Данное направление исследований весьма перспективно и получило развитие и поддержку.

Отметим, однако, что ферментационно-экстракционная технология не смогла выйти за рамки лабораторного исполнения, поэтому она существенно уступает базовой разработке института – технологии аэробной твердофазной ферментации, которая прошла нелегкий путь становления, выход на производственные мощности и продвижение. Недаром в 2016 г. технология производства КМН вошла в список наилучших доступных технологий, рекомендованных к внедрению предприятиями АПК на территории субъектов Российской Федерации.

Как и ранее, в институте, работающем сейчас в качестве филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», всерьез обсуждается вопрос получения жидкофазных биосредств непосредственно из КМН. С этой целью, вне всякого сомнения, должны быть использованы наработки института ЭТОМ направлении, полученные при разработке Данное ферментационно-экстракционной технологии. направление развития технологии получения компоста многоцелевого назначения позволит улучшить коммерческую составляющую деятельности ВНИИМЗ и дать старт новым или обновленным решениям.

Наряду с этим, в последние годы были начаты и успешно продвигаются исследования, связанные с реальной модернизацией компоста многоцелевого назначения, что связано, прежде всего, с добавлением в его состав микроэлементов, которых, во-первых, в КМН, как впрочем и в других органических удобрениях, недостаточно, а, во-вторых, они вводятся в его состав с вполне определенными целями — повлиять в конечном итоге на течение различных обменных процессов, протекающих в почве и в культурных растениях. Таким образом, было принято решение об использовании КМН в качестве носителя дефицитных микроэлементов, в том числе в сочетании с минеральными удобрениями. В настоящее время во ВНИИМЗ четко прослеживается 2 направления такого применения микроэлементов при использовании компоста многоцелевого назначения.

В частности, в отделе биотехнологий ВНИИМЗ на стадии стабилизации КМН за счет добавления в него метасиликата натрия (1% SiO₂) было создано так называемое кремнийорганическое удобрение (КМН-Si). Применение кремнийорганического удобрения КМН-Si совместно с NPK способствовало получению более высокого урожая яровой пшеницы, в среднем по вариантам прирост относительно контроля (КМН) достигал 8,7 %. Кроме того, данное удобрение способствовало улучшению пищевого режима и увеличению численности агрономически ценных групп

микроорганизмов, особенно аммонифицирующих и мобилизующих органофосфаты. Было установлено также, что в вариантах с применением кремнийорганического удобрения относительно контроля (КМН) повышалась белковость зерна.

Более масштабное направление просматривается в настоящее время с введением в состав КМН не одного микроэлемента, а микроэлементных комплексов, составленных из цинка, меди и молибдена, используемых или полностью, или в сокращенном сочетании. Связано это, прежде всего, с тем, что дерново-подзолистые почвы, на которых уже 3 года проходит новый эксперимент, либо слабо обеспечены этими микроэлементами (Zn, Cu), либо представлены в достаточном количестве (Mo). Не случайно обогащенное полноценным комплексом микроэлементов (Zn+Cu+Mo).

Удобрение, действуя синергетически, усиливало минерализационные процессы в почве, увеличивая содержание в почве под картофелем Nмин. и подвижного фосфора, в среднем по каждой позиции на 13 %, а подвижного калия — в среднем на 7,5 %. Кроме того, картофельные клубни, полученные в вариантах с внесением полной дозы КМН или КМН+NPK, оказались богатыми внесенными в составе микроэлементного комплекса микроэлементами, обеспечивающими эффективное протекание в растениях большого количества метаболических и физиологических процессов.

Итак, компост многоцелевого назначения (КМН), предлагаемый к использованию, во-первых, в качестве основы для получения новых жидкофазных биосредств, а, во-вторых, в качестве носителя дефицитных для почвы и растений микроэлементов, способен обеспечивать повышение общей биопродуктивности посевов различных сельскохозяйственных культур за счет мобилизации элементов питания и активизации почвенной микрофлоры. В связи с этим, полагаем, что разрабатываемые новые научные направления, представляемые отделом биотехнологий ВНИИМЗ,

позволят по-новому раскрыть потенциал биоудобрения КМН и поэтому, они, несомненно, должны получить поддержку и достойное продолжение.

Список литературы

- 1. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета РД-АПК 1.10.15.02-17. М: Росинформагротех, 2020. 189 с.
- 2. Рабинович Г.Ю. Научные основы, опыт продвижения и перспективы биотехнологических разработок: монография. Тверь: Твер. гос. ун-т., 2016. 196 с.
- 3. Рабинович Г.Ю. Биоконверсия органического сырья. Дис...докт. биол. наук. Тверь. 2000. 406 с.
- 4. Патент РФ № 259804 / Рабинович Г.Ю., Ковалев Н.Г., Смирнова Ю.Д., 2017.
- 5. Рабинович Г. Ю., Фомичева Н. В., Смирнова Ю. Д. Новые полифункциональные жидкофазные биосредства (препараты) ВНИИМЗ для растениеводства и земледелия. Этапы разработки и эффективность применения: к 45-летию ВНИИМЗ. Монография. Тверь: Изд-во: ТГУ, 2022. 211 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОСИСТЕМНЫХ ФУНКЦИЯХ БОЛОТ

Инишева Л.И.¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН,

Бабиков Б.В.², доктор сельскохозяйственных наук, профессор ¹Томский государственный педагогический университет, г.Томск, Россия ²Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

Современные болота — уникальные образования биосферы, которые занимают 4,4 % территории суши. Первое место по их площадям и запасам занимает России, в которой приоритет принадлежит Уральскому федеральному округу. Болота обладают важными средообразующими функциями: консервируют запасы пресной воды, в существенной мере определяют гидрологический режим территории, обеспечивают экосистемные услуги, такие, как круговорот веществ, баланс углерода, биологическое разнообразие, управление рисками климата и др. Болота единственные в наземной биоте экосистемы, которые изымают СО₂ атмосферы и накапливают углерод на протяжении столетий и тысячелетий в виде торфяных залежей.

Заметим, что болота как объект хозяйственного интереса с одной стороны и живой природы с другой, входят в область государственного регулирования через ряд ведомств, к компетенции которых относится управление разными отраслями хозяйственной деятельности общества: Министерство природных ресурсов, Минсельхоз России, Минэнерго и др.

В результате оценки площадей болот и депонированного углерода в них сильно различаются, так как каждая отрасль пользуется разными методами их определения. Так, согласно Государственному балансу запасов торфа их запас в РФ составляет 166,9 млрд. т (31,3 % мировых запасов) на площади 47,6 млн. га. Достоверные запасы торфа в стране могут быть увеличены до 250 млрд. т (соответственно площадь ориентировочно – до 71,4 млн. га). Земельный фонд РФ занимает 1709,8 млн. га, под болотами – 140,8 млн. га. Но вот, что такое болото, какая учитываемая мощность торфяной залежи – эти понятия в каждой отрасли свои.

Быстро растущая цивилизация человечества за несколько тысячелетий и особенно за последнее столетие, нанесла существенный ущерб биосфере и, прежде всего, пострадали автотрофные звенья биосферы, без которых биосфера не может обеспечить на планете жизнь. Это явилось причиной, по которой внимание всего мира сосредоточилось на природном балансе биосферы и антропогенной эмиссии парниковых газов. Не останавливаясь последовательности международных встреч по этим вопросам (интересующихся отправляем к источнику [1]), отметим только, что в сентябре 2015 г. Генеральная Ассамблея ООН утвердила резолюцию «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», в которой содержится 17 целей устойчивого развития, в том числе названо развитие биоэкономики замкнутого цикла [2]. Еврокомиссия планирует введение трансграничного налога на выбросы ПГ, который для России может составить €33,3 млрд. в 2025-2030 годах. Цель этих мер - сохранить на Земле биоразнообразие и обеспечить баланс между всеми экосистемными услугами (нуль-эмиссия). Напомним, что под экосистемными услугами принято понимать все выгоды, которые люди получают от природы [3]. Базовая концепция биоэкономики - природный капитал, из которого получают не только продукты, но и широкий спектр услуг, называемых экосистемными [4].

Важно знать, сколько и что нужно сделать, чтобы восстановить, расширить естественные экосистемы, которые могут приостановить рост концентрации парниковых на фоне одновременного газов совершенствования технологических процессов в промышленности. Однако в настоящее время выявились многие проблемы, и, прежде всего, обозначилась неполнота наших знаний и, в особенности, в области функционирования лесоболотных систем, как основных источников поглощения парниковых газов из атмосферы. Но если для лесного фонда существует хорошо отлаженная государственная поддержка (Лесной кодекс РФ, стратегия развития лесного комплекса РФ на период до 2030 года и др.), то в отношении болотных экосистем проблема круговорота углерода изучена много меньше. В результате в правительственных документах, в которых принимаются важные, в том числе и финансовые решения, торфяные ресурсы лишь иногда упоминаются. Примером могут служить прошедшие дебаты в Москве 4 марта 2021 года «Оценка поглощения парниковых газов лесами: мифы и реальность», в результате которых приняты рекомендации практически всем органам власти РФ, но по лесному хозяйству, о торфяных ресурсах речь не идет. В то время, как лесное хозяйство является основным фондодержателем болотных, заболоченных и переувлажненных земель, но которые воспринимаются как субстрат для произрастания леса. Таким образом, профессионально совокупностью всех используемых и неиспользуемых болот в России никто не занимается. Возможно, наиболее целесообразным было бы иметь единый торфяной фонд, которым могли бы заниматься профессионально ориентированные организации и специалисты.

Для создания национальной системы учета парниковых газов с болот потребуется достоверная оценка площади, мощности торфяных залежей и состояния болот России, как находящихся в разработке, так и в естественном состоянии. Также важно провести систематизацию уже

проведенных исследований по эмиссии парниковых газов из болот. В конечном итоге составить проект создания сети пробных площадей мониторинга для изучения динамики пулов углерода с целью разработки прогнозов выделения парниковых газов в зависимости от типа, вида болота, мощности торфяной залежи, климатических условий и направления использования. И желательно, чтобы этими вопросами занимались профессионалы – торфяники, а не специалисты каждой отдельной отрасли.

И в заключение приведем результаты многолетних (с 2004 по 2013 гг.) исследований эмиссии парниковых газов на примере естественных и мелиорируемых болот разного генезиса в южно-таежной и лесостепной зонах Западной Сибири и Горного Алтая (таблица).

Таблица Потоки углерода С-СО $_2$ и СН $_4$ на болотах южно-таежной зоны Западной Сибири и Горного Алтая, г С/(м 2 год)

	Южно-таежная зона Западной Сибири				Горный Алтай		
	Верховые		Низинные		т орный Алтай		
Годы	Топь	Низкий	Высокий	Естественные	Осущенные	Перехолные	Низинные
	TOHB	рям	рям	Бетественные	Сущенные	тереходиые	Тизиппыс
2004	49,6	61,1	89,3	-	-	-	-
2005	77,6	90,2	52,1	-	-	-	-
2006	124,2	116,3	103,1	-	-	-	-
2007	93,0	98,9	67,4	1	-	-	-
2011	1	17,5	-	81,1	158,4	80,8	158,4
2012	-	26,2	-	57,3	80,8	57,3	80,8
2013	-	23,8	-	-	-	-	-

Примечание. «-» – не определяли

В южно-таежной зоне Западной Сибири исследования за эмиссией парниковых газов проводили на отрогах Васюганского болота на осоковой топи, сосново-кустарничково-сфагновом ФЦ с низкой сосной (низкий рям) и на сосново-кустарничково-сфагновом ФЦ с высокой сосной (высокий рям). Мощность торфяной залежи (ТЗ) до 3,0 м, в последнем варианте – 1 м. В лесостепной зоне эмиссию определяли на естественном низинном болоте

и на варианте с лесомелиорацией, мощность ТЗ – 3 м. Подробности исследований изложены в [5].

В северо-восточной части Горного Алтая исследования эмиссии парниковых газов были организованы на переходном и низинном болотах [6]. Как следует из полученных результатов потери углерода в виде эмиссии диоксида углерода и метана характеризуются невысокими значениями, в особенности при сравнении с поступающей биомассой. Самая высокая эмиссия отмечалась в болотах низинного типа. Расчеты углеродного баланса в эвтрофных болотах показали агрессивность процесса заболачивания, в том числе и на участке с агролесомелиорацией.

Заключение. В резолюции Генеральной Ассамблеи ООН (2015 г.) на период до 2030 г. содержится 17 целей устойчивого развития, в том числе названо развитие биоэкономики замкнутого цикла. Речь идёт об экономике, которая использует возобновляемые биологические ресурсы суши и моря для производства продовольствия, биоматериалов, биоэнергии и биопродуктов. В полной мере это относится к торфяным ресурсам и надо быть готовым, что производственные процессы по их использованию будут оцениваться в углеродных единицах. Поэтому еще не поздно специалистам по торфяным ресурсам составить проект создания сети пробных площадей мониторинга для изучения динамики пулов углерода с целью разработки прогнозов выделения парниковых газов в зависимости от типа, вида болота, климатических условий и направления использования.

Вместе с тем, проведенные исследования по эмиссии парниковых газов на примере территории Сибири выявили, например, что исследованные болота не являются значимым источником выделения парниковых газов, а наоборот, активно депонируют углерод атмосферы.

Список литературы

1. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные,

инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)» / под редакцией Р.С.-Х. Эдельгериева. М.: ООО «Издательство МБА», 2019. Том 2. 476 с.

- 2. Повестка дня 2030. Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция A/RES/70/1., принятая Генеральной Ассамблеей ООН 25 сентября 2015 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1_ru.pdf).
- 3. Millennium Ecosystem Assessment (MEA 2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington: World Resources Institute MEA, 2005.
- 4. Бобылев С.Н., Захаров В.М. Экосистемные услуги. Человек и природа. М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы. Центр устойчивого развития и здоровья среды ИБН РАН. Центр экологической политики России, 2015. 100 с.
- 5. Инишева Л.И. Закономерности функционирования болотных экосистем в условиях воздействия природных и антропогенных факторов. Томск.: Издательство ТГПУ, 2020. 482 с.
- 6. Inisheva L. I., Golovchenko A. V., and Smirnov O. N. Monitoring Greenhouse Gases in the Peat Deposits of Swamps in Gornyi Altai. Geografiya i Prirodnye Resursy, 2023, Vol. 44, No. 1, pp. 31–40. DOI: 10.1134/S187537282301002X
- 7. Инишева Л.И., Шайдак Л.В., Бабиков Б.В. Гидрологический и газовый режим болот в условиях лесомелиорации // Мелиорация и водное хозяйство. 2020. №6. С. 39-44.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 14.09.2023 г.

ТИПИЗПЦИЯ АГРОГЕОСИСТЕМ НА МИКРОУРОВНЕ – ОСНОВА ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Иванов Д.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия

Агроландшафт — основная территориальная единица, выделяемая при ландшафтно-сельскохозяйственном картировании конкретных предприятий. В большинстве случаев он представлен формой мезорельефа — отдельным холмом, террасой реки, широкой балкой и так далее, и в основном территориально совпадает с урочищем. Основная особенность агроландшафта — его автономность, относительная независимость от других агроландшафтов. Это выражается в том, что антропогенное воздействие в пределах одного холма, как правило, не влияет на компоненты другого. Так, например, внесение значительных доз извести на поле, расположенном на вершине одного холма, очевидно, не приведет к изменению плодородия почв на вершине другого.

Разные агроландшафты в пределах одного их вида (местности) отличаются друг от друга по многим параметрам, определяющими различия условий произрастания сельскохозяйственных культур. Для нужд сельского хозяйства необходимо выделять различные классификационные группы агроландшафтов, имеющие сходные морфометрические параметры.

© Иванов Д.А., 2023

Так, в пределах плоских холмов, с хорошо выраженной слабо дренируемой вершиной, широко представлены элементарные геохимические ландшафты (ЭГЛ) с преобладанием элювиальных процессов, тогда как в условиях островершинных холмов господствуют транзитные процессы. Следовательно, отнесение конкретного агроландшафта к той или иной группе может осуществляться на основе критерия преобладания в его пределах какого-либо геохимического процесса. Трансекты на агрополигоне Губино находились в пределах единого агроландшафта, однако их условно можно рассматривать как примеры агроландшафтов, принадлежащих к классификационным группам. Трансекта № примером агроландшафта с преобладанием элювиальных процессов, а трансекта № 2 – транзитных (рисунок).

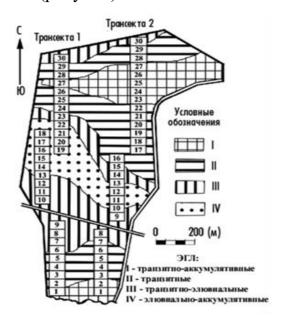


Рисунок. Карта расположения подтипов АМЛ в пределах объекта исследований

Если агроландшафты отличаются заметной автономностью, то слагающие их агромикропанпшафты (АМЛ) в основном, зависят от своего положения в пределах формы мезорельефа. АМЛ, как правило, занимает либо часть формы мезорельефа (днище балки, вершину холма, склон холма и т.д.), либо форму микрорельефа (обширное блюдцеобразное понижение на

поле, постоянную микропромоину и т.д.) и территориально совпадают с фациями или подурочищами. Существуют АМЛ с отрицательным, нейтральным и положительным балансом вещества. Агроном, планируя мероприятия для конкретного поля, должен четко знать природные условия АМЛ, в котором оно расположено во избежание потерь средств и времени в результате нерациональных действий.

Организация землеустройства хозяйств должна руководствоваться той или иной классификацией агромикроландшафтов — ЭГЛ. При нарезке полей необходимо учитывать не только геохимический тип территории, но и ее энергетические особенности (экспозиция), особенности перемещения вещества (крутизна склонов), литолого-гранулометрический состав, степень окультуренности почв и т.д. (таблица).

Таблица Примерная классификация агромикроландшафтов (АМЛ) для нужд ландшафтно-адаптивного землеустройства

Наименование таксона	Принципы выделения	Факторы выделения	Примеры		
Класс	Основные черты литогенной основы ПТК	Гранулометрический состав почвообразующих пород	Пески, супеси, суглинки, глины и т.д.		
Тип	Особенности энергетического баланса	Рельеф – экспозиция склона	Северный южный, и т.д.		
Подтип	Общая направленность вещественно- энергетических потоков	Рельеф – положение АМЛ в геохимическом сопряжении.	Элювиальные, транзитные, аккумулятивные		
Род	Напряженность вещественно- энергетических потоков	Рельеф – крутизна склона	<2°. 2-3°. 3-5°. >5°		
Вид	Особенности микропестроты продуктивности растений.	Почвенный покров – характеристика ЭПС.	Комплексы, пятнистости и т.д.		
Категория	Освоенность угодья	Антропогенное воздействие — степень окультуренности почв	Слабая, средняя, сильная		

Наиболее крупной классификационной единицей является класс АМЛ подразделение, характеризующееся единым характером почвообразующих пород. Совокупность агромикроландшафтов, входящих в один класс, при всех различиях, характеризуется единством фундаментальных ландшафтообразующих процессов. Так, например, все АМЛ, принадлежащие к классу песчаных ПТК, отличаются от остальных практическим отсутствием эрозионных процессов и поверхностного стока, типом заболачивания почв, слабой водоудерживающей грунтовым способностью почв, высокой скоростью минерализации них органического вещества и т.д. Следовательно, АМЛ, принадлежащие к единой стратегией одному классу, отличаются освоения И сельскохозяйственного использования.

Следующей классификационной структурой, которая представлена определенным спектром ЭГЛ, можно назвать типом АМЛ, являющимся объединяющей территориальной единицей, разнообразие все геохимических обстановок, присущее полно развитому склону холма или борту локального водосбора. Тип АМЛ, как и все классификационные единицы, в пространстве образует разорванные ареалы, характеризующиеся единой экспозицией. Вслед за А.И. Перельманом, выделяющим простые и сложные геохимические сопряжения, мы различаем простые и сложные типы АМЛ. Простой ТИП АМЛ характеризуется единством почвообразующей породы В пределах всего склона, сложный подразумевает объединение АМЛ разных классов, в случае если склон литологическим параметрам. В ЭТОМ неоднороден ПО проявляется «квазиуровенность» классификации АМЛ, обусловленная тем, что ее объекты типизационно равнозначны и могут, в отличие от типизационных схем, принадлежать к любому уровню классификации.

Генетические особенности конечно-моренных гряд заключаются в том, что их южные склоны характеризуются большей крутизной и более легким гранулометрическим составом почвообразующих пород, чем северные. Это объясняется действием мощных потоков ледниковых вод, которые сносили первичный грубообломочный материал с северных склонов и откладывали его на южных. Поэтому в пределах конечно-моренных холмов наблюдается частое совпадение границ классов и типов АМЛ. Характерная черта того типа агроландшафтов – преобладание количества сложных типов АМЛ.

ЭГЛ в пределах типа АМЛ, характеризующиеся едиными процессами миграции вещества, объединяются в подтипы. Подтипы АМЛ, характеризующиеся интенсивным развитием транзитных процессов, целесообразно делить на роды по степени крутизны склона, которые, по характеру структуры почвенного покрова делятся на виды АМЛ, а те, в свою очередь, по степени окультуренности почв — на категории АМЛ. На основе классификации создается легенда агромикроландшафтной карты хозяйства, а также, с привлечением дополнительных сведений, и сама карта (рисунок).

Результаты дисперсионного анализа показали, что большинство культур и севооборотных звеньев весьма чутко реагирует на смену классов и типов АМЛ, в то время как подтипы АМЛ в большинстве случаев объединяются в микроареалы — агроэкологически-однотипные территории (АОТ), характеризующиеся однотипной урожайностью. Так, для овса и ячменя на южном склоне характерно наличие трех АОТ: 1 — в пределах транзитно-аккумулятивного АМЛ; 2 — объединяет транзитный и элювиально-транзитный АМЛ; 3 — занимает элювиально-аккумулятивный АМЛ. На северном склоне эти культуры образуют по две АОТ: 1 — объединят АМЛ вершины и верхних частей склонов; 2 — включает в себя нижние части склонов и межхолмную депрессию.

Озимая рожь характеризуется более простым набором агроэкологически однотипных территорий – в пределах каждого типа АМЛ наблюдается по две АОТ, причем меньшая по площади всегда занимает транзитно-аккумулятивный АМЛ. Картофель, в отличие от ржи,

характеризуется крайней асимметрией пространственного изменения урожайности. В пределах южного склона наблюдается только одна АОТ, в то время как на северном – три. Лен и многолетние травы – культуры, слабо реагирующие на типовые различия в пределах агроландшафта. Они обе образуют только по две АОТ, причем у льна границы между ними проходят по рубежам транзитно-аккумулятивного АМЛ южного склона, а у многолетних трав – по центральной части северного склона.

Севооборотные звенья также достоверно изменяют свою продуктивность в зависимости от типа АМЛ. Звенья, в которые включены картофель и лен, образуют по две АОТ на южном склоне, однако, замена озимых зерновых яровыми приводит к упрощению пространственной структуры продуктивности и на северном склоне. Зернотравяное звено характеризуется малым количеством АОТ, причем северный склон и часть южного входят в единую АОТ.

В итоге можно сказать, что в 70 % случаев наблюдается совпадение границ АОТ с совмещенными рубежами классов и типов АМЛ. Подтипы АМЛ, за исключением транзитно-аккумулятивного АМЛ южного склона, не являются самостоятельными агропроизводственными единицами и в процессе эксплуатации земель должны определенными группами входить в состав единого угодья. Это значит, что изменение продуктивности культур, являющейся интегральным показателем экологических условий, не может быть описана только на основе параметров литогенной основы. Для этого необходимо привлекать данные микроклимату территории, ПО пораженности и засоренности культур и т.д. Следовательно, классификация АМЛ, созданная на основе учета адаптивных реакций культурных растений, позволяет наиболее полно определить территориально-экологические ниши в пределах агроландшафта.

> Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 14.09.2023 г.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА - ВАЖНЕЙШИЙ РЕСУРС НАУЧНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТРАСЛИ

Понажев В.П., доктор сельскохозяйственных наук,

Козьякова Н.Н.

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия

Лен-долгунец является важнейшей технической культурой России. Главной задачей, стоящей в настоящее время перед льняной отраслью, является создание конкурентоспособной отечественной сырьевой базы для перерабатывающих предприятий. От успешности ее решения зависит экономическая и стратегическая безопасность страны, которая определяется необходимостью иметь хорошо отлаженное производство отечественного волокнистого сырья и продуктов из него гражданского и оборонного значения. Импорт хлопка-сырца из-за постоянно растущих закупочных цен и ряда других обстоятельств становится экономически не выгодным и не безопасным. В сложившихся условиях роль льна-долгунца, стратегической культуры, позволяющей обеспечить импортозамещение хлопкового сырья, приобретает большое значение [1].

За счет внедрения новых высокопродуктивных сортов льна-долгунца в последние годы достигнут рост урожайности волокна более чем на 30%. Наметились позитивные тенденции в развитии семеноводства новых сортов льна-долгунца. За истекшие три года доля посевов оригинальных семян новых сортов льна-долгунца возросла более чем в 3 раза, а их удельный вес в структуре посевных площадей достиг 15%.

© Понажев В.П., Козьякова Н.Н., 2023

Производство репродукционных семян за этот период возросло более чем на 25%. Однако, не смотря на достигнутые успехи, льняная отрасль попрежнему испытывает большие затруднения своем Осуществляемые меры по поддержке отрасли на федеральном и региональном уровнях положительно влияют на ее состояние, но пока не могут обеспечить высокую эффективность производства. Валовый сбор волокна при этом не превышает 45-50 тыс. тонн в год. В связи с этим увеличение производства льнопродукции – это первая проблема, которую необходимо решать в ближайшей перспективе. Низким остается качество особенно Вследствие несоблюдения продукции, льноволокна. агротехнологий, размещения на 40% площадей устаревших сортов, получения низкономерной льнотресты и использования на льнозаводах не только физически, но и морально устаревшего оборудования, обеспечивается выход длинного льноволокна, который составляет 10-12% [2, 3, 4, 5]. Более 80% вырабатываемого длинного льноволокна оценивается не выше 10 номера. Повышение качества – это вторая нерешенная проблема в льняной отрасли.

Третьей проблемой, существующей в настоящее время, является отсутствие гарантированного обеспечения отрасли посевными семенами высокого качества. Ежегодно до 20% посевных семян завозится по импорту из сопредельных стран и зачастую семян сортов, не допущенных к возделыванию.

Приобретение льнопроизводителями посевных семян резко снижает прибыльность производства льнопродукции за счет увеличения затрат. Как показывают экономические исследования, повышение издержек может достигать 21,8%. Из этого следует, что экстенсивный путь развития льноводства, основанный на использовании значительного числа устаревших сортов, неэффективной системы семеноводства и слабой материально-технической базы льносеющих хозяйств исчерпал свои

возможности. Единственной альтернативой ему является ускоренный перевод производства льняной продукции на инновационную основу, создание новых сортов, высокоэффективных технологий первичного и товарного семеноводства, их внедрение в производство. Это главный и надежный инструментарий в достижении цели, определяющей развитие отрасли по инновационному пути. В настоящее время новый сорт и его технологии первичного семеноводства по-прежнему остаются наименее затратным и надежным средством повышения урожайности и качества льнопродукции.

проблем Среди существующих льна-долгунца селекции представляется необходимым отметить следующие: недостаточно эффективно ведется селекция ПО созданию высокопродуктивных, комплексноустойчивых к болезням, полеганию и стрессовым факторам среды сортов, а также сортов с высокими показателями содержания и качества волокна; мало создается сортов многоцелевого назначения [6].

Во многом этому препятствует отсутствие эффективной системы организации селекционного процесса, необходимой координации и кооперации работ по созданию новых селекционных достижений. Недостаточно развита интеграция между научными и образовательными области учреждениями проведения селекционно-генетических биотехнологических исследований по льну-долгунцу. Наряду с этим ощущается нехватка молодых научных кадров. При осуществлении селекционной работы используется морально устаревшее и на 65-70% физически изношенное научное оборудование. Это обстоятельство препятствует проведению селекционно-генетических исследований для целей селекции на современном уровне. Не налажено в полной мере Отсутствует дееспособная семеноводство новых сортов. семеноводства, ориентированная на проведение ускоренной сортосмены и устойчивого сортообновления. Обеспеченность элитпроизводящих

семеноводческих хозяйств специализированными техническими средствами не превышает 50%.

Преодоление существующих трудностей и решение обозначенных проблем в селекции и семеноводстве представляется затруднительным без наличия и использования высокоэффективных научных разработок.

Научный потенциал по селекции и семеноводству льна-долгунца является важнейшим ресурсом в научном обеспечении льноводства. Для чего создана и постоянно пополняется одна из крупнейших в мире коллекций льна (7,02 тыс. образцов) – ресурс зародышевой плазмы, используемой при создании исходного селекционно-ценного материала и новых сортов льна-долгунца; сформированы генетическая и признаковая коллекции льна для целей селекции; создана и постоянно пополняется самая крупная в Европе коллекция микроорганизмов – возбудителей болезней льна - методический инструментарий для выведения сортов льна-долгунца, устойчивых к болезням, насчитывающий 1319 единиц хранения; разработаны селекционно-генетические и биотехнологические методы создания селекционно-ценного материала, ускоряющие его оценку по комплексу хозяйственно-ценных признаков; разработана селекционногенетическая технология выведения новых высокопродуктивных сортов льна с улучшенными свойствами волокна и семян; созданы доноры, получены геноисточники льна с высоким уровнем проявления хозяйственно признаков пелей селекции: ценных ДЛЯ созданы новые высокопродуктивные сорта льна-долгунца с содержанием волокна до 34,5%, некоторые из которых устойчивы к 3-4 болезням.

За последние восемь лет с использованием новых селекционногенетических и биотехнологических методов, разработанных с учетом теоретических и методических подходов по другим культурам, а также исходного материала, полученного в результате его оценки на устойчивость к болезням, особенно к фузариозу, наиболее вредоносному патогену и эдафическим факторам среды в ФГБНУ ФНЦ ЛК выведено и включено в Госреестр селекционных достижений РФ 14 новых сортов. Среди них -Александрит, Цезарь, Универсал, Сурский, Тонус, Визит, Надежда, Полет, Квартет, Пересвет, Факел, Феникс, Атлант, Крепыш. Другими селекционными учреждениями страны за этот период создано и включено в Гсреестр РФ 2 сорта (Синель и Синичка). Включены также в Реестр 4 сорта зарубежной селекции. С целью ускоренного продвижения селекционных достижений в производство разработаны ресурсосберегающие и менее трудоемкие первичного семеноводства, обеспечивающие методы увеличение выхода обновленных (оригинальных) семян в 2,3-2,5 раза, сокращение затрат труда и средств. Эти методы предусматривают проведение отбора и тестирования растений льна-долгунца по новым признакам - сроку зацветания растений, числу коробочек, мыклости стебля, компактности соцветия и исключают трудоемкую оценку растений по содержанию волокна в стебле.

Реализация селекционных достижений в 21 созданном базовом элитпроизводящем хозяйстве позволила увеличить долю посевов новых сортов селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК оригинальными семенами в структуре всех посевов льна в стране за последние три года с 2,4 до 8,6%, семенами высших репродукций с 6,4 до 15,6%. В связи с этим удельный вес отечественных сортов льна-долгунца в структуре всех посевных площадей увеличился до 76,4%, а доля зарубежных сократилась до уровня 23,6%.

На современном этапе селекционная работа по льну-долгунцу ориентирована на выведение конкурентоспособных сортов, обладающих высоким качеством волокна, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды, обладающих широким адаптивным потенциалом и отвечающих современным требованиям получения продукции с высокими потребительскими и технологическими свойствами. В значительной мере

для этого используются генетические ресурсы коллекции льна, полученные из 76 стран мира, а также исходный материал признаковой коллекции.

целях дальнейшего совершенствования селекционносеменоводческой работы по льну-долгунцу в ФГБНУ ФНЦ ЛК сконцентрированы усилия на решении существующих проблем, в том числе проблемы создания сортов нового поколения с высоким уровнем проявления хозяйственно-ценных признаков, ускоренного продвижения селекционных достижений в производство. Очень важным, в связи с этим, является создание исходного материала и сортов с новыми селекционно-ценными признаками. Учитывая значительную обедненность дерново-подзолистых почв макро- и микроэлементами, целесообразным является выведение новых сортов льна-долгунца с хорошо развитой корневой системой. Обедненность почв элементами питания, как показали исследования, привела к снижению содержания в волокне современных сортов макро- и микроэлементов более чем на 60%, что отрицательно отразилось на формировании качественных показателей волокна, в том числе привело к снижению его плотности (тяжеловесности) и эластичности. Представляется необходимым по аналогии с опытом других стран более эффективно вести работу по созданию сортов льна-долгунца с высокой массой семени, направлением в зарубежной селекции. являющейся приоритетным Крупносемянность обеспечивает высокую энергию прорастания посевного начального роста растений, материала И также повышенную стрессоустойчивость. В настоящее время создан и включен в Госреестр селекционных достижений РФ только один отечественный сорт льнадолгунца - Дипломат с повышенной массой семени.

Для ускоренного решения проблемы качества в льняной отрасли необходимым является создание тонковолокнистых (с небольшим диаметром элементарных волокон) сортов, обеспечивающих высокую прядильную способность волокна. Современные сорта льна-долгунца не в

полной мере обладают такой его способностью вследствие, как показывают исследования, произошедшего увеличения диаметра элементарных волокон на 54,2%, уменьшения их длины почти в 2 раза.

Перспективным направлением в селекции льна, развитым в западноевропейских странах, является создание сортов с маркерными признаками, в том числе сортов, обладающих одновременно повышенной массой семени и масличностью для расширения сферы использования семенной продукции.

Для закрепления достигнутых успехов в селекции льна-долгунца на устойчивость к болезням представляется целесообразным продолжение работы по созданию сортов льна-долгунца с комплексной устойчивостью к нескольким болезням. Исследования, выполненные в ФГБНУ ФНЦ ЛК показали, что потери урожая семян льна при сильном поражении, например, фузариозным увяданием могут достигать 80%, качество длинного волокна при этом снижается на 3-4 номера.

В настоящее время к сортам с комплексной устойчивостью к 3-4 болезням относятся: Дипломат, Цезарь, Визит, Сурский, Надежда, которые внесены в Госреестр селекционных достижений РФ и возделываются в льносеющих хозяйствах. Семенная часть урожая этих сортов, как правило, менее заражена патогенами и является дополнительным ресурсом для получения качественного посевного материала.

Для эффективной реализации достижений селекционных необходимым является дальнейшее совершенствование методов обеспечить технологий первичного семеноводства, позволяющих ускоренное создание и эффективное воспроизводство оригинальных (обновленных) семян новых сортов при одновременном снижении затрат труда и средств. Назрела необходимость разработки дееспособной, экономически обоснованной системы семеноводства льна-долгунца, ориентированной на проведение ускоренной сортосмены и устойчивого сортообновления, повышение урожайности и качества льнопродукции в товарных посевах.

Для повышения эффективности трансфера новых сортов, и семян в производство представляется необходимым расширить ареал использования за счет создания большего количества элитпроизводящих хозяйств в льносеющих субъектах страны. В настоящее время размножение 21 новых сортов льна осуществляется оригинальных семян элитпроизводящем хозяйстве страны.

Развитие селекции и семеноводства льна-долгунца в немалой степени определяется необходимостью разработки нормативно-правового регулирования и механизма для принятия льносеющими субъектами подзаконных актов, регламентирующих реализацию ранее принятых федеральных законов о поддержке научных (селекционных) учреждений в виде выплат им субсидий по аналогии с производителями товарной льнопродукции за производимые семена высших репродукций.

В связи с этим опыт Тверской области – ведущего региона льносеяния по выплате таких субсидий научным учреждениям целесообразно распространить на другие субъекты РФ. Реализация обозначенных приоритетных направлений селекции и семеноводства льна-долгунца в ближайшей и среднесрочной перспективе предусмотрена в рамках созданного в ФГБНУ ФНЦ ЛК селекционно-семеноводческого центра лубяных культур (ССЦ) – льна-долгунца и конопли посевной. В течение 2021 – 2024 годов предусмотрено создание 4 новых высокопродуктивных сортов льна-долгунца, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков, а также получение более 200 тонн оригинальных семян, а совместно с базовыми элитпроизводящими хозяйствами – около 2,0 тыс. тонн. В процессе функционирования ССЦ запланирована реализация проектов, направленных на увеличение доли посевов льна-долгунца семенами высших репродукций новых сортов до 30%, т.е. в 1,9 раза,

удельного веса отечественных сортов льна в структуре посевных площадей с 76,4 до 95%.

Одновременно с этим предусмотрено осуществление модернизации материально-технической базы селекции и семеноводства льна. Развитие селекции и семеноводства льна-долгунца на основе высокоэффективного технологического и технического обеспечения позволит увеличить производство конкурентоспособной льнопродукции, повысить ее ликвидность на внутреннем и внешнем рынках, будет содействовать устойчивому развитию льняной отрасли в ближайшей и отдаленной перспективе.

Список литературы

- 1. Рожмина Т.А. Научные достижения важнейший ресурс возрождения льняной отрасли России. Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы, перспективы. Научное издание. Тверь, Тверской госуниверситет. 2018. С. 3-13.
- 2. Понажев В.П., Медведева О.В. Усовершенствованные методы и технологии первичного семеноводства льна-долгунца важнейший ресурс повышения эффективности сортосмены // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 7. С. 43-46.
- 3. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А., Козьякова Н.Н. Технологическая ценность современных сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции по выходу волокна из льнотресты// Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 3. С. 34-40.
- 4. Виноградова Т.А., Кудряшова Т.А., Козьякова Н.Н. Характеристика сортов льна-долгунца различной селекции по комплексу признаков технологической ценности льносырья // Достижения науки и техники АПК. 2021. № 5. С. 32-39.
- 5. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А., Козьякова Н.Н. Сравнительный анализ результатов переработки льнотресты сортов льна-

долгунца отечественной и иностранной селекции по основным хозяйственно-ценным признакам // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. № 2. С. 61-67.

6. Пролётова Н.В. Изучение культуральных фильтратов штаммов возбудителя антракноза для использования в селекции льна *in vitro* на устойчивость к патогену // Аграрная наука. 2021. № 3. С. 85-89.

Дата поступления рукописи в редакцию: 18.08.2023 г. Дата подписания в печать: 15.09.2023 г.

ДИАЛЕКТИКА ОГРАНИЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОРЩЕВИКА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Кудрявцев Н.А., доктор сельскохозяйственных наук, **Орлов Д.Н., Кудряшов О.Д.**

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия

Изучение, совершенствование и реализация мер интегрированного ограничения распространения и использования гигантского борщевика способствуют решению этой многогранной эколого-социальной проблемы, а также повышению доходов населения регионов РФ при предложении ему новых рабочих мест. Вскармливание борщевиком улиток способствует преодолению дефицита пищевых продуктов и улучшению демографической ситуации в стране (за счет целебных свойств улиток и их икры).

Работа выполняется при финансовой поддержке Минобрнауки России $\Phi \Gamma Б H Y \Phi H U J K (\Gamma 3 FGSS - 2019 - 0017)$.

В РФ борщевик «оккупировал» огромные территории, на которых много людей не имеют оплачиваемой работы. Проблема распространения гигантского борщевика приобретает планетарный масштаб и стала гораздо серьезнее, чем считалось ранее. С другой стороны, мы изучаем возможности роста доходов и численности населения России при использовании гигантского борщевика для скармливания деликатесным, целебным улиткам и при реализации других природоподобных способов ограничения распространения этого агрессивного растения.

© Кудрявцев Н.А., Орлов Д.Н., Кудряшов О.Д., 2023

Допустимо ли использовать борщевик в народном хозяйстве или его следует только уничтожать – дилемма риторическая при зарастании этим инвазивным растением великого множества российских поселений, в окрестностях которых на сельскохозяйственных угодьях все труднее становится выращивать и содержать ранее традиционные культурные растения и скот. Вероятно, дальнейшее развитие ситуации может просто вынудить многих людей (особенно фактически безработных) использовать борщевик, например, для относительно новой для РФ и перспективной отрасли животноводства – улитководства. При выращивании моллюсков борщевик представляется возможным использовать, как кормовое растение, без болезненных последствий, которые отмечали ранее у крупного рогатого скота. Поскольку принимаемые меры пока не останавливают агрессию борщевика («... и в борьбе с зеленым змием – побеждает этот змий...» /шуточная частушка/), многим, возможно, придется в перспективе содержать вместо крупного рогатого скота – «очень мелкий рогатый скот» – улиток.

необходимы последовательного решения ЭТИХ вопросов 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 при: предложении ему новых рабочих мест; разработке эффективных и экологизированных малозатратных мер ограничения вредоносного распространения; изучении дальнейших возможностей использования борщевика для выращивания улиток и преодоления дефицита пищевых продуктов.

Научная новизна данной 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).

Материалы и методы. Общие методические аспекты НИР мы трактовали в соответствии с методологическими работами известных ученых ФГБНУ ФНЦ ЛК и РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева [1,2,3]. Эколого-экономическая и биоэнергетическая оценка изучаемых природоподобных способов ограничения вредоносного распространения при возможности использования гигантского борщевика начаты согласно опубликованным методическим рекомендациям по профилям работы [4].

Результаты исследований и их обсуждение. Интегрированное ограничение распространения гигантского борщевика предполагает объединение различных способов воздействия на это опасное растение. Один из интересных, но неоднозначных природоподобных способов ограничения этой инвазии, губительной для человека и всей природы — использование борщевика (в частности, для вскармливания им улиток) способствует решению экономико-организационных, социальных и экологических проблем современности.

Меры ограничения распространения борщевика должны применяться дифференцированно: одни для сельскохозяйственных угодий и личных

подсобных хозяйств, земель несельскохозяйственного другие для назначения. Принципиальным моментом является необходимость использования для уничтожения борщевика испытанных эффективных дифференцированно гербицидов (опять-таки, ДЛЯ несельскохозяйственного (особенно назначения обочин дорог) сельскохозяйственных угодий). Для повышения производительности труда при обработке борщевика следует применять беспилотные летательные аппараты - коптеры. Это успешно стали осуществлять, например, в Московской области специализированные бригады, которые консультирует ФГБНУ ФНЦ ЛК. Один из коптеров, используемых для обработки гербицидами зарослей борщевика, представлен на рисунке 1.

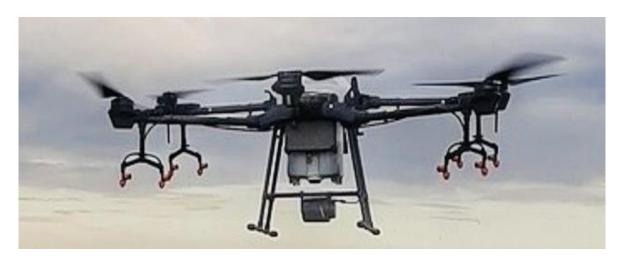


Рис. 1. Коптер Agras MG-1P

Противостоять борщевику можно путем создания конкурентоспособных ландшафтных и антропогенно измененных биоценозов (определенные результаты в этом направлении получены в исследованиях ФГБНУ ФНЦ ЛК).

Интерес может представлять наша работа по изучению возможностей роста доходов и численности населения России при реализации природоподобных способов ограничения вредоносного распространения и использования гигантского борщевика для скармливания им деликатесных

и целебных улиток. Президент РФ - В.В. Путин, 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, а 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 [5].

На наш взгляд, данная наша работа способствует решению названных и некоторых других экономико-организационных, социальных и экологических проблем современности. Тема представляемой работы связана с опасным распространением в России гигантского борщевика (грозящего экологической катастрофой, наносящего вред народному хозяйству, вызывающего травмы у людей, вплоть до летальных исходов). С другой стороны, люди на всей Земле недостаточно обеспечены продукцией животноводства и натуральной целебной едой при использовании организмов с оздоравливающими природными свойствами. Важность этой НИР заостряется ее соответствием приоритетному направлению «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 г.» (г) [6].

Пример продукции улитководства проиллюстрирован рисунком 2.



Рис. 2. Фирменная упаковка улитки виноградной, которую возможно выращивать на гигантском борщевике, как кормовом растении

Заключение. Изучение, совершенствование и реализация мер интегрированного ограничения распространения и использования гигантского борщевика способствуют решению этой многогранной эколого-социальной проблемы, а также повышению доходов населения регионов РФ при предложении ему новых рабочих мест. Вскармливание борщевиком улиток способствует преодолению дефицита пищевых продуктов и улучшению демографической ситуации в стране (за счет целебных свойств улиток и их икры).

Список литературы

- 1. Kudryavtsev, N.A. Herbological and agrotechnological approaches to weeding plants in modern flax growing / Kudryavtsev N.A., Zaitseva L.A., Savoskina O.A., Chebanenko S.I., Zavertkin I.A. // Caspian journal of environmental sciences. Scopus et all (3). 2021.Vol. 19. No 5. P. 903-908.
- 2. Savoskina, O.A. Optimization of the phytosanitary condition of agrocenoses in the nonchernozem zone of the russian federation / Savoskina O.A., Chebanenko S.I., Kurbanova Z.K., Kudryavtsev N.A. // International Simposium

«Eath sciences: history, contemporary issues and prospects». Publishing Scopus. 2020. P. 012055.

- 3. Захарова, Л.М. Биофунгицид Витаплан на посевах льна / Захарова Л.М., Кудрявцев Н.А. // Защита и карантин растений. 2015. №4. С. 26-28.
- 4. Гаевая, Э.А. Биоэнергетическая оценка способов основной обработки почвы // Аграрная Россия. 2020. №8. С. 31-35.
 - 5. Gaseta.ru > social/news/2021/10/14n_16687177.
 - 6. Указ Президента РФ от 01.12.2016 г. №642. С. 9.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

РАЗДЕЛ II. СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

УДК 631.95:628.381.1

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ НА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ АГРОЦЕНОЗА

Касатиков В.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа, Владимирская область, Россия

В условиях резкого снижения объёмов применения минеральных удобрений одним из направлений исследований становится разработка и внедрение биоорганических препаратов, способных в малых дозах стимулировать рост и развитие растений, а также повышать экологоэкономическую эффективность общепринятых технологических приёмов. Одним путей снижения затрат на получение ИЗ качественной сельскохозяйственной продукции и повышение валовых показателей является использование препаратов, имеющих в своем составе гумусовые вещества.

Гумусовые вещества 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.

© Касатиков В.А., 2023

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 гумусовых препаратов улучшается, в частности, почвенная структура, буферные и ионообменные свойства почвы, активизируется деятельность почвенных микроорганизмов, минеральные элементы переводятся в доступную для растений форму [1,2,3].

Целью настоящего исследования являлось изучение микроэлементного состава растений, физико-химических и биогеохимических изменений, протекающих в дерново-подзолистой супесчаной почве с повышенным содержанием тяжелых металлов под влиянием вермигуматов и доломитовой муки.

Методика исследований. Исследования проводились В мелкоделяночном и микрополевом опытах, заложенных на опытном поле ВНИИ органических удобрений и торфа. Почва участков дерновосупесчаная, развитая на флювиогляционной подзолистая подстилаемой моренным суглинком. Повторность в опыте 6-ти кратная. Площадь делянки мелкоделяночного опыта 3 м². Микрополевой опыт заложен в сосудах без дна (d= 20 см), вкопанных на делянках мелкоделяночного опыта с длительным применением различных доз осадка городских сточных вод (330-1320 т/га в сумме) в сочетании с различными уровнями известкования (3-6 т/га). Вермигумат калия, получали из вермикомпоста на основе ОСВ путем 4-х кратной вытяжки 0,1 н К.ОН, рН среды доводили до нейтральных значений добавлением H₂SO₄.

Результаты и обсуждение. В ходе проведенных исследований выявлено положительное влияние вермигуматов на агрохимические и микробиологические процессы почвы в условиях их прямого внесения в

почву. Данные исследования проводились в агроценозе с повышенным содержанием в почве тяжелых металлов. В опыте использовали вермигумат, экстрагируемый из навоза КРС. Внесение в почву по последействию ОСВ различных доз ВГн, эквивалентных по углероду гуминовых кислот 10 и 20 т/га вермикомпоста оказало заметное действие на ее агрохимические свойства. Прежде всего, внесение вермигумата оказало влияние на кислотно-основные свойства почвы, в первую очередь величину обменной кислотности. Ее уровень снижался пропорционально дозе вермигумата на 0,1-0,3 ед. рН при соответствующем уменьшении $H_{\text{гидр}}$. В связи с высоким исходным фоновым содержанием P_2O_5 на вариантах с последействием ОСВ рост содержания в пахотном слое почвы подвижных форм фосфора при внесении максимальной дозы вермигумата эквивалентной 20 т/га вермикомпоста составил 6-13 %.

Близкая зависимость получена и по динамике содержания $K_2O_{\text{обм.}}$.В условиях повторного прямого внесения доз ВГн, эквивалентных по углероду гуминовых кислот 10 и 20 т/га вермикомпоста возрастает их положительное влияние на динамику содержания в пахотном слое почвы суммы поглощенных оснований и подвижного фосфора.

В таблице 1 приведены данные по действию ВГн, эквивалентных по углероду гуминовых кислот 5 и 10 т/га вермикомпоста и вносимых по последействию ОСВ и действия извести на агрохимические свойства пахотного слоя дерново-подзолистой супесчаной почвы. На основе данных опыта следует констатировать положительное влияния вермигуматов на сумму поглощенных катионов, фосфорно-калийный режим почвы и ее гумусированность. Причем, эффективность их действия на фосфорный режим пахотного слоя почвы зависит от исходной концентрации в ней подвижного фосфора.

Таблица 1 Влияние последействия ОСВ, действия извести и вермигумата (ВГ) на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы, слой 0-20 см

Вариант опыта	рН сол	Ηг	S мг- экв/100 г	P ₂ O ₅ мг/100 г	K ₂ O мг/100 г	C				
			3KB/1001	M1/1001	M1/1001	гумуса, %				
Фон										
Контроль	6,39	0,67	5,94	47,88	4,52	0,977				
OCB 300т/га +	6,60	0,67	8,00	84,00	4,57	1,262				
известь 3 т/га	ŕ	,	,	,	,	,				
ОСВ 1200 т/га +	6,68	0,99	8,37	184,80	5,49	1,888				
известь 3 т/га										
ОСВ 300 т/га +	6,65	0,67	8,49	92,40	4,76	1,288				
известь 6 т/га										
ОСВ 1200 т/га +	6,70	0,75	8,76	196,80	4,94	1,933				
известь 6 т/га										
		Фон	$_{\mathrm{H}}+\mathrm{B}\Gamma_{\mathrm{1}}$							
ОСВ 300 т/га +	6,55	0,88	8,06	85,17	5,17	1,316				
известь 3 т/га + $B\Gamma_1$	·	·								
ОСВ 1200 т/га +	6,56	1,16	8,79	193,47	6,27	2,02				
известь 3 т/га + $B\Gamma_1$										
ОСВ 300 т/га +	6,54	0,81	8,43	95,32	5,22	1,343				
известь $6 \text{ т/га} + B\Gamma_1$										
ОСВ 1200 т/га +	6,52	0,94	9,39	202,85	6,29	2,143				
известь $6 \text{ т/га} + B\Gamma_1$										
Φ он $+$ $\mathrm{B}\Gamma_2$										
ОСВ 300 т/га +	6,61	0,76	8,06	84,50	5,28	1,351				
известь 3 т/га + $B\Gamma_2$										
ОСВ 1200 т/га +	6,58	1,15	8,58	215,30	6,72	2,108				
известь 3 т/га + $B\Gamma_2$										
ОСВ 300 т/га +	6,66	0,79	8,21	85,32	5,94	2,278				
известь $6 \text{ т/га} + B\Gamma_2$										
ОСВ 1200 т/га +	6,65	0,87	9,60	219,42	6,99	2,291				
известь 6 т/га $+$ В Γ_2										
HCP _{0,5}	0,5	0,06	0,6	11,0	0,4	-				

 $B\Gamma_1$ - доза $B\Gamma_1$, эквивалентная 5 т/га вермикомпоста по углероду гуминовых кислот; $B\Gamma_2$ - доза $B\Gamma_1$, эквивалентная 10 т/га вермикомпоста по углероду гуминовых кислот;

Внесение в почву данных доз вермигуматов оказало существенное влияние на состояние микробного сообщества. И действительно увеличение дозы вермигумата в 2 раза с 5 до 10 т/га заметно активировало деятельность

основных видов почвенных микроорганизмов как в начальный период вегетации белой горчицы, так и по ее завершении.

При этом в фазу конца вегетации количество грибов на среде Чапека по сравнению с контролем ($101,2 \cdot 10^3$ КОЕ /г) возросло на вариантах с последействием ОСВ в дозах 150-1200 т/га на 33,7-72,2 %, в том числе от повышения дозы ВГн — на 10,7-26,6 %; число микроорганизмов на МПА возросло на 52,9-249,5 %, в том числе от повышения дозы ВГн — на 6,9-37,1 %; число микроорганизмов на КАА, использующих минеральные формы азота возросло на 23,9-179,2 %, в том числе от повышения дозы ВГн — на 13,1-43,3 %.

Аналогичная зависимость получена по целлюлозоразлагающим и денитрифицирующим микроорганизмам при значительном повышении активности последних в сравнении с начальным периодом вегетации белой горчицы.

Содержание $Cd_{\text{подв.}}$ на фоновых вариантах было на уровне ОДК или превышало норматив в 1,2-2,0 раза. Внесение вермигуматов увеличивало подвижность Cd, а также остальных элементов в 1,4-1,9 раза, что привело к росту показателя Z_c на 3-4,6 ед. в одинаковой степени независимо от величины дозы $B\Gamma$ (табл. 2).

Увеличение подвижности ТМ в почве не привело к увеличению их накопления в биомассе горчицы. Содержание Сг повысилось в 2,5-5 раз, Ni – в 3,-4,5 раза в сравнении с фоновыми вариантами. Их содержание в зеленой массе горчицы, а также Zn и Cd по последействию максимальной дозы ОСВ превысило МДУ, Z_c растительной продукции увеличивался на 5-10,5 ед. по последействию $B\Gamma_1$, $B\Gamma_2$ – на 6-8,8 ед (табл. 3).

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что использование вермигуматов с содержанием $C_{\text{общ.}}$ 1,2 % не привело к существенному изменению агрохимических свойств дерново-подзолистой

почвы, но способствовало увеличению содержания подвижных форм ТМ в пахотном слое почвы.

Таблица 2 Влияние вермигуматов на содержание подвижных форм TM в почве

Вариант	Элементы						Z_{c}			
_	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn				
Фон										
2. ОСВ 300 т/га + изв. 3 т/га										
	0,35	0,44	0,89	0,92	0,82	2,25				
3. OCB 1200 т/га + изв. 3 т/га										
	1,01	1,15	6,62	3,11	1,45	2,32				
4. OCB 300 т/га + изв. 6 т/га										
	0,51	0,48	0,91	0,98	1,23	2,27				
5. OCB 1200 т/га + изв. 6 т/га										
	0,62	0,98	1,32	2,89	1,41	2,34				
	Фон	$+ B\Gamma_1$								
6. ОСВ 300 т/га + изв. 3 т/га	<u>1,12</u>	0,50	<u>1,02</u>	<u>2,62</u>	0,78	<u>2,29</u>	5,4			
	3,2	1,1	1,2	2,9	<1	1,0				
7. ОСВ 1200 т/га + изв. 3 т/га	<u>1,25</u>	<u>1,21</u>	<u>1,92</u>	<u>3,15</u>	<u>2,12</u>	<u>2,43</u>	2,0			
	1,2	1,0	1,2	1,0	1,5	1,1				
8. ОСВ 300 т/га + изв. 6 т/га	<u>0,66</u>	0,87	<u>1,48</u>	<u>0,91</u>	0,81	<u>2,23</u>	2,7			
	1,3	1,8	1,6	<1	<1	<1				
9. ОСВ 1200 т/га + изв. 6 т/га	<u>1,28</u>	<u>1,24</u>	<u>1,63</u>	<u>3,17</u>	<u>1,98</u>	<u>2,26</u>	3,1			
	2,1	1,3	1,2	1,1	1,4	<1				
	Фон	$+ B\Gamma_2$								
10. ОСВ 300 т/га + изв. 3 т/га	<u>0,64</u>	0,85	0,94	<u>2,31</u>	<u>0,94</u>	<u>2,21</u>	4,5			
	1,8	1,9	1,1	2,5	1,2	<1				
11. ОСВ 1200 т/га + изв. 3 т/га	<u>1,46</u>	<u>1,02</u>	<u>1,89</u>	<u>3,11</u>	<u>1,94</u>	<u>2,14</u>	2,0			
	1,5	<1	1,2	1,0	1,3	<1				
12. ОСВ 300 т/га + изв. 6 т/га	0,62	0,94	<u>1,05</u>	<u>2,16</u>	0,75	<u>2,20</u>	3,5			
	1,2	2,0	1,1	2,2	<1	<1				
13. ОСВ 1200 т/га + изв. 6 т/га	<u>1,32</u>	<u>1,18</u>	<u>1,64</u>	<u>3,12</u>	<u>1,68</u>	<u>2,21</u>	2,8			
	2,1	1,2	1,2	1,1	1,2	<1				
ОДК в почве, мг/кг	0,5	3,0	6,0	4,0	6,0	23,0				

Отсутствие снижающего действия вермигуматов на содержание подвижных форм ТМ можно объяснить тем, что в данной опыте ТМ были изначально связаны с органическим веществом ОСВ и известью.

При этом величины Zc горчицы под действием известкования почвы на фоновых вариантах снизились на 8,2-9,7 % (табл. 3). Выявленный ряд K_c при последействии дозы OCB 300 т/га и действии известкования в дозе 3

т/га на содержание ТМ в горчице имеет следующее распределение: Cd> Zn > Pb > Ni > Cu.

Таблица 3 Влияние вермигуматов на содержание тяжелых металлов в горчице, мг/кг сухого вещества

Варианты	Фоновое содержание					Действие вермигуматов*						
	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Zc	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Zc
1.Контрол	0,1	3,6	0,5	0,5	35,2	-	0,1	3,6	0,5	0,5	35,	-
Ь	2	2	8	4			2	2	8	4	2	
2 .OCB 300	<u>1,4</u>	6,5	<u>1,2</u>	1,7	<u>188</u>	20,	1,2	5,3	<u>1,3</u>	<u>1,4</u>	<u>164</u>	17,
_T / _Γ a +	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>9</u>	<u>9</u>	5,3	7	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	4,6	3
известь 3	12,	1,8	2,2	3,3			10,	1,4	2,3	2,7	8	
т/га	1						2	6	6	4		
3.OCB	<u>1,7</u>	<u>8,1</u>	<u>1,8</u>	<u>1,9</u>	<u>258</u>	26,	<u>1,4</u>	<u>7,6</u>	<u>1,5</u>	<u>1,7</u>	<u>235</u>	22,
1200 т/га +	<u>3</u> 14,	<u>5</u>	<u>4</u> 3,2	<u>5</u>	7,3	7	1 11,	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	6,6	3
известь 3	14,	2,2	3,2	3,6			11,	2,1	2,6	3,2	8	
т/га	4						7		5	4		
4 .OCB 300	<u>1,3</u>	<u>6,2</u>	<u>1,2</u>	<u>1,4</u>	<u>171</u>	18,	<u>1,1</u>	<u>5,1</u>	<u>1,1</u>	<u>1,2</u>	<u>158</u>	15,
т/га +	<u>6</u>	<u>8</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	4,8	7	<u>7</u>	<u>9</u>	<u>2</u>	<u>7</u>	4,5	8
известь 6	11,	1,7	2,1	2,7			9,7	1,4	1,9	2,3		
т/га	3								3	5		
5.OCB	<u>1,6</u>	<u>7,3</u>	<u>1,8</u>	<u>1,7</u>	<u>234</u>	24,	<u>1,3</u>	<u>6,4</u>	<u>1,4</u>	<u>1,5</u>	<u>215</u>	20,
1200 т/га +	<u>1</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>8</u>	6,6	5	<u>6</u> 11,	<u>7</u>	<u>9</u>	<u>1</u>	6,1	5
известь 6	13.	2,0	3,2	3,3				1,8	2,5	2,7		
т/га	4						3		7	9		
HCP 0,95	0,0	0,5	0,1	0,1	12,4	-	0,0	0,3	0,1	0,0	12,	-
ψ Π	9	1	1	2	0		8	9	0	8	9	T.C

^{*}Доза вермигумата эквивалентна 5 т/га вермикомпоста по содержанию углерода ГК Примечание: в числителе – концентрация элемента, мг/кг в знаменателе - $K_{\rm C}$

При увеличении доз ОСВ до 1200т/га и доломитовой муки до 6 т/га данная закономерность сохраняется, свидетельствуя об отсутствии прямой зависимости накопления ТМ в горчице от их уровня подвижных форм в почве. Данный вывод касается в первую очередь Си с уровнем Кс подвижной формы меди, равной 37,4-84.9 ед. В вариантах с обработкой почвы вермигуматом величины Zc горчицы снижаются в сравнении с фоновыми вариантами на 15,5-16,5%. При сочетании известкования с обработкой почвы вермигуматом Zc уменьшается в сравнении с действием известкования в дозе 3 т/га в среднем на 23 %, что в целом соответствует

данным по почве (табл. 2). Выявленные ряды Кс по вариантам опыта не зависят от фактора «обработка почвы вермигуматом».

Заключение. В результате проведенных исследований получены новые знания о влиянии вермигуминовых удобрений на агрокологические показатели дерново-подзолистой почвы. Вермигуминовые удобрения в одинарной и особенно двойной дозах на фоне последействия ОСВ в дозах 300-1200 т/га в сочетанни с изветкованием 3-6 т/га и доломитовой муки проводило к увеличению суммы поглощенных оснований и содержания подвижного фосфора и обменного калия. Действие вермигуминовых удобрений на миграцию микроэлементов в экосистеме почва-растение приводит к увеличению содержания подвижных форм ТМ в почве, сопровождаемое снижением показателя суммарного загрязнения биомассы растений.

Список литературы

- 1. Христева Л.А. О природе действия физиологически активных форм гуминовых кислот и других стимуляторов роста растений // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. Киев: Урожай, 1968. С. 13-27.
- 2. Гуминовые вещества в биосфере // Труды II Международной конференции. Москва, 3-6 февраля, 2003 г. М.: Изд-во Московского ун-та, 2004, С. 29-32.
- 3. 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: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

Fe-Mn КОНКРЕЦИИ КАК ЯРКИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ НЕОСУШЕННЫХ И ОСУШЕННЫХ ОГЛЕЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВ

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

Разработка доступных методов диагностики степени заболоченности оглеенных почв юга Нечерноземья важна для целей экологического осущения. Особенно это значимо для почв начальных стадий заболачивания и почв, осущенных разными видами дренажа. Морфологические признаки позволяют выделить почвы по степени гидроморфизма (Пособие к ВСН-33-2.1-84). Вместе с тем, такая диагностика часто дает ошибку на одну градацию по степени заболоченности почв. Целесообразность осущения минеральных гидроморфных почв должна базироваться на анализе водного продуктивности непрерывных рядов почв (обычно водоразделов до низин). Действительно, важное значение для оценки водного режима, дифференциации почв по степени заболоченности, для оценки преимуществ разных видов дренажа, имеют данные об урожайности основных районированных культур в годы различной влажности. На основе таких данных в результате многолетних стационарных исследований выделяют виды почв по степени оглеения, для которых разрабатывается диагностика, в том числе, основанная на морфологических и химических свойствах почв [2,3]. Система диагностических признаков для каждой группы почв, образующих непрерывный ряд, позволяет оценить выбор способа осушения и вид дренажа [5,6].

© Ковалев И.В., 2023

Индикатором интенсивности почвенных процессов, индуцируемых временным переувлажнением и сменой окислительно-восстановительных обстановок, служат почвенные новообразования, например, такие как Значения железисто-марганцевые конкреции. коэффициента заболоченности (Кз, отношение Fe/Mn в 1 н. H2SO4 вытяжке) [1], адекватно отражают степень заболоченности полугидроморфных тяжелосуглинистых естественным водным режимом. Однако, исследований о целесообразности применения данного коэффициента на почвах, осущенных разными видами дренажа, недостаточно или отсутствуют вовсе [5,6]. Вместе с тем, на осушенных минеральных гидроморфных почвах данный коэффициент не работает и необходим поиск такого параметра, который адекватно отражал новые гидрологические условия осущенных объективную оценку целесообразности проведения ПОЧВ давал реконструкции дренажных систем [4,5].

Объекты исследования. Объектом И методы исследования послужили почвы Коломенского ополья (Ступинский район, Московская обл., экспериментально-мелиоративный полигон «Кочкарево») [5, 6]: 1) светло-серая лесная глубокооглеенная (Ар – Е – ЕВ – В1 – В2 – В3 – ВС – $C_{\text{карб.,g''}}$), 2) светло-серая лесная глееватая (Ap, $_{fs,g'}$ – $EB_{fs,g'}$ – $B1_{g'}$ – $B2_{g''}$ – $B3_{g}$ " – BC_{g} "), 3) светло-серая лесная глееватая осушенная (Ap, $_{fs,}$ – $EB_{fs,g}$ ' – $B1_{g'} - B2_{g''} - B3_{g''} - BC_{g''}$) пластмассовым и гончарным дренажом. Все исследованные почвы сформированы на близких или тождественных по гранулометрическому составу породах крупнопылевато-иловатом покровном суглинке, и расположены на современной пашне. В светло-серой лесной почве признаки гидроморфизма проявляются в виде редких железисто-марганцевых конкреций в Е горизонте, в кремнеземистой присыпке по всему профилю, в пятнах оглеения с глубины 100 см. Профиль светло-серой глееватой почвы обладает мраморовидной иллювиальных горизонтов, большим количеством железисто-марганцевых

конкреций (ортштейнов) в гор. Ар и ЕВ, сизыми кутанами [3]. Для определения содержания и химического состава ортштейнов в первой декаде августа отбирали смешанные образцы почвы весом около 2 кг из слоя Для смешанного образца отбирали мелкозем из 30 точек пробоотбора в трех повторностях в 1989–1992 гг. и в шести повторностях – в 1994–2022 гг. На осушенных светло-серых лесных глееватых почвах отбор проб осуществлялся по линии междренного расстояния. Выделенные из почвы, отмытые дистиллированной водой и высушенные на воздухе конкреции, отделяли скелетных включений лупой. OT ПОД Фракционирование ортштейнов осуществлялось через сита диаметром 1, 2 и 3 мм. Определение лигниновых фенолов проводили методом мягкого щелочного гидролиза органического вещества почв оксидом меди в азотной среде с последующим использованием хроматографии тонкого слоя и газового хроматографического разделения [2]. Определение углерода, азота, серы выполнено на элементном CNS-анализаторе (VARIO EL, Elementar GmbH, Hanau). Определение валового содержания железа, марганца, кальция в конкрециях и почве выполнялось по методикам, приведенным в руководстве по химическому анализу почв. При обработке результатов использована статистика малых выборок (программа Statistica).

Результаты и обсуждения. Характерной особенностью гидроморфных агросерых (светло-серых лесных) неосущенных глееватых почв является наличие двухьярусной верховодки. Временный застой влаги и снижение ОВП до величин 280–350 мВ в горизонтах А_{пах} и ЕВ этих почв определяет наличие обильного сегрерированного железа, марганца и биофильных элементов в ортштейнах. Общее содержание ортштейнов в исследуемых почвах также отражают степень гидроморфизма: их количество минимально в глубокооглеенной «автоморфной» почве и максимально в наиболее влажной глееватой почве (Ковалев, 2014). В почвах с естественным водным режимом независимо от влажности года и характера

использования (и даже от исполнителя, определяющего конкреции) содержание ортштейнов остается близким на протяжении 30 лет. Общее содержание и формы железисто-марганцевых конкреций в гумусовых горизонтах данных почв отражают степень гидроморфизма последних: их количество минимально в автоморфной почве — 0,3 г на 100 г почвы и максимально в наиболее влажной глееватой почве — 2 г на 100 г почвы (таблица).

Таблица Многолетняя динамика содержания ортштейнов в агросерых (светло-серых лесных) оглеенных почвах с естественным водным режимом (масса ортштейнов в г/100 г абсолютно-сухой почвы), n=5

Годы →	1989-	1995-	2000 г.	2008 г.	2010 г.	2012 г.	2016-
Почва	1994 гг.	1996 гг.					2021 гг.
Глубоко-	0.27	0.26	0.29	0.27	0.28	0.28	0.26
оглеенная	± 0.020	± 0.015	± 0.020	± 0.040	± 0.046	± 0.054	± 0.048
Глееватая	2.20	2.16	0.22	2.26	2.27	2.29	2.16
	± 0.105	± 0.140	± 0.088	± 0.097	± 0.077	± 0.067	± 0.083

Таким образом, до тех пор, пока почва остается в естественном состоянии конкреции адекватно отражают степень гидроморфизма. При нарастании гидроморфизма меняется и фракционный состав ортштейнов, например, увеличивается содержание фракции: 3-5 мм – с 3 до 19 %; 2-3 мм – с 20 до 36 %; уменьшается содержание фракции: 1-2 мм – с 80 до 45 % (рис. 1).

Аналогичные закономерности наблюдаются и в распределении биофильных элементов в ортштейнах во все годы наблюдений. Содержание углерода и азота во всех фракциях конкреций выше в гумусовых горизонтах гидроморфных почв по сравнению с автоморфными независимо от обеспеченности года осадками. С увеличением размера фракций ортштейнов уменьшается содержание в них органического углерода и азота

во всех исследованных разностях почв во все годы исследований. Поэтому сужается и величина отношения С:N.

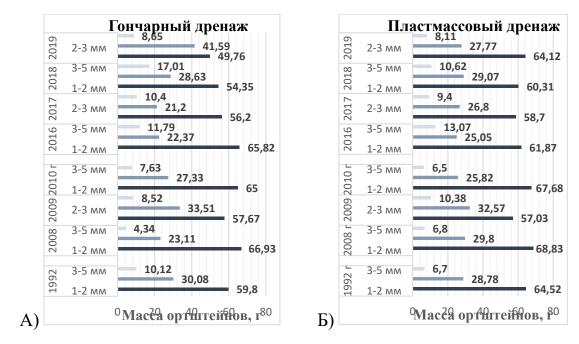


Рис. 1. Фракционирование ортштейнов светло-серой (агросерой), осущенной разными видами дренажа в динамике по годам.

А) - гончарный дренаж; Б) – пластмассовый дренаж

Осушение, вызывая эволюцию физических и химических свойств и режимов серых лесных глееватых почв [5, 6], оказало воздействие на трансформацию водного режима И ОВП-режима (окислительновосстановительного) [3], что повлияло также на содержание и состав ортштейнов этих почв. Исследование изменений состава конкреционных новообразований осущенных светло-серых глееватых почв проводилось в годы разной обеспеченности осадками (в динамике) по отношению к первому году действия дренажной системы, т. е. в одних и тех же точках в течение 30 лет. Рассмотрим эти изменения. Общая масса ортштейнов уменьшилась на 49-57 % под действием пластмассового и гончарного дренажа по отношению к первому году действия дренажа (рис. 2) в период эффективной работы дренажа.

Удаление гравитационной влаги и уменьшение анаэробного периода оказало отчетливое влияние на содержание ортштейнов. В дренированных почвах уменьшилась общая масса конкреций — в 4 раза по отношению к контролю, и в 2,5 раза по отношению к первым годам последействия дренажа. Интересно отметить, что наибольшие изменения в содержании ортштейнов в динамике по годам начинаются на 5-й год последействия дренажа, затем идет стабилизация их количества (рис. 2).

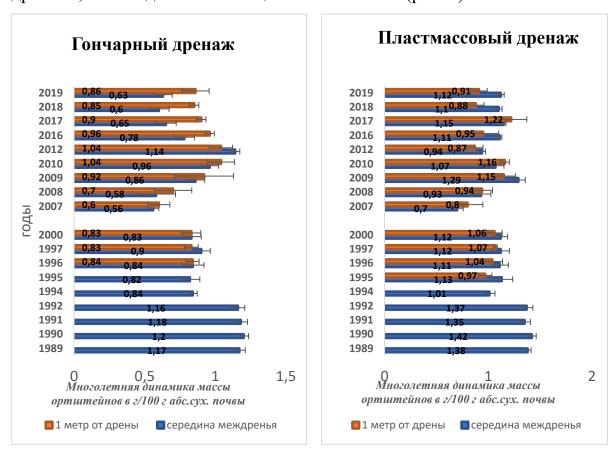


Рис. 2. График многолетний динамики массы ортштейнов в светло — серой лесной глееватой почве (г/100г абс. сухой почвы), осущенной гончарным и пластмассовым дренажом

Можно предположить, что в это время условия конкрециеобразования адекватны новому гидрологическому режиму осущенных серых лесных почв. Пространственная неоднородность водно-физических свойств почв [5] влечет за собой и неравномерное пространственное распределение обсуждаемых изменений: в 1 м от дрены уменьшение ортштейнов более

контрастно, чем на междренье (рис. 2). Начиная с 2008-2009 г., наблюдается увеличение содержания конкреционных новообразований в связи с выходом дренажных систем из строя в результате заиливания. Важно отметить, что снижение эффективности работы дренажа (заиливание) адекватно фиксируется по скачкообразному переходу в содержании ортштейнов, данный скачок фиксируется на рис. 2. Так, на осушенных вариантах, где было зафиксировано заиливание коллекторов в 2009 году [5], количество ортштейнов возросло по отношению к прошлым годам. Это характерно и для распределения фракционного состава ортштейнов. Содержание крупных фракций 3-5 мм увеличивается и приближается к количеству ортштейнов первоначального состояния осушенных почв.

Как результат, мы наблюдаем трансформацию и такого, казалось бы, устойчивого соединения, как лигнин, в железисто-марганцевых конкрециях (ортштейнах). По отношению к первым годам последействия дренажа (1989-1992 гг.) в ортштейнах произошло значимое уменьшение содержания продуктов окисления лигнина по всем фракциям. Но при этом, отмечается нарастание степени окисленности биополимера в ортштейнах всех фракций. Происходит перераспределение кислот и альдегидов в ортштейнах, и значимо увеличивается величина отношения ванилиновые кислоты/ к ванилину, сиреневые кислоты к сирингиловым альдегидам. Так, 1999-2000 гг. (по отношению к первым годам последействия дренажа, 1989-1992 гг.) отмечено значимое увеличение отношений кислоты/альдегиды как в ванилиновых единицах (ac/al)v для фракций 1-2, 2-3 мм (при P=0,80), для фракции 3-5 мм (при P=0,95), так и в сиреневых единицах (ac/al)s для фракций 1-3 мм (при P=0,95), для фракции 3-5 мм (при P=0,80) (рис. 5). В целом, содержание продуктов окисления лигнина по всем фракциям значимо уменьшилось (Р=0,99).

Ранее [3], впервые 8 лет последействия дренажа было установлено и снижение содержания железа и марганца, величины коэффициента

заболоченности (Кз), хотя изменения последнего показателя еще не выходили за рамки интервала Кз (коэф. заболоченности) серых лесных глееватых почв, присущего им в естественном состоянии. Таким образом, необходим поиск такого признака или параметра для мониторинга осушенных почв, который мог бы адекватно оценивать эффективность действия дренажа независимо от степени обеспеченности осадками, характера и интенсивности сельскохозяйственного использования. Значения коэффициента заболоченности (Fe/Mn), адекватно отражают степень заболоченности почв в светло-серых почвах с естественным увлажнением. Для глубокооглеенных почв значения (Fe/Mn) составляют около 7, глееватых – до 16 [3]. Содержание ортштейнов в почвах с естественным водным режимом имеет близкие или тождественные значения в разные годы исследования на протяжении более 30 лет независимо от влажности года и характера использования этих почв (табл. 1). Осущение приводит к глубокой трансформации и таких устойчивых соединений как конкреции на фоне непрекращающегося процесса ортштейнообразования (рис. 2). В то же время, как морфологические свойства осущенных почв, так и значения коэфф. заболоченности (Кз) не отражают четко этих изменений. Значения Fe/Mn остаются близкими и на 8-й год последействия дренажа.

Содержание органического вещества в конкрециях в целом ниже, чем в мелкоземе почв. Обнаружена тесная связь между содержанием углерода в мелкоземе почв и в ортштейнах неосушенных и осушенных светло-серых лесных оглеенных почв. Коэффициент корреляции, показывающий степень тесноты и прямолинейность связей между признаками, составляет 0,93, 0,97, 0,95 за 2009, 2010 и 2019 гг. соответственно, а, следовательно, на 85-95 % варьирование содержания углерода в ортштейнах связано с его содержанием в почве, и лишь на 5-15 % варьирование этих признаков осуществляется взаимно независимо. Значит запасы углерода в ортштейнах могут быть предиктором запасов углерода органического вещества.

Таким образом, нами впервые показано, что высокая корреляция между содержанием органического углерода в ортштейнах светло-серых полугидроморфных почв и морфологическими свойствами, водным режимом и продуктивностью растений позволяет рекомендовать значения содержания углерода в ортштейнах в качестве диагностического критерия степени гидроморфизма почв с естественным увлажнением. содержание углерода в ортштейнах глубокооглеенной почвы составляет около 1, глееватой – 1,6-2,0. Содержание углерода адекватно отражает гидрологический режим осушенных почв. Итак, на основе детального изучения свойств и режимов светло-серых почв на протяжении более 30 лет впервые предлагается использовать параметр «содержание углерода в Fe-Mn ортштейнах»: во-первых, для диагностики по степени гидроморфизма почв с естественным увлажнением; во-вторых, для адекватной оценки действия дренажных систем И целесообразности проведения мелиоративной реконструкции. Несомненно, такие комплексные данные получены пока для серых лесных почв начальных стадий заболачивания. Дифференциации этих почв по степени заболоченности (глубокооглеенные ---> глееватые) предшествовали 5-летние, включающих также влажные и исследования гидрологического сухие годы, И окислительновосстановительного режимов [2, 3], которые определяют рост и развитие сельскохозяйственных растений. Для внедрения нового показателя гидроморфизма почв, сформированных на разных почвообразующих породах и в разных биоклиматических зонах, нужна дальнейшая апробация на основе комплексных исследований неосушенных и осушенных почв.

Благодарности. Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РНФ N_2 23–24–00155, экспедиционные работы за прошедиие годы выполнены в рамках госзадания МГУ N_2 121040800146–3.

Список литературы

1. Пособие к ВСН-33-2.1-84. Рекомендации по диагностике

степени заболоченности минеральных почв Нечерноземной зоны РСФСР и оценке целесообразности их осушения. 2-е изд., дополненное. М., 1987, 95 с.

- 2. Зайдельман Ф.Р., Ковалев И.В. Эколого-гидрологическая оценка светло-серых оглеенных почв, осущенных бестраншейным и траншейным дренажом // Почвоведение. 1994. № 1. С. 110–120.
- 3. Зайдельман Ф.Р., Ковалев И.В. Влияние дренажа на состояние и строение конкреций в серых оглеенных почвах // Почвоведение. 1998. № 9. С. 1103–1111.
- 4. Ковалев И.В., Ковалева Н.О., Столпникова Е.М., Федотов А.Б. Возраст и генезис Fe-Mn конкреций серых лесных почв южной тайги, по результатам изотопных и метагеномных исследований // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2022. № 4. С. 32–41.
- 5. 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.
- 6. Kovalev I.V., Kovaleva N.O. Evaluation of the effect of modern drainage technologies on the physical properties and productivity of mineral hydromorphic soils // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 368, no. 1 (012024). P. 1–10.

Дата поступления рукописи в редакцию: 05.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЛЕН

Кудрявцев Н.А., доктор сельскохозяйственных наук ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия

Проанализированы результаты многолетних экспериментов по изучению влияния физических факторов на поражение болезнями культурных растений и показатели их урожая. Температура, влажность, время, освещение и обогрев на солнце, электростатическое поле коронного разряда, озон, аэроионы, лучи гелий-неонового лазера - оздоравливали семена и активизировали рост льна. Некоторые результаты наших экспериментов по изучению влияния физических факторов на семена льна реализованы в производстве.

Работа выполняется при финансовой поддержке Минобрнауки России (Γ 3 № 075-00 853119-00).

Народнохозяйственная значимость и актуальность этой работы связаны с возможностью обеспечить разнообразие приемов защиты льна от болезней, вредителей и сорняков, заменить применение опасных пестицидов другими менее токсичными мерами, способствующими повышению уровня охраны природы и хозяйственно-экономической эффективности льноводства страны [1,2].

Научная новизна НИР определяется приоритетом поиска ФГБНУ ФНЦ ЛК для льноводов РФ новых приемлемых технологических приемов повышения урожайности продукции и мер защиты растений.

Защитные мероприятия в льноводстве связаны со специальной обработкой семян и посевов данной культуры [3,4].

© Кудрявцев Н.А., 2023

Воздействие на семена льна, как профилактика проявления его болезней, более рациональна, по сравнению с обработкой посевов. Традиционное протравливание семян льна фунгицидами нередко бывает недостаточно эффективно против многих болезней этой культуры, особенно против бактериоза, основным непосредственным источником инфекции которого являются зараженные им семена льна [5].

Цель работы — изучение фитосанитарного и рострегулирующего воздействия физических факторов на семена льна с перспективами оздоровления посевов и повышения урожая продукции.

Объекты и методы исследований. Мы анализировали результаты многолетних экспериментов по изучению влияния физических факторов (последовательно) на зараженность болезнями и всхожесть семян льна, затем на поражение болезнями культурных растений и показатели их урожая. Кроме факторов, традиционно считающихся физическими, — температура и влажность, принимался во внимание фактор времени (в опытах с учетами длительности и условий хранения семян).

Изучались: освещение и обогрев на солнце семян льна, как естественных физических факторов; искусственная «молния в миниатюре» электростатическое поле коронного разряда в совокупности с образующимися в его зоне озоном и аэроионами; обработка семян льна с применением гелий-неонового лазера.

Полевые опыты и лабораторные исследования выполнены в соответствии с методологией, применяемой в сельскохозяйственной и биологической экспериментальной работе [6]. Полученные результаты репрезентативных учетов оценивались статистико-агрономически с использованием программ ПК.

Результаты и их обсуждение. Полученные в наших опытах данные свидетельствуют об оздоравливающем действии комнатной температуры $(+18-20~^{0}\mathrm{C})$ и невысокой влажности воздуха (30-50~%) на семена льна в

первый год их хранения, поэтому очевидно предпочтение сухих и отапливаемых хранилищ семян по сравнению с сырыми и неотапливаемыми.

Положительное воздействие на семена льна (и губительное на распространяющиеся с ними микроорганизмы) факторов, традиционно считающихся физическими – температуры и влажности, мы изучали во взаимодействии с ними еще и время (в экспериментах с учетом длительности и условий хранения семян). Например, хранение семян льна в течение нескольких лет при комнатной температуре (около +20°C) и влажности воздуха на уровне 30-50% обеспечило в наших экспериментах значительное снижение зараженности материала крапчатостью. Отмечаемая при этом потеря всхожести менее существенна, чем снижение Трехлетнее (в 2017-2019 гг.) хранение в лабораторных зараженности. условиях семян льна сорта Тверской с исходной всхожестью 80% и зараженностью крапчатостью 45% привело к снижению всхожести до 75,5%, а зараженности – до 10,5%.

Достоверную эффективность снижения показателя зараженности семян болезнями показало освещение посевного материала солнечными лучами. Солнечный обогрев и освещение семян льна в течение 3 часов при безоблачной теплой погоде августа месяца 2020 г. (при температуре 20-22°С), как показали наши эксперименты, способствовал повышению их всхожести на 0,5-2,0%. Обогрев в течение 6 часов на 4-5% повысил всхожесть семян с высокой исходной зараженностью болезнями, которая уменьшилась (вследствие пребывания материала на солнцепеке) по крапчатости на 4-6%, по бактериозу — на 2%. Весенний обогрев семян (в солнечную погоду апреля 2021 г.) вызвал улучшение посевных качеств семян в тех же пределах.

Снижение зараженности семян болезнями и повышение их всхожести, вероятно, вызваны дезинфицирующим и стимулирующим действием на

материал солнечных лучей. Благотворно повлиять на семена могло и явившееся следствием солнечной радиации повышение их температуры.

Интересные результаты получены при изучении воздействия на семена электрофизических факторов. Выбор технических параметров оригинальной установки для обработки семян электростатическим полем с образованием озона и аэроионов сделан нами на основании результатов экспериментов, в которых установлено, что наиболее существенное повышение всхожести семян (в среднем по 3 образцам семян льна-долгунца — на 4,5%) и снижение их зараженности болезнями (антракнозом, бактериозом и крапчатостью более чем в 2 раза) достигается при образовании отрицательных аэроионов.

Обработка по такой технологии непротравленных семян льна повысила их лабораторную всхожесть на 1-9% и снизила зараженность болезнями (наиболее заметно крапчатостью – в 2 раза и бактериозом – с 1,5% до 1%/).

Всходы льна в поле были поражены антракнозом, бактериозом и крапчатостью в варианте с обработкой семян электрофизическим способом в 2,4-3 раза меньше, чем в контроле. Это иллюстрирует следующая таблица.

Распространенность болезней всходов льна в зависимости от электрофизической обработки семян (ОП НИИЛ ФНЦ ЛК, 2019-2021 гг.)

Таблица

Вариант	Распространенность, %					
	Антракноза	Бактериоза	Крапчатости			
1. Контроль (без обработки)	9	10	12			
2. Электрофизическая обработка	3	4	5			
HCP_{05}	1,1	1,2	1,4			

Электрофизические факторы (стимулирующее воздействие электрического поля коронного разряда с образованием озона и аэроионов) положительно влияли на полевую всхожесть семян и плотность (густоту)

растений льна в полевых опытах 2019-2021 гг. Наиболее высокий в них средний показатель полевой всхожести семян (более 75%) обеспечил вариант с электрофизической обработкой семян. В посевах этого варианта опыта отмечена и максимальная густота стеблестоя культурных растений в фазу созревания, т.е. наименьшее отмирание (гибель) льна в процессе вегетации.

Защитно-стимулирующее действие этого способа обработки семян положительно сказалось на росте и развитии культуры, высота и масса растений в период их быстрого роста и в фазу цветения были, как правило, больше, чем в контроле. Это обеспечило получение более высоких морфологических параметров созревшего льна. В среднем за 2019-2021 гг. наибольшую общую высоту и техническую длину растений льна позволил получить тот же способ (электростатическое поле заблаговременно).

И наибольшее количество коробочек (плодов) льна оказалось при электрофизической обработке заблаговременно. В конечном счете, по урожайности соломы, длинного и короткого волокна, по показателю центнеро-номеров всего волокна наиболее высокий уровень продуктивности получен при обработке семян электростатическим полем заблаговременно.

В принципе положительные результаты по действию на снижение проявление болезней льна (распространение крапчатости снижалось на 5-7%) и на повышение структуры урожая соломы и семян льна получены при обработке семян лучами гелий-неонового лазера. Эта опытно-производственная обработка проводилась несколько лет в Галичском районе Костромской области.

Следует отметить природоохранно-санитарно-гигиеническое преимущество мер, связанных с физическими факторами, перед химическим протравливанием семян, вызывавшим опасение в связи с высокой токсичностью для человека и природы некоторых фунгицидов.

Заключение. В серии экспериментов по освещению и обогреву на солнце семян льна получено достоверное снижение их зараженности болезнями и повышение всхожести, вероятно, вызванные дезинфицирующим и стимулирующим действием на посевной материал данного комплекса естественных физических факторов.

Искусственная «молния в миниатюре» — электростатическое поле коронного разряда, образующиеся в его зоне — озон и аэроионы, тоже существенно оздоравливали семена и в перспективе активизировали рост льна.

В принципе положительно действовала на посевной материал его обработка с применением гелий-неонового лазера.

Результаты наших экспериментов по изучению влияния физических факторов на семена льна реализованы в производстве: создавались переходящие фонды семян, были организованы практические меры по использованию лучей солнца, электростатического поля коронного разряда и гелий-неонового лазера.

Очевидно природоохранно-санитарно-гигиеническое преимущество этих мер, связанных с физическими факторами, перед химическим протравливанием семян.

Список литературы

- 1. Savoskina O.A., Chebanenko S.I., Kurbanova Z.K., Kudryavtsev N.A. Optimization of the phytosanitary condition of agrocenoses in the nonchernozem zone of the russian federation // International Simposium «Eath sciences: history, contemporary issues and prospects». Publishing Scopus. 2020. S. 012055. DOI: 1088/1755-1315/579/1/012055.
- 2. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Алибеков М.Б., Савоськина О.А. Экологизированное применение регуляторов роста, фунгицидов и гербицидов при возделывании льна // Сб. научных трудов по материалам V Международной научной экологической конференции, посвященной 95-

летию Кубанского государственного аграрного университета. 2017. С. 313-317.

- 3. Захарова Л.М., Кудрявцев Н.А. Технология защиты посевов льна-долгунца // Защита и карантин растений. 2010. № 5. С. 25-28.
- 4. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Злотников А.К., Злотников К.М. Препарат Альбит в системе защиты льна-долгунца // Земледелие. 2005. № 1. С. 34-35.
- 5. Кудрявцев Н.А., Захарова Л.М., Зайцева Л.А. Мониторинг вредных организмов в посевах льна и использование высокомолекулярного препарата Артафит для их контроля // Владимирский земледелец. 2018. № 2. С. 32-37.
- 6. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Захарова Л.М., Алибеков М.Б., Алырчиков Ф.В., Савоськина О.А. Теоретические и методические инновации в учетах и прогнозах болезней, вредителей и сорняков льна // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. №3 (72). С. 215-220.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ПРОБЛЕМЫ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОГО ОВОЩЕВОДЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

Сакара Н.А.¹, кандидат сельскохозяйственных наук, Леунов В.И.², доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Ознобихин В.И.¹, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Тарасова Т.С.¹

¹Приморская овощная опытная станция- филиал ФГБНУ ФНЦО, г. Артем, с. Суражевка, Приморского края, Россия ²РГАУ -ТСХА им. А.К. Тимирязева, г. Москва, Россия

Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия в России была разработана Отделением земледелия Россельхозакадемии И сформировалась в стройную систему в конце прошедшего века. Она нашла успешную реализацию практически во всех федеральных округах России, имеющих развитое полевое растениеводство. В качестве документа были приняты методические рекомендации, изданные Росинформагротех в 2005 году [1].

Однако для такой специфической отрасли как овощеводство, где возделываемые культуры предъявляют к внешним условиям повышенные и более разнообразные требования, чем полевые культуры, эти рекомендации нуждаются в уточнении [2]. К прежним недостаткам отрасли в Приморском крае необходимо отнести и чрезмерную концентрацию посевов картофеля и овощей (до 400-600 га на хозяйство).

© Сакара Н.А., Леунов В.И., Ознобихин В.И., Тарасова Т.С., 2023

А также отсутствие необходимого количества пригодных для овощеводства массивов земель, препятствовало внедрению севооборотов с сидеральными парами. Последнее, при отсутствии нормально поставленной защиты от сорняков, от болезней и вредителей, позволяло реализовать потенциал возделываемых сортов в лучшем случае на 30-40 %. Размещение овощей на склоновых местоположениях в условиях муссонного климата обуславливало от ливневых дождей интенсивную водную эрозию почвы [3]. Поэтому сложившаяся в 80-х годах прошлого столетия система земледелия в овощеводстве требовала коренного пересмотра и перевода её на адаптивно-ландшафтную основу.

Целью данной публикации является обобщение полученных в результате исследований экспериментальных данных по агроландшафтным исследованиям, выполненным в 1991-2023 гг. на Приморской овощной опытной станции – филиала ФГБНУ ФНЦО.

При этом были поставлены следующие задачи: 1) охарактеризовать экспериментальный участок с агроландшафтных позиций, 2) выявить влияние основных факторов на урожайность основных культур, 3) показать выявленные наиболее эффективные звенья севооборотов, 4) отразить влияние организации территории овощных севооборотов на их продуктивность.

Объекты, методы И условия проведения опытов. Объектом адаптивно-ландшафтная система земледелия исследования являлась (подсистемы: регулирования водного режима почв, удобрений, сортовой состав и обработки почв). Исследовали проводились на опытном поле Приморской овощной опытной станции – филиала ФГБНУ ФНЦО площадью 45 га, представляющем цокольный склон высокой четвертой выглядела часть увала. Более террасы, которая как характеристика компонентов ландшафта экспериментального участка площадью 6 га сведена нами в таблицу 1.

Таблица 1

Агроландшафтная характеристика и организация экспериментального участка

11 op 1 milionali	,, ,,,	спериментального уча 	Едини	
Элементы		Параметры	ЦЫ	Величина
Элементы		Парамстры	· ·	ВСЛИЧИНа
			измере	
Ландшафтная характеристика:		Координаты	ния	43°25' с.ш.
Рельеф — увал, средняя часть скл		Координаты	грал., мин.	132°19' в.д.
<u>тельеф</u> — увал, средняя часть склицокольной четвертой террасы		D		
	•	Высота	M	46,3
Гавешина Г.С., 1958)	рте	Ширина	M	100
Тавешина Т.С., 1936)		Длина	M	200
		Площадь	га	6
		Верх склона, уклон	h/l	0,03-0,04
		поверхности		
		Средняя часть склона,	h/1	0,01-0,02
		уклон		
		Нижня часть склона,	h/1	0,005-0,007
		уклон		
		Экспозиция	-	C3
Почва 1- лугово-бурая отбелен	ная	Мощность почвенного	M	1,6
среднемощная среднесуглинис	тая	профиля (МПП))		
дренированная (по почвенной ка	рте	Мощность гумусоого	см	15
Г.И. Иванова, 1999)		горизонта (МГГ)		
<u>Почва 2 — лугово-бурая отбелен</u>	ная	МПП	M	1,7
среднемощная среднесуглиниста	Я	МГГ	СМ	20-25
Почва 3 — луговая глеевая мощ	ная	МПП	M	2,2
тяжелосуглинистая		МГГ	СМ	>30
<u>Климат</u> – ярко выраженный	Oca	адки за июль-сентябрь	MM	400-500
муссонный		-	/	100 150
«Агроклиматические ресурсы	IVIa	ксимальные суточные	мм/сут	100-150
Приморского края» (19)	Ma	ксимальные за 2-3 суток	MM	250
		цряд		
Агроклиматическая зона		рибрежная	-	-
Атмосферные осадки за		ксимальные	MM	1055
вегетационный период		нимальные	MM	427
Регулирование водно-воздушно				
Дренаж запроектирован		териал труб: пластмас		диаметр 5 см,
институтом «Союздаль-	-		я -1 м	м с покрытием
гипрорис», построен в 1993 г.		кловатой	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	
Хабаровским отрядом экспери-		бина заложения	M	1,2
ментального строительства	Me	ждренные расстояния	M	7
института «ДальНИИГиМ»				
Гряды		рина по основанию	CM	180
	_ •	обина (высота)	CM	26
		прина гряды по	M	110-120
		верхности		
	Чи	сло гребней на гряде	ШТ	2

	I	1		
Гребни	Ширина по основанию	СМ	90	
	Ширина по верху	см	35-40	
	Высота	см	25-30	
	Длина	M	100-400	
Буферные задерненные полосы	Ширина	M	8-10	
для сброса поверхностных вод	Расстояние между ними	M	100-190	
из борозд на «поверхность»				
Возможная рабочая длина гонов	Верхняя часть склона	M	240-300	
по противоэрозионным	Средняя часть склона	M	100- 180	
показателям	Нижняя часть склона	княя часть склона м 360-		
Орошение малыми поливными	Только на дренированной	MM	2-5	
нормами	части. Суточная норма			
Отмеченный максимальный	Верхняя часть склона	т/га	50-160	
смыв при ливневых осадках	Средняя часть склона	т/га	1-8	
	Нижняя часть склона	т/га	1,0 -1,5	
Организация территории:				
Число полей- участков	-	ШТ	21	
Площадь севооборотного уч-ка	-	га	2	
Ремонтное поле-участок	Сидералный сдвоенный	После	запашки биомассы	
	овсяно-соевый пар	овса сеют сою		
Использованный севооборот	Овсяно-соевый пар – капуста	белоко	очанная — морковь —	
	свекла столовая			

На этом участке был заложен многолетний полевой опыт, в котором оценивались четыре фактора – FA) наличие- отсутствие дренажа, FB) четыре систем удобрений, FC) сорта и гибриды, FD) способ обработки почв в вегетационный период (варианты 1 КОР-5,4 с пассивными органами и 2 ГФН-1,8, определяющих уровень урожая овощных культур в севообороте: сдвоенный овсяно-соевый пар – капуста белокочанная, морковь – свекла столовая. Испытывались сорта селекции Приморской ООС: капусты белокочанной (Кневичанка), моркови (Тайфун) и столовой свеклы (Успех), а также инорайонного и зарубежного происхождения (капуста белокочанная сорт Вьюга и гибриды F₁ Амтрак и Саратога). Опыты закладывались и проводились соответствии c методическими рекомендациями Всероссийского НИИ овощеводства, а также В.Н. Перегудова, В.А. Ушкаренко и др.

Культуры выращивали на гребнях и грядах по технологии, разработанной Приморской ООС, с применением комплекса машин с

шириной захвата 1,8 и 5,4 м. Площадь рабочей делянки соответствовала 12 м на 10,8 м.

Давно известно, ещё в конце первого тысячелетия, что от местоположения на склоне зависит величина урожая и это подтверждается нашими наблюдениями – различия в увлажнении частей склона (табл. 2) и содержании питательных веществ (табл. 3). Действительно, это ярко проявляется и на посадках капусты белокочанной, посевах моркови и столовой свеклы. И наиболее резко сказывается это в годы с избыточным и дефицитным количеством осадков. Все это (местоположение в рельефе) сказывается и на общей продуктивности севооборота (табл. 4). Увлажнение определяет и степень товарности полученной продукции, особенно корнеплодов, да и капусты белокочанной. Оптимальное значение влажности для овощных культур составляет в обоих случаях 0,8 от НВ, которая равна в данном случае 24%.

Таблица 2 Влияние местоположения севооборотов на содержание влаги в пахотном горизонте почвы в 2001 году, мм

Слой почвы,			Морковь Свекла столов.		Свекла столов.		Среднее по севообороту		
СМ				Ч	асть склона				
	сред.	жин.	сред.	жин	сред.	жин.	сред.	ниж.	
Первая половина лета. Избыточно увлажненная									
0-10	35,4	48.2	36,1	40,3	37,2	53,6	36,2	47,4	
10-20	35,3	53,4	37,6	45,5	42,2	59,3	38,4	52,7	
20-30	39,2	54,0	39,8	46,1	42,8	59,3	40,6	53,1	
0-30	109,9	107,4	113,5	131,9	122,2	172,2	-	1	
		Втор	оая полог	вина лета	. Относительно	сухая			
0-10	13,1	18,5	12,8	25,6	21,7	27,1	-	-	
10-20	19,1	24,3	20,1	32,9	25,7	33,4	_	-	
20-30	18,5	28,5	21.6	33,8	27,3	36,9	-	-	
0-30	50,7	71,3	32,9	92,3	74,7	97,4	-	-	

Таблица 3 Агрохимические показатели пахотного слоя почв разных частей склона

		ų,	асти склона	
Показатель	Единицы	Средняя	часть	
	измерения	не	дренированн	Нижняя
		дренированная	ая	часть
Мощность пахтного слоя	СМ	20-25	20 - 22	>30
Кислотность почв	pН	5,5 - 6,2	4,0-4,9	5,6-6,0
Гумус	%	5,2 - 5,7	4,4 - 5,0	7,0-7,2
Подвижный фосфор P_2O_5	мг/ 100 г	14,1 -22,4	6,8 -19,9	30,7 –
				34,3
Обменный калий K_2O	мг/ 100 г	17,8 - 26,6	12,8 - 18,5	25,7 –
				28,4
Товарная продукция за	т/га	38,9	116,4	113,6
ротацию севооборота	%	100	299,2	299,0

Конечно, наиболее благоприятной для овощных культур является средняя и нижняя части склона. По сравнению с верхней частью продуктивность в этом местоположении возрастает почти в три раза.

Содержание влаги в почве в этих разных частях склона в первую и вторую половины вегетации 2001 года под разными культурами иллюстрируется таблицей 4.

Таблица 4
Влияние местоположения севооборота в рельефе и увлажненности года на урожай культур и общую продуктивность севооборота

ный	Ур	ожайнос	ть товар	ной прод	укции, т	г/га		Всего за	ротацию	
	Пол	e 1	Пол	e 2	Пол	те 3				
ИОР	Капу	/ста	Mopi	ковь	Свек	ла ст.	T/	′га	Разни	ица, ±
ļanī)		Часть склона								
le1	сред.	нижн.	сред.	нижн.	сред.	нижн.	сред.	нижн.	т/га	%
Be										
ДОИ										
периодВегетацион.										
1997	13,0	35,1	52,2	48,3	41,0	47.4	106,6	130,8	-24,2	-22,7
2000	35,0	10,0	34,0	23.4	30,2	15,3	99,2	48.7	+50,5	+49,1
1999	60.0	64,4	32,2	29,6	62,4	58,1	154,6	152.1	+2,5	+1,6
Сред**	36.0	36,5	39,5	33,8	44,5	40,3	120,1	110,5	+9,6	+8,7

Примечание*— Вегетационный период по годам: 1997 — дефицитный по осадкам, 1999 — близок к норме, 2000 — избыточный по осадкам. **— среднее за 1997, 1999 и 2000 гг.

Товарная урожайность сортов и гибридов белокочанной капусты за 2004-2006 гг. на дренированном и не дренированном участках на фоне различных доз удобрений приведена в таблице 5.

Таблица 5 Товарная урожайность сортов и гибридов белокочанной капусты за 2004-2006 гг., в т/га

ения*		Участки по регулированию водного режима почв – фактор FA									
6p	Н	е дрени	рованнь	і й		,	Дренир	ованный	Á		еди
удс	Сорта и гибриды, f С***				ЭЭЕ	Сорт	га и гибј	риды, f	C***		ВСреднее
FВ Сис-тема удобрения*	1	2	3	4	Среднее	1	2	3	4	Среднее	FB
БУ	34,7	29,9	27,9	29,6	30,5	39,5	34,8	30,0	37,4	35,4	33,0
МУ	40,5	33,7	36,5	34,4	36,3	43,2	36,1	36,3	38,8	38,6	37,5
ОУ	41,4	39,5	35,7	40,4	39,3	46,4	41,9	36,1	44,1	42,1	40,7
ОУМ	42,3	43,0	40,9	42,2	42,1	47,6	43,8	40,0	42,1	43,4	42,8
Cp. F AC **	39,7	36,5	35,2	36,7	37,0	44,2	39,2	35,6	40,6	39,9	38,5

Примечание.* — Системы удобрений: БУ — контроль 1, без удобрений, контроль 2, МУ минеральная система удобрений, $N_{90}P_{60}K_{150}$; ОУ— органические удобрения, торфопометный компост 50 т/га; ОУМ — органо-минеральная система: торфопометный компост 50 т/га + $N_{90}P_{60}K_{150}$;

** Ср. **FAC**— среднее по факторам **A** и **C**; ***- Сорта и гибриды капусты: 1- Кневичанка, 2 — Вьюга, 3-Амтрак F1, 4-Саратога F1.

Изучен такой фактор, как климатическая увлажненность вегетационного периода. Именно доля его влияния на урожай овощных культур более 50%: капусты 76,9%, корнеплодов 65,8%, картофеля 59,6% (табл. 6, 7). Конечно, на остальные факторы и их взаимодействия приходится менее 50%.

Таблица 6 Влияние факторов на урожай капусты белокочанной, в т/га

Варианты	200)4 г.	2005 г.		2006 г.		Средние		
фактора	общая	товарн	общая	товарн	общая	товарн	общая	товарн	
I. Регулирование водно-воздушного режима почв, Фактор f A									
Без дренажа	53,6	49,4	10,1	6,0	53,4	47,8	39,0	34,4	
Дренированные	54,5	47,4	30,5	25,8	46,6	42,3	43,9	38.5	

HCP _{0,5}	1,7	1,8	1,0	1,1	1,4	1,4	1,0-1,4	1,1-1,8
		II.	Влияние	системы	удобрени	ий. Факто	pf B	
Без удобрений	42,9	38,3	15,1	11,1	45,4	41,1	34,4	30,2
Минеральная	54,3	49,0	20,3	15,9	48,0	43,5	40,9	36,1
Органическая	59,1	53,3	21,0	16,2	54,5	47,1	44,0	38,9
Органо-минерал	59,9	52,9	25,0	20,4	54,5	48,6	46,5	40,7
HCP _{0,5}	2,5	2,5	2,0	2,2	2,8	2,8	2,0-2,8	2,0-2,8
			III. Co	рта и гиб	риды. Фа	ктор f C		
Кневичанка	59,2	52,8	28,5	23,4	53,8	45,7	47,2	40,6
Вьюга	59,5	48,3	23,9	19,9	52,4	41,5	45,3	36,6
Амтракт F1	48,7	46,1	7,0	3,8	49,7	45,9	35,1	31,9
Саратога F1	48,8	45,4	23,2	19,4	48,5	44,8	40,2	36,5
HCP _{0,5}	3,0	3,1	1,9	2,1	3,2	3,2	1,9-3,2	2,1-3,2

Таблица 7 Достоверный вклад факторов и их взаимодействий в формировании урожая

Факторы		Культ	уры	
	Капуста	Морковь	Свекла	Картофель
	белокочанная		столовая	
Дренаж - А	29,1	31,8	49,0	6,0
Удобрения - В	17,1	15,9	11,1	9,4
Сорта - С	35,4	24,1	15,4	52,0
AC	13,9	14,8	-	9,3
ABC	-	12,9	9,4	-

Изменение соотношения и чередовании культур в севообороте существенно меняет общую его продуктивность (табл. 8).

Таблица 8 Влияние оптимизации соотношения и чередования культур на продуктивность севооборота за 1997-2005 гг.

)T	Время	Чередование		Выход	д овощной	продукци	и, т/га	
Севооборот	ротации	культур		За рот	гацию	На 1га п	ілощади	
90				общей	товар-	общей	товар-	
SB0					ной		ной	
ŭ								
I	1997-2000	Сидеральный пар – капуста – морковь – свекла столовая						
				184,7	130,5	46,2	32,6	
	2001-2005	Сидеральный пар –	капуста	ı — морковь	– капуста	– свекла		
		столовая		222,9	182,6	44,6	36,5	
Рост	(+) или сниже	ние (-) выхода	т/га	+38,2	+52,1	-1,6	+3,9	
проду	продукции %				+39,9	-3,5	+12,0	
IV	1997-2000	Сидеральный пар –	Сидеральный пар –морковь – столовая свекла - капуста					
				152,3	127,0	31,7	31,7	

	2001-2005	Сидеральный пар – столовая свекла – капуста - капуста								
				166,9	151,9	38,0	38,0			
Рост (+) или снижение (-) выхода			т/га	+14,6	+24,9	+3,6	+6,3			
проду	укции		%	+9,6	+19,6	+3,4	+19,9			

Введение овсяно-соевого пара (25%), и коротких овощных севооборотов (4-5 полей), организационные мероприятия (увеличение первоначального их числа с 12 в 2001г. до 23 в 2004 г., снижение среднего размера участка поля с 8-10 га до 1-6 га обусловило рост общей продуктивности территории на 26,4% (табл. 9).

Таблица 9
Влияние организации территории овощных севооборотов на их продуктивность (данные получены в производственных условиях)

Показатели и их	Ед.	Морковь		Свекла		Капуста		Итого
размерность				столовая		белокочанная		2004
		2001г	2004Γ	2001г	2004Γ	2001г	2004Γ	Γ.
Число севооборотов,	ШТ	4	8	4	8	7	12	23
Площадь полей	га	40	40	48	48	53	53	141
Средняя площадь поля	га	8-10	1-5	8-10	1-6	8-10	1-6	1-5
Урожайность	т/га	23,6	28,4	28,6	34,7	22,4	28,0	30,4
Выход продукции,	тыс т	945,0	1,134	1,25	1,67	1,484	3,39	4,284
Прибавка	Т	0	189,4	0	415,5	0	292,5	897,3
	%	0	20	0	33,2	0	24.5	26,4

Практическое внедрение полученных нами результатов исследований способствует практическому переходу овощеводства Дальнего Востока России на адаптивно-ландшафтную систему земледелия, обеспечивающую в среднем по передовым хозяйствам Приморского края повышение урожайности капусты — до 27,0 т/га, моркови — до 38,4 т/га, столовой свеклы — до 32,6 т/га [8].

Список литературы

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивноландшафтных систем земледелия и агротехнологийМ.: Росинформагротех, 2005. 784 с.

- 2. Борисов В.А. Овощеводство // в книге «Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий». М.: Росинформагротех, 2005. С. 539-550.
- 3. Сакара Н.А., Особенности адаптивно-ландшафтного подхода в овощеводстве Приморского края // Картофель и овощи. 2006. № 6. С.15-17.
- 4. Сакара Н.А., Жильцов А.Ю. Севообороты в адаптивноландшафтных системах земледелия на Дальнем Востоке // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Дальнего Востока: сб. тр. РАСХН, ДВНМЦ, Примор. НИИСХ. Владивосток: Дальнаука, 2005. С.142-149.
- 5. Сакара Н.А., Жильцов А.Ю. Подбор перспективных сортов и гибридов F 1 капусты белокочанной для адаптивно-ландшафтных систем овощеводства в Приморском крае // Современное состояние и перспективы развития овощеводства и картофелеводства: материалы междунар. науч.практич. конф., посвящ. 75-летию создания ГНУ Западно-Сибирская овощная опытная станция ВНИИО. Барнаул: Азбука, 2007. С. 220-227.
- 6. Сакара Н.А., Жильцов А.Ю., Тарасова Т.С. Обеспечение устойчивой продуктивности овощных агроландшафтов на юге Дальнего Востока // Пути повышения ресурсного потенциала сельскохозяйственного производства Дальнего Востока. К 100-летию аграрной науки на Дальнем Востоке: сб. науч. тр. / РАСХН, ДВНМЦ, Примор. НИИСХ. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 317-326.
- 7. Сакара Н.А., Лигун А.М., Петрушко Ю.Н., Бровко Г.А., и др. Овощные культуры // Система ведения агропромышленного производства Приморского края. Новосибирск: ДВНМЦ РАСХН, 2001. Р. 5.14. С. 142-180.
- 8. Сакара Н. А., Бронц А.А., Сухомиров Г.И., Тарасова Т.С., Михеев Ю.Г., Ознобихин В. М. Овощеводство и картофелеводство в Приморском крае // Картофель и овощи. №4. С. 8-10.

Дата поступления рукописи в редакцию: 05.09.2023 г. Дата подписания в печать: 15.09.2023 г.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОДХОДОВ К РЕГУЛИРОВАНИЮ БАЛАНСА БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Лытов М.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБНУ ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Волгоградский филиал, Волгоград, Россия

Изучены основные теоретические аспекты, которые могут быть положены в основу природоподобных, экологически и экономически обоснованных технологий регулирования баланса биогенных элементов на орошаемых землях Нижнего Поволжья. Получены новые экспериментальные данные, позволяющие с количественной точки зрения обосновать параметры оптимизации баланса биогенных элементов на основе использования бобовых агрофитоценозов.

агропромышленным России особое Современным комплексом внимание уделяется проблеме вовлечения в оборот, ранее выведенных по разным причинам сельскохозяйственных земель [1]. Помимо социальноэкономических причин вывод земель из сельскохозяйственного оборота был проблемами, усугубившимися связан экологическими накопленными антропогенными нагрузками. Освоение таких земель на современном этапе связано с риском нарушения хрупкого экологического равновесия и создания условий для их ускоренной деградации. Развитие этих процессов может довольно быстро привести к тому, что хозяйственное использование земель будет вновь остановлено, а все те значительные траты ресурсов, которые были произведены, окажутся напрасными.

© Лытов М.Н., 2023

Поэтому крайне важно при освоении длительное время не используемых земель и, особенно, территорий с «неблагополучной родословной» применять такие технологии, которые наряду с формированием высокопродуктивных производственных агроценозов, обеспечивали бы постепенное, но стабильное повышение плодородия почвы [2-4]. Необходимы действенные инструменты управления потоками биогенных элементов, которые, несмотря на всю стохастику этих, безусловно, многофакторных процессов, обеспечивали бы планируемый результат.

В основу рабочей гипотезы исследований положено предположение о возможности системного решения проблемы повышения плодородия повторно вовлекаемых в оборот орошаемых земель за счет разработки действенных инструментов управления потоками биогенных элементов с бобовых агрофитоценозов. Учитывая многообразие использованием биогенных элементов, предлагается сконцентрировать основное внимание на тех из них, которые лимитируют продуктивность сельскохозяйственных культур и расширенное воспроизводство плодородия почвы с учетом особенностей. почвенно-климатических Еше зональных одним методологическим базисом исследования является использование бобовых агрофитоценозов, одного ИЗ приоритетных инструментов как воспроизводства плодородия почвы на орошаемых землях.

Исследованиями проведен анализ понятия «биогенные элементы», дана качественная и количественная оценка совокупности химических элементов, учитываемых в качестве биогенных. Весь комплекс биогенных элементов рассматривается с тех позиций, что содержание того или иного элемента не только характеризует актуальное плодородие почвы, но динамику протекающих в ней процессов почвообразования или деструкции, деградации.

Разработаны концептуальные подходы к оценке эффективности и элементов. оптимизации управления балансом биогенных В математической форме сформулированы условия, выполнение которых абсолютно необходимо при эффективном управлении балансом биогенных Речь здесь идет о TOM требовании, что: результирующего состава биогенных элементов вследствие регуляторного воздействия должно характеризоваться непрерывным не отрицательным трендом комплексных показателей плодородия почвы и биопродуктивности посевов:

$$\Delta K_{\rm B\Pi} = f(\Delta C; \Delta N; \Delta P; \Delta K; \Delta Ca; ... \Delta e_i) > 0,$$

$$\Delta K_{\rm \Pi\Pi} = f(\Delta C; \Delta N; \Delta P; \Delta K; \Delta Ca; ... \Delta e_i) > 0,$$

где $K_{\rm Bn}$ — коэффициент биопродуктивности сельскохозяйственных угодий; $\Delta K_{\rm Bn}$ комплексный показатель, характеризующий плодородие почвы; ΔC ; ΔN ; ΔP ; ΔK ; ΔCa ; ... Δe_i — изменение результирующего баланса всей совокупности биогенных элементов.

Коэффициент биопродуктивности в приведенном выражении является производным сухой биомассы посева и коэффициента структурной оптимальности. Что касается комплексного показателя плодородия почвы, то тут можно использовать известные методики, в частности, методики Э.П. Синельникова и Ю.В. Слабко для оценки комплексного агрохимического показателя [5]. Комплексный показатель плодородия почвы характеризуется степенью близости каждого из учитываемых показателей к оптимальному уровню и учитывает проблему лимитирующего фактора в отношении наиболее «выпадающих» показателей плодородия.

Предложены целевые функции оптимизации управления балансом биогенных элементов; разработано два варианта таких функций. Первый из них опирается на приоритет максимального достижения целей по активизации почвообразовательных процессов и расширенному воспроизводству плодородия почвы, а также по повышению

биопродуктивности сельскохозяйственных угодий вне зависимости от затрачиваемых ресурсов (дотируемые функции агропроизводственной деятельности):

$$F_1(\text{опт}) = \Delta K_{\Pi\Pi} \cdot \coprod_{K_{\Pi\Pi}} + \Delta K_{\text{B}\Pi} \cdot \coprod_{K_{\text{B}\Pi}} \rightarrow max,$$

где F_1 (опт) — целевая функция оптимизации управления балансом биогенных элементов; $\mathbf{L}_{K_{\Pi\Pi}}$ — цена (экономический, энергетический эквивалент) условной единицы комплексного показателя плодородия почвы; $\mathbf{L}_{K_{\mathbb{B}\Pi}}$ — цена (экономический, энергетический эквивалент) условной единицы комплексного показателя биопродуктивности сельскохозяйственных угодий.

Второй подход позволяет найти оптимальные решения по регулированию баланса биогенных элементов с учетом затрат ресурсов на осуществление регуляторных функций, открытие и поддержание новых (искусственно созданных) статей баланса:

 $F_2(\text{опт}) = \Delta K_{\Pi\Pi} \cdot \coprod_{K_{\Pi\Pi}} + \Delta K_{B\Pi} \cdot \coprod_{K_{B\Pi}} - R_{\text{общ}} \to max,$ где $R_{\text{общ}}$ — общие затраты ресурсов (в экономическом, энергетическом эквиваленте) на реализацию функций по управлению балансом биогенных элементов.

Исследованиями получены промежуточные результаты экспериментальных исследований по оптимизации баланса биогенных элементов на основе использования бобовых агрофитоценозов. Опыт в 2022 году был реализован на орошаемых землях КФХ «Выборнов В.Д.» Ленинского района Волгоградской области, в посевах сои сорта Киото, Волгоградка-2 и Нордика.

Предварительный анализ опытных данных показывает возможность использования сои как комплексного инструмента, позволяющего не только получать ценный урожай, но оказывать активное влияние на баланс органического углерода и азота в почве (таблица).

Таблица Показатели продуктивности сои при возделывании на орошаемых землях Нижнего Поволжья

c.		c.		
Киото,	с. Киото +	Волгоград	с. Нордика	HCP ₀₅
без	микро-	ка-2 +	+ микро-	1101 05
обработ	комплекс	микро-	комплекс	
ОК		комплекс		
100	120	120	124	2,2
109	120	120	124	۷,۷
33.2	38.2	37.0	35.7	1,42
33,2	36,2	37,0	33,7	1,42
8,08	10,97	10,58	9,37	0,33
3,11	3,76	3,56	2,84	0,24
4,97	7,21	7,02	6,53	0,28
	Киото, без обработ ок 109 33,2 8,08 3,11	с. Киото, без обработ ок с. Киото + микро-комплекс 109 120 33,2 38,2 8,08 10,97 3,11 3,76	Киото, без обработ ок с. Киото + микро- комплекс Волгоград ка-2 + микро- комплекс 109 120 120 33,2 38,2 37,0 8,08 10,97 10,58 3,11 3,76 3,56	с. с. Киото, без микро- обработ ок с. Киото + микро- комплекс ок Волгоград ка-2 + микро- комплекс с. Нордика + микро- комплекс 109 120 120 124 33,2 38,2 37,0 35,7 8,08 10,97 10,58 9,37 3,11 3,76 3,56 2,84

Полученные данные характеризуют преимущество двух сортов сои — сорта Киото и сорта Волгоградка-2, с проведением обработок микрокомплексом. Выявлен большой потенциал продуктивности этих сортов, которые даже в не самых оптимальных почвенных условиях позволяют сформирования до 3,76 т/га зерна сои и еще свыше 7 т/га сухой побочной продукции. Именно эта побочная продукция позиционируется в качестве инструмента воздействия на баланс органического углерода и азота в почве.

Таким образом, исследованиями обоснованы научные положения, которые должны стать основой природоподобных, экологически и экономически обоснованных технологий регулирования баланса биогенных элементов на орошаемых землях Нижнего Поволжья. Разработаны концептуальные подходы к оценке эффективности и оптимизации управления балансом биогенных элементов, сформулирована концепция глобально и зонально лимитирующих биогенных элементов, получены предварительные результаты экспериментальных исследований по оптимизации баланса биогенных элементов на основе использования

бобовых агрофитоценозов. Теоретический анализ и предварительные результаты экспериментальных исследований показывают перспективы использования бобовых в качестве комплексного регулятора глобально лимитирующих биогенных элементов, - органического углерода и азота в почве.

Список литературы

- 1. Арзамасцева Н.В., Ковалева Е.В., Мухаметзянов Р.Р. Критический анализ подходов вовлечения неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 3.С. 77-89. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-3-77-89
- 2. Гулянов Ю.А., Чибилёв А.А., Левыкин С.В. Инновационные приемы рационального природопользования при интенсификации земледелия на пахотнопригодных почвах степной зоны Урала и Западной Сибири // Вопросы степеведения. 2022. № 3. С. 76-95. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-3-76-95
- 3. Заворотин Е.Ф., Гордополова А.А., Тюрина Н.С. Агрономическая ценность земель сельскохозяйственного назначения // Научное обозрение: теория и практика. 2021. Т. 11. № 7 (87). С. 2083-2091. DOI: 10.35679/2226-0226-2021-11-7-2083-2091
- 4. Идрисов Р.А. Создание эффективных агроцитоценозов на малоплодородных землях // Земледелие. 2006. № 1. С. 5-6.
- 5. Синельников Э.П., Слабко Ю.И. К разработке и использованию комплексных показателей в оценке свойств и режимов антропогенно-преобразованных почв // Известия Международной академии аграрного образования. 2007. № 5. С. 80-84.

Дата поступления рукописи в редакцию: 22.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Степанова Н.Е., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, г. Волгоград, Россия

Для развития агропромышленного комплекса Волгоградской области РΦ всей необходимо обеспечить эффективное И рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения. В соответствии со ст. 77 ЗК РФ к землям сельскохозяйственного назначения относятся те, которые находятся за границами населенных пунктов и предназначены для занятия сельским хозяйством. К землям сельскохозяйственного назначения относятся как сами сельскохозяйственные угодья, так и земли, занятые коммуникациями (дороги, лесные насаждения, водные объекты, объекты капитального строительства и т. д.), которые могут использоваться для ведения производства в сельскохозяйственных целях.

Согласно Постановлению Правительства РФ № 731 от 14.05.2021 года за десять лет, начиная с 2010 года в нашей стране произошло резкое сокращение площади земель сельскохозяйственного назначения, по подсчетам это составляет – 17,6 миллионов гектар, с 400 до 382,4 миллионов гектар. По состоянию на 1 января 2021 года по предоставленным данным субъектов РФ из земель сельскохозяйственного назначения, которые имеются неиспользуемыми остаются 19,4 миллионов гектар. Одной из главных причин увеличения площадей неиспользуемых земель является реорганизация хозяйств.

© Степанова Н.Е., 2023

Тогда сотрудникам сельхозпредприятий были выданы паи. Впоследствии многие из земельных участков сельскохозяйственного назначения стали выбывать из оборота, и в 2020 году количество долей невостребованных земельных угодий по стране составили до 1,5 миллионов единиц, площадью 14,2 миллионов гектаров. Основной проблемой для земель сельскохозяйственного назначения при выбывании их оборота это их деградация, которая начинается с зарастанием растительностью, а затем и порослью деревьев, в итоге в обработке данных участков с годами возникают серьезные проблемы. Вопрос решения проблемы рационального природопользования земель сельскохозяйственного назначения для нашей страны назрел и его нужно решать безотлагательно и начать с формирования по субъектам в первую очередь достоверных и актуальных сведений о: сельскохозяйственного назначения, границах земель качественных характеристиках, и внесение сведений в ЕГРН [1, 2].

Владение, пользование, распоряжение земельными участками сельскохозяйственного назначения осуществляется при соблюдении правил и ограничений, применяемых к обороту земельных участков и долей в праве общей собственности на земельные участки из земель сельскохозяйственного назначения, в соответствии с ФЗ № 101 «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» (24.07.2002 г.).

Волгоградский регион является одним из крупнейших производителей товаров сельского хозяйства в Российской Федерации. По объему производства продукции в сельском хозяйстве регион занимает девятое место по стране. Размеры сельхозугодий в Волгоградской области составляют около 5,2 миллион гектаров пашни, это третье место после Алтайского края и Оренбургской области.

По данным «Центра цифровой трансформации в сфере АПК» (единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения, предназначенная для обеспечения актуальными и

достоверными сведениями о таких землях, включая данные об их местоположении, состоянии и фактическом использовании в РФ) площадь земель сельскохозяйственного назначения составляла на 01.01.2021 г. 9121,2 тысяч гектар (таблица).

Таблица Распределение земель сельскохозяйственного назначения Волгоградской области по видам использования за период с 2014 по 2021 гг.

Данные по	Площадь земель сх.	Площадь сх.	в том числе, тыс. га:					
состоянию на:	назначения, тыс. га	угодий, тыс. га	пашня	пастбища	сенокосы	многолетние насаждения	залежь	
1	2	3	4	5	6	7	8	
01.01.2021	9121,2	8578,1	5794	2563,7	190,4	25,5	4,5	
01.01.2020	9121,6	8577,9	5793,8	2563,7	190,4	25,5	4,5	
01.01.2019	9121,6	8578	5793,9	2563,7	190,4	25,5	4,5	
01.01.2018	9121,7	8578,1	5793,9	2563,8	190,4	25,5	4,5	
01.01.2017	9121,8	8578,2	5793,9	2563,9	190,4	25,5	4,5	
01.01.2016	9121,9	8578,3	5794	2563,9	190,4	25,5	4,5	
01.01.2015	9125	8578,4	5794	2564	190,4	25,5	4,5	
01.01.2014	9125,3	8577,8	5793,5	2565,7	187,8	26,3	4,5	

2014 Начиная работа c Г. ПО возвращению земель сельскохозяйственного назначения в оборот ведется очень активно, площади увеличились на 624,5 тыс. гектаров. По данным комитета по сельскому хозяйства Волгоградской области в 12 районах (Алексеевском, Еланском, Киквидзенском, Котельниковском. Нехаевском. Новоаннинском. Новониколаевском, Октябрьском, Чернышковском, Серафимовичском и Суровикинском, а также в городском округе-городе Михайловке) земли сельскохозяйственного назначения полностью введены в оборот.

Площадь земельного фонда Волгоградской области на 01.01.2020 год составляла 11287,7 тыс. га.

Ежегодное увеличение земель пригодных для сельского хозяйства, а даёт возможность увеличить объемы растениеводства и животноводства, а также реализовывать программы по созданию необходимой для аграрного сектора инфраструктуры, в частности систем мелиорации [3, 4, 5]. Мелиоративный фонд земель сельскохозяйственного назначения в РФ на 01.01.2021 год составлял 9,47 миллионов гектар, из которых по факту в сельском хозяйстве используются 3,96 миллионов гектар.

Системная работа региона по вводу в оборот неиспользуемой пашни получает высокие федеральные оценки: Волгоградская область входит в число лидеров среди субъектов РФ по количеству возвращенных сельхозугодий. В Волгоградском регионе по итогам 2022 года, по данным комитета по сельскому хозяйства региона, в сельскохозяйственный оборот возвращено 98,4 тысячи гектаров земель, область планомерно сокращает площади неиспользуемых земель.

Для Волгоградской области мелиорация для сельского хозяйства является главным фактором получения стабильных, высоких урожаев [6, 7]. В регионе совместно с введением в оборот земель сельскохозяйственного назначения ведется результативно работа по введению мелиорируемых земель, так за последние семь лет площадь орошения увеличилась в два раза, если в 2021 году она составляла 67,1 тысяч гектар, то в 2022 году площади орошаемых земель увеличились более чем на 7 тысяч гектар.

Условия сельскохозяйственного производства на орошаемых землях необходимо решить еще вопросы, связанные с приведением всех ГТС в нормативно-техническое состояние, чтобы обеспечивать бесперебойную, безопасную их эксплуатацию с соблюдением требований природоохранного законодательства: внедрение новых технологий и техники для ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах и очистки каналов за счет повышения уровня материально-технического обеспечения подведомственных учреждений, организацию рационального

водопользования и водораспределения, проведение противопаводковых мероприятий, расчистку мелиоративных каналов.

Интенсивность использования находящихся в обороте земель сельскохозяйственного назначения постоянно увеличивается, что также создает риск достижения предела роста производства сельскохозяйственной продукции, для минимизации которого требуются, с одной стороны, целенаправленные усилия по сохранению и повышению плодородия почв, а с другой стороны — вовлечение в оборот новых земель сельскохозяйственного назначения.

Список литературы

- 1. Болдырева Д. А. Управление земельными ресурсами землеустройства сельских территорий // Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК: Материалы студенческой научнопрактической конференции с международным участием, Иркутск, 19–20 марта 2014 года / Иркутская государственная сельскохозяйственная академия. 2014. С. 67-72.
- 2. Зверева Г. Н., Попова С. А., Беркалиева В. В. Земли сельскохозяйственного назначения региона: состояние, тенденции, перспективы // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4(60). С. 105-120.
- 3. Комментарий к Федеральному закону "О землеустройстве" : от 18 июня 2001 г. № 78-ФЗ (в ред. от 18 июля 2005 г.): постатейный: [новая ред.] / А. А. Ялбулганов ; А. А. Ялбулганов. Изд. 3-е, перераб. и доп. Москва: Юстицинформ. 2006. 128 с.
- 4. Лайкам К.Э., Фомин А.А. О проблемах учета земель сельхозначения в Российской Федерации // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 2. С. 7-12.
- 5. Степанова Н. Е. Экологическое состояние почв Волгоградского региона // Проблемы эффективного использования мелиорированных

земель и управление плодородием почв нечерноземной зоны в условиях изменяющегося климата в рамках мероприятий года науки и технологий: Материалы международной научно-практической конференции, Тверь, 30 сентября 2021 года. — Тверь: Тверской государственный университет. 2021. С. 179-183.

- 6. Степанова Н. Е. Экологический подход на предприятии АПК в управлении качеством почвы // Проблемы агрохимии и экологии от плодородия к качеству почвы: Материалы Всероссийской научной конференции, Москва, 07-08 сентября 2021 года / Под редакцией В.А. Романенкова. Москва: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. 2021. С. 157-162.
- 7. Фомин А. А. Совершенствование организационноэкономического механизма регулирования земельных отношений в сельском хозяйстве Российской Федерации // Землеустроительное образование и наука: из XVIII в XXI век : Материалы Международного научнопрактического форума, Москва, 27 мая 2019 года. — Москва: ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству. 2019. С. 229-236.

Дата поступления рукописи в редакцию: 22.08.2023 г. Дата подписания в печать: 15.09.2023 г.

ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТАРОПАХОТНЫХ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ ПРИ ИХ АГРОФИЗИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ

Уланов Н.А.^{1,2}, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Уланов А.Н.^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ¹Кировская ЛОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», г. Киров, Россия, ²ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», г. Киров, Россия

Россия считается одним из субъектов, активно использующих торфяно-болотные ресурсы в различных сферах народного хозяйства. В 70-80-е годы прошлого столетия объем добываемого торфяного сырья достигал 160-180 млн. т в год. К концу 90-х годов по разным причинам добыча торфа пошла на убыль [1]. Общая площадь вышедших из-под промышленной добычи торфа по различным данным достигает 1,5-2,0 млн. га [1]. Кировская область входит в зону интенсивного торфонакопления. Доля извлекаемого торфяного сырья в этом регионе составляет около 40% от общероссийских объемов. Площадь отработанных торфяников здесь приближается к 100 тыс. га. Многочисленными работами в разных почвенно-климатических зонах страны установлено, что выработанные послойно-фрезерным способом осушенные болота можно эффективно использовать для возделывания кормовых трав. Исследования показывают, что высокая продуктивность зернофуражных, силосных, овощных и технических культур и многолетних трав может быть гарантировано обеспечена при направленном регулировании пищевого и водного режимов. Так, для получения 6-8 тыс. к.ед. с 1 га, удобрительный фон должен быть на уровне $N_{60-160}P_{60-90}K_{90-160}$ кг д.в./га [2]. Наиболее безопасный диапазон влажности корнеобитаемого слоя при этом должен находиться в пределах 75-80% ПВ (0,7НВ-НВ) [3].

Очень полезное для специалистов мелиоративного земледелия свойство выработанных торфяников – близкое расположение грунтовых вод к поверхности профиля, обусловленное остаточным гидроморфизмом бывшего болота. Это обстоятельство позволяет осуществлять управление водным режимом путем оборудования системы шлюзов. В 70-80-х годах прошлого столетия на многих выработанных объектах Европейской части, включая и Кировскую область, в рамках государственных программ были построены эти системы двустороннего регулирования водного режима. К сожалению, большинство из них не были своевременно занесены в реестр государственных мелиоративных объектов и поэтому очень быстро утратили свои управленческие функции.

В период максимального развития торфодобывающей кампании были введены технолого-экологические ограничения предела изъятия торфа из залежи. Так, Постановление Совета Министров СССР от 2 июня 1976 года о рекультивации земель предусматривало необходимость остаточного слоя торфа в 50 см для сельскохозяйственного использования и 15 см для лесопосадок. Это позволяло в последствии использовать выработанные послойно-фрезерным способом торфяники максимально эффективно в различных областях природопользования. Участки, остаточная залежь на которых превышает 30-50 см (торфоземы остаточно-оглеенные), отводятся под кормовые культуры, где на 60-70% доминируют многолетние злаковые травы [2]. На предельно и полностью сработанных участках создают вторичные древостои, в структуре которых преобладают хвойные культуры (сосна, ель).

Практика использования выработанных торфяниках показывает, что на любом торфомассиве имеются участки, где процесс торфодобычи заканчивается раньше расчетного из-за отсутствия технической возможности направленного регулирования водного режима. Остаточный слой торфа здесь, как правило, более 1,0-1,5 м, а грунтовые воды при этом могут выходить на поверхность. Эту территорию по причине так называемой «мелиоративной неустроенности» обычно сельскохозяйственного и лесного землепользования. На выработанных торфомассивах «Гадовское», «Пищальское», «Зенгинское» и др. Кировской области [4] в границах аналогичных участков более 30 лет проводятся наблюдения за процессами естественного и управляемого восстановления нарушенных болотных комплексов. В рамках этой программы изучается болотного возможность (мокрого) растениеводства. развития Многочисленные результаты исследований показывают, что в условиях умеренного и избыточно-застойного увлажнения, на этих объектах можно выращивать многие ценные древесные (ольха черная), травянистые (тростник, вейник тростниковидный), лекарственные (белозер болотный, росянка круглолистная, сабельник болотный, плаун баранец), ягодные (голубика, клюква, морошка, княженика) культуры [5,6,7].

По окончанию торфодобычи проводится почвенно-мелиоративное обследование выработанных земель на предмет дальнейшего использования. По результатам обследования разрабатывается проект, где прежде всего определяются территории для размещения кормовых и лесных особенностей культур. учетом ЭТИХ культур осуществляется реконструкция осущительной сети с применением, как уже было отмечено выше, элементов двустороннего регулирования водного режима.

Для успешного развития отрасли кормопроизводства важное значение имеет количество и свойства остаточного торфа, а также свойства подстилающей торфяную залежь породы. Характерной особенностью

выработок после послойно-фрезерной торфобычи является существенная вертикальная и горизонтально-пространственная почвенная пестрота, обусловленная значительной всхолмленностью минерального дна бывшего болота. На сравнительно небольшой территории величина остаточного слоя торфа варьирует от 0 до 1,5 м. Нетрудно представить насколько сложно в этих условиях управлять почвенными режимами в процессе выращивания однолетних и многолетних кормовых культур. В этой ситуации очень востребованными могут оказаться технологические возможности цифрового земледелия.

Обобщенная информация по пестроте почвенного покрова выработок выглядит следующим образом: около 12% всех выработанных земель Нечерноземья сработаны полностью; 43% имеют слой торфа менее 30 см; 17% – 30-50 см; 28% – более 50 см [4]. Антропогенная эволюция осушенных торфяных почв закономерно протекает по пути уменьшения природных запасов органического вещества и его качественного преобразования. Эти процессы носят объективный характер, поэтому самая современная «щадящая» технология использования торфяников, даже исключительно под лугом, может лишь замедлить разрушение ОВ торфа и никак не гарантирует его сохранения [4].

Еще быстрее биохимическая сработка торфа протекает выработанных торфяниках. Особенно глубокие изменения свойств происходят на участках, где слой торфа не превышает 15-20 см. Торф в этом случае неоднократно перемешивается cподстилающей породой, разрушается переходный, а иногда и глеевый горизонты. Так, наблюдения за мощностью остаточного слоя торфа на производственных севооборотах торфомассива «Гадовское» Кировской области показывают, что торфянистоглеевые разновидности выработок, подстилаемые аллювиальными песками, уже через 10-15 лет на 1-2 порядка меняют свою классификационную принадлежность. Органическое вещество торфа здесь может исчезнуть практически полностью.

Совершенно иная по качеству эволюционная перестройка профиля происходит в случае, когда оставшаяся торфяная залежь подстилается супесью или, что лучше, карбонатными суглинками и глинами. При перемешивании придонного слоя торфа с этой средой образуются достаточно устойчивые к разрушению органоминеральные комплексы, формирующие ореховато-комковатую структуру корнеобитаемого слоя. По польской классификации такие почвы условно называют «черноземовидными» [8].

При планировании агротехнологий, следует обратить пристальное внимание на некоторые особенности почвенного профиля старопахотных выработанных торфяников. Так, на границе двух геологических пород находится контактный минеральный горизонт, мощностью 2-10 см, темносерого цвета, при высыхании очень плотный, насыщенный гумусовыми веществами. Затем идет подстилающая минеральная порода, где, в первую выделяется глеевый или оглеенный очередь, серо-сизого отличающийся большой вязкостью, горизонт мощностью 10-30 см. Чаще всего он расположен в слабовыраженном иллювиальном горизонте или перед ним, совместившись с переходным. По данным некоторых исследователей [9-11], этот контактно-глеевый горизонт становится основной причиной разрыва капиллярных связей, отчего почти полностью прекращается влагообмен между торфяным слоем и подстилающей породой.

Наши исследования на торфомассиве «Гадовское» показывают, что в зависимости от режима грунтовых вод в профиле могут встречаться несколько глеевых горизонтов на разных глубинах. Вследствие низкой водопроницаемости (0,3-1,2 м/сут) в отдельные периоды, например, в период обильных осадков (2023, июль), глеевый горизонт служит в качестве

временного водоупора, при этом, УГВ может находиться значительно ниже корнеобитаемого слоя. По мере сработки остаточного слоя торфа, происходит морфологическая перестройка верхней части профиля, в результате которой глеево-переходный горизонт практически выходит на поверхность. Наблюдения показывают, что сплошного фронта он обычно не имеет и в пространстве размещается в виде линз различной толщины. характерной особенностью старопахотных Поэтому выработанных торфяников является наличие в зоне таких линз значительного количества участков с застойным водным режимом. При проведении ранневесенних полевых работ (обработка почвы, посев), из-за низкой несущей способности эти участки со временем исключают из пашни. В результате в течение 2-4 лет они покрываются кустарниково-древесным мелколесьем из ивы, березы осины. Установлена общая для всех выработанных торфяников зависимость, чем дольше они находятся в культуре, тем в большей степени увеличивается доля лесопокрытой территории. Такой потери полезной производственной площади можно избежать путем систематического разрушения оглеенных линз щелеванием, либо болотными плугами без отвалов.

Высокая эффективность кормопроизводства В условиях выработанных торфяников в значительной степени зависит от состояния мелиоративной системы. Организациям, не получающим государственную поддержку, очень сложно самостоятельно содержать в работоспособном состоянии эти объекты. В результате дно и откосы открытых каналов уже со 2-3-го года после реконструкции начинают интенсивно зарастать древеснорастительностью, 20-30 кустарниковой a через лет эксплуатации мелиоративной системы у значительной части осущителей и собирателей теряется гидрологическая связь с магистральными каналами, а у последних, в свою очередь, с водоприемниками [3].

В этих условиях свою негативную лепту вносят стремительно размножающиеся популяции бобров. Установлена зависимость, чем дольше выработанные торфяники пребывают в культуре и, как результат, чем больше строительного материала в заросших каналах, тем больше на этой территории появляется бобровых поселений. Так, в 1991-2000 годах в пределах торфомассива «Гадовское» насчитывалось всего 13 особей, а в 2001-2011 годах их численность уже достигла 55-60 особей [12, 13]. От деятельности бобров в наибольшей степени пострадали 45-50-летние лесопосадки сосны обыкновенной. Из 300 га лесопокрытой площади этого торфомассива, В результате 70 массового затопления, около преуспевающего древостоя сосны погибло.

Как уже было отмечено, в 70-80-х годах прошлого столетия во всех торфодобывающих регионах СССР сельскохозяйственному освоению выработок уделялось весьма пристальное внимание. Вышедшие из-под торфодобычи поля передавались рядом расположенным совхозам и колхозам. Кроме этого, по инициативе высшего партийного и советского руководства, даже на территории торфодобывающих организаций создавались подсобные хозяйства с развитой производственной базой: фермы, пастбища, заводы по производству сухих кормов (мука, гранулы, брикеты).

В настоящее время, когда из сельскохозяйственных угодий многих хозяйств по разным причинам выбывает значительное количество невостребованной бывшей пашни, нет технической и финансовой возможности своевременно обслуживать и осуществлять ремонт мелиоративных систем, когда отсутствует возможность обеспечивать кормовые культуры необходимым количеством удобрений, в условиях стремительно исчезающего торфяного слоя, производственный интерес к этим техногенным объектам существенно ослабевает.

В этой связи многие природопользователи, где выработанные торфяники являются не основными, а вспомогательными угодьями, ведут поиск альтернативных путей их использования. Так, на Кировской лугоболотной опытной станции кроме традиционной сельскохозяйственной деятельности изучается возможность получения в этой среде охотничьепромысловых, лесных, ягодных, грибных и лекарственных биологических ресурсов. Многолетние исследования, проводимые на нескольких частично или полностью нарушенных болотных экосистемах Кировской области, показывают, что экономическая эффективность от непроизводственных биоресурсов на некоторых из них может быть в несколько раз выше, чем при выращивании кормовых культур (ягоды, грибы, лекарственные растения).

Агроэкологическая оценка выработанных торфяников Нечерноземной зоны показывает, спустя несколько десятилетий бывшие ЧТО торфоразработки превращаются В качественно новые природные образования – лесолуговые постболотные агроландшафты, экологический каркас которых (лес, луг, вода) в общей структуре составляет более 50%. Поэтому, новую ландшафтную конструкцию необходимо воспринимать как единое целое и учитывать это обстоятельство при анализе максимально полной биологической продуктивности. Возможно, что в этом случае отпадет необходимость осуществлять некоторые затратные мелиоративные действия на старопахотных выработанных торфяниках.

Список литературы

- 1. Концепция охраны и рационального использования торфяных болот России. Под редакцией Инишевой Л.И. Томск: ЦНТИ, 2005. 76 с.
- 2. Косолапов В.М., Зотов А.А., Уланов А.Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России. М., 2009. 858 с.
- 3. Уланов Н.А. Агроэкологическая оценка старопахотных выработанных торфяников и эффективность регулирования их водного

- режима в условиях Северо-Востока Европейской части России. Автореферат диссертации на соискание уч. ст. к.с.-х.н. Киров, 2019. 22 с.
- 4. Уланов А.Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России. Киров, 2005. 320 с.
- 5. Панов В.В., Кукушкина Е.Е., Женихов Ю.Н. и др. Выращивание и использование биомассы тростника на выработанных торфяных болотах. Тверь: Триада, 2016. 160 с.
- 6. Егорова Н.Ю. Изучение внутривидовой изменчивости природных популяций клюквы болотной (Oxycoccus palustris Pers.) в Кировской области Егорова Н.Ю., Сулейманова B.H. // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Вып. 18 (66): международной научно-практической Материалы конференции, посвященной 100-летию Кировской лугоболотной опытной станции. М., 2018. C. 269-272.
- 7. Яковлев А.П. Ягодная продуктивность и оценка биохимического состава плодов голубики в опытной болотной культуре на выбывшем из промышленной эксплуатации торфяном месторождении Беларуси / А.П. Яковлев, Ж.А. Рупасова // Высокопродуктивные ландшафты на торфяных почвах: Материалы международной научно-практической конференции к 95-летию Кировской лугоболотной опытной станции. Киров, 2013. С. 93-102.
- 8. Okruszko H. Transformation of feu-peat soils unter the impact of draining //Agrophysikal bases of soils and cultivated plants productivity. Part.3. Organic soils. Lublin, 1993. P. 3-73.
- 9. Галкина А.А. Выработанные торфяники западных районов УССР, их свойства, окультуривание и повышение эффективного плодородия. Автореферат диссертации на соискание уч. ст. к. с.-х. наук. Ровно, 1974. 29 с.

- 10. Алексеева Ю.С., Снигирева А.В. Выработанные торфяные месторождения под многолетними травами. Л., Колос, 1977. 79 с.
- 11. Торопчин М.А. Изменение свойства торфа и технологических показателей при комплексном использовании торфяных месторождений. Автореферат диссертации на соискание уч. ст. к.т.н. Калинин, 1983. 18 с.
- 12. Метелев Н.Д. Анализ изменения среды обитания и ресурсов охотничьих животных на территории выработанного торфяного месторождения «Гадовское» // Рациональное использование торфяных месторождений. Сборник трудов к 90-летию КЛОС. Киров, 2008. С. 233-237.
- 13. Метелев Н.Д. Современное состояние охотничьих ресурсов на территории выработанного торфомассива «Гадовское» в Оричевском районе Кировской области // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Сборник трудов к 100-летию КЛОС. Выпуск 18 (66). М., 2018. С. 237-245.

Дата поступления рукописи в редакцию: 23.08.2023 г. Дата подписания в печать: 15.09.2023 г.

ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ АДАПТИВНЫХ СЕВООБОРОТОВ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Митрофанов Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

В Нечерноземной зоне, прежде всего в ее северо-западной части, проблемы многие успешного освоения адаптивно-организованных севооборотов связаны с неоднородной и сложной пространственной структурой почвенного покрова. На осущаемых землях одним из основных и трудно устраняемых факторов, формирующих почвенную пестроту и определяющих уровень контрастности почвенного покрова, является водный режим, различие территорий по типу водного питания, водным свойствам почв, состоянию водно-воздушного режима и т.д. Объекты осушения переувлажняемых почв с применением мелиорации, после существующих мелиоративных технологий, чаще всего, не становятся агроэкологически однотипной территорией (АОТ) по состоянию водного режима. Пространственная пестрота почвенного покрова в той или иной мере продолжает оказывать влияние на процесс использования осущаемых территорий. В реальных производственных условиях эта пестрота проявляется условиях и сроках проведения полевых работ, в В продуктивности растений, требовательных к состоянию водно-воздушного режима и др. Осушаемые земли, сохраняющие контрастную почвенную дифференцированном использовании с пестроту, нуждаются в организацией адаптивных севооборотов.

A пространственно-организованных также уровне на микроландшафтов, элементарных почвенных $(\Im\Pi C)$ структур технологических AOT. Разработка территориальной структуры севооборотов предусматривает агроэкологическую оценку агропроизводственную группировку почв с формированием, на основе структуры почвенного покрова, однородных анализа почвенноэкологическом отношении производственных (технологических) участков, отдельных полей и севооборотных территорий с целью организации биологически правильного чередования культур в севооборотах при устойчивом режиме их размещения во времени и пространстве.

Для формирования АОТ в пределах природно-территориальных комплексов применяют ландшафтный, почвенно-ландшафтный и геоботанический (биоиндикационный) методы выделения микроландшафтов, основанные на разных подходах к решению этого вопроса [1,2]. Следует отметить, что на осущаемых землях проблема выделения и определения границ АОТ представляется более сложной, чем на неосущаемых, в связи с участием антропогенного фактора в происхождении здесь почвенно-гидрологической пестроты.

При ландшафтно-географическом подходе землеустроительные задачи по определению границ сельхозучастков решаются в соответствие с морфологической структурой агроландшафта. За основу выделения элементарных ландшафтных единиц (подурочищ и фаций) принимается рельеф. Для микрорайонирования территории и агроэкологической оценки земель геоботаническим методом используются культурыз-индикаторы [1]. В качестве основного критерия, характеризующего адаптивную реакцию растений на факторы внешней среды, чаще всего, предлагается использовать продуктивность растений, являющейся функцией результатом действия многих факторов. По параметрам продуктивности растений-индикаторов этот метод позволяет устанавливать контрастность и сложность почвенного покрова и границы АОТ, а также определять пригодность территории для возделывания отдельных групп культур.

При всей привлекательности этого метода его широкая практическая значимость ограничена. Объективная идентификация осущаемых почв по состоянию их мелиоративных режимов (состояние водного и водновоздушного режимов) с использованием растений-индикаторов возможна только в избыточно влажные годы, когда уровень проявления адаптивной реакции растений на переувлажнение позволяет дифференцировать структуру почвенного покрова по состоянию водного режима. нормальные и засушливые по увлажнению годы получить достоверную информацию о имеющихся различиях в мелиоративном состоянии осушаемых земель (которые проявляются в многоводные годы) этим способом практически невозможно, индикационные различия по продуктивности растений, как правило, проявляются плохо. Кроме того, в полевых многопольных севооборотах культуры-индикаторы занимают, как правило, только часть площади. Поэтому, даже при наличии благоприятных условий для проявления адаптивной реакции культур-индикаторов на увлажнение почвы, обследование избыточное одновременно всей севооборотной территории провести не получается.

Почвенно-ландшафтный AOT метод выделения основан агроэкологической оценке земель, предполагающей учет почвенных, геоморфологических, литологических, гидрогеологических факторов, структуры почвенного покрова, иерархический принцип выделения земельных категорий (вид, тип, группа земель), создание картографических материалов в виде почвенно-ландшафтных карт, отражающих ландшафтную дифференциацию условий и имеющих отчетливую агроэкологическую направленность. В качестве первичных структурных землеоценочных рассматриваются элементарные единиц ареалы агроландшафта, характеризующиеся определенной структурой почвенного покрова (ЭПА или ЭПС), приуроченностью к элементу мезорельефа, типом микрорельефа, почвообразующими породами, геохимическими барьерами, микроклиматом, биоценозом [2]. На базе почвенно-ландшафтной карты разрабатывается карта агроэкологических типов земель, являющейся основой для проектирования адаптивно организованных севооборотов, схем пространственно дифференцированного размещения культур с учетом агроэкологических условий и их биологических особенностей.

Недостатком почвенно-ландшафтного метода применительно осущаемым землям является то, что он не позволяет в полной мере отразить антропогенно создаваемую при осушении пестроту почвенного покрова по состоянию водного режима. Дренаж и агромелиоративные технологии вносят существенные изменения в естественное состояние почвенного объектов покрова мелиорации, изменяя мелиоративные режимы осушаемых территорий, снижая контрастность почв полугидроморфного ряда по состоянию водного режима и их продуктивности [3]. Осушение закрытым дренажем в наших опытах смещало почвы полугидроморфного ряда по уровню продуктивности плодосменного севооборота (в среднем за первые 9 лет эксплуатации объекта мелиорации) в сторону автоморфных на один порядок, т.е. глеевые почвы по продуктивности выходили на уровень глееватых, а глееватые – слабоогленных. Кроме того, реальное состояние водного режима, а стало быть, и границы возможных технологических участков, зависят и от применяемых агромелиоративных приемов, которые являются неотъемлемой частью проектов мелиорации на переувлажняемых землях, но не всегда применяются на практике. В ландшафтноорганизованном опыте мелиоративное рыхление, изменяя агроэкологическое состояние почв, позволило вывести глееватые и глеевые почвы по продуктивности ячменя (в среднем за 9 лет) на уровень слабоогленных, приблизив их к автоморфным почвам, и создало условия для включения разнооглеенных почв в одну технологическую группу по состоянию водного режима.

На характер и интенсивность антропогенных изменений в водном режиме оказывает влияние множество других трудно учитываемых факторов, в т.ч. уровень почвенно-гидрологической сложности объекта мелиорации, качество исполнения работ, связанных с проектированием, строительством, эксплуатационными мероприятиями и т.д. Определенные процесс выделения АОТ на осущаемых землях вносит трудности в пространственно-временная динамичность почвенно-гидрологической пестроты, связанная с влиянием погодных условий, физическим старением мелиоративных систем, заилением и заохриванием дрен, физической деградацией почв, различной скоростью И направленностью геохимических процессов в ландшафтно-типологических образованиях под воздействием осущения и сельскохозяйственного использования.

Безусловно, все это надо, по возможности, учитывать при формировании производственно значимых АОТ на осущаемых землях. Для практического земледелия особенно важно, чтобы технологические участки, являясь структурной единицей севооборотных территорий, были однородными по состоянию водного режима, агрофизическим условиям проведения полевых работ, срокам наступления физической спелости весной, условиям уборки урожая и т.д.

Оценка разных методов выделения микроландшафтов на осущаемых землях была проведена на агрополигоне Губино Всероссийского НИИ мелиорированных земель. В ландшафтно-географическом отношении опытный участок представляет собой подурочище северо-восточного склона отрога Тверской конечно-моренной гряды и состоит из трех крупных фаций: автономно-элювиальной — верхняя часть склона, трансэлювиальной — середина и трансаккумулятивной — нижняя часть склона и борт межхолмной депрессии На первом этапе по результатам почвенного

обследования была составлена подробная почвенная карта опытного участка. По структуре почвенного покрова (СПП) и по степени проявления признаков гидроморфизма участок был разделен на три крупные агропроизводственные группы: слабооглеенные почвы (расположенные в верхней части склона), глееватые (в средней) и глеевые (в нижней), каждая была за AOT [3,4,5,6].Территориально ИЗ которых признана агропроизводственные группы почв довольно хорошо совпадают с ландшафтно-географическими выделами. При этом следует учитывать, что почвенные границы достаточно условны, т.к. не являются выраженной разделительной линией. На стыке двух АОТ, относящихся к разным агроэкологическим видам земель, существует переходная зона. Это создает трудности при установлении производственно значимых границ технологических участков.

На втором этапе оценка водно-физического состояния опытного участка проводилась биоиндикационным методом. Для этого на каждой выделенной группе почв был заложен плодосменный севооборот. На всех сельскохозяйственные почвенных вариантах культуры (зерновые, картофель, лен, клевер, однолетние травы) выращивались по единой технологии. Исследования ПО оценке продуктивности культур плодосменного севооборота на выделенных почвенно-ландшафтным методом технологических участках (АОТ) показали, что в многоводные годы биоиндикационный метод также позволяет, с использованием сканирующих культур, определять реальные границы АОТ, буферные зоны и агроэкологический потенциал почвенного покрова. По реакции на ухудшающиеся почвенно-гидрологические условия культуры в порядке убывания образуют следующий ряд: картофель, ячмень, однолетние травы, озимая рожь, многолетние травы. В отношении почвенногидрологических условий в качестве основных диагностирующих культур целесообразно использовать, прежде всего, такие культуры как ячмень и картофель. Вывод в отношении ячменя подтверждается данными о характере изменения его продуктивности в зависимости от почвенноэкологических и метеорологических условий (таблица). Во влажные годы различие между слабооглеенной и глеевой почвами в урожайности ячменя без МР составило 1,82 т/га или 43,6% (различия были явно контрастными), на фоне МР контрастность снизилась до 20,2%. При этом, в засушливые годы различия в урожайности между почвенными вариантами без МР, в среднем за 9 лет, были незначительными – 0,27 т/га или 8,3%, при МР небольшое преимущество было даже за глеевой почвой. Установлено, что при снижении урожайности не более, чем на 15% (по отношению к ключевым участкам) мелиоративное состояние технологического участка считается хорошим, на 15-30 – удовлетворительным, более 30% – неудовлетворительным [7,8]. Наши данные показывают, что растительная диагностика позволяет получать объективные результаты о мелиоративном режиме осущаемых почв, но только во влажные годы и использовании для этих целей культур с высокой адаптивной реакцией на состояние водновоздушного режима почв.

Таблица Урожайность ячменя в разных агроэкологических условиях, т/га

Приемы обработки		Почва: осушаемая дерново подзолистая (фактор Б)			Глеевая почва	
почвы (фактор А)	Годы	слабооглеенн ая (эталон)	глееват ая	глеевая	по отношению к эталону, +	
Вспашка на 20-22см	влажные	4,18	3,53	2,36	- 1,82 (56,4%)	
	засушливые	3,25	3,26	2,98	- 0,27 (91,7%)	
Вспашка на 20-22см + мелиоративное рыхление (MP) на 50-60см	влажные	4,37	4,04	3,49	- 0,88 (79,8%)	
	засушливые	3,43	3,55	3,68	+ 0,25 (107,3%)	
Прибавка урожая от рыхления, +	влажные	+ 0,19	+ 0,51	+ 1,13	X	
	засушливые	+ 0,18	+ 0,29	+ 0,70	X	

 HCP_{05} , $\tau/\Gamma a$ для фактора A - 0.30; для фактора B - 0.42

Наблюдения за сроками наступления физической спелости и временем начала полевых работ показали, что выделенные агроэкологические участки по этим критериям также имеют значимые различия. На варианте с преобладанием глеевых почв сроки начала полевых работ весной наступали на 5 дней позже, чем с глееватыми почвами и на 10 дней по сравнению со слабооглеенными. В отдельные годы большие различия выделенными участками проявлялись в период уборки урожая. В целом определено, что при сложной и контрастной структуре почвенного покрова, выделяемые по состоянию водного режима производственные территории должны быть однородными по скорости освобождения пахотного слоя от избыточной влаги, срокам наступления физической спелости почвы весной, условиям проведения полевых работ и произрастания культур и т.д.

Правильно сформированные агроэкологически однородные технологические участки являются основной территориальной единицей при организации адаптивных севооборотов на осущаемых землях со сложной структурой почвенного покрова, необходимым условием эффективного использования имеющихся материально-технических и почвенно-климатических ресурсов земледелия. Перспективными методами определения АОТ и их границ являются методы дистанционного зондирования земель. При правильно выбранном времени проведения съемок хорошо просматриваются неоднородность почвенного покрова, границы участков, отличающиеся водно-воздушным режимом, основные элементы мелиоративных систем и их неисправности.

По аэрофотоснимкам можно определять конфигурацию участков, положение и формы микрорельефа (западин, ложбин и т. д.), границы структурных элементов и другие геоморфологические элементы [2,9]. Такие съемки лучше всего делать весной по фону зяблевой вспашки при наступлении физической спелости почвы и влажности разрыва капилляров на ключевых участках. Во влажные годы хорошие результаты могут дать

аэрофотоснимки посевов культур-индикаторов, сделанные в период их вегетации и во время проведения уборочных работ.

Список литературы

- 1. Жученко А. А. Агроэкологическое макро- и микрорайонирование сельхозугодий: теория и практика // Вестник РАСХН. 1992. №5. С.27-31.
- 2. Кирюшин В.И., Иванов А.Л. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2005. С.170-309.
- 3. Митрофанов Ю.И., Бондарь В.И. Гидрологический режим и плодородие минеральных осушенных почв на двучленных отложениях. Комплексное окультуривание и сельскохозяйственное использование мелиорированных земель, Калинин, 1988.
- 4. Митрофанов Ю.И. Возможности ландшафтного земледелия на осушаемых почвах // Мелиорация и водное хозяйство. 1996. №4. С.20-22.
- 5. Проблемы ландшафтного подхода к использованию осушаемых земель и пути их решения. Сб. материалов совещания «Ландшафтный подход в мелиорации и вопросы землеустройства». М.: 1994, С.150-161.
- 6. Иванов Д.А., Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Рублюк М.В. Способы микрорайонирования сельскохозяйственных угодий // Вестник РАСХН. 1997. №6. С. 54-56.
- 7. Методические указания по дифференцированной оценке бонитета почв с учётом их мелиоративного состояния. М.: 2006. 235 с.
- 8. Рекомендации по оценке мелиоративного состояния осущенных земель и разработке мероприятий по их улучшению. Л.:1985. 61с.
- 9. Монахов А.К. Детальное картирование по аэроснимкам избыточно увлажненных почв. Осушение закрытым дренажем земель Калининской области. М.: Моск. рабочий, 1981. С.139-142.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ АГРОФОНА И ЛАНДШАФТА НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ ОЗИМОЙ РЖИ

Иванов Д.А.¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Железова С.В.**², Сувернева Е.С.¹, Легащева Е.В.¹

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

 2 ФГБНУ ВНИИФ, Московская обл., р.п. Большие Вяземы, Россия

Содержание хлорофилла в листьях растений — показатель их способности к росту, развитию и потребности растений в минеральном питании, особенно в азоте. Применялся экспресс-метод определения хлорофилла с помощью N-тестера — портативного прибора, основанного на фотометрическом методе диагностики, принцип работы которого состоит в вычислении отношения величин поглощения светового потока в красном и ближнем инфракрасном участках спектра. Величины зависят от количества поглощенного хлорофиллом листа светового потока.

Исследования проводились в посевах озимой ржи сорта «Дымка» в фазу кущения (20 мая 2023 г) в пределах агроэкологической трансекты ВНИИМЗ на агрополигоне Губино, расположенного в пределах конечноморенного холма в 4-х км к востоку от г. Тверь. Холм, с относительной высотой 15 м, состоит из плоской вершины, северного, крутизной 2-3°, и южного (3-5°) склонов и межхолмных депрессий (северной и южной).

© Иванов Д.А., Железова С.В., Сувернева Е.С., Легащева Е.В. 2023 Почвенный покров агрополигона — вариация-мозаика дерновоподзолистых глееватых и глеевых почв, образованная на двучленных отложениях — песчано-супесчаная толща в пределах почвенного профиля подстилается легко и среднесуглинистой закамененной мореной на разной глубине. На юге полигона мощность кроющего флювиогляциального наноса местами превышает 1,5 м. Почвы здесь преимущественно песчаные. На вершине и северном склоне холма поверхностные горизонты сложены супесью и иногда легким суглинком, мощность кроющего наноса здесь колеблется около 1 м, а в межхолмной депрессии на севере морена изредка выходит на дневную поверхность.

Исследования проводились на агроэкологической трансекте (физикогеографическом профиле) _ массиве, пересекающем ландшафтные позиции (подурочища) конечно-моренного холма: транзитноаккумулятивные депрессии, где, из намывных и грунтовых вод, частично накапливаются элементы питания растений; транзитные средних частей склонов, в которых преобладает интенсивный латеральный (параллельный поверхности) ток влаги, способствующий эрозии почв; элювиальнотранзитные верхних частей склонов, где, наряду с латеральным передвижением влаги, наблюдается и вертикальное промывание почвенной толщи; элювиально-аккумулятивное вершины – здесь, на фоне медленного вертикального промывания почвенного профиля, отмечается и аккумуляция элементов питания растений в микрозападинах.

Трансекта состоит из десяти параллельных полос-полей, каждая из которых занята определенной культурой зернотравяного севооборота. В пределах конкретной полосы антропогенное воздействие однотипно — проводится одновременная и одинаковая обработка почвы, соблюдаются единые нормы, даты и способы посева, и выполнение прочих мероприятий, что позволяет изучать влияние ландшафтных условий на культуры в наименее искаженном виде. Поля имеют ширину 7,2 м, а длину — 1300 м.

Исследования в пределах трансекты проводятся на двух агрофонах: 5 полей – контроль, пять полей – удобренный агрофон. На контроле под рожь (как и под другие культуры) удобрения не вносились (экстенсивная технология) за исключением подкормки в фазу кущения аммиачной селитрой в дозе 1 ц/га (N30 д.в./га). На удобренном агрофоне – применение удобрений проводилось в расчете на планируемый урожай (овес и озимая рожь — 4 т/га, яровая пшеница — 3 т/га) азофоска в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ д.в. на культурах В предпосевную культивацию. Определение зерновых показателей N- тестера в листьях ржи осуществлялось в 30-ти точках, регулярно расположенных вдоль трансекты на расстоянии 40 м друг от друга в 4-х кратной повторности. Площадь учетной площадки – 20 м². обработка Статистическая данных на основе однофакторного дисперсионного анализа осуществлялась c пакета помощью STATGRAPHICS+19.

Исследования показали, что в пределах агроландшафта с весьма пестрой природной средой изменение агрофона не привели к достоверной трансформации содержания хлорофилла в листьях озимой ржи (рис. 1).

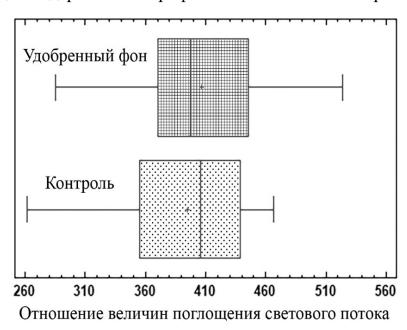


Рис. 1. Влияние удобрений на содержание хлорофилла в листьях озимой ржи

На рисунке показано, что внесение значительных доз агрохимикатов не увеличивает фотосинтетическую активность посевов. На контроле средние показатели N-тестера составляют 395 единиц, а на удобренном фоне – только 407, что говорит о недостатке азотного питания на обоих фонах.

Пестрота почвенно-ландшафтных условий сказывается на показаниях прибора (рис. 2) и объясняет отсутствие достоверных различий между агрофонами. Диапазон данных, полученных с помощью N-тестера по всем фонам, колебался в пределах от 261 до 524 единиц, что свидетельствует о разнообразии физиологического состояния посевов в пределах агроландшафта конечно-моренного холма. Однофакторный дисперсионный анализ показал, что в целом, независимо от фона, посевы на южном склоне холма и в межхолмной депрессии на севере полигона достоверно отличаются по исследуемому параметру. На юге трансекты их среднее значение достигает 435 единиц, тогда как в межхолмной депрессии на севере — 385 (НСР_{0.05} 49).

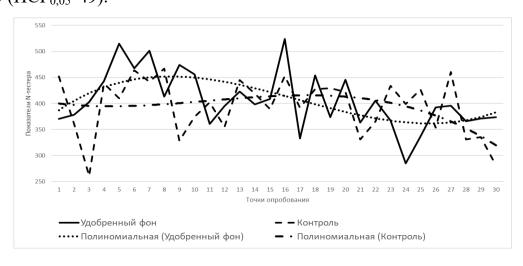


Рис. 2. Пространственная вариабельность показаний N-тестера на озимой ржи в пределах трансекты на разных агрофонах

Однофакторный анализ, проведенный в пределах конкретного фона удобренности показал, что на контроле влияние ландшафтного фактора на содержание хлорофилла в листьях ржи отсутствует, тогда как на удобренном фоне отмечается достоверная зависимость этого физиологического

параметра растений от условий природной среды (рис. 3). Можно сказать, что внесение минеральных удобрений способствовало появлению ярко выраженного тренда увеличения показателей прибора от межхолмной депрессии на севере агрополигона (АМЛ №7), где, при меньшей освещенности, преобладают процессы аккумуляции питательных веществ из намывных и грунтовых вод, а также наблюдается близкое залегание карбонатной морены к поверхности, к южному хорошо освещенному и прогреваемому склону холма (АМЛ №2), сложенному песчаными отложениями.

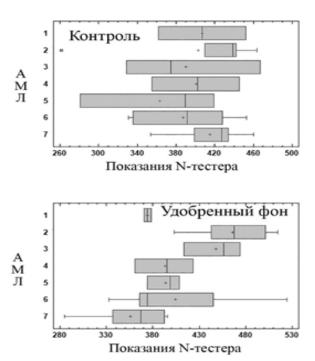


Рис. 3. Влияние условий агромикроландшафтов на показания N-тестера в листьях озимой ржи.

Можно сказать, что внесение минеральных удобрений способствовало появлению ярко выраженного тренда увеличения показателей прибора от межхолмной депрессии на севере агрополигона (АМЛ №7), где, при меньшей освещенности, преобладают процессы аккумуляции питательных веществ из намывных и грунтовых вод, а также наблюдается близкое залегание карбонатной морены к поверхности, к южному хорошо

освещенному и прогреваемому склону холма (АМЛ №2), сложенному песчаными отложениями. Следовательно, можно сказать, что внесение даже незначительных доз минеральных удобрений приводит к коренному изменению адаптивных реакций растений на ландшафтные условия, что необходимо учитывать при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 16.09.2023 г.

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И ЗАВИСИМОСТЬ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩАЯ КОМПРЕССИОННЫЕ СВОЙСТВА БИОГЕННЫХ ГРУНТОВ

Васильева Н.В., кандидат технических наук, доцент, Васильев В.В., кандидат технических наук, доцент УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

Устойчивость прочность, и нормальная эксплуатация инженерных сооружений определяются не только конструктивными особенностями сооружений, но и свойствами грунтов, на которых они возводятся. В большинстве случаев для их оснований использовали минеральные грунты и с определенного времени биогенные, которые не были достаточно изучены в силу своей специфики образования. Биогенный грунт является сложной системой, твердая фаза которого состоит из минеральной и органической составляющей. Эти грунты неоднородны по своему генезису, составу, строению и состоянию, что связано с постоянно изменяющимися условиями их образования, а на пойменных участках и переотложением их в периоды паводков, поэтому для достоверной оценки требуется выполнять большое количество определений показателей их свойств. Для биогенных грунтов, как и для минеральных, необходимо определять три основных показателя, входящих в уравнение механики грунтов: плотность (у), естественную влажность (W), плотность твердой фазы (у). Кроме того, для установления типа биогенного грунта, необходимо знать и значение зольности (Z).

© Васильева Н.В., Васильев В.В., 2023

Механические свойства биогенных фунтов, которые представляют интерес для инженерных целей при использовании этих грунтов в качестве основания или материала для возведения сооружений, определяются соотношением продуктов распада и неразложившейся части органической составляющей.

Специфика свойств биогенных грунтов обусловлена их высокой влажностью и пористостью. Основной объем содержащейся в них воды связывается и удерживается органической составляющей этих грунтов. Минеральная составляющая связывает незначительное количество воды по отношению к органической. Влажность органической составляющей (количество воды, связанное единицей массы) и является структурным показателем, который достаточно точно характеризует сжимаемость любого типа биогенного грунта. Для различных типов биогенных грунтов влажность их органической составляющей изменяется в очень широком диапазоне в зависимости от зольности на разную величину и отличается от влажности самого грунта.

В зоне капиллярного насыщения и ниже уровня грунтовых вод содержание воздуха и растворенных газов незначительно и практически не влияет на величину показателей физических свойств биогенных грунтов, поэтому в таких условиях их можно считать полностью водонасыщенными.

В единице объема для подавляющего большинства биогенных грунтов их минеральная составляющая занимает несопоставимо малый, в сравнении с органической составляющей объём и ее сжимаемость так же несопоставимо мала, поэтому сжимаемостью минеральной составляющей можно пренебречь. Минеральная составляющая биогенных грунтов способна связать и удерживать в структуре грунта значительно меньшее количество воды, чем органическая. Поэтому связь между параметрами свойств, следует устанавливать отдельно для минеральной и органической составляющих.

В общем случае объём образца водонасыщенного биогенного грунта состоит:

$$V_{ofp} = V_{ope} + V_{muh} + V_{g}$$

где $V_{oбp}$ - объём образца,

 V_{anz} -объём органической составляющей,

 $V_{\scriptscriptstyle MUH}$ -объём минеральной составляющей,

 V_{g} - объём воды.

Для определения фазового состава взят образец торфа (опыт №1) со следующими исходными данными:

торф древесно-осоковый, степень разложения R=45%,

влажность W = 205%,

зольность Z=21,56,

плотность твердой фазы $\gamma_s = 1,67 \text{ г/см}^3$,

коэффициент пористости $\varepsilon_0 = 3,43$.

Плотность скелета грунта равна

$$\gamma_{\rm d} = \frac{1}{0.01W + \frac{1}{\gamma_{\rm c}}} = 0.3775 \varepsilon / \text{cm}^3$$

Плотность грунта в образце будет равна

$$\gamma = \gamma_d (0.01W + 1) = 1.1515 e / cm^3$$

Объём образца в компрессионном кольце равен

$$V_{oбp.} = F \cdot h = 25,5 \cdot 2,08 = 53,04 cm^3$$

где h=2,08 см. - начальная высота образца;

 $F=25,5\,\,\text{см}^2$ - площадь образца.

Масса образца равна

$$P_{\text{oбp.}} = \gamma \cdot V_{\text{oбp.}} = 1,1515 \cdot 53,04 = 61,076 \Gamma$$

Объём твердой фазы в образце

$$m = \frac{\gamma_d}{\gamma_s} = \frac{0.3775}{1.67} = 0.2260$$

Объём пор

$$n = 1 - m = 1 - 0.2260 = 0.7740$$

Масса воды в образце

$$P_{e} = V_{oon} \cdot n \cdot \gamma_{e} = 53,04 \cdot 0,7740 \cdot 1,0 = 41,0532$$

где $\gamma_{_{B}} = 1.0 \Gamma / \text{cm}^{3}$ - плотность воды.

Масса твердой фазы в образце

$$P_{_{^{TB},\varphi}} = P_{_{^{0}6p.}} - P_{_{B}} = 61,076 - 41,053 = 20,023$$
 Γ

Твердая фаза образца состоит из минеральной и органической составляющих

$$\boldsymbol{P}_{_{TB.\varphi}} = \boldsymbol{P}_{_{MUH.}} + \boldsymbol{P}_{_{OPr.}}$$

Масса минеральной составляющей образца равна

$$P_{\text{\tiny MИH.}} = \frac{P_{_{\text{\tiny TB.}}, \phi} \cdot Z}{100} = \frac{20,023 \cdot 21,56}{100} = 4,317 \Gamma$$

Масса органической составляющей образца составит

$$P_{\text{opt.}} = P_{\text{tb.}\phi} - P_{\text{muh.}} = 20,023 - 4,317 = 15,706\Gamma$$

Объём твердой фазы образца будет равен

$$V_{TB,\Phi} = V_{ofn} \cdot m = 53,04 \cdot 0,226 = 11,987 \text{cm}^3$$

Объём воды в образце:

$$V_{_{B}} = V_{_{\rm o6p.}} - V_{\rm TB.} + \phi = 53,04 - 11,987 = 41,053 \text{cm}^3$$

Минеральная и органическая составляющая в образце способны связать определенное количество воды, величина которой не определена,

соответственно не определена и влажность этих составляющих. Плотность твердой фазы минеральной и органической составляющих также не определена. Но так как минеральная составляющая способна связать в своей структуре несопоставимо меньшее количество воды, чем органическая, то представляет интерес вопрос: сколько воды может быть связано минеральной составляющей и какова ее плотность?

Плотность твердой фазы минеральной составляющей зависит от породообразующих минералов и химических элементов и изменяется в достаточно узком диапазоне. Поэтому, задаваясь различными значениями плотности минеральной составляющей γ_s и ее влажности $W_{\text{мин}}$, можно проанализировать какое количество воды может быть связано минеральной составляющей $P_{\text{в}}^{\text{мин}}$ и вычислить ее характеристики.

$$P_{_{MUH}} = \frac{P_{_{MUH}} \cdot W_{_{MUH}}}{100}$$

Анализируя другие показатели физических свойств, полученные при расчете, можно заключить, что в качестве наиболее вероятных значений γ_s и $W_{\text{мин}}$, можно принять соответственно 2,7 г/см и 20%. При других значениях показатели свойств минеральной составляющей выходят за возможные пределы показателей минеральных грунтов аналогичного механического состава.

Количество воды, связанное минеральной составляющей, составит

$$P_{_{B}}^{_{\mathrm{MИH}}} = \frac{P_{_{\mathrm{MИH.}}} \cdot W_{_{\mathrm{MИH.}}}}{100} = \frac{4,317 \cdot 20}{100} = 0,863 \Gamma$$

Следовательно, при принятых значениях параметров объем минеральной составляющей для рассматриваемого примера равен:

$$V_{_{MHH}} = \frac{P_{_{MHH}}}{\gamma_{_{MHH}}} = \frac{4,317}{2,1} = 2,056 \text{cm}^3$$

Высота минеральной составляющей в образце

$$h_{\text{\tiny MUH}} = \frac{V_{\text{\tiny MUH}}}{F} = \frac{4,317}{25.5} = 0.081cM$$

Как видно из расчета объём, занимаемый минеральной составляющей в образце, составляет $2,056\text{cm}^3$, а объём образца $V_{\hat{u}\hat{d}\hat{d}}=53,04\tilde{n}\hat{i}^3$, поэтому при расчете сжимаемости ею можно пренебречь и считать, что грунт состоит только из органической составляющей и воды. Однако количество связанной органической составляющей воды будет при этом большим, чем в исходном образце. При определении содержания воды в образце было принято, что и минеральная и органическая составляющие в равной степени связывают какое-то количество воды, а фактически, как следует из приведенного расчета, это не так.

Масса воды, связанная с органической составляющей, будет равна

$$P_{\text{B}}^{\text{ opr}} = P_{\text{B}} - P_{\text{B}}^{\text{ MUH}} = 41,053 - 0,863 = 40,190 \text{ G}$$

Влажность органической составляющей имеет значение

$$W_{ope} = \frac{P_{g}^{ope} \cdot 100}{P_{ope}} = \frac{40,190 \cdot 100}{75,706} = 255,89\%$$

Как и для минеральной составляющей, плотность твердой фазы органической составляющей также не определена. Задаваясь различными значениями плотности органической составляющей, можно рассчитать показатели её физических свойств.

При значениях $\gamma_s < 1$,5 г/см³ коэффициенты пористости органической составляющей меньше или незначительно превышают коэффициент пористости образца $\varepsilon_o = 3,43$, поэтому γ_s не может быть меньше, чем 1,5 г/см³. Следовательно, для практических расчетов можно принять $\gamma_s^{ops} = 1,5$ г/см³, что совпадает с значениями γ_s^{ops} полученными [3]

исходя из других предпосылок при определении показателей физических свойств биогенных грунтов. Приняв плотность твердой фазы органической составляющей $\gamma_s^{opz} = 1,5 \text{ г/см}^3$, определяем показатели физических свойств этой составляющей.

Плотность скелета органической составляющей образца равна

$$\gamma_d^{ope} = \frac{1}{0.01W + \frac{1}{\gamma_s^{ope}}} = \frac{1}{0.01 \cdot 255,89 + \frac{1}{1,5}} = 0.310e / cm^3$$

Плотность органической составляющей имеет значение

$$\gamma_{opz} = \gamma_d^{opz} \cdot (0.01W_{opz} + 1)$$

$$\gamma_{ope} = 0.310 \cdot (0.01 \cdot 255.89) + 1 = 1.103e / cm^3$$

Объем органической составляющей

$$V_{\text{cor}} = V_{\text{ms.ds}} - V_{\text{mus}} = 11,987 - 2,056 = 9,93 \text{cm}^3$$

Высота органической составляющей в образце

$$h_{ope} = \frac{V_{ope}}{F} = \frac{9.931}{25.5} = 0.389cM$$

Коэффициент пористости органической составляющей равен

$$\varepsilon_{opz} = \frac{\gamma_s^{opz}}{\gamma_d^{opz}} - 1 = \frac{1.5}{0.310} = 3.838$$

Коэффициент пористости образца

$$\varepsilon_{ope} = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{1,670}{0,3775} - 1 = 3,43$$

Одной из основных и наиболее трудоемких задач при изучении свойств биогенных грунтов как оснований сооружений, является получение экспериментальным путем компрессионных характеристик (показатели сжимаемости), необходимых для определения осадки сооружений и

используемых при расчете напряженно-деформируемого состояния основания. Так как для всех типов биогенных грунтов процесс уплотнения является длительным, кроме того, учитывая тот факт, что биогенные грунты характеризуются чрезвычайной пестротой свойств, как по глубине залежи, так и по площади, то даже на небольших площадках для достоверной оценки необходимо сделать большое количество определений.

Для получения расчетной зависимости были использованы опыты с торфами и сапропелями, которые отличаются друг от друга по коэффициенту пористости, влажности и другим показателям в условиях естественного сложения. Характер сжимаемости образцов биогенных грунтов примерно одинаков, изменяется только степень сжимаемости в зависимости от начальной пористости образца.

Наиболее распространенным уравнением при аппроксимации экспериментальных компрессионных кривых является логарифмическое. Для всех видов биогенных грунтов зависимости в координатах

$$\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_0} = \frac{\varepsilon_0^{\phi}}{\varepsilon_0} - a_{\kappa} \cdot |q| \frac{p}{p_0} ,$$

где ε_i – коэффициент пористости, соответствующий приложенной нагрузке P, кг/см²:

 ε_0- начальный коэффициент пористости

 $\varepsilon_{\scriptscriptstyle 0}^{\scriptscriptstyle \hat{o}}$ – условный (начальный) коэффициент пористости;

 $\grave{a}_{\hat{e}} \cdot tq\alpha$ – коэффициент полной компрессии (показатель сжимаемости)

 P_0 — нагрузка, соответствующая точке пересечения скрепленного участка компрессионной кривой с осью ординат, $P_0 = 0.1~{\rm kr/cm^2}$

Начальный коэффициент пористости ε_0 в естественном состоянии должен находится на оси абсцисс при значениях P=0, который в принятых координатах расположен на $-\infty$. Поэтому за начальное значение коэффициента пористости принимаем некоторое условное значение ε_0^{δ} ,

соответствующее точке пересечения прямолинейного участка компрессионной зависимости с осью ординат при P=0,1 кг/см². Значения показателей ε_0^δ и $\grave{a}_{\hat{e}}$ зависят от показателей физических свойств, состава и состояния биогенных грунтов. Математическая форма связи между этими показателями получена на основе графического анализа соотношений между ε_0^δ и ε_0 и ε_0^δ и $\grave{a}_{\hat{e}}$, в численном выражении имеет следующее значение:

$$\varepsilon_0^{\hat{\sigma}} = 1,3826 \cdot \varepsilon_0^{0.8448}$$
 $\hat{a}_{\hat{\sigma}} = 0,1231 \cdot \varepsilon_0^{0.5717}$

Подставляя полученные выражения в уравнение компрессионной кривой, получаем формулу для построения компрессионной кривой для биогенных грунтов в зависимости от одного параметра ε_0 по традиционному подходу к анализу экспериментальных данных

$$\varepsilon_i = 1{,}3836 \cdot \varepsilon_0^{0.845} - (0{,}147\varepsilon_0^{0.483}) \cdot \varepsilon_0 \ell q \frac{\eth}{\eth_0}$$

Результаты исследований подтверждают, что биогенный грунт — сложная система, состоящий из минеральной и органической составляющих и занимает в единице объема грунта незначительную часть органическая составляющая является основой каркаса биогенного грунта, которая несет основную нагрузку от сооружений, строящихся на этих грунтах, поэтому полученная зависимость для расчета компрессионных кривых позволяет рассчитывать их по показателям физических свойств биогенных грунтов вместо длительных и трудоемких испытаний в лабораторных условиях.

Список литературы

- 1. Абуханов А.З. Механика грунтов: учебное пособие. М.: Инфра-М, 2018. 320 с.
- 2. Канаков Г.В., Прохоров В.Ю. Механика грунтов, основания и фундаменты: курс лекций. Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. 98 с.

- 3. Черник, П. К., Васильева, Н. В. Расчет фазового состава биогенных грунтов // Сб. науч. тр. Белорус. НИИ мелиорации и луговодства. TXLV. Минск, 1998. С. 80-88.
 - 4. Рубинштейн А. Я. Биогенные грунты. М.: Стройиздат, 1986. 108 с.
- 5. Васильева Н. В. Расчет осадки насыпных сооружений, построенных на биогенных грунтах. Вестник БГСХА. 2021. №2. С. 203-208.
- 6. Васильева Н.В. Анализ эмпирических зависимостей компрессионной кривой для биогенных грунтов / Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященные памяти Б.И. Яковлева «Актуальные научно-технические и экологические проблемы мелиорации земель». Горки БГСХА, 2022. С. 22-26.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА БИОПРЕПАРАТА ЖФБ

Любимова Н.А., к.х.н.

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

Использование необоснованно высоких доз минеральных удобрений и химических средств защиты растений в конечном итоге может привести к появлению экологических и экономических проблем, таких как деградация структуры почвенной микробиоты, увеличение резистентности болезней, вредителей И неэффективности пестицидам некоторых повышения доз минеральных удобрений, усиление влияния стрессовых и климатических условий на качество и урожайность получаемой продукции [1]. Использование различных биопрепаратов ДЛЯ поддержания сельскохозяйственного производства является альтернативой синтетическим препаратам и удобрениям, позволяющее минимизировать негативное воздействие на окружающую среду [2]. В результате применения биопрепаратов увеличивается корнеобразование, повышается всхожесть семян и клубней, возрастает стрессоустойчивость растений и улучшаются грибковым заболеваниям, иммунитет К также потребительские свойства. Как следствие положительного биопрепаратов ускоряется рост и развитие растений и повышается урожайность [3].

Еще одной альтернативой традиционным минеральным удобрениям является применение наноматериалов, а именно наночастиц различных металлов в качестве удобрений. Согласно литературным наночастицы поддерживают влажность в засушливых почвах, способствуют семян и росту растений, увеличивают минеральную биодоступность, снижают вымывание и потери удобрения, уменьшают разложение в результате некоторых биохимических процессов, уменьшают испарение и газообразование, восстанавливают ризосферу [4]. В качестве наноудобрений, применяемых на различных сельскохозяйственных культурах, могут использоваться наночастицы серебра, железа (в том числе и оксид железа), цинка, меди, марганца, магния, титана, молибдена и кремния, а также углеродные нанотрубки [5].

Ввиду вышеизложенного была предпринята попытка объединить в одном препарате положительные свойства биопрепаратов и наночастиц металлов, таких как медь, железо и цинк. В качестве основы был взят разработанный во ВНИИМЗ биопрепарат ЖФБ, ранее показавший урожайность положительное влияние рост различных сельскохозяйственных культур [6]. Наночастицы меди, железа и цинка были синтезированы с использованием экстракта зеленого чая и растворов $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ и $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ концентрацией 0,1 моль/л. После синтеза наночастицы были введены в готовый биопрепарат ЖФБ для усиления его полифункциональных свойств в различных дозах (25 и 250 мг/л ЖФБ). Полученные биопрепараты ЖФБ-Zn, ЖФБ-Fe и ЖФБ-Cu, а также ЖФБ без добавок анализировали на ряд микробиологических показателей (численность аммонифицирующих И амилолитических микроорганизмов) в трехкратной аналитической повторности.

Для изучения влияния на растительный организм всех полученных биопрепаратов, а также ЖФБ был заложен модельный эксперимент на семенах льна сорта Надежда. Данный сорт относится к среднеспелым

сортам, высота растений составляет 88-92 см, масса 1000 семян составляет 5,2 г. Фитопатологическая оценка семян не проводилась, оценка качества определялась путём тщательного осмотра на предмет зараженности болезнями, с последующей калибровкой по размеру и массе. Перед непосредственным использованием семена льна дезинфицировали 1%-ным раствором марганцевокислого калия в течение 5 мин.

Проращивание семян льна осуществляли согласно ГОСТ 12038-84 в течение семи суток в стеклянных чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре 22±1 °C в темноте. В чашки Петри выкладывали семена на сухую фильтровальную бумагу, а затем один раз поливали готовыми препаратами объемом 5 мл. Концентрация препаратов варьировалась от 0,1 до 1,4 %. В каждом варианте было предусмотрено 4 повторности (по 35 семян в каждой). Оценку эффективности биопрепаратов проводили путем определения всхожести семян и средней длины одного проростка (ГОСТ 12038-84). В качестве контроля использовали дистиллированную воду.

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием программы Microsoft Office Excel 2007. Данные в таблицах представлены в виде среднеарифметического значения \pm доверительный интервал (объем выборки n=140).

Результаты анализа всех полученных биопрепаратов, представленные в таблице 1, показали, что добавление порошков, содержащих наночастицы меди, цинка и железа практически не повлияло на кислотность полученных биопрепаратов, которая варьируется от 6,3 до 6,6. Однако добавление наночастиц в ЖФБ существенно повлияло на микрофлору новых биопрепаратов. Так во всех случаях при добавлении наночастиц во всех случаях снизилось количество аммонифицирующих микроорганизмов. При этом уменьшение количества микроорганизмов напрямую зависело от дозы порошка: при добавлении 25 мг/л порошка, содержащего наночастицы меди, железа и цинка количество аммонифицирующих микроорганизмов

снизилось в 3; 1,3 и 2 раза соответственно, тогда как увеличение дозы порошка в 10 раз привело к уменьшению в 10; 2 и 6,5 раз.

Таблица 1 Микробиологические свойства ЖФБ с наночастицами металлов

Биопрепарат	Доза порошка, мг/л	рН	Численность микроорганизмов, n*10 ¹¹ КОЕ/мл		
			аммонифицирующих	амилолитических	
ЖФБ	-	6,3	20,2	14,4	
ЖФБ-Си-1	25	6,6	6,1	15,0	
ЖФБ-Сu-2	250	6,5	0,2	7,7	
ЖФБ-Fе-1	25	6,4	15,6	49,8	
ЖФБ-Fе-2	250	6,2	10,1	6,5	
ЖФБ-Zn-1	25	6,3	10,0	21,7	
ЖФБ-Zn-2	250	6,4	3,1	9,4	

Добавление наночастиц меди в дозе 25 мг/л не повлияло на количество амилолитических микроорганизмов в биопрепарате ЖФБ-Си-1, тогда как наночастицы железа и цинка в этой же дозировке способствовали увеличению их количества в 3,5 и 1,5 раза соответственно. При этом большое количество наночастиц меди, железа и цинка негативно сказалось микроорганизмов: количестве амилолитических ИХ снизилось в 2, 2,2 и 1,5 раза соответственно. Снижение количества амилолитических микроорганизмов аммонифицирующих и объяснить тем, что все используемые в работе наночастицы обладают выраженной антимикробной активностью, подтверждается ЧТО литературными данными [5].

Результаты лабораторного эксперимента на семенах льна представлены в таблице 2. При поливе семян ЖФБ максимальная всхожесть $72.9 \pm 2.0\%$ была получена при концентрации биопрепарата 0.2%, что на 11% больше, чем в контроле. При этом всхожесть семян не зависела от концентрации наночастиц в биопрепарате и от концентрации самих биопрепаратов. Так при поливе семян ЖФБ-Fe-1 и ЖФБ-Fe-2 максимальная всхожесть семян 68.6 ± 0.6 и $71.1 \pm 3.1\%$ была получена при концентрациях

биопрепаратов 1,4 и 0,2% соответственно. Использование для полива ЖФБ-Cu-1 концентрацией 0,8% и 0,2% ЖФБ-Cu-2 позволило получить максимальную всхожесть семян в этих вариантах $75,0\pm2,7$ и $69,1\pm4,3\%$ соответственно. Тогда как максимальная всхожесть семян при поливе цинксодержащими биопрепаратами была равна 67-68% не зависимо от концентрации цинка. Добавление наночастиц в ЖФБ в целом негативно сказалось на всхожести семян льна относительно исходного биопрепарата, так как всхожесть в экспериментальных вариантах в основном была на 2-10% ниже, чем при поливе семян ЖФБ.

Таблица 2 Всхожесть и средняя длина одного проростка при поливе семян различными биопрепаратами

Биопрепарат	Концентрация, %								
	0,1	0,2	0,4	0,8	1,4				
Всхожесть семян, %									
Вода	$61,7 \pm 1,1$								
ЖФБ	$71,5 \pm 2,0$	$72,9 \pm 2,0$	$69,6 \pm 1,4$	$70,7 \pm 5,3$	63,8 ± 3,2*				
ЖФБ-Fe-1	$62,4 \pm 0,8*$	64.8 ± 0.8	$65,8 \pm 1,2$	$67,1 \pm 2,0$	$68,6 \pm 0,6$				
ЖФБ-Fe-2	$70,0 \pm 4,0$	$71,1 \pm 3,1$	$69,3 \pm 2,7$	$67,9 \pm 2,3$	$70,0 \pm 1,0$				
ЖФБ-Сu-1	$67,1 \pm 3,2$	$65,7 \pm 0,4$	$67,1 \pm 4,0$	$75,0 \pm 2,7$	$71,9 \pm 1,6$				
ЖФБ-Сu-2	$65,0 \pm 2,8$	$69,1 \pm 4,3$	$69,0 \pm 6,4$	$65,2 \pm 4,3$	$64,4 \pm 2,5$				
ЖФБ-Zn-1	$67,9 \pm 2,8$	$66,9 \pm 1,6$	$68,8 \pm 1,6$	$67,9 \pm 2,8$	$68,8 \pm 1,6$				
ЖФБ-Zn-2	$65,7 \pm 1,4$	$67,2 \pm 2,7$	$66,4 \pm 3,6$	$63,1 \pm 1,6*$	$63,1 \pm 1,6*$				
Средняя длина одного проростка, см									
Вода	$12,3 \pm 1,2$								
ЖФБ	$14,2 \pm 2,1$	$14,0 \pm 1,2$	$15,9 \pm 1,5$	$15,3 \pm 2,2$	$13,2 \pm 1,1$				
ЖФБ-Fе-1	$15,0 \pm 0,8$	$15,4 \pm 1,0$	$16,1 \pm 0,8$	$15,3 \pm 0,8$	$15,4 \pm 0,8$				
ЖФБ-Fe-2	$16,2 \pm 0,8$	$16,0 \pm 0,8$	$17,4 \pm 0,8$	$16,3 \pm 0,9$	$15,3 \pm 0,9$				
ЖФБ-Сu-1	$14,6 \pm 1,0$	$15,2 \pm 0,9$	$14,4 \pm 0,8$	$15,4 \pm 0,6$	$15,1 \pm 0,8$				
ЖФБ-Си-2	$15,1 \pm 0,8$	$15,1 \pm 0,7$	$15,5 \pm 0,8$	$14,9 \pm 0,8$	$15,9 \pm 0,7$				
ЖФБ-Zn-1	$14,0 \pm 0,9$	14.8 ± 0.7	$14,3 \pm 0,8$	$14,5 \pm 0,7$	$14,0 \pm 0,8$				
ЖФБ-Zn-2	$16,5 \pm 0,6$	$16,3 \pm 0,6$	$16,5 \pm 0,5$	$16,1 \pm 0,7$	$15,9 \pm 0,6$				

Среднее значение \pm доверительный интервал; значения отмеченные * различаются с контролем не значимо (р < 0,05)

Наиболее выраженный эффект от введения наночастиц в биопрепарат ЖФБ можно отметить при анализе данных по средней длине одного проростка (табл. 2). Так при поливе семян ЖФБ длина одного проростка варьировалась от 13 до 15 см, что на 1-3 см больше, чем в контроле. Тогда

как полив биопрепаратами ЖФБ-Fe-1 и ЖФБ-Fe-2 различной концентрации позволил получить среднюю длину проростка 15-16 и 15-17 см соответственно, что больше контрольных значений на 3-5 см и средней длины одного проростка при поливе ЖФБ на 1-2 см. Добавление наночастиц меди в ЖФБ способствовало увеличению средней длины одного проростка на 2-4 см по сравнению с контрольным вариантом. При этом доза наночастиц не повлияла на среднюю длину проростка. В отличие от медьсодержащих биопрепаратов в серии ЖФБ-Zn заметно влияние количества наночастиц в биопрепарате. Так в варианте ЖФБ-Zn-1 средняя длина одного проростка была равна 14-15 см не зависимо от концентрации биопрепарата, что на 2-3 см больше, чем в контроле. Тогда как при применении для полива ЖФБ-Zn-2 средняя длина проростка увеличилась до 16,0-6,5 см, что на 4,0-4,5 см больше, чем при поливе водой и на 1,5-3,0 см больше, чем при использовании ЖФБ.

Таким образом, добавление наночастиц меди, железа и цинка в биопрепарат ЖФБ в дозах 25 и 250 мг/л не влияет на его кислотность. Кроме того, небольшое количество наночастиц железа и цинка (25 мг/л) положительно повлияло на численность амилолитических микроорганизмов, которое увеличилось в 3,5 и 1,5 раза соответственно. Лабораторный эксперимент на семенах льна сорта Надежда показал, что наночастицы в составе ЖФБ положительно влияют на среднюю длину одного проростка, которая была на 3-5 см больше чем в контроле.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 22-76-00016).

Список литературы

1. Коняев, Е. Р. Биопрепараты как перспективный прием по питанию растений // Современные проблемы агропромышленного комплекса: Сборник научных трудов 73-й Международной научно-

практической конференции, Самара, 17 июня 2020 года. – Самара: Самарский государственный аграрный университет, 2020. – С. 43-44.

- T.E., Королькова Маринченко А.П. Отечественные биопрепараты для экологически чистого растениеводства // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», Соленое Займище, 10–12 августа 2021 года / Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. Соленое Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, 2021. С. 314-318.
- 3. Нугманова, Т. А. Использование биопрепаратов для растениеводства // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017. Т. 144-1. С. 211-214.
- 4. A. Nath et.al. Agrochemicals from nanomaterials synthesis, mechanisms of biochemical activities and applications // Comprehensive Analytical Chemistry. 2019. V. 84. P. 263 312.
- 5. H. Chippa, Applications of nanotechnology in agriculture // Methods in Microbiology. 2019. V. 46. P. 115 142.
- 6. Fomicheva, N. V. The effect of the biopreparation of LPB on the yield of vegetable crops / N. V. Fomicheva, G. Yu. Rabinovich, A. A. Kashkova // E3s web of conferences, Krasnoyarsk, 29–31 марта 2023 года. Vol. 390. Krasnoyarsk: EDP Sciences, 2023. P. 01016.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

РАЗДЕЛ III. ИННОВАЦИОННЫЕ АГРО- И БИОТЕХНОЛОГИИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

УДК: 631.: 631.51: 631.11

ВЛИЯНИЕ ГРЕБНЕ-ГРЯДОВОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ, СТРУКТУРУ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ

Митрофанов Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук, **Первушина Н.К., Казьмин А.Е., Копылова Н.В.**

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

Исследования по совершенствованию системы обработки почвы под картофель проводились при грядовой технологии его возделывания со схемами посадки (110+30) х t и 140 х t. Технология была рекомендована для использования в Нечерноземной зоне РФ [1].

Гряды, по сравнению с гребнями, позволяют поддерживать в почве более устойчивый водно-воздушный и температурный режимы; растения на грядах лучше защищены от переувлажнения почвы и фитофтороза, а клубни от повреждения колесами тракторов. На грядах появляются возможности для более эффективного контроля сорной растительности агротехническими приемами — за счет интенсивного объемного окучивания, рыхления откосов гряд вплоть до полегания ботвы картофеля, а также плотного размещения растений картофеля в ленте.

© Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., Казьмин А.Е., Копылова Н.В., 2023 Преимущества грядовой технологии проявляются в повышении производительности труда и энергетической эффективности возделывания картофеля, в более высоком выходе условно чистого дохода, снижении ресурсоемкости и себестоимости выращенной продукции [2].

Улучшенный вариант грядово-ленточной технологии включает ресурсосберегающую систему обработки почвы, полосное рыхление под грядой, ленточное внесение органических и минеральных удобрений на планируемый урожай, комплексную подготовку полей (в т.ч. с осенней нарезкой гряд) с осени, предусматривает уменьшенную норму посадки клубней, усовершенствованную систему ухода за посадками, позволяющую отказаться от применения гербицидов и др. Технология полностью защищена двумя авторскими свидетельствами (№ 1195930 и №1493117). На основе грядово-ленточной технологи была разработана интенсивная ресурсосберегающая технология возделывания картофеля с уровнем урожайности 35,0-45,0 т/га клубней, более эффективными системами регулирования водно-воздушного и питательного режимов почвы, контроля сорной растительности, управления продукционным процессом и т.д. [3]. При использовании для обработки почвы обычных орудий в системе основной обработки была установлена возможность замены зяблевой вспашки дискованием или чизелеванием, с целью уменьшения затрат на обработку. Из приемов предпосадочной обработки почвы устойчивую прибавку урожая на уровне 6-8%, по сравнению с перепашкой, обеспечивало рыхление почвы на глубину 28-30 см, независимо от способа основной (осенней) обработки почвы.

Для реализации улучшенного варианта технологии было разработано комбинированное почвообрабатывающее орудие, позволяющее выполнять весь комплекс работ по обработке почвы, формированию гряд и уходу за посадками. Использование специального комбинированного почвообрабатывающего орудия (грядоделатель-глубокорыхлитель)

позволяет проводить весь комплекс механических обработок: рыхление почвы на глубину до 40 см, нарезку и формирование гряд, весь комплекс обработок по уходу за посадками картофеля. Схема обработки почвы с комбинированным почвообрабатывающим агрегатом, после зернового предшественника, предусматривала: лущение (дискование) — зяблевую вспашку (чизелевание) — весной культивацию, безовальное рыхление, маркировку, с рыхлением почвы на глубину 28-30 см при формировании гряды. В опытах замена обычной технологии обработки почвы на новую с применением комбинированного агрегата увеличивала урожайность картофеля на 2,7-3,8 т/га или на 8,2-14,1%, как с весенней, так и осенней нарезкой гряд. Прибавки урожая на вариантах с грядовой технологией, по сравнению с гребневой (контроль), под влиянием усовершенствованной системы обработки почвы увеличились более чем в 2 раза и составили 4,2-5,2 т/га или 13,6-20,1%, вместо 6,5-7,3% при обычной обработке почвы.

В 2019-2023 гг. исследования по совершенствованию грядовой технологии возделывания картофеля были направлены на изучение эффективности гребнистой вспашки в системе зяблевой обработки почвы под картофель. Цель — улучшение водно-воздушного режима почвы, повышение его устойчивости, более активное использование растительных остатков и измельченной соломы в оптимизации воздушного режима и агрофизических свойств почвы, создание более благоприятных условий для обработки почвы и эффективной работы комбинированного агрегата.

Схема обработки почвы в опытном варианте осенью предусматривала лущение (дискование) — гребнистую вспашку, весной: культивацию, дискование с разравниванием гребней, макировку поля, рыхление почвы на глубину 28-30 см с формированием гряд. При гребнистой вспашке урожайность картофеля, в среднем за 5 лет, была выше на 4,5 т/га или 13,4 % (табл. 1).

Таблица 1 Урожайность картофеля при разных приемах основной обработки почвы, сорт Гала, т/га

		Годы					К конт	гролю:
Приемы основной обработки почвы	2019	2020	2021	2022	2023	Сред нее	±	%
Вспашка почвы на глубину 20-22см (контроль)	40,7	33,1	26,7	26,8	39,3	33,7	1	100,0
Гребнистая вспашка на глубину 20-22см	47,9	37,1	34,6	29,3	42,2	38,2	+4,5	113,4

Примечание: Глубина рыхления почвы весной при нарезке гряд 28-30 см; HCP $_{05}$ 2019 - т/га; 2020 — 3,4 т/га; 2021 — 2,09 т/га; 2022г. — 1,17 т/га, 2023 — 2,6 т/га

Уменьшение глубины предпосадочного рыхления почвы под грядой до 10-20 см приводило к снижению урожайности картофеля. В среднем за 2 года снижение урожая составило 3,2-3,6 т/га или 10,0-11,3% (табл. 2).

Таблица 2 Урожайность картофеля в зависимости от глубины предпосадочного рыхления почвы, гребнистая вспашка, сорт Гала, т/га

Глубина рыхления почвы весной при нарезке гряд комбинированным агрегатом, см	2021г.	2022г.	Среднее	K контролю $,\pm$
28-30 см (контроль)	34,6	29,3	32,0	-
20-22 см	30,4	27,2	28,8	-3,2
10-12 см	29,9	26,9	28,4	-3,6

 HCP_{05} 2021 г. – 2,09 т/га; 2022 г. – 1,17 т/га

В 2023 г. исследования, связанные с совершенствованием системы обработки почвы, были направлены на изучение возможности сокращения количества технологических операций при подготовке гряд к посадке весной. Исследования проводились в 2-х опытах. Схема обработки почвы в

новом (опытном) варианте осенью предусматривала: лущение (дискование) — гребнистую вспашку, весной: закрытие влаги (боронование или культивация без полного разрушения гребней), формирование гряд из 2-х гребней с рыхлением почвы под грядой на глубину 28-30 см.

Из технологии были исключены операции с разравниванием гребней и маркировкой поля. Результаты исследований показали, что исключение из технологического цикла операций, связанных с разравниванием гребней и маркировкой поля, не приводит к снижению урожайности картофеля (табл. 3).

Таблица 3 Урожайность картофеля при разных системах обработки почвы, 2-х строчная схема посадки, 2023 г.

No॒		Урожайно		
	Вариант обработки	сть, т/га	<u>+</u>	%
	Опыт 1			
1.	Обычная зяблевая вспашка (контроль)	43,7	-	100,0
2.	Гребнистая вспашка, с разравниванием гребней	45,1	+1,4	103,2
3.	Гребнистая вспашка, без разравнивания гребней	48,7	+5,0	111,4
	Гребнистая вспашка, среднее по вар.2 и 3	46,9	+3,2	107,3
	Опыт 2			
1.	Обычная зяблевая вспашка (контроль)	35,0	1	100,0
2.	Гребнистая вспашка, с разравниванием гребней	39,2	+4,2	112,0
3.	Гребнистая вспашка, без разравнивания гребней	38,3	+3,3	109,4
	Гребнистая вспашка, среднее по вар.2 и 3	38,7	+3,7	110,6
	Среднее по 2-м опытам			
1.	Обычная зяблевая вспашка (контроль)	39,3	-	100,0
2.	Гребнистая вспашка, с разравниванием гребней	42,2	+2,9	107,4
3.	Гребнистая вспашка, без разравнивания гребней	43,5	+4,2	110,7
	Гребнистая вспашка, среднее по вар.2 и 3	42,7	+3,4	108,6

Примечание: на всех вариантах глубина рыхления почвы при нарезке гряд 28-30 см.

При этом создаются условия для сокращения трудовых и материально-технических затрат на выращивание картофеля, снижения ресурсоемкости выращиваемой продукции.

Анализ структуры урожая, в целом, подтверждает результаты учета урожая, наиболее продуктивными по биологическому урожаю оказался вариант с рыхлением на глубину 28-30 см на фоне гребнистой вспашки, в

основном, за счет крупной фракции клубней. В среднем за 4 года масса клубней в 1 кусте при гребнистой вспашке была на 9,8% больше, чем при обычной (контроль), а средняя масса 1 клубня – на 5,8% (табл. 4).

Таблица 4 Структура урожая картофеля в опыте с обработкой почвы, сорт Гала

Приемы основной обработки почвы	Число клубней с 1 куста, шт.	Масса клубней с 1 куста, г	Масса 1 клубня, г
2020 г.			
Вспашка на глубину 20-22см (контроль)	11,1	757	68,2
Гребнистая вспашка на глубину 20-22см	11,5	872	75,8
2021			
Вспашка на глубину 20-22см (контроль)	9,9	686	69,3
Гребнистая вспашка на глубину 20-22см	11,4	788	69,1
2022			
Вспашка на глубину 20-22см (контроль)	8,6	567	66,1
Гребнистая вспашка на глубину 20-22см	7,4	565	76,1
2023			
Вспашка на глубину 20-22см (контроль)	12,2	1089	88,8
Гребнистая вспашка на глубину 20-22см	12,9	1186	92,3
Среднее за 4	года		
Вспашка на глубину 20-22см (контроль)	10,4 777		74,7
Гребнистая вспашка на глубину 20-22см	10,8	853	79,0

Примечание: глубина рыхления почвы весной при нарезке гряд комбинированным агрегатом 28-30см.

Одним из показателей качества продукции картофеля является содержание крахмала в клубнях. Эта величина является сортовым признаком, но может изменяться под влиянием почвенных и погодных условий выращивания. Сорт Гала характеризуется содержанием крахмала на уровне 11-13%. Гребнистая вспашка на содержание крахмала в клубнях влияния не оказала. В среднем за 4 года содержание крахмала при гребнистой обработке составило 12,6%, на контроле – 12,5% (табл. 5).

Таблица 5 Содержание крахмала и нитратов в клубнях картофеля

	Годы								
Прием основной обработки						К			
почвы	2020	2021	2022	2023	Cp.	контро			
						лю, <u>+</u>			
Содержание крахмала, %									
Обычная вспашка на 20-22 см	11,3	12,2	14,9	11,5	12,5	-			
Гребнистая вспашка на 20-22 см	10,7	12,2	15,7	11,9	12,6	+0,10			
Содержание NO ₃ , мг/кг									
Обычная вспашка на 20-22 см	211	257	231	270	242	-			
Гребнистая вспашка на 20-22 см	243	293	225	256	254	+12			

Анализ клубней на содержание нитратов показал, что, в условиях 2020-2021 гг. при гребнистой вспашке нитратов было больше, чем на контроле, в 2022-2023 гг. — несколько меньше. В среднем за 4 года содержание нитратов в клубнях картофеля было на уровне ПДК (250 мг/кг), различия между вариантами основной обработки почвы были незначительными.

Таким образом, при грядовой технологии выращивания картофеля, с гребневой системой основной обработки и глубоким предпосадочным рыхлением почвы под грядой, создаются благоприятные условия для повышения продуктивности картофеля и снижения ресурсоемкости выращиваемой продукции.

Список литературы

- 1. Грядово-ленточная технология возделывания картофеля на минеральных осушенных землях Нечерноземной зоны РСФСР (рекомендации). М.: 1988.
- 2. Митрофанов Ю.И., Ковалев Н.Г. Грядовая технология выращивания картофеля на осущаемых землях Нечерноземной зоны. /Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сборник научных докладов Международной научно технической

конференции. М.: ВИМ, 17-18 сентября 2013. т. Ч.1. – М.: ВИМ, 2013. С. 78-83.

3. Интенсивная грядово-ленточная технология возделывания картофеля на осушенных минеральных землях (рекомендации). Тверь:1991.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 15.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОЛИВА НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Трубачёва Л.В., кандидат сельскохозяйственных наук, **Власова О.И.,** доктор сельскохозяйственных наук,

Коберник Н.С.

ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, г. Ставрополь, Россия

В разных странах мира основным фактором рационального аграрного производства является экономное использование воды. Поэтому, большое стратегическое и экономическое значение имеет применение таких технологий, которые позволят более экономично использовать поливную В связи с этим нами в условиях зоны неустойчивого увлажнения воду. Новоалександровского района проводились исследования по изучению влияния способов полива на рост и развитие сортов картофеля. Основными водопользователями в крае являются сельхозтоваропроизводители. В Ставропольском крае ведущее место уделяется одной из основных продовольственных культур картофелю. Территория предприятия, где проводились исследования, сельскохозяйственного расположены в третьей агроклиматической зоне Ставропольского края, в зоне неустойчивого увлажнения. Климат умеренно-континентальный, рельеф ровный. Гидрографическая сеть незначительная, в основном состоит из Правоегорлыкского канала. Среднегодовое количество осадков – 538 мм, направление розы господствующих ветров восток, запад.

> © Трубачёва Л.В., Власова О.И., Коберник Н.С., 2023

Гидротермический коэффициент 0,9-1,1. Сумма активных температур 3000-340°C. Зима умерено мягкая, лето жаркое, средняя месячная температура в июле-августе $-+22+24^{\circ}$ С. Общее число жарких дней 60-80. Осадков за активный вегетационный период 300-350 мм. В основном Почвенный покров представлен чернозёмами характера. южными, обыкновенными и выщелоченными. Из-за сложного рельефа в крае часты засухи, суховеи и пыльные бури. Агротехника культур на вариантах общепринятая ДЛЯ зоны возделывания. В работе полевой использовались И лабораторный методы исследований. Исследования проводились в 2021-2022 гг. в двухфакторном опыте.

Цель исследований заключалось в изучении технологии выращивания сортов картофеля, используя разные способы полива. Объектами исследования являлись сорта картофеля Ред Скарлет и Удача.

Изучались такие способы полива как: капельный и дождевание (рис. 1). Влажность почвы поддерживалась на уровне 65-70%. Площадь учетной делянки 65 M^2 .





Рис. 1. Способы полива растений картофеля. Полив дождеванием Капельный полив.

Результаты и обсуждение. Результаты наблюдений за очерёдностью и продолжительностью фаз вегетации картофеля, на полях с орошением дождеванием межфазные периоды растений были продолжительнее периодов роста при использовании капельного полива. Например, если на развитие периода всходы-бутонизация при дождевании потребовалось в среднем 25 дней, то на капельном орошении этот период был короче на 2-3

дня. Что касается сортов картофеля, то более продолжительные периоды отмечались на всех вариантах сорта Ред Скарлет (рис. 2).

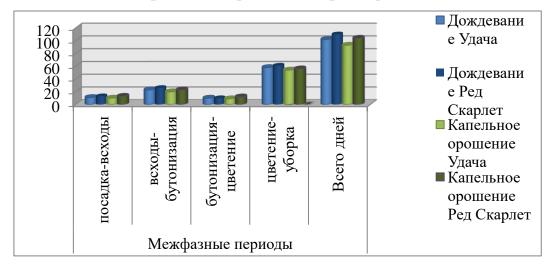


Рис. 2. Вегетационный период сортов картофеля, дни

Во время роста картофельных растений наблюдается неодинаковая потребность в воде. Особенно важно отметить, что максимальная потребность возникает во время цветения, в период, который является критическим для растений. Чтобы избежать негативных последствий, таких как опадение цветков и разрушение молодых завязей, необходимо поддерживать влажность почвы на уровне не ниже 70-80%. Также следует учесть, что температура воды, используемой для полива, должна колебаться в пределах 20-25 °C. Капельный полив, в отличие от других методов полива, не оказывает негативного влияния на листву растений, поэтому его можно круглосуточно. Оптимальная использовать влажность воздуха растений составляет 60-70%. картофельных Высокая влажность предоставляет благоприятную среду для развития грибковых инфекций на картофельных кустах. В экспериментальных условиях было обнаружено распространение следующих заболеваний: фитофтороз, альтернариоз, вертициллез и вершинная гниль.

Общий объем потребления воды растениями формируется из трех основных компонентов: атмосферных осадков, оросительной нормы и влаги, которая извлекается из почвы (табл. 1).

Таблица 1 Водный баланс полей картофеля, м 3 /га

Способы полива	Поливная норма, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Коэффицие нт водопотреб ления, м ³ /т	Средняя урожайно сть, т/га
Дождевание	300/7	2100	4750	89	53,4
Капельный полив	300/5	1500	3800	70	56.0

При поливе дождеванием оросительная норма составляет 2100 м³/га и состоит из семи поливов по 300 м³/га. В случае капельного полива требуется пять поливов по 300 м³/га. Коэффициент водопотребления составлял 70 м³/г при урожайности 56,0 т/га. Однако при снижении урожайности до 53,4 т/га данный коэффициент повышался. Это указывает на необходимость регулирования водопотребления в зависимости от урожайности. Вегетационный период картофеля в 2021 г. характеризовался средней обеспеченностью осадками (550 мм), в то время как в 2022 г. наблюдалось средневлажное состояние почвы, с осадками на уровне 450 мм. Эти данные свидетельствуют о вариациях в уровне влажности в разные годы.

Поддержание оптимальной влажности почвы (75-80% НВ) осуществляется через проведение вегетационных поливов. В 2021 году проводилось 5 таких поливов, при которых использовалась расчетная поливная норма в размере 300 м³/га. В 2022 году было проведено 3 вегетационных полива с нормой 300 м³/га. Недостаток влаги в любой фазе роста приводит к нарушению тургора листьев и замедлению роста (табл. 2).

Таблица 2 Условия водообеспеченности по вариантам опыта

Способ полива	Оросительная норма, м/ ³ га	Урожайность, т/га	Расход воды на создание единицы урожая, M^3/T
Дождевание	2100	53.4	39,3
Капельный полив	1500	56,0	26,8

В нашем опыте величина водопотребления рассчитывалась по методу Штойко по формуле: $E = \sum t \times (0.1 - \frac{a}{100})$.

Исследование показало, что капельный полив картофеля эффективнее в использовании воды по сравнению с поливом дождеванием. При капельном орошении проводилось в среднем 27 поливов с продолжительностью 5 часов каждый. Для получения урожайности 56,0 тонн на гектар расход воды был 26,8 кубических метра на тонну, что на 12,47 кубических метра меньше, чем при поливе дождеванием.

Наиболее урожайным сортом при орошении дождеванием является Ред Скарлет с урожайностью 61,9 тонн на гектар. Сорт Удача давал больше клубней с одного растения, но они были мелкой фракции, и урожайность составила 45,0 тонн на гектар.

Сравнительный анализ урожайности сортов картофеля при различных способах полива показал, что для сорта Ред Скарлет предпочтительнее использовать полив дождеванием, который позволяет получить урожайность на 10-13 тонн больше, чем при капельном поливе. Сорт Удача, для достижения урожайности 63,6 тонн на гектар, лучше выращивать с использованием капельного полива, при котором получается урожай на 18 тонн больше, чем при поливе.

Таким образом, капельный полив картофеля способствует более интенсивному формированию клубней весом от 100 г и более, что приводит к повышению урожайности в среднем на 13,0 тонн на гектар. При поливе дождеванием увеличивается доля средних и мелких клубней, что может быть важным при использовании картофеля для семеноводства.

Список литературы

1. Ахмедова П.М., Алилов М.М. Защита растений картофеля от вредных организмов в системе капельного орошения на юго-востоке Казахстана // Селекция и семеноводство овощных культур. 2017. № 45. С. 60-69.

- 2. Болотин Д.А. К методике расчета систем капельного орошения // Орошаемое земледелие. 2016. № 3. С. 17-18.
- 3. Бондаренко А.Н., Мухортова Т.В., Мягкова Е.Г. Возделывание картофеля при совместном капельном и спринклерном орошении перспективная инновация для крестьянско-фермерских хозяйств аридной зоны // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4 (44). С. 97-105.
- 4. Воеводина Л.А., Ресурсосберегающий режим капельного орошения при выращивании картофеля // Аграрная наука. 2016. № 5. С. 20-22.
- 5. Vlasova O.I., Perederieva V.M., Volters I.A., Tivikov A.I., Trubacheva L.v. Change in microbiological activity under the effect of biological factors of soil fertility in the Central Fore-caucasus chernozems // Biology and Medicine. 2015. T. 7. № 5. C. BM-146-15.
- 6. Esaulko A.N., Salenko E.A., Sigida M.S., Korostylev S.A., Golosnoy E.V. (2015) Agrochemical principles of targetting winter wheat yield on leached chernozem of the Stavropol elevation. Biosciences Biotechnology Research Asia 12(1): 301-309.
- 7. Трубачёва Л.В., Шабалдас О.Г., Власова О.И и др. Целесообразность внедрения перспективных способов полива сельскохозяйственных культур в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Вестник АПК Ставрополья. 2019. № 4(36). С. 65-71.

Дата поступления рукописи в редакцию: 26.08.2023 г. Дата подписания в печать: 14.09.2023 г.

РАСТИТЕЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ЦЕНОЗА КАРТОФЕЛЯ В ОРОШАЕМОМ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТЕ

Веденеева В. А, кандидат сельскохозяйственных наук, Шатровская М.О., Поташкина Ю.Н.

ФГБНУ «ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», г. Волгоград, Россия

В статье рассмотрен вопрос влияния мелиоративных защитных лесных полос на содержание элементов минерального питания (NPK) выращиваемых сельскохозяйственных культур. Отмечено положительное влияние защитной лесной полосы на накопление вносимых элементов минерального питания. Данный мелиоративный эффект необходимо учитывать при расчете и внесении удобрений.

В последнее время для контроля за питанием растений и установления их потребности в питательных элементах, а также корректировки доз удобрений в течение вегетации все шире внедряется растительная диагностика. Это важнейшее дополнение к методам определения доз удобрений. Метол оперативно диагностики отражает уровень обеспеченности элементами питания растений на отдельных этапах их роста и развития [1, 2]. Объектом исследования является агроценоз картофеля, формирующийся под мелиоративным влиянием защитных лесных полос на орошаемых землях. Картофель – ценная продовольственная, кормовая и техническая культура, относящаяся к важнейшим и востребованным сельскохозяйственным продуктам в мире.

> © Веденеева В. А, Шатровская М.О., Поташкина Ю.Н., 2023

В Волгоградской области картофель возделывают на площади около 11,1 тыс. га. Валовой сбор картофеля в области в 2022 году составил 179,3 тыс. тонн, из них 13,9% производят крестьянско-фермерские хозяйства, 23,6% — сельскохозяйственные организации и 62,5% — хозяйства населения [5, 6]. Защитные лесные насаждения занимают небольшую площадь сельскохозяйственной территории области, НО являются самыми экологически и экономически выгодными способами защиты экосистемы. В настоящее время изучение влияния мелиоративных защитных лесных полос на биопродуктивность выращиваемых сельскохозяйственных культур является актуальным, как на богарных, так и на орошаемых землях [3].

Исследования проводились в поселке Майском, г. Волгограда Волгоградская область. Изучалось влияние мелиоративных защитных лесных полос на содержание элементов минерального питания в растениях выращиваемой культуры. Определение потребности растений в элементах питания проводилось методом определения активности хлоропластов с помощью портативной лаборатории «ФЭД-Эконикс» по методике, разработанной предприятием изготовителем. Внутри экосистемы использованы расстояния: 2,5; 5; 10; высот лесной полосы (Н) с наветренной стороны. При данной открытой системе контрольный участок был расположен на расстоянии 30-40H.

Климат территории объекта исследований умеренно континентальный, с умеренно холодной зимой и жарким летом. Средняя температура воздуха, по данным многолетних наблюдений, составляет +8,8°C. Самый холодный месяц - февраль со средней температурой – 5,9°C. Самый тёплый месяц - июль, его среднемесячная температура +24,7°C. Годовая сумма осадков составляет 363 мм. В целом вегетационный период был средне засушливым.

Выращиваемая культура — столовый сорт картофеля Ривьера, система полива — капельное орошение. Агротехника включала в себя приемы обработки почвы, удобрение, подготовку посадочного материала, посадку, уход и обработку. Осенью проводилось боронование, внесение минеральных удобрений и вспашка. Весной проводилось культивирование и боронование. Для борьбы с сорной растительностью на поле применялась одна гербицидная обработка, летом две механизированные прополки — культивации. Также была применена инсектицидная обработка клубней картофеля от вредителей. Минеральные удобрения вносились весной при посадке, Нитроаммофос — $N_{14}P_{14}K_{23}$ — 450 кг/га в физической массе и с поливной водой - Азота— N_{34} — 350 кг.

Для определения содержания (недостатка или избытка) макро- или микроэлементов в растениях использовали метод функциональной диагностики, разработанный А.С. Плешковым и Б.Я. Ягодиным. Принцип данного метода заключается в определении фотохимической активности хлоропластов отобранных растительных образцов. За фотохимическую активность хлоропластов принимали разницу оптической плотности, измеряемой на фотоколориметре «Экотест-2020» при длине волны 620 нм, до и после прохождения светового луча через солевую вытяжку суспензии хлоропластов. Измерения проводили как при добавлении элементов питания в солевую вытяжку, так и без добавления (контроль) [4].

Полученные результаты изображают графически (рисунок 1). Через контрольные измерения (К2, К3) на графике проводится прямая, более высокая активность по сравнению с контролем свидетельствует о недостатке данного элемента, более низкая – об избытке, пик одинаковой активности – об оптимальной концентрации в растении. Расчет доз удобрений, содержащих элементы, которые находятся в недостатке, производят следующим образом: 1) по рисунку находят процент потребности в элементе питания; 2) составляют пропорцию: 100% - дозы

минеральных удобрений на 1 га % потребности элемента — X (добавочная доза); 3) находят добавочную дозу удобрений для подкормки (X). Дозы минеральных удобрений на 1 га для внекорневой подкормки при 100% недостаточности: мочевина — $50~\rm k\Gamma$, аммофос — $20~\rm k\Gamma$, $K_2SO_4 - 50~\rm k\Gamma$, $KCI - 10~\rm k\Gamma$, $Ca(NO_3)_2 - 40~\rm k\Gamma$, $MgSO_4 - 5~\rm k\Gamma$, $ZnSO_4 - 500~\rm r$, $MnSO_4 - 500~\rm r$, $NH_4MoO_2 - 500~\rm r$, $FeSO_4 - 500~\rm r$, $CuSO_4 - 200~\rm r$, $H_3BO_3 - 100~\rm r$, $CoCI_2 - 30~\rm r$, $KJ - 20~\rm r$.

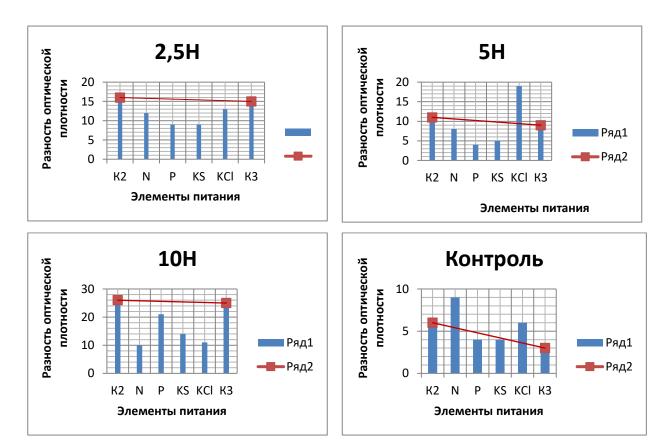


Рис. 1. Разность оптической плотности раствора хлоропластов картофельной ботвы

Определение потребности картофеля в элементах питания проводилось в фазу бутонизации. Отбор образцов проводили на разном расстоянии от защитной лесной полосы (H) — 2,5; 5 и 10 Н. Технические возможности позволили провести только укороченную диагностику по 4 элементам. На расстоянии 2,5H и 10H недостаток в элементах минерального питания не отмечен, соответственно внесение удобрений (NPK) не требовалось. На расстоянии 5H отмечен недостаток КСІ. Недостаток КСІ не

компенсировался, так как при возделывании картофеля необходимо избегать хлорсодержащих удобрений, которые являются причиной снижения содержания крахмала и ухудшения качества клубней. По мере удаления от лесной полосы – на контрольном участке (30-40 Н) растения в эту фазу нуждались в N и KCI. Следовательно на расстоянии до 10H применяемые агротехнические приемы И количество вносимых минеральных удобрений являются оптимальными для роста и развития выращиваемой культуры. На расстоянии более 10Н необходимо провести дополнительные мероприятия по компенсации недостающих элементов минерального питания.

В результате проведенных полевых и камеральных исследований отмечено, что защитная лесная полоса оказывает благоприятное влияние на накопление вносимых элементов минерального питания, а их мелиоративный эффект необходимо учитывать при расчете и внесении удобрений.

Список литературы

- 1. Абеуов С.К. Зависимость между химическим составом растений и величиной урожая картофеля на каштановых почвах Павлодарской области / С.К. Абеуов, О.Д. Шойкин, В.А. Камкин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2022. № 3(209). С. 11-17. DOI 10.53083/1996-4277-2022-209-3-11-17. EDN NQMGIU.
- Ермохин Ю.И. Особенности химического состава кормовых и овощных культур в условиях Западной Сибири / Ю.И. Ермохин, И.А. Бобренко // Омский научный вестник. 2003. №3. С. 180-182.
- 3. Кретинин В.М. Агролесомелиоративное почвоведение: развитие, достижения, задачи / В.М. Кретинин, К.Н. Кулик, А.В. Кошелев // Вестник российской сельскохозяйственной науки. -2020. № 1. С. 23-26. DOI 10.30850/vrsn/2020/1/23-26. EDN QIKPFV.

- 4. Растительная диагностика минерального питания растений овощных культур и картофеля / Ю.И. Ермохин, И.А. Бобренко, Е.Г. Бобренко [и др.] // Проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов : сборник І региональной (заочной) научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся посвященной 100-летию Омского государственного аграрного университета, ОМСК, 06 декабря 2017 года. ОМСК: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2018. С. 305-315. EDN YNPEVP.
- 5. Тарасова А.А. Современное состояние и тенденции развития рынков картофеля и овощей / А.А. Тарасова, М.М. Галеев // Вестник аграрной науки. 2021. № 6(93). С. 131-138. DOI 10.17238/issn2587-666X.2021.6.131.
- 6. Федеральная служба государственной статистики. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства. URL: https://34.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Областной%20доклад_12_22%20-%20на%20сайт.pdf.

Дата поступления рукописи в редакцию: 18.08.2023 г. Дата подписания в печать: 14.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ОЗИМОЙ РЖИ И ЕГО СБОР С УРОЖАЕМ

Волкова Е.С..

Дятлова М.В., кандидат сельскохозяйственных наук, Шайкова Т.В., кандидат сельскохозяйственных наук ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия

Зерновые культуры, в том числе и озимая рожь, обеспечивают потребности населения в растительном белке. Поэтому белок — один из наиболее важных показателей качества растениеводческой продукции. Содержание белка в зерне злаковых культур может находиться в пределах 8-17%, [1]. Величина показателя зависит от погодных условий, почвенного плодородия, вносимых удобрений.

Моделирование влияния различных погодных условий на характер связи между урожайностью и содержанием белка показало, что процессы накопления азота и углеводов не зависят друг от друга, а внешние факторы могут обуславливать отрицательную корреляцию между урожайностью и белковостью [2]. Исследованиями установлено, что скорость накопления белка азота ДЛЯ синтеза мало зависит OT температуры И влагообеспеченности, в большей степени - от количества доступного азота почвы и концентрации его в вегетативных органах в фазу налива зерна. В засушливый период из вегетативных органов происходит интенсивное поступление азота, накопленного до цветения.

> © Волкова Е.С., Дятлова М.В., Шайкова Т.В., 2023

Это ускоряет старение листьев и снижает поступление в зерновку углеводов. Поэтому, сокращение фазы налива семян в жаркие годы компенсируется повышением накопления азота и синтеза белка в зерновке [3].

Индуцирует изменение урожайности и содержания белка применение удобрений. На низком азотном фоне урожайность имеет прямолинейную зависимость от количества доступного азота, а содержание белка в зерне остается постоянным. На среднем азотном фоне зависимость между содержанием белка и урожайностью нелинейная, что объясняется эффектом разбавления постоянного количества азота в увеличивающемся углеводном компоненте. На высоком азотном фоне содержание белка повышается быстрее урожайности и белковость зерна возрастает [4]. Последним объясняется эффективность азотных подкормок, которые повышают содержание белка в зерне без снижения продуктивности [5].

В настоящей работе исследуется влияние почвенного плодородия, азотных подкормок и современных комплексных препаратов на основе биологически активных веществ на урожайность зерна и содержание белка с целью разработки ресурсосберегающей технологии возделывания озимой ржи и получения продукции высокого качества.

В ходе работы изучена эффективность новейших биологических препаратов: на основе аминокислот — Кодамин В-Мо; на основе карбоновых кислот — К-гумат-Na; на основе фитогормонов (Агрофлорин и Ауксинолен) и микробиологический препарат Бисолбифит. Исследования эффективности биопрепаратов при возделывании кормовой озимой ржи в условиях Псковской области проводится впервые.

Почва опытных участков — дерново-подзолистая, лекгосуглинистая. Агрохимическая характеристика почвы представлена в таблице.

Таблица Агрохимические показатели почвы опытных участков

			Нг	S	P_2O_5	K ₂ O			Степень		
Почва	Год	рН	мг-эк	мг-экв/100 г		мг/кг		мг/кг		NO ₃ — накопле- ние, мг/кг	насыщен- ности основаниями, %
(ВО) высоко	2020	6,2	1,7	11,4	300	237	3,2	45,0	87,0		
окультуренная	2021	6,1	1,8	14,0	>350	200	2,8	47,4	88,6		
(СО) средне	2020	5,3	3,6	5,3	220	167	2,1	31,0	59,6		
окультуренная	2021	5,2	3,5	5,0	300	200	2,2	29,1	58,8		

Учетная площадь делянки — 30 м², повторность 4-х кратная. Агротехнические приемы и сроки их проведения общепринятые для зоны возделывания озимой ржи. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию в виде азофоски, аммиачной селитры и калия хлористого (основное удобрение). Весной в виде подкормок в исследуемых дозах вносили азот (аммиачная селитра), проводили листовые обработки биопрепаратами. Исследуемая культура — озимая рожь универсального назначения с низким содержанием водорастворимых арабиноксиланов, сорт Новая Эра. Анализы почвы и растений выполнены в лаборатории агротехнологий ФГБНУ ФНЦ ЛК по утвержденным методикам.

Влияние почвенного плодородия и удобрений на содержание сырого белка в зерне озимой ржи отображено на рисунке 1. На контроле, без удобрений его величина была равна 8,8% абсолютно сухого вещества (АСВ) как на высоко окультуренной (ВО), так и на средне окультуренной (СО) почве. Внесение минеральных удобрений с минимальной дозой азота способствовало повышению содержания белка на ВО почве до 9,0%, в то время, как на СО почве его содержание уменьшилось до 8,1%, что может быть связано с биологическим разбавлением в увеличивающейся вегетативной массе при недостаточном азотном питании.

Осеннее внесение 40 кг/га азота сопровождалось дальнейшим повышением содержания белка на 0,34% ACB в зерне озимой ржи, возделываемой на ВО почве. В зерне, полученном на СО почве, содержание

белка повышалось на 0,39% ACB. Максимальное содержание исследуемого показателя в условиях высокой окультуренности почвы установлено при внесении минеральных удобрений с дробным внесением 60 кг азота на гектар — 9,96% ACB. На СО почве при внесении с минеральными удобрениями 40 кг азота содержание белка составило 9,12% ACB. С дальнейшим повышением дозы азота содержание белка оставалось статистически постоянным.

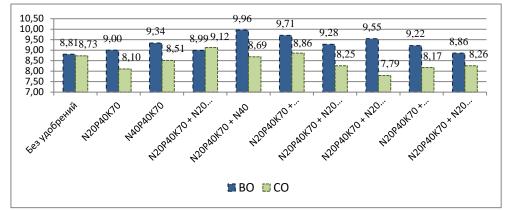


Рис. 1. Влияние плодородия почвы и удобрений на содержание сырого белка в зерне озимой ржи, % ACB (в среднем за два года)

Тенденция увеличения содержания белка отмечена под влиянием биопрепаратов Ауксинолен, Кодамин В-Мо и К-Гумат-Na при возделывании озимой ржи на более плодородной высоко окультуренной почве. Влияние почвенного плодородия и удобрений на сбор сырого белка отображено на рисунке 2.

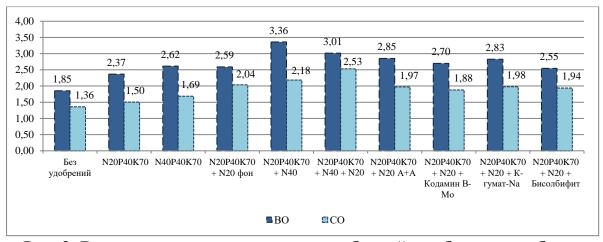


Рис. 2. Влияние плодородия почвы и удобрений на сбор сырого белка с урожаем зерна, ц/га

Сбор сырого белка является производной урожайности зерна и содержания белка в зерне. Вследствие этого, величина сбора сырого белка изменяется пропорционально урожайности зерна. Установлено, что на высоко окультуренной почве она существенно выше, чем на почве средней степени окультуренности. Если на контроле, без внесения удобрений, различие между величинами исследуемого показателя составляет 0,49 ц/га, при внесении минеральных удобрений с дозой азота 60 кг/га, сбор сырого белка с урожаем зерна озимой ржи, возделываемой на ВО почве, существенно возрастает до 1,18 ц/га или на 35%. На СО почве максимальное количество сырого белка — 2,53 ц/га получено при дробном внесении наибольшей дозы азота, равной 80 кг/га.

Положительное влияние биопрепаратов на сбор сырого белка установлено на ВО почве, которое заключалось в повышении исследуемого показателя, в сравнении с фоном, на 0,26 ц/га или 10,0% от Ауксинолена и Агрофлорина; на 0,11 ц/га или 4,2% от Кодамина В-Мо; на 0,24 ц/га или 9,3% от К-Гумат-Na.

Проведенные исследования показали, что на высоко окультуренной почве внесение удобрений под озимую рожь обеспечивало 2,37-3,36 ц/га сырого белка. Максимальное его количество было получено при внесении удобрений в дозах $N_{60}P_{40}K_{70}$ с дробным внесением азота. На средне окультуренной почве с урожаем зерна собрано 1,5-2,53 ц/га. На получение максимального количества сырого белка потребовалось внести с минеральными удобрениями 80 кг азота на гектар.

Список литературы

1. Кондратенко Е. П., Константинова О. Б., Соболева О.М., Ижмулкина Е.А., Вербицкая Н. В., Сухих А.С. Содержание белка и аминокислот в зерне озимых культур, произрастающих на территории лесостепи юго-востока Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2015, №3. С. 143-150.

- 2. Martre P., Jamieson P. D., Semenov M. A., Zyskowski R. F., Porter J. R., Tribo V.F. Modelling protein content and composition in relation to crop nitrogen dynamics for wheat // Eur. J. Agron. 2006. V. 25. P. 138-154.
- 3. Кошкин Е.И. Возможно ли сочетание высокой урожайности и качества урожая полевых культур? // Агрохимия, 2018. №6. С. 89-98.
- 4. Fowler D. B., Brydon J., Darroch B. A., Entz M.N., Johnston A. M. Environment and genotype influence on grain protein concentration of wheat and rye // Agron. J. 1990. V. 82. P. 655-664.
- 5. Рысев М.Н., Волкова Е.С., Федотова Е.Н., Дятлова М.Н. Закономерности действия удобрений под озимую рожь на дерновоподзолистых почвах // Известия великолукской ГСХА. 2018. №4. С. 18-25.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 15.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Гриц Н.В.¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Диченский А.В.¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Ганган Ю.И.²

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия ²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», р.п. Большие Вязёмы, Россия

Приоритетной задачей России в научно-техническом развитии является переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств защиты сельскохозяйственных растений [4].

Большим резервом увеличения производства зерна является ликвидация потерь урожая от деятельности вредных объектов. При этом в технологиях возделывания культур необходимо расширять использование биологических приемов [1].

Возникает проблема, когда возрастающие объёмы применения пестицидов не обеспечивают полноценную защиту урожая. С целью защиты сельскохозяйственных растений от вредоносных объектов, актуальным становится применение экологически чистых биологических препаратов, которые не оказывают ингибирующего влияния на сами растения и не вызывают гибель почвенной микрофлоры.

© Гриц Н.В., Диченский А.В., Ганган Ю.И., 2023 Защищая от различных грибковых и бактериальных заболеваний, а также стимулируя рост и развитие растений, они приводят к значительному увеличению урожайности и повышению качества продукции [3,5].

Разработка оптимального сочетания применения фунгицидов, других средств защиты, удобрений должно обеспечить благоприятную фитосанитарную обстановку, сохранность окружающей среды и высокую продуктивность культур [2].

Цель исследований — изучение особенностей фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы при реализации экологизированной системы защиты посевов от комплекса вредных объектов при использовании пестицидных композиций с биофунгицидами.

Исследования проводились в 2022 и 2023 году в Тверской области на дерново-подзолистой, среднесуглинистой почве с р $H_{\rm KCl}$ 4,8-5,1, содержанием подвижного фосфора и калия по Кирсанову 240 и 190 мг/кг соответственно; содержание гумуса по Тюрину – 1,9%. Повторность опыта четырехкратная.

Объектом исследований выступала пшеница озимая сорта Скипетр.

Опыт двухфакторный — фактор A — градации азота под озимую пшеницу: 0, 30, 60 на общем фоне $P_{60}K_{90}$; фактор B — системы защиты растений: контроль (без защиты), минимальная (протравливание семян + обработки регулятором роста), интегрированная (протравливание семян + обработки гербицидами, фунгицидами, инсектицидами, регулятором роста).

Минеральные удобрения применялись в форме аммиачной селитры в качестве подкормки, азофоски в качестве фона. Системы защиты разрабатывались на основе препаратов нового поколения: для минимальной системы защиты — Биоагро-РР и Алирин-Б, для интегрированной системы защиты — Альбит, Органза, Агрошанс и Беномил согласно рекомендуемым нормам. Обработки проводились в фазу кущения и в фазу выхода в трубку.

Агротехника возделывания озимой пшеницы в опыте соответствовала общепринятой для Нечерноземной зоны РФ. Учет урожая проводился сноповым методом. Полученные данные статистически обрабатывались согласно методике Б.А. Доспехова.

Условия для роста и развития растений озимой пшеницы в годы опыта были благоприятные и соответствовали среднемноголетним показателям. В 2022 году в период формирования и налива зерна отсутствие осадков в мае и июле, а также аномально жаркий период (до +30 °C) в июне не позволили получить урожайность на уровне характеристики сорта (таблица).

Таблица Влияние доз азотных удобрений и системы защиты растений на урожайность озимой пшеницы, т/га

T.	Система	Ур	ожайность,	Прибавки		
Градация азота	защиты растений	2022 г. 2023 г. Средняя		Средняя	По фактору А	По фактору В
A_0		2,48	4,04	3,26	-	-
A_1	\mathbf{B}_0	2,91	4,61	3,76	0,5	-
A_2		3,61	4,83	4,22	0,96	-
A_0		2,91	4,22	3,57	-	0,31
A_1	B_1	3,14	4,86	4,0	0,43	0,24
A_2		3,87	4,90	4,39	0,82	0,17
A_0		3,31	4,74	4,03	-	0,77
A_1	\mathbf{B}_2	3,44	4,86	4,15	0,12	0,39
A_2		3,71	4,92	4,32	0,29	0,1
НС	$P_{0,5}$	0,31	0,34	3,4	-	-

На фоне B_0 и без внесения удобрений она составила 2,48 т/га, при этом внесение N_{60} позволило получить 3,61 т/га зерна. Несмотря на резкие перепады температуры и оттепели в зиму 2022-2023 годов урожайность на контрольном варианте была выше и составила 4,04 т/га.

Эффективность внесения удобрений зависела от дозы и применяемой системы защиты растений. Минимальная урожайность озимой пшеницы

формировалась в варианте без внесений азотных удобрений и без использования химических средств защиты растений и составляла в среднем $3,26\,$ т/га. При увеличении дозы внесения азотных удобрений урожайность закономерно повышалась и интегрированной системе защиты растений достигала максимального значения $-4,92\,$ т/га при внесении N_{60} . В среднем за годы исследований наибольшая урожайность озимой пшеницы в этом варианте была выше, чем на фоне фосфорно–калийных удобрений в $1,3\,$ раза. При минимальной системе защиты (протравливание семян + обработки регулятором роста) внесение азотных удобрений обеспечивало повышение урожайности до $4,39\,$ т/га, и прибавку по сравнению с фоном $0,82\,$ т/га.

Наиболее эффективно внесение азотных удобрений при использовании интегрированной защиты, включающей протравливание обработки гербицидами, семян И фунгицидами, инсектицидами, регулятором роста. Урожайность в среднем по годам опыта достигала 4,32 т/га, а прибавка урожайности за счёт использования интегрированной системы защиты растений достигала 0,77 т/га. Снижение динамики прибавки урожая от применения средств защиты растений (от минимальной к интегрированной) при возрастании дозы азота можно объяснить повышением устойсивости растений озимой пшеницы к болезням, вредителям и повышение конкурентного преимущества по отношению к сорной растительности. Однако в современных условиях интенсификации производства при соблюдении экологического равновесия наиболее перспективно выглядят варианты с применением N_{30} в виде подкормки и интегрированной системой защиты растений.

Список литературы

1. Козлова Л.М., Носкова Е.Н., Попов Ф.А., Светлакова Е.В. Баланс элементов питания в севооборотах в условиях биологизированного

адаптивно-ландшафтного земледелия // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 3 (27). С. 84-94.

- 2. Наумкин В.Н., Ступин А.С., Лопачев Н.А., Лысенко Н.Н., Стебаков В.А. Адаптивное растениеводство / Учебное пособие. Санкт-Петербург, 2018.
- 3. Ступаков А.Г., Морозов Д.О., Куликова М.А., Букреев В.В., Желтухина В.И., Щедрина Ю.Е., Алаши Таер А.Х. Сравнительная оценка биологизированной системы защиты растений озимой пшеницы от бактериальных и грибковых заболеваний в условиях юго-запада ЦЧР // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. -2021. № 4 (32). С. 212-220.
- 4. Указ Президента РФ № 642 от 01.12.2016 года об утверждении «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
- 5. Шутко А.П., Тутуржанс Л.В., Михно Л.А., Шек Е.Г. Биологизированная защита озимой пшеницы от листовых пятнистостей // Земледелие. 2021. № 3. С. 39-44.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 06.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОГО ЧЕСНОКА

Гриц Н.В.¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Соломатина Т.В.²

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия ²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», р.п. Большие Вязёмы, Россия

Возделывание чеснока — достаточно рентабельное направление в сельском хозяйстве, но промышленное производство этого овоща в России не слишком развито. При этом основные массивы приходятся на озимый чеснок, а средняя урожайность колеблется в пределах 0,94-1,45 т/га. Однако фактическая урожайность чеснока часто не достигает потенциальной, что обусловлено высокой поражаемостью культур различными вредными объектами.

Поэтому актуальным становится расширение площадей возделывания озимого чеснока для получения продукции в значительных объемах, не оставляя без внимания особенности элементов технологии возделывания культуры в различных почвенно-климатических условиях [1, 3]. Ряд исследователей наряду с применением традиционных фунгицидов для обеззараживания посадочного материала чеснока рекомендует применять серебросодержащие препараты в форме раствора наночастиц [5].

Фитосанитарный мониторинг посадок озимого чеснока в ранний весенний период позволил установить основные причины их изреженности.

© Гриц Н.В., Соломатина Т.В., 2023

Среди них на первом месте гибель растений в процессе зимовки в результате преждевременного роста культуры и истощения запасов питательных веществ в мясистой чешуе и неудовлетворительное качество посадочного материала [2, 4].

Цель исследований — изучение влияния минерального питания и применения фунгицидных и ростостимулирующих препаратов на продуктивность озимого чеснока.

Исследования проводились в 2021-2023 годах в Оренбургской области на черноземе обыкновенном, среднемощном, тяжелосуглинистом с рН_{КСІ} 6,9, содержанием подвижного фосфора и калия по Кирсанову 220 и 280 мг/кг соответственно, нитратного азота — 8,4 мг/кг, гумуса по Тюрину — 5,8%. Повторность опыта 3-х кратная.

Объектом исследований выступал озимый чеснок сорта «Парус».

Опыт двухфакторный – фактор A – минеральное питание; фактор B – обработка посадочного материала.

Минеральные удобрения применялись в форме Нитрофоски в качестве подкормки после схода снега. Для обработки посадочного материала применялись препараты Зеребра Агро и Максим согласно рекомендуемым нормам.

Агротехника возделывания озимого чеснока в опыте соответствовала общепринятой для подзоны северной степи. Озимый чеснок высаживали в первой декаде октября 2021 и 2022 гг. Исследования проводили в вегетационный период – с апреля по июль 2022-2023 гг. В течение вегетации проводили фенологические наблюдения, фиксировали сроки вступления в фенологические фазы и оценивали развитие растений. Учет урожая (прямым методом) и статистическую обработку полученных данных осуществляли в соответствии с методикой Б.А. Доспехова.

Важным критерием оценки состояния растений после перезимовки является показатель выживаемости. Анализируя влияние препаратов,

следует отметить, что оба изучаемых препарата положительно повлияли на этот показатель (табл.1).

Таблица 1 Хозяйственно-ценные показатели озимого чеснока

Фактор А	Фактор В	Выживаемость,	Диаметр луковицы, см	Масса луковицы, г	Количество зубков в луковице, шт.	Масса зубков, г
A_0	D	64,8	4,0	24,2	5,7	4,21
A_1	\mathbf{B}_0	68,7	4,3	26,1	5,8	4,39
A_0	B_1	77,4	4,7	27,3	6,1	4,36
A_1	Βl	82,0	4,9	26,5	6,4	4,24
A_0	B_2	83,1	4,6	26,1	6,1	4,31
A_1		87,2	4,9	27,6	6,2	4,61

По сравнению с контролем выживаемость растений увеличилась при обработке посадочного материала на 13,3-18,5%. Низкая выживаемость в контроле, где она находилась на уровне 64,8%, в первую очередь обусловлена зараженностью посадочного материала рядом грибных и бактериальных заболеваний. Оценивая влияние препаратов на массу луковицы, видно, что отмечено превышение по этому показателю по сравнению с контролем. При этом на фоне применения минерального удобрения прибавка массы достигала 5% при применении препарата Максим. Количество зубков в луковице соответствовало данному сортовому признаку и варьировало от 5,7 шт. без обработок до 6,4 шт. при использовании Зеребра Агро на фоне подкормки. По массе одного зубка (в среднем 4,35 г.) зубки, полученные во всех вариантах, относились к средней фракции.

Главным хозяйственным признаком является урожайность сорта. В период наблюдения за посадками озимого чеснока погодные условия не выходили за рамки критических и в целом были относительно благоприятны для успешной перезимовки. Однако в 2022 году в период формирования урожая отсутствие осадков в мае и июне, а также аномально

жаркий период не позволили получить урожайность на уровне характеристики сорта (табл. 2).

Таблица 2 Урожайность озимого чеснока, т/га

Фактор А	Фактор В	Урожайность		Прибавки		
Фактор А	Фактор Б	2022 г.	2023 г.	Средняя	По фактору А	По фактору В
A_0	D	6,		6,62	-	-
A_1	\mathbf{B}_0	5,4		7,14	0,52	-
A_0	D.			7,31	-	0,69
A_1	B_1	5,4		7,36	0,74	0,22
A_0	D.			7,21	-	0,59
A_1	B_2	5,8		7,52	0,9	0,38
HCP _{0,5}				0,95	-	-

На фоне B_0 и без внесения удобрений урожайность озимого чеснока составила 6,62 т/га, при этом внесение $N_{13}P_{13}K_{13}$ позволило получить 7,14 т/га луковиц. Эффективность внесения удобрений зависела и от применяемой системы защиты растений. При внесении удобрений урожайность закономерно повышалась и на фоне обработки посадочного материала препаратом Максим достигала максимального значения — 7,52 т/га. Прибавка урожайности по фактору A = 0,74 т/га была получена при использовании Зеребра Агро. По фактору В прибавка урожайности 0,69 и 0,59 т/га отмечена при применении препаратов Зеребра Агро и Максим соответственно без проведения подкормок. Снижение динамики прибавки урожая от применения средств защиты растений при внесении удобрений можно объяснить повышением устойчивости растений озимого чеснока к болезням и повышением конкурентного преимущества по отношению к сорной растительности.

Список литературы

1. Ананьева А.Ю., Рожкова Е.А., Елисеев И.П. Влияние срока посадки и предпосадочного удобрения на продуктивность озимого чеснока //

Юность Большой Волги / Сборник статей лауреатов XXII Межрегиональной конференции-фестиваля научного творчества учащейся молодежи. 2020. C.110-115.

- 2. Волчкевич И.Г., Попов Ф.А. Эффективность приемов защиты посадок чеснока озимого от вредных организмов // Защита растений. 2018. №42. С.316-326.
- 3. Калинина Е.А., Балабай Ю.А. Влияние биофунгицидов на хозяйственную продуктивность озимого чеснока (Allium sativum 1.) // Известия КГТУ. 2020. №59. С. 173-180.
- 4. Матиевская Н.А. Влияние протравителей на развитие гнилей озимого чеснока // Защита и карантин растений. 2019. №8. С. 21-22.
- 5. Поляков А.В., Алексеева Т.В. Перспективы использования наночастиц серебра для получения высококачественного посадочного материала чеснока озимого // Проектная культура и качество жизни. 2016. №2. С. 60-64.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 06.09.2023 г.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ В УСЛОВИЯХ КАЛИНИНСКОГО РАЙОНА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Королева Ю.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

Свекла столовая (Béta vulgárisL.) – однолетнее, двулетнее или многолетнее травянистое растение, семейства Амарантовые [2, 3].

Широкую востребованность можно обосновать ее диетическими качествами и высоким содержанием БАВ. В настоящее время глобальной задачей селекционеров является создание отечественных сортов и гибридов, отличающихся привлекательностью корнеплодов и обладающих высокими питательными элементами [2, 4]. Доказано, что широкое внедрение достижений российской селекции овощных культур в сельскохозяйственное производство способно обеспечить наше население собственной качественной продукцией [1, 2, 3].

Поэтому цель исследований — сравнить отечественные сорта по формированию урожайности корнеплодов свеклы столовой в условиях Калининского района Тверской области.

Опыт был заложен в 2022 году на выводном поле кафедры растениеводства и технологий переработки льна Тверской ГСХА. Почва участка дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая по гранулометрическому составу с содержанием гумуса 2,0 %, N л.г. – 70 мг/кг, P_2O_5 — 343 мг/кг, K_2O — 91 мг/кг почвы, pH 5,7. Опыты закладывались методом организованных повторений с систематическим размещением вариантов в 4-х кратной повторности. Площадь опытной делянки 12 м².

© Королева Ю.С., 2023

Посев проводился -8 мая, всходы отмечены 20 мая.

Посадка свеклы осуществлялся рассадным способом, по схеме опыта 15*20 см. Предшественником были однолетние травы.

Схема опыта включала следующие сорта свеклы:

- 1. Сорт Бона включен в Госреестр по РФ в 2001 году. Среднеспелый. Розетка листьев полураскидистая. Лист овальный, зеленокрасный, слабоморщинистый, черешок средней длины. Корнеплод округлый, красный.
- 2. Сорт Смуглянка включен в Госреестр по РФ в 2007 году. Среднеспелый. Розетка листьев полупрямостоячая. Лист овальный, зеленый, среднепузырчатый, волнистость края сильная. Черешок с нижней стороны красный. Корнеплод плоскоокруглый. Мякоть красная.
- 3. Сорт Деметра включен в Госреестр по РФ в 2014 году. Среднеспелый. Розетка листьев полупрямостоячая. Лист овальный, зеленый с сильной красной окраской жилок, слабопузырчатый, волнистость края средняя. Черешок с нижней стороны красный. Корнеплод округло-плоской формы [3].

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2022 года были различны по декадам месяца. В целом за вегетационный период сумма температур была выше среднемноголетних данных на 450°C, сумма осадков составила 98,3% от нормы.

Установлено, что наименьшим вегетационным периодом в условиях 2022 года обладали растения сорта Смуглянка, при этом продолжительность от всходов до технической спелости составила 114 дней. Наиболее длительный период 116 дней отличался сорт Деметра.

В ходе проведения эксперимента были проанализированы особенности формирования листового аппарата столовой свеклы, а именно высота розетки и количество листьев.

Выявлено, что наиболее лучшими параметрами розетки листьев формируются к пучковой спелости у сорта Деметра — 24 см, к фазе технической спелости тенденция сохранялась и высота розетки листьев составила 36 см, количество листьев 11 шт. Сорт свеклы Смуглянка незначительно уступал по высоте — 32 см и количеству листьев 11 шт. Сорт Бона отличался невысокой розеткой листьев 30 см и количеством листьев 10 шт.

Анализируя массу одного растения свеклы столовой, видно, что максимальное значение отмечено у сорта Смуглянка 545 г, где масса корнеплода составила 450 г, при диаметре 12 см, а листьев - 95 г. Незначительно уступал сорт Бона, где масса всего растения составила 510 г, корнеплода - 430 г. при диаметре 11 см, а масса ботвы 80 г. Сорт Деметра отличался наименьшей массой 497 г при диаметре 10 см, массой корнеплода 400 г. и массой листьев 97 г.

Учет урожая выполнялся весовым способом вручную 10 сентября. В результате исследований выявлено, что наибольшая урожайность (табл. 1) получена при возделывания сорта Смуглянка — 381,5 ц/га, прибавка к контролю составила 31,5 ц/га. Сорт Деметра сформировал урожай в 348,0 ц/га, за счет незначительной массы корнеплода по сортовым особенностям. У контрольного варианта (сорт Бона) урожайность составила 350,0 ц/га.

Таблица 1 Урожайность свеклы столовой

Варианты	Урожайность, ц/га			Товарность	
опыта	общая	в том числе прибав:		прибавка к	корнеплодов,
		корнеплодов ботвы		контролю, <u>+</u> ц/га	%
Бона	350,0	294,0	56,0	0	93
Смуглянка	381,5	315,0	66,5	+31,5	95
Деметра	348,0	280,0	68,0	-2,0	91

HCP₀₅ 27,4

Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства характеризуется системой натуральных и стоимостных показателей.

Расчет затрат на возделывание свеклы столовой проводили на основе технологических карт. Результаты расчетов экономической оценки возделывания свеклы столовой в расчете на 1 га представлены в таблице 2.

Таблица 2 Экономическая эффективность возделывания свеклы столовой

Показатели	Варианты опыта		
	1	2	3
Урожайность корнеплодов с 1 га, ц	294	315	280
Цена реализации корнеплодов 1 ц, руб.	2000	2000	2000
Стоимость продукции, руб.	588000	630000	560000
Производственные затраты, руб.	81193,8	84087,4	82281,2
Условно – чистый доход, руб.	506806,2	545912,6	477718,8
Уровень рентабельности, %	62,4	64,9	58,1
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	276,2	266,9	293,9

Экономически выгодно возделывать сорт Смуглянка, где рентабельность по опыту составила 64,9% за счет высокой стоимости продукции при максимальной урожайности корнеплодов. В этом варианте минимальная себестоимость продукции 266,9 руб./ц. У сорта Бона рентабельность производства составила 62,4% при себестоимости корнеплодов свеклы 276,2 руб./ц. У сорта Деметра рентабельность была 58,1% при себестоимости продукции 293,9 руб./ц.

Таким образом, анализируя экспериментальные данные, выявлено, что в условиях Калининского района Тверской области рационально возделывать свеклу столовую сорта Смуглянка. Отечественный сорт обеспечивает высокую урожайность корнеплодов до 381,5 ц/га и высокую рентабельность 64,9%.

Список литературы

1. Королева Ю.С. Сравнительная характеристика сортов моркови в условиях Сандовского района Тверской области / Ю.С. Королева, С.А. Кузнецова // Студенческая наука к юбилею вуза: сборник научных трудов

по материалам 50-ой научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Тверь, 2022. С.90-92.

- 2. Кузнецова С.Н. Продуктивность свеклы столовой различных сортов при возделывании в условиях Тверского региона / С.Н. Кузнецова, И.С. Шмидт // Повышение конкурентоспособности племенного животноводства и кормопроизводства в современной России: сборник материалов VIII международной научно-практической конференции.Тверь, 2017. С. 164-166.
- 3. Солдатенко А.В. Роль селекции овощных культур и современных исследований в продовольственной стабильности / А.В. Солдатенко, О.Н. Пышная // Овощи России. 2018. №5(43). С. 5-8.
- Тимакова Л.Н. Качество сортов свеклы столовой селекции ВНИИО филиала ФГБНУ ФНЦО / Л.Н. Тимакова, Н.А. Фильрозе, В.А. Борисов, М.А. Долгополова // Известия ФНЦО. 2019. №2. С. 66-70.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ СОРТА КИВИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ТВЕРСКОГО РЕГИОНА

Кузнецова С.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

Картофель в России выращивают во многих регионах. производство в крупных с.-х. предприятиях сосредоточено на площади более 300 тыс. га. От этих хозяйств зависит наличие на полках магазинов всеми любимого «второго хлеба». Дальнейшее наращивание производства картофеля и насыщение отечественного рынка отечественной продукцией высокого качества – главная задача на сегодняшний день и дальнейшая перспектива перед производителями [2]. Значение картофеля, как пропашной культуры, имеет особое своё место в агротехнике. После возделывания картофеля почва остаётся рыхлой, чистой от сорняков и богатой питательными веществами. Хорошая предшествующая культура. При правильном уходе и обработке, картофель даёт высокие урожаи клубней — до 20 тони с одного гектара [1]. Несмотря на то, что на картофель приходится большая доля в структуре посевных площадей в нашей стране, его урожайность остается одной из самых низких. Одна из причин этого явления – низкое качество посадочного материала в результате поражения вирусными, бактериальными, грибными и другими болезнями. Высокая урожайность картофеля гарантирована при высоком качестве семенного материала, использовании сортов адаптивного типа с высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, соблюдении технологии выращивания культуры.

Высокий уровень адаптивности отечественных сортов, сочетающих высокую продуктивность с устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды, открывает новые возможности для совершенствования технологических процессов машинного производства картофеля и перехода картофелеводства России на качественно новый технологический уровень [5].

В системе мероприятий, обеспечивающих высокие урожаи картофеля, применение удобрений имеет одно из первостепенных значение (прибавка урожая от 40 до 70%). Однако систему удобрения картофеля невозможно отделить от системы удобрения других культур севооборота. При этом лучше всего осваивать специализированные севообороты с высокой насыщенностью картофелем (до 30–40 и даже 50%) и короткой ротацией [6].

Ведущая роль в повышении урожаев картофеля отводится агротехнике, сорту, системе удобрений и средствам защиты растений. Однако отдача от химизации не всегда соответствует затратам. И здесь существенную помощь земледельцам могут оказать регуляторы роста растений: эпин-экстра и циркон, а также кремнийсодержащее удобрение силиплант, но эти препараты пока не нашли широкого применения из-за ограниченной информации об их использовании в производстве картофеля. При относительно благоприятных погодных условиях, сдерживающих развитие болезней, фунгициды можно заменить силиплантом, который повышает иммунитет растений и оказывает ингибирующее действие на развитие патогенов. Затраты на его применение вместо фунгицидов в 3–15 раз ниже. Использование эпина-экстра, циркона, силипланта в смеси с пестицидами при уменьшенных нормах расхода последним снижает денежные затраты на химические обработки практически в 2 раза [3].

В 2022 году был заложен опыт по изучению картофеля сорта Киви в личном подсобном хозяйстве в Торжокском районе Тверской области.

Цель исследований — изучить особенности формирование продуктивности картофеля сорта Киви в условиях Тверского региона на дерново-подзолистых почвах; изучение влияния естественного плодородия на рост и развитие растений картофеля; дать экономическую оценку выращивания данной культуры.

Задачи исследований — определить всхожесть картофеля Киви; изучить динамику нарастания зеленой массы ботвы картофеля; определить продуктивность; дать экономическую оценку полученных результатов.

Опыт мелкоделяночный, площадь учетной делянки 10 м^2 . Повторность четырехкратная.

Сорт Киви - довольно редкий, но весьма популярный сорт картофеля позднего срока созревания. Он был выведен в 90-х годах в городе Жуков Калужской области в результате любительской селекции. Сорт Киви привлекает к себе всё большее внимание огородников, ведь немногие сорта могут похвастаться такой устойчивостью к заболеваниям и вредителям. Период от появления полных всходов до сбора урожая составляет 120-130 дней. Растения довольно высокие, могут достигать 40-80 см, в зависимости от состава грунта. Основной стебель прямостоячий, с большим количеством боковых стеблей, обильно покрытых листьями. Листовая пластина формы, с зазубренными краями, покрыта множеством слабозаметных волосков, на ощупь шершавая. Окрас листьев зеленый с изумрудным оттенком. Соцветия пышные, имеют яркий сиреневый цвет. Клубни по форме вытянутые, с округлыми краями. Кожица сетчатая, довольно тонкая, на ощупь шершавая, имеет желтую окраску. Мякоть на срезе белого цвета, с янтарным отливом, очень плотная. Примечательно, что клубни этого сорта вырастают относительно равного размера, при этом клубней мелкой фракции практически не бывает. Также особенностью Киви является повышенное содержание в клубнях сухого вещества и клетчатки. Урожайность хорошая – с 1 кг посадочного материала, возможно, получить

20 кг картофеля. По наблюдениям огородников, средний урожай с одного растения составляет примерно 3-4 кг, со 100 м² – около 550-600 кг. Вкусовые качества средние, можно даже сказать «на любителя» – середина клубня практически не имеет вкуса. Таким образом, Киви отлично подходит для приготовления пюре, первых блюд и салатов. Следует также сказать, что этот картофель имеет хорошую лежкость и не теряет своих вкусовых качеств на протяжении года хранения. К условиям выращивания сорт нетребователен, может произрастать на разных типах почв, в различных климатических условиях. Он не требует к себе повышенного внимания и совершенно прост в агротехнике, что делает его привлекательным для начинающих огородников [4].

Исследования в опыте проводились по методике Моисейченко В. Ф. (1994). Полевую всхожесть определяли ежесуточным подсчётом числа проростков. Биометрические показатели (количество и масса листьев, высота и масса растений) определяли на 5 растениях каждого варианта через равные промежутки времени дней. Урожайность определяли весовым методом с каждого растения с подсчетом клубней по фракциям. Статистическую обработку данных по урожайности проводили методом дисперсионного анализа по методике Доспехова Б.А. (1985).

Для посадки брали только здоровые клубни. Посадочные клубни должны быть того же размера, что и преобладающая масса товарных клубней данного сорта. Расход посадочного материала составил 32 клубня на каждый вариант, масса посадочного клубня была в пределах 55,0 г.

Перед посадкой клубни обработали препаратом «Табу». «Табу» – современный препарат для защиты картофеля от колорадского жука и проволочника. Имея в составе специальный цветовой маркер, Табу позволяет равномерно нанести раствор, контролируя объем окрашенных клубней. Посадку сортов в опыте проводили в один день, в оптимальные

сроки —21 мая. Особое внимание при посадке картофеля следует обращать на соблюдение принятых расстояний между рядками и растениями в рядках.

Вспашка участка, нарезка борозд и последующая обработка участка производилась трактором Т-25 и навесным оборудованием к нему. Посадка картофеля производилась в междурядье, на глубину, примерно, 15 см. Перед посадкой в междурядье вносили золу, затем раскладывали клубни, на расстоянии 30 см друг от друга. Затем, под каждый клубень вносили органику (перегной), после этого «закрывали» борозды землей.

К 11 июня, после рыхления почвенной корки, всходы выглядят дружнее, 13 июня, растения подтянулись, подросли. Было проведено рыхление и небольшое окучивание, 18 июня — повторное рыхление и окучивание. На 13 июня всхожесть растений составила 100 %. При этом высота растений в среднем была на уровне 11,4 см, число побегов в среднем на одном растении равнялось 3,8 шт. Через 10 дней после первых замеров, на 23 июня, высота растений — в среднем 9,8 см, Число побегов— 3,8 шт.

Первое окучивание мотоблоком проведено21 июня, 1 июля — второе окучивание мотоблоком, убрали (оборвали) цветки и бутоны у растений, которые к этому времени сформировались (цветы и бутоны), 18 июля в очередной раз оборвали цветы. Провели небольшую прополку от сорняков.

Ботва картофеля была скошена и убрана 22 августа. Выкопку опытного поля провели 30 августа вручную. Сохранность к уборке данного сорта составила 94,7 %. На сорте Киви в среднем было получено 280,8 клубней с 30,3 растений в среднем с 10 м², из них – 2,8 шт. крупных, 3,2 средних и 3,5 шт. мелких. Масса одного клубня в среднем равнялась 140,6 г. При этом получили в среднем с одного куста 9,3 шт. клубней. При таком количестве клубней их масса составила 1,31 кг с одного куста, или 3,96 кг/м², или 396,0 ц/га. Условно-чистый доход составил при такой урожайности 814,31 тыс. руб. на 1 га, рентабельность равнялась 217,91 %.

Из выше сказанного следует, что сорт картофеля Киви можно рекомендовать к выращиванию в условиях Торжокского района Тверской области.

Список литературы

- 1. Кимчарова М.Н. Контроль качества семенного картофеля обязательное условие повышения урожайности // Картофель и овощи. 2012. № 6. С. 2-4.
- 2. Маляков В.Д. «Солана»: союз науки и производства /В.Д. Маляков // Картофель и овощи. 2015. № 1. С. 29-30.
- 3. Пенкин Р.В. Как увеличить урожай картофеля и снизить загрязнение окружающей среды / Р.В. Пенкин, Е.В. Чувелев, П.Е. Пузырьков, Л.А. Дорожкина // Картофель и овощи. 2013. № 1. С. 31-32.
- 4. Сорт картофеля Киви [Электрон. ресурс] Режим доступа: https://sortoved.ru/kartofel/sort-kartofelya-kivi.html (дата обращения: 13.09.2023).
- 5. Сорта картофеля различного назначения и основные требования к ним [Электрон. pecypc] Режим доступа: https://agrokorenevo.ru/sorta-kartofelya-razlichnogo-naznac (дата обращения: 12.09.2023).
- 6. Чеботарев Н.Т. Высокий урожай картофеля на севере / Н.Т. Чеботарев, АА. Юдин, В.Н. Бубнова // Картофель и овощи. 2014. № 12. С. 26.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ БИОПРЕПАРАТОВ

Скворцов С.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент $\Phi \Gamma EOV\ BO\ «Тверская\ \Gamma CXA»,\ г.\ Тверь,\ Россия$

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве возрастает роль льна-долгунца (Linumus itatissimum L.) как одной из важнейших прядильных культур [1].

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 [1].

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 [3].

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 широко применяется в электротехнической, бумажной и мыловаренной промышленности, в медицине и парфюмерии [2]. Значительно возрос интерес к проблемам повышения урожайности и качества произведенной продукции в аграрном хозяйстве. Существенно расширились сведения о роли пестицидов в жизни растений и определились направления по снижению применения объемов минеральных удобрений при выращивании растений, замене данных факторов микробиологическими препаратами, защите растений от различных стрессов. Чтобы сохранить хотя бы частично текущий потенциал (уровень) производства продуктов сельского хозяйства, биопрепараты должны заменить, а затем, возможно, и вытеснить химические удобрения, пестициды, регуляторы роста и т. д. Во всем мире, в том числе и в России, в последнее время значительно вырос интерес к проблемам микробиологии в сельском хозяйстве.

Основой микробиологических препаратов служат живые культуры микроорганизмов и продукты их метаболизма. Технологии преимущественно основаны на использовании микробиологических препаратов, представляющих из себя живые клетки отселектированных по полезным свойствам микроорганизмов [4].

Целью исследований являлось — изучить влияние биопрепаратов на урожайность льна-долгунца.

Для этого в 2022 году был проведён однофакторный полевой опыт на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерновосреднеподзолистая 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», «Сурский».

Таблица 1 Схема полевого опыта 2021 г.

№ варианта	Препараты	Сорта
1.	- Контроль	Надежда
2.		Сурский
3.	Фульвогель (0,4л/га)	Надежда
4.		Сурский
5.	Evarage (0.2 v/pa)	Надежда
6.	Гумогель (0,2л/га)	Сурский

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

Влияние биопрепаратов на урожайность семян льна-долгунца представлено в таблице 2.

Таблица 2 Влияние биопрепаратов на урожайность семян льна-долгунца, ц/га

Вариант		Урожайность,	Прибавка	
		ц/га	+/- к контролю	%
Контроль без	Надежда	3,5	-	-
обработки	Сурский	3,8	-	-
Фульвогель	Надежда	4,3	+0,8	22,8
(0,4л/га)	Сурский	4,7	+0,9	23,6
Гумогель	Надежда	4,1	+0,6	17,1
(0,2л/га)	Сурский	4,5	+0,7	18,4

Все испытанные в опыте варианты обработки льна обеспечили получение большего количества семян, чем контроль, что подтверждает дисперсионный анализ данных. Самая низкая урожайность семян (3,5 и 3,8 ц/га) получена в контрольном варианте у обоих сортов. Наибольшую прибавку из вариантов обработки посевов по урожайности семян обеспечил

4 вариант, где использовали препарат Фульвогель при обработке посева льна-долгунца 4,7 ц/га соответственно, что на 0,9 ц/га выше контрольного варианта. Применение биопрепаратов на различных сортах льна-долгунца, позволило увеличить урожайность семян достоверно во всех вариантах опыта. Влияние биопрепаратов на урожайность соломы льна-долгунца представлено в таблице 3.

Таблица 3 Влияние биопрепаратов на урожайность соломы льна-долгунца, ц/га

Вариант		Урожайность,	Прибавка	
		ц/га	+/- к контролю	%
Контроль без	Надежда	30,1	-	-
обработки	Сурский	30,5	-	-
Фульвогель	Надежда	34,1	+4,0	13,2
(0,4л/га)	Сурский	36,2	+5,7	18,6
Гумогель	Надежда	32,1	+2,0	6,6
(0,2л/га)	Сурский	33,5	+3,0	9,8

По вариантам опыта урожайность соломы составила от 30,1 до 36,2 ц/га. Среди применяемых биопрепаратов наибольшую урожайность 36,2 ц/га обеспечил 4 вариант, где использовали препарат Фульвогель на сорте Сурский, а наименьшую 30,1 ц/га в контрольном варианте на сорте Надежда. Влияние биопрепаратов на урожайность волокна льна-долгунца представлено в таблице 4.

Таблица 4 Влияние биопрепаратов на урожайность волокна льна-долгунца, ц/га

Вар	иант	Урожайность, ц/га	
Контроль без	Надежда	7,8	
обработки	Сурский	7,9	
Фульвогель (0,4л/га)	Надежда	8,9	
Фульвогель (0,4л/1а)	Сурский	9,4	
[Typespays (0, 2y/pa)	Надежда	8,3	
Гумогель (0,2л/га)	Сурский	8,7	

Наибольший выход волокна обеспечил сорт Сурский - 9,4 ц/га, с применением в его посевах биопрепарата Фульвогель.

Таким образом, применение биопрепаратов Фульвогель и Гумогель в посевах льна долгунца увеличивает семенную продуктивность на 17,1-23,6% и урожайность соломы на 6,6 -18,6% соответственно.

Список литературы

- 1. Скворцов С.С. Применение комплексонатов в технологии возделывания льна-долгунца в условиях Верхневолжья / С.С. Скворцов, А.С. Васильев, С.В. Яковлева, П.А. Лесных, Е.Н.Чумакова // Успехи современного естествознания. 2018. № 12(2). С. 315-320.
- 2. Фаринюк Ю.Т. Экономическая эффективность применения внекорневой подкормки борсодержащими соединениями при возделывании льна-долгунца/ Ю.Т. Фаринюк, А.А. Петрова, Т.И. Смирнова, М.Н. Павлов // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2021. № 1 (70). С. 72-76.
- 3. Васильев А.С. Состояние и перспективы применения агрохимикатов в льноводстве/ Васильев А.С., Яковлева С.В., Фаринюк Ю.Т.// Инновационные технологии в АПК: проблемы и перспективы. материалы Международной научно-практической конференции. Тверь, 2021. С. 47-50.
- 4. Прудников, А. Д. Потенциал льняного поля: монография / А. Д. Прудников, А. В. Кучумов, Т. И. Рыбченко [и др.]. Москва: ООО «Научный консультант», 2018. 120 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МАСЛИЧНОГО ЛЬНА

Скворцов С.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент $\Phi \Gamma FOVBO \ll Teepckas \Gamma CXA \gg$, г. Teepb, Poccus

Масличный лен — экономически важная культура. В прошлом году в России было посеяно более 1 млн. га масличного льна. Потенциальная урожайность сортов масличного льна отечественной селекции сегодня составляет от 20 до 17 ц/га [1].

Целевое назначение масличного льна — сырье для производства быстровысыхающего масла для химической промышленности, линолеума, в качестве функциональной пищевой и кормовой добавки, в пищу или в виде муки в хлебобулочных изделиях. Продукты переработки семян имеют широкое использование в лакокрасочном производстве, бумажной, парфюмерной, мыловаренной, кожевенной, резиновой отраслях промышленности и в медицине, а жмых и шрот являются ценным белковым кормом для животных.

Второй вид льнопродукции – солома, несмотря на значительно худшее его качество, чем у льна-долгунца её можно использовать целлюлозосодержащее сырье, позволяя, тем самым, расширить его текстильной, применение не только В НО И других отраслях промышленности. Ассортимент изделий из волокна масличного льна достаточно широк – это нетканые материалы, различные утеплители, техническая вата, целлюлоза и другие льносодержащие изделия [2].

Однако, несмотря на наличие технологий переработки соломы масличного льна в ликвидное волокно, масличный лен для производства волокна и изделий из него используют в незначительных объемах.

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

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 сортов, обладающих высокой потенциальной продуктивностью, применение современных форм органоминеральных удобрений. 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 изучить влияние новых видов органоминеральных удобрений на продуктивность масличного льна.

Для этого в 2022 году был проведён двухфакторный полевой опыт на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерновосреднеподзолистая остаточно карбонатная глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу.

До закладки опыта в почве содержалось гумуса 2,02%, P_2O_5-264 и K_2O-88 мг/кг, pH 6,71.

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

Таблица 1 Схема полевого опыта 2022 г.

№ варианта	Препараты
1.	Контроль без обработки
2.	Сивид-Микс (0,2 л/га)
3.	Сивид-Комплекс (0,3 л/га)
4.	Сивид-Магик (1,5 кг/га)

В опыте проводили наблюдения и определения по современным методикам. Влияние органоминеральных удобрений на структуру урожая льна масличного представлено в таблице 2.

Таблица 2 Влияние органоминеральных удобрений 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	5,24	0,34
2.	12	7	5,30	0,44
3.	13	7	5,33	0,48
4.	14	8	5,46	0,61

Количество коробочек на растении по вариантам опыта составило от 11 до 14 шт.

На контроле количество коробочек на растении было меньше на 1-3 шт., чем в вариантах с применением органоминеральных удобрений 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 от 7до 8 штук, что больше, чем на контрольном варианте на 1-2 шт.

Одним из важных элементов структуры урожая является масса 1000 семян. В опыте максимальной она была в варианте с применением препарата Сивид-Магик при обработке посева масличного льна — 5,46 г, что превышало вариант с применением препарата Сивид-Микс на 0,16 г, вариант с применением препарата Сивид-Комплекс на 0,13 г, контрольный вариант на 0,22 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 0,34 до 0,61 грамм.

Для сельскохозяйственных культур очень важную роль играет получение высоких урожаев с хорошими качественными и количественными показателями не исключением является и масличный лен. В совокупности соблюдения всех элементов технологии возделывания культуры, которые обеспечивают наибольший урожай семян льна масличного, важное значение имеет, грамотный подбор сортов растения и создание для них самых благоприятных условий выращивания, в частности, с применением органоминеральных удобрений.

В прямой зависимости от густоты стеблестоя и элементов структуры урожая льна — получена урожайность льна масличного. Влияние органоминеральных удобрений на урожайность льна масличного представлено в таблице 3.

Все используемые в опыте варианты обработки масличного льна органоминеральными удобрениями обеспечили получение и наибольшего количества семян.

Самая низкая урожайность семян (10,2 ц/га), была получена в контрольном варианте. Самую наибольшую прибавку из вариантов обработки посевов по урожайности семян обеспечил 4 вариант, где

использовали препарат Сивид-Магик — 14,6 ц/га соответственно, что на 4,4 ц/га выше контрольного варианта.

Таблица 3 Влияние органоминеральных удобрений на урожайность семян льна масличного, ц/га

N		Прибавка	
№ варианта	Урожайность, ц/га	+/- к контролю	%
1.	10,2	-	-
2.	12,6	+2,4	23,5
3.	13,4	+ 3,2	31,3
4.	14,6	+ 4,4	43,1

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 23,5-43,1 %. В проделанных исследованиях по накоплению масла необходимо отметить, что масличность семян льна зависит от изучаемых органоминеральных удобрений (рис. 1)

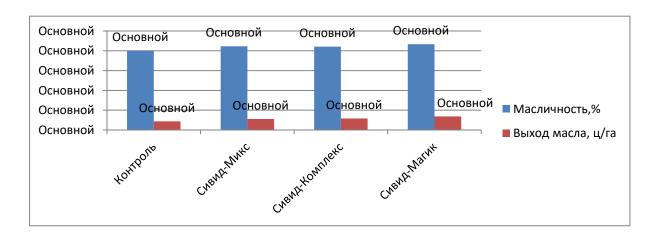


Рис.1. Влияние органоминеральных удобрений на выход масла и масличность льна

Применение органоминеральных удобрений увеличивает масличность семян растений льна сорта ЛМ – 98.

Так, применение органоминеральных удобрений для обработки посева масличного льна, увеличивает масличность на 2-3,2 % по вариантам опыта.

Самое большое количество масла получено в 4 варианте при применении препарата Сивид-Магик, наименьшее — в контрольном варианте.

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. Брач Н.Б. Перспективы создания сортов масличного льна специализированного назначения / Н. Б. Брач, Е. А. Пороховинова, Т. В. Шеленга // Аграрный вестник Юго-Востока. 2016. № 1–2 (14-15). С. 50-52.
- 3. Мамутова А.А. Химия и действие регуляторов роста и развития растений / А.А. Мамутова //Алматы: 2013. 148 с.
- 4. Лукомец В.М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации / В. М. Лукомец, С. В. Зеленцов, К. М. Кривошлыков // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. Вып. 4 (164). С. 81–102.
- 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: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ОДНОЛЕТНИХ КУЛЬТУР НА ОСУШЕННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ

Смирнова А.В., кандидат сельскохозяйственных наук Кировская ЛОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», г. Киров, Россия

В статье представлены результаты долголетних научных исследований по выращиванию однолетних и многолетних кормовых культур в условиях торфомассива «Гадовское». Рассмотрены вопросы структуры севооборота, качества заготавливаемых кормов из данных культур и влияния возделывания их на сработку торфяного слоя.

Ведение сельского хозяйства на мелиорируемых землях — задача сложная. В жестких условиях температурного режима и недостаточной обеспеченности осущенных торфяных почв минеральными элементами набор кормовых культур, пригодных для возделывания, ограничен (не более 15-20 видов). Помимо этого, хозяйственное использование данных почв неизбежно приводит к сработке органогенного слоя. Поэтому, учитывая специфические особенности торфяных почв, особое внимание необходимо уделять разработке структуры посевных площадей [1, 2].

Научными исследованиями установлено, что для сохранения органического вещества в почве в системе кормовых севооборотов доминирующими культурами должны быть многолетние злаковые трав, которые более других культур адаптированы к условиям торфяных почв, лучше утилизируют энергию солнца, атмосферные осадки, сводят к минимуму влияние ветровой эрозии почв.

Выращивание многолетних трав дает возможность заготавливать широкий ассортимент высокопитательных кормов (сено, сенаж, травяная мука и резка, зеленый и пастбищный корм). Однако для создания полноценной кормовой базы для высокопродуктивного стада крупного рогатого скота недостаточно только сырья из многолетних трав. В сбалансированный рацион животных необходимо включать дополнительно корма, заготовленные из однолетних бобовых и злаковых культур, которые обеспечивают более равномерное и устойчивое формирование сырьевого конвейера и являются основой для производства зерносенажа. Ассортимент многолетних и однолетних трав должен быть рассчитан с учетом научных рекомендаций и фактической питательности каждого вида корма [3, 4].

Объекты и методы исследований. Научные исследования проводились на осущенном низинном торфомассиве «Гадовское», расположенном в центральной части Кировской области, в Оричевском районе. Стационарный опыт по изучению структуры севооборотов с различным насыщением многолетними травами и однолетними культурами на осущенной низинной торфяной почве был заложен в 1975 году. Варианты площадью 350 м² расположены в 1 ярус в 4-х кратной повторности.

Почва опытного участка торфяно-болотная, относится к низинному типу, лесотопяному подтипу. По ботаническому составу торф низинный древесно-осоковый со степенью разложения 45-50%, с мощностью остаточного слоя торфа 1,5-2,0 м, зольность в пахотном слое – 10,5-18,6%, степень разложения торфа – 45-55%, объемная масса – 0,24-0,30 г/см³, полная влагоемкость – 340%, реакция почвенной среды р $H_{\rm con}$ – 5,3-5,6, содержание общего азота – 2,10-2,25%, подвижного фосфора – 37-38 мг и обменного калия – 52-93 мг на 100 г сухой почвы.

Оптимальный режим влажности почвы регулировался поддерживанием УГВ путем шлюзования канала на уровне 0,9-1,2 м в среднем за вегетацию.

Результаты исследований. Долголетний опыт научных исследований показал, что в условиях мелиорированных торфяных почв наиболее рациональным соотношением между многолетними, однолетними и пропашными культурами в структуре севооборотов считается 75:20:5.

Многолетние травы, в наибольшей степени отвечают экологохозяйственным требованиям мелиоративного земледелия. В структуре кормовых севооборотов дополнительной группой являются однолетние культуры, представленные сложными смесями из гороха, овса, ячменя, озимой ржи, райграса однолетнего, подсолнечника, в различных сочетаниях. За счёт уборки в ранние фазы развития корма, получаемые из данных культур, отличаются высоким содержанием протеина (15,0-18,4 %) и концентрацией обменной энергии (8,8-10,6 МДж).

Внесение минеральных удобрений в различных дозах на осушенной оказывает положительное влияние торфяной почве на качество заготавливаемого корма и его урожайность. Подкормка многолетних трав полным минеральным удобрением в дозах $N_{60-90}P_{60-90}K_{120-150}$ обеспечивает получение прибавки сухого вещества в 2,4-2,9 раза. При внесении минеральных удобрений в дозах $P_{45-90}K_{90-120}$ урожайность однолетних культур по сравнению с травостоем без применения минеральных удобрений увеличивается в 1,4-1,9 раз (14,2-21,5 ц/га). Дополнительное внесение азотного удобрения в небольшой дозе N_{30} практически не приводит к увеличению урожайности, она повышается всего на 1,6-2,4 ц/га, что связано, возможно, с наличием в травостое бобовых культур (горох, вика), слабо реагирующих на азотное удобрение (рисунок).

Продуктивность звена однолетних культур (горох+овес+рапс, горох+овес+райграс однолетний) за 7 лет исследований составляла с 1 гектара 3,5-4,9 т сухого вещества, 2,0-3,1 тысяч кормовых единиц и 370-590 килограммов сырого протеина. Затраты энергии на возделывание однолетних культур в травопольных севооборотах составили 29 ГДж/га.

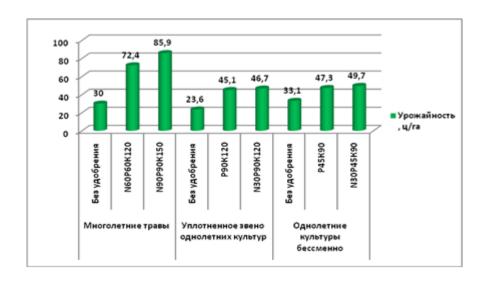


Рисунок. Средняя за 7 лет (2004-2010 гг.) урожайность многолетних и однолетних кормовых культур в зависимости от приемов минерального удобрения, ц/га

Севообороты, насыщенные промежуточными культурами, оказывают положительное влияние на выход продукции. Основной культурой в данном случае является озимая рожь, после уборки которой на зеленый корм высеваются однолетние культуры. При таком сочетании культур на торфяной почве обеспечивается урожайность озимой ржи 50,1-57,6 ц/га, горохо-овсяной смеси 72,6-78,8 ц/га. За счёт посева озимой ржи на зеленый корм по пласту многолетних трав, затем горохо-овсяной смеси поукосно, продуктивность звена однолетних культур по сбору сухого вещества увеличилась на 120%, кормовых единиц — на 141%, обменной энергии — на 132%, сырого протеина — на 156%. При затратах антропогенной энергии 32,4 ГДж/га с 1 гектара пашни получено 13,0 т сухого вещества, 11,1 тысяч кормовых единиц, 1795 кг сырого протеина, 134 ГДж обменной энергии.

Райграс однолетний, возделываемый в качестве основной культуры, на низинной торфяной почве обеспечивает урожайность травостоя 32-35 ц/га, содержание сырого протеина в 1 кг сухого вещества 13,9-16,1%, сырой клетчатки – 27,9-29,9%, обменной энергии – 9,4-9,7 МДж, что соответствует

требованиям стандарта для приготовления силоса и сенажа. За период 40-50 дней отава райграса однолетнего достигает в высоту 40-60 см и формирует урожайность 6,3-10,3 ц/га. Данную зеленую массу можно использовать в качестве сидерата. В 1 кг сухого вещества отавы райграса однолетнего содержится сырого протеина – 23,9-27,0%, сырой клетчатки – 23,9-26,6%, N – 4,2%, P = 0.5%, K = 2.8%, Ca = 1.7%.

течение длительного периода бессменного возделывания многолетних и однолетних культур на торфяно-болотной почве параллельно проводились наблюдения за изменениями свойств почвы, в ходе которых было отмечено повышение степени разложения торфа, увеличение объемной массы и зольности, уменьшение полной влагоемкости торфа. Среднегодовая убыль органического вещества под многолетними травами составляла 1,7-2,2 тонны на 1 гектар, под однолетними культурами данный показатель — 5-6 тони на 1 гектар, в связи с тем, что в звене однолетних культур проводится ежегодная обработка почвы, включая зяблевую вспашку и поверхностное рыхление. В севооборотах на осущенных низинных торфяных почвах наименьшие потери органического вещества (не более 2,0 т/га) установлены при наличии в структуре посевных площадей 70-80% многолетних трав и 20-30% однолетних культур.

Ежегодное поступление послеуборочных остатков в поле напрямую зависит от высоты среза растений, а также от мощности их корневой системы. На полях с бессменным возделыванием многолетних трав в двухукосном режиме в течение 36 лет масса корневой системы составила 8,6 т/га. Травостой, в ботаническом составе которого преобладали кострец безостый, тимофеевка луговая, пырей ползучий, скошенные на высоте 6-8 см, обеспечил ежегодное поступление пожнивных остатков в количестве 11,3 т/га.

При бессменном возделывании однолетних культур на зеленый корм (гороха, ячменя, овса) в течение 36 лет количество пожнивных и корневых

остатков при высоте среза 6-8 см составило 0,7 т/га. Это поступление также может регулироваться высотой среза при уборке. Повышение высоты среза травостоя до 10 см увеличило сумму корневых и пожнивных остатков до 0,9-1,0 т/га. Количество оставленного в поле травостоя при уборке однолетних культур определено экспериментальным путём — данный показатель составил 0,4 т/га сухого вещества, что находится в пределах допустимых норм.

Отрицательный баланс отмечен на участках, где осущенная торфяная почва длительное время подвергалась антропогенному воздействию в сельскохозяйственного Количественные результате использования. показатели выноса торфа с орудиями почвообрабатывающей техники при весенней И летней обработке различны. Bo время проведения ранневесенних работ при высокой влажности почвы, составлявшей 70-80% полной влагоёмкости, вынос почвы был максимальным и достигал 0,17-0,22 т/га. В летние месяцы, когда пахотный слой торфяной почвы находится в пересушенном состоянии (30-40% ПВ), выноса торфа вследствие механической обработки практически не происходит. В данный период вегетации максимальная сработка торфяного слоя происходит в результате ветровой эрозии.

При рациональном использовании торфяных почв в сельскохозяйственном производстве большая доля участия многолетних трав в севообороте обеспечивает заготовку высококачественных кормов и в то же время способствует максимальному сохранению органогенного слоя торфа.

Корма из однолетних культур, возделываемых на торфяных почвах, необходимы для создания оптимальных условий кормления высокопродуктивного крупного рогатого скота, создания зелёного и сырьевого конвейера, расширения рациона животных за счёт зерносенажа из однолетних бобовых и злаковых культур.

Список литературы

- 1. Глубоковских А.Л. Эффективность использования низинных торфяников под кормовые культуры // Эффективное использование мелиорированных земель: проблемы и решения. Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 28 сентября 2018 года С. 230-235.
- 2. Уланов А.Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России. – Киров, 2005. 320 с.
- 3. Косолапов В.М., Зотов А.А., Уланов А.Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России. Москва Киров. Дом печати Вятка, 2009. 858 с.
- 4. Глубоковских А.Л. Полевое травосеяние на торфяных почвах, ресурсосберегающие почвозащитные кормовые севообороты // Высокопродуктивные ландшафты на торфяных почвах. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию основания Кировской лугоболотной опытной станции, Киров, 2013. С.118-127.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 16.09.2023 г.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ БОРСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

Шилова О.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент $\Phi \Gamma FOVBO \ll T Bepckas \Gamma CXA \gg \varepsilon$. Тверь, Россия

За последние десятилетия следует признать тот факт, что заметно объемы сокращаются производства растениеводческой И животноводческой продукции. Причинами подобных изменений могут быть: снижение уровня естественного и эффективного плодородия ввиду ограниченного применения органических и минеральных удобрений, разных средств химизации, а также несоблюдением сроков и правил обработки почв. Поэтому для получения стабильного высококачественного сельскохозяйственных необходимо урожая культур ограничение возобновление производственных затрат, природных ресурсов, формирование стойких агроэкосистем и загрязнение минимальное окружающей среды.

Важнейшими природными факторами специализации сельского хозяйства являются следующие: качественный состав почв; особенности окружающей условий метеорологических среды (вероятность повторяемости засухи, заморозков, ветровой и водной эрозии; величина ФАР (приход фотосинтетически активной радиации); оптимальное увлажнение почв; топографические условия местности и др. В большей степени природные факторы влияют размещение отраслей на растениеводства, причем в неодинаковой степени, определяя ареалы их возделывания.

© Шилова О.В., 2023

В связи с этим остается актуальным изучение устойчивости, биологической активности, миграции в агроэкосистемах экологически безопасных и высокоэффективных органических соединений и продуктов их распада в естественных условиях.

К таким веществам можно отнести комплексоны и комплексонаты, успешно применяемые в различных областях сельскохозяйственного производства. Например, из комплексонов — динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, трилон Б и пр. По данным ряда исследователей достаточно эффективными считаются комплексонаты — органические соединения, используемые как микроудобрения для растений и микроэлементные добавки к кормам животных [1,2,4,5].

Эффективность и уровень экологической безопасности комплексонов и комплексонатов в значительной степени зависят от природы лигандов в составе комплексонатов. Среди предлагаемых комплексонов ДЛЯ безопасными, органического земледелия экологически быстро разлагающимися в естественных условиях соединениями являются: этилендиаминдиянтарная кислота (ЭДДЯК), иминодиянтарная кислота (ИДЯК) и др.

Кроме того, необходимо учитывать возможность использования тех комплексонатов, которые содержат жизненно важные минеральные элементы для живых организмов. Почвы северо-западных областей нашей страны и Тверской области в том числе, характеризуются низким содержанием такого микроэлемента, как бор, дефицит которого негативно отражается на урожайности культур и качестве продукции животноводства. Следовательно, существует необходимость увеличения указанного элемента и его соединений, как в почве, так и в получаемой сельскохозяйственной продукции.

В связи с этим, для вероятного решения указанной проблемы было изучено влияние биологически активных и экологически безопасных

борсодержащих соединений как на свойства дерново-подзолистой почвы, так и на урожайность культуры и её качественный состав.

2023 году был заложен мелкоделяночный опыт на участке кафедры агрохимии, экспериментальном земледелия И лесопользования Тверской ГСХА. Общая площадь участка – 150 м², площадь одной делянки – 2,1 м². Повторность опыта трехкратная, расположение делянок – рендомизированное.

В почве опытного участка преобладающей фракцией оказался песок тонкий -49,1%, а наименьшим процентным содержанием отличались крупный песок (5,21%) и иловая фракция с размером частиц>0,001 мм (6,85%). Почва имела реакцию близкую к нейтральной (р H_{KCl} 5,9), содержала среднее количество гумуса (2,1%) и обменного калия (110 мг/кг почвы) и высокое – подвижного фосфора (216 мг/кг почвы).

Схема двухфакторного опыта включала:

Фактор А	Фактор В	
	Без опрыскивания растений	
Без удобрений	Опрыскивание растений раствором Н ₃ ВО ₃	
	Опрыскивание растений раствором В-ЭДДЯК	
	Без опрыскивания растений	
$N_{60}P_{60}K_{90}$	Опрыскивание растений раствором Н ₃ ВО ₃	
	Опрыскивание растений раствором В-ЭДДЯК	

Раствор борной кислоты (H_3BO_3) был приготовлен путем растворения сухого порошка в дистиллированной воде непосредственно перед замачиванием семян.

Комплексонат бора или хелатированный бор (В-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 $t=40^{\circ}$ C.

B-ЭДДЯК — $Na_2[C_{10}H_{14}O_8N_2B]\cdot H_2O$ - моногидрат динатриевой соли борат-этилендиаминдисукцинатного комплекса (M=363).

Хелатирование является важным процессом преобразования соединения в нетоксичную, связанную форму, подходящую для изоляции и проникновения через мембраны, транспорта и выведения из организма. Поэтому использование хелатированной формы молибдена было экологически оправдано.

В качестве минеральных удобрений применялись азофоска (37,5 г/м 2 или 78,8 г на делянку) и хлористый калий (5 г/м 2 или 10,5 г на делянку).

В целом, положительное влияние минеральных удобрений, а именно азофоски и хлористого калия на свойства почвы и на растения, позволяет использовать их на различных типах почв, как в полевых экспериментах, так и в производственных условиях. В связи с этим в проводимом опыте было проанализировано влияние минеральных удобрений в совокупности с борсодержащими соединениями на свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность свеклы столовой.

Семена свеклы столовой, предварительно замоченные на 24 часа в растворе боратного комплекса В-ЭДДЯК и взятого для сравнения раствора H_3BO_3 в конце мая 2023 года были высеяны в открытый грунт. Контролем служили семена, замоченные в H_2O_{dest} . Норма высева — 1,5 г/м² (или 3,2 г на делянку).

После появления третьего настоящего листа растения свеклы столовой опрыскивали испытуемыми растворами с концентрацией 1,5 мМ/л. Опрыскивание повторяли дважды с интервалом в 3 недели. Объем применяемых растворов составил 100 мл/м² (или 210 мл на делянку). На опыте возделывалась свекла столовая «Кестрел F1» — гибридный

раннеспелый сорт, отличающийся неприхотливостью в уходе и хорошей лежкостью корнеплодов.

Свекла Кестрел F1 выведена в городе Юшо (регион Прованс, юг Франции) японской командой селекционеров, работающих на базе «Sakata vegetables Europe S.A.S.». В Российском Госреестре свекла Кестрел F1 прописана с 2007 г. Главное достоинство свеклы Кестрел F1 — слабо выраженная кольцеватость. Масса плода от 200 до 400 г. Вкусовые качества сорта отличные, плоды сладкие. Содержание сахара в пределах 10–12%. Корнеплоды могут храниться до весны. Гибрид хорошо растёт на плодородных, хорошо обеспеченных влагой некислых почвах.

Гибрид отлично переносит транспортировку, отличается лежкостью. Урожайность сорта на огородных грядках с 1 м^2 – до 6 кг [6].

Учёт урожая свёклы столовой проводили весовым методом. Для этого в конце вегетации опытной культуры после предварительной уборки защитных полос были убраны все корнеплоды и взвешены. Данные по урожайности свеклы столовой обрабатывали методами дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985).

В корнеплодах свёклы столовой определяли:

- 1. Количество сухого вещества термостатно-весовым методом путем взвешивания влажных и сухих проб на технических весах с пересчетом на проценты от массы абсолютно сухого вещества.
- 1. Количество бора спектрофотометрически с хинализарином.
- 2. Содержание бетанина спектрофотометрически в муравьинокислом растворе.
- 3. Количество каротина спектрофотометрически в гексановом экстракте [3].

Исходя из значений агроклиматических показателей, можно сделать вывод, что вегетационный период 2023 года оказался разнообразным по количеству выпавших осадков и перепадам температур. В целом, он был

благоприятен для возделывания столовой свеклы, однако третья декада июня и первая половина августа были засушливы, что в конечном итоге могло оказать влияние на величину урожая опытной культуры.

Применение исследуемых растворов на разных фонах питания оказало неодинаковое влияние на количество подвижных форм элементов питания в пахотном слое дерново-подзолистой почвы.

Внекорневая подкормка растений борсодержащими растворами на минеральном фоне привела к незначительному увеличению количества нитратов в почве по сравнению с контролем в среднем на 6-12 мг/кг почвы, а с неудобренным фоном – на 3-7 мг/кг почвы.

На вариантах с борсодержащими соединениями на удобренном фоне обнаружено высокое содержание фосфатов (от 206 до 215 мг/кг почвы в зависимости от периода исследований). Максимальное количество подвижного фосфора на протяжении всех сроков наблюдений выявлено на варианте совместного применения В-ЭДДЯК и минеральных удобрений (в среднем на 7-10 мг/кг почвы больше по сравнению с остальными вариантами).

Варианты с применением растворов борной кислоты и комплексоната бора на минеральном фоне отличались большим содержанием обменного калия во все периоды исследований. Максимальное количество K_2O установлено на варианте с В-ЭДДЯК (в среднем на 9-12 мг/кг почвы больше по сравнению с остальными вариантами).

Результаты проведенных наблюдений показали, что, несмотря на внесение равных доз азофоски, урожайность свеклы столовой была различной на всех вариантах опыта. На наш взгляд, разница между значениями урожайности корнеплодов обусловлена непосредственным влиянием исследуемых растворов.

Контрольный вариант уступал по урожайности всем исследуемым вариантам (в среднем на 19-110 ц/га). Опрыскивание растений

борсодержащими растворами на неудобренных делянках позволило увеличить урожайность столовой свеклы по сравнению с контролем на 19 ц/га (или 6,5%) — на варианте с H_3BO_3 и на 30 ц/га (или 9,7%) — на варианте с B-ЭДДЯК.

Наименьшая урожайность среди удобренных вариантов была на минеральном фоне (без опрыскивания борсодержащими растворами) — 390 ц/га (прибавка к контролю — 80 ц/га или 25,8%).

Наибольшие урожайность (460 ц/га) и прибавка корнеплодов свеклы (150 ц/га или 48,4%) по отношению к контролю получены на варианте совместного применения азофоски и борсодержащего комплексоната.

Кроме того, прибавки корнеплодов при использовании борсодержащих растворов на удобренном фоне оказались на 27 ц/га (H₃BO₃) и на 48 ц/га (В-ЭДДЯК) больше по сравнению с вариантом, где применялись только минеральные удобрения.

На неудобренном фоне опрыскивание растений раствором борной кислоты оказывает меньшее воздействие на накопление бора в корнеплодах (прибавка к контролю составила 2,4 мг/100 г сухого вещества), а обработка комплексонатом бора — 3,1 мг/100 г сухого вещества. Наибольшую прибавку к контролю обеспечило применение хелатированного бора на минеральном фоне — 4,5 мг/100 г сухого вещества, что на 1,2 мг/100 г сухого вещества больше по отношению к варианту с борной кислотой на удобренном фоне.

На неудобренном фоне опрыскивание растений раствором борной кислоты оказывает меньшее воздействие на накопление бора (прибавка к контролю составила $2,1\,$ мг/ $100\,$ г сухого вещества), а обработка комплексонатом бора $-2,9\,$ мг/ $100\,$ г сухого вещества.

Наибольшую прибавку к контролю обеспечило применение хелатированного бора на минеральном фоне -4,6 мг/100 г сухого вещества, что на 1,3 мг/100 г сухого вещества больше по отношению к варианту с борной кислотой на удобренном фоне.

Наряду с бором, физиологически значимым соединением являются бетацианины (красно-фиолетовые пигменты) и бетаксантины (жёлтые), придающие яркий цвет мякоти свеклы столовой.

Применение биологически активных соединений привело к увеличению количества бетанина в корнеплодах свеклы по сравнению с контролем (в среднем на 11,7-34,9 мг/100 г сырого вещества и на 57,4-97,7 мг/100 г сухого вещества).

При этом наибольшая прибавка бетанина получена в корнеплодах растений, обработанных комплексонатом бора на минеральном фоне (прибавка к контролю – 34,9% в сыром и 17,8% в сухом веществе соответственно).

При определении суммарного количества каротинов (около 10% α - и около 90% β -) в корнеплодах свёклы установлено увеличение его по сравнению с контролем (в среднем на 6,1-19,7 мкг/100 г сырого вещества или на 28,9-93,4%).

Таким образом, при возделывании свеклы столовой «Кестрел F1» рекомендуется применять борсодержащие соединения (особенно В-ЭДДЯК), как на удобренных фонах, так и без применения удобрений. При этом увеличивается урожайность корнеплодов и возрастает антиоксидантная активность за счёт увеличения в них количества бетанина и каротина, а также и необходимого для человека и животных микроэлемента (бора).

Расчет экономической эффективности показал, что наибольшая стоимость продукции (1410000 рублей), условно-чистый доход (938451,6 рубля) и уровень рентабельности (199%) получены на варианте с хелатированным бором на минеральном фоне питания растений.

В целом, наилучшие показатели экономической эффективности были на вариантах с использованием боратного комплекса (особенно на минеральном фоне). Применение борной кислотой на разных фонах

питания уступало указанному варианту, но оказалось экономически целесообразнее по сравнению с контролем.

Список литературы

- 1. Гейгер, Е.Ю. Микроудобрения на хелатной основе: опыт и перспективы использования / Е.Ю. Гейгер, Л.Д. Варламова, В.В. Семенов // Агрохимический вестник. 2017. Т. 2. №. 2. С. 29-32
- 2. Петриченко В.Н. Эффективность использования комплексонатов в овощеводстве / В.Н. Петриченко, О.С. Туркина //Аграрная Россия. 2014. №. 7. С. 12-15.
- 3. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений: [по спец. «Агрохимия и почвоведение»] / Б. П. Плешков. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Колос, 1985. 255 с.
- 4. Смирнова, Т.И. Изменение урожайности столовой свёклы под влиянием агрогуматов и боратных комплексов//Материалы 48-й Международной научной конференции молодых учёных, специалистовагрохимиков и экологов «Агроэкологические основы применения удобрений в современном земледелии». Москва, ВНИИА, 2014. С. 334–336
- 5. Shilova, O.V. The optimization of table beet cultivation by using a boron-containing chelate/O.V. Shilova, T.I. Smirnova, A.A. Akimov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Cep. «International Conference on Agricultural Science and Engineering» 2021. C. 012119
- 6. Свекла Кестрел (F1): характеристика сорта, его преимущества. [Электронный ресурс] // URL: https://agronom.expert/posadka/ogorod/drugie-rasteniya/svekla/kestrel.html

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 14.09.2023 г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ

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

Важной задачей современного сельскохозяйственного производства остается разработка и усовершенствование способов получения высококачественной экологически чистой продукции растениеводства. Поэтому необходимо дальнейшее изучение биологической активности и устойчивости веществ различной химической природы, среди которых следует выделить органоминеральные удобрения и хелатированные соединения с макро- или микроэлементами.

В связи с этим целью проводимых исследований стало изучение действия агрогумата калия и комплексонатов селена на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность картофеля.

Для решения поставленных цели и задач в полевых условиях на экспериментальном участке кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования Тверской ГСХА были заложен опыт. Общая площадь участка — 600 м², площадь одной делянки — 14 м². Повторность опыта трехкратная, расположение делянок — рендомизированное.

Почва опытного участка характеризовалась следующими показателями: pH_{kcl} 5,7, содержание $C_{opr.вещ-ва}$: 1,6-1,7%, $P_2O_5-215-224$ мг/кг почвы, $K_2O-95-110$ мг/кг почвы.

© Шилова О.В., 2023

Схема опыта включала: контроль (без удобрений и опрыскивания растений), варианты с опрыскиванием растений растворами: Na_2SeO_3 (селенита натрия), ЭДДЯК (этилендиаминдиянтарной кислоты), Se-ЭДДЯК (комплексоната селена) как на неудобренном фоне, так и на органоминеральном или минеральном фонах питания.

Доза агрогумата калия составляла 6 т/га. Количество минеральных удобрений (азофоски) было эквивалентным дозе агрогумата по содержанию азота.

Селеносодержащий комплекс этилендиаминдиянтарной кислоты (Se-ЭДДЯК) был синтезирован на кафедре агрохимии, земледелия и лесопользования Тверской ГСХА доцентом Смирновой Т.И. и предоставлен для проведения эксперимента в форме сухого мелкокристаллического порошка белого цвета, хорошо растворимого в воде при комнатной температуре: $C_{10}H_{14}N_2O_9Se$. Графически определённый логарифм константы устойчивости Se-ЭДДЯК составил: $lg = 5,2 \pm 0,1$.

В конце мая была проведена посадка клубней картофеля сорта «Гала» на опытном поле в соответствии со схемой опыта. Непосредственно перед посадкой клубни обрабатывали протравливателем «Эместо Квантум» в концентрации 250 мл на 10 л воды. Опытную культуру дважды опрыскивали исследуемыми растворами биологически активных препаратов в концентрации $1,26\cdot10^{-5}$ моль (в пересчете на элементарный селен это 0,0001%) из расчета 100 мл/м^2 .

Картофель сорта Гала — высокоурожайный (до 700 ц/га при правильной агротехнике) сорт. Урожай формируется спустя 2,5 месяца после посадки. Цветки белые, средние по величине. Клубни округлоовальные, средней величины, покрыты плотной кожицей, что обеспечивает надежную механическую защиту. Содержание крахмала 11-13%. Картофель имеет хорошие вкусовые качества, при варке цвет клубней не меняется. В картофеле сорта Гала содержится много каротина, поэтому он считается

диетическим. Сорт морозоустойчив и требователен к поливу. Посадка производится, когда почва на глубине 10 см прогреется до 10° С. Глубина лунки для посадки – 15 см, расстояние между лунками – 0, 75 м [6].

Перед закладкой опыта был проведен химический анализ агрогумата калия (табл. 1).

Таблица 1 Химический состав агрогумата калия

Вид	Влажность,	pH_{kcl}	-	ожание п еществе	•	Зольность,	Органическое
удобрения	%	PTIKEI	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	%	вещество, %
Агрогумат калия	15,0	7,9	2,4	1,0	6,7	9,3	56,4

Результаты анализа показали, что исследуемое удобрение имело слабощелочную реакцию, невысокую зольность и включало достаточное количество органического вещества.

Содержание общего азота составило 2,4%, а количество фосфора оказалось низким (1,0%). Среди питательных элементов преобладал калий (6,7%), что объясняется особенностями технологий получения данного органоминерального удобрения.

Таким образом, используемый в опыте агрогумат калия является удобрением, внесение которого может оказать положительное влияние на почвенные показатели и величину урожая возделываемой культуры. Подтверждением данного высказывания являются полученные результаты исследований агрохимических показателей почвы.

Применение агрогумата калия и минеральных удобрений оказало неодинаковое влияние на количество подвижных форм элементов питания в пахотном слое почвы. Наибольшее содержание нитратов в начале вегетации картофеля обнаружено на удобренных фонах (особенно с минеральными удобрениями). Внесение агрогумата способствовало увеличению количества нитратного азота на 5-7 мг/кг почвы по отношению

к контролю и на 2-4 мг/кг почвы по сравнению с неудобренными вариантами.

Количество нитратного азота в почве возросло с июня по июль в почве всех удобренных делянок. В этот период максимальное количество нитратов установлено на вариантах с применением селенового комплекса и селенита натрия на минеральном фоне (29 и 27 мг/кг почвы соответственно).

Во второй половине вегетационного периода (с июля по август) уменьшилось количество нитратов на всех вариантах опыта, особенно на контроле (до 19 мг/кг почвы).

Применение удобрений с обработкой растений селеносодержащими растворами привело к возрастанию количества подвижного фосфора в почве в течение всего вегетационного периода. В июне наименьшее количество P_2O_5 было на контроле (206 мг/кг почвы). Значения на остальных вариантах были различными и колебались от 208 мг/кг почвы до 214 мг/кг почвы. Максимальным содержанием подвижного фосфора в июне отличался вариант с минеральными удобрениями и Se-ЭДДЯК (215 мг/кг почвы).

В период с июня по июль прослеживалась четкая тенденция снижения количества P_2O_5 на всех вариантах опыта (в среднем на 4–7 мг/кг почвы). При этом максимальное количество P_2O_5 получено на фоне минеральных удобрений (с опрыскиванием растений комплексонатом селена) — 209 мг/кг почвы. Остальные варианты уступали указанному варианту (в среднем на 6-12% на минеральном фоне и на 16-22% на органоминеральном фоне).

К середине вегетации соотношение между вариантами существенно не изменилось, лишь разница между значениями на отдельных вариантах сократилась до 3 мг/кг почвы.

В августе содержание P_2O_5 снизилось в почве всех опытных делянок. Однако максимальным количеством фосфатов в этот период отличался

вариант с обработкой растений селеновым комплексом на фоне минеральных удобрений (200 мг/кг почвы).

Сезонная динамика обменного калия на опытном участке заключалась в незначительном увеличении его количества с июня по август. В начале вегетации больше всего обменного калия находилось на вариантах с применением селеносодержащего комплекса на минеральном фоне (117 мг/кг почвы). Варианты с минеральными удобрениями и агрогуматом немного уступали указанному варианту (в среднем на 3-5%).

В середине вегетации наибольшее количество K_2O выявлено в почве удобренных вариантов, особенно при совместном применении с Na_2SeO_3 и Se-ЭДДЯК: содержание калия оказалось выше по сравнению с вариантами без их применения в среднем на 3-4 мг/кг почвы и 2-3 мг/кг почвы соответственно. В августе соотношение в значениях обменного калия между вариантами осталось прежним, однако произошло некоторое увеличение его количества в почве всех опытных делянок, особенно на органоминеральном фоне. В результате количество K_2O на варианте с агрогуматом и Se-ЭДДЯК оказалось немного выше, чем на минеральном фоне и Se-ЭДДЯК (на 1,6%). Отметим, что на неудобренных делянках значения обменного калия превышали его содержание на контроле (в среднем на 6-8 мг/кг почвы).

Таким образом, в течение вегетационного периода 2023 года максимальным количеством подвижных форм азота, фосфора и калия отличались делянки с минеральными удобрениями и комплексонатами селена. Однако делянки с агрогуматами незначительно уступали по содержанию нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия указанным вариантам (в среднем за вегетационный период).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о положительном влиянии применяемых удобрений на урожайность картофеля (табл. 2).

Таблица 2 Влияние биологически активных соединений на урожайность картофеля, ц/га

Вариант	Средняя урожайность клубней, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га
Контроль (без удобрений и опрыскивания растений)	187	-
Опрыскивание растений раствором Na ₂ SeO ₃	196	9
Опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	192	5
Опрыскивание растений раствором Se-ЭДДЯК	200	13
Агрогумат калия (без опрыскивания растений)	217	30
Агрогумат калия и опрыскивание растений раствором Na ₂ SeO ₃	224	37
Агрогумат калия и опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	221	34
Агрогумат калия и опрыскивание растений раствором Se-ЭДДЯК	219	42
$N_{60}P_{60}K_{60}$ (без опрыскивания растений)	223	36
$N_{60}P_{60}K_{60}$ и опрыскивание растений раствором Na_2SeO_3	230	42
$N_{60}P_{60}K_{60}$ и опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	227	40
$N_{60}P_{60}K_{60}$ и опрыскивание растений раствором Se-ЭДДЯК	234	47
HCP ₀₅ кг/м ²	-	4,8

Максимальная урожайность клубней картофеля получена на вариантах с минеральными удобрениями (в среднем от 223-227 ц/га), а также при обработке растений комплексонатом Se-ЭДДЯК на минеральном фоне (234 ц/га). При этом наибольший процент крупных клубней получен на вариантах с обработкой вегетирующих растений раствором Se-ЭДДЯК на фоне агрогумата (35%), тогда как на варианте с использованием Se-ЭДДЯК на минеральном фоне -29%.

Отметим, что использование комплексона и комплексоната на неудобренных вариантах позволило увеличить массу клубней в среднем на 9-14% по отношению к контролю.

Обработка растений раствором натрия селенита на органоминеральном и минеральном фонах незначительно увеличивала количество крахмала по сравнению с другими вариантами, где применялись растворы биологически активных соединений. Содержание крахмала было ниже в среднем на 0,9% по сравнению с вариантом, где растения опрыскивались комплексонатом селена. При ЭТОМ наибольшим количеством крахмала в клубнях отличался вариант с хелатированным селеном на минеральном фоне – в среднем 13,7%. Наименее эффективным среди исследуемых растворов оказался комплексон (на разных фонах): содержание крахмала в клубнях картофеля составило в среднем от 12,8 до 13,0 %, что на 1,2-1,4 % больше, чем на контроле.

Наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты отличались клубни картофеля, выращенные на удобренных фонах с обработкой комплексонатом селена (12,6-13,5 мг/100 г сырого вещества). Это количество превышало содержание аскорбиновой кислоты в клубнях удобренного варианта с селенитом натрия на 0,8 мг/100 г сырого вещества (или на 5,6%). Наименьшие значения витамина С получены на контрольных вариантах (в среднем 9,8 мг/100 г сырого вещества).

Среди вариантов с внекорневой подкормкой наименьшее количество аскорбиновой кислоты отмечалось при опрыскивании растений ЭДДЯК (в среднем от 11,2 до 11,8 мг/100 г сырого вещества.

Таким образом, в результате проведённого опыта установлено эффективное воздействие комплексоната селена, особенно на удобренных фонах. В итоге возрастало количество доступных форм элементов питания в почве и урожайность возделываемой культуры.

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. Комплексоны и комплексонаты. [Электронный ресурс] // URL: http://www.irea.org.ru/directory/kompleksony/
- 6. Сорт картофеля «Гала»: характеристики, качества и выращивание. [Электронный ресурс] // – URL:

https://ferma.expert/rasteniya/ovoshchi/kartofel/kartofel-gala/

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 14.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ ХЕЛАТИРОВАННОГО МОЛИБДЕНА НА УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

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

Горох (Pisum sativum L.) – самая распространенная зернобобовая культура семейства бобовых, характеризующаяся высоким биологическим потенциалом урожайности зерна (90–100 ц/га) и зеленой массы (300 ц/га).

Широкое распространение гороха обусловлено высоким содержанием белка в зерне (в среднем 20–27 %), сбалансированностью его аминокислотного состава, хорошими вкусовыми качествами и усвояемостью. Его биологическая ценность невысока из-за пониженного содержания метионина и триптофана, а также наличия белков – ингибиторов ферментов пищеварительного тракта (трипсин, хемотрипсин, лектины). Однако по содержанию лизина (6,5% в сыром белке) горох значительно превосходит другие зернобобовые культуры. Кроме того, в зерне гороха содержатся витамины A, B₁ и C.

Кормовая ценность зерна гороха определяется высоким содержанием в нем биологически полноценного протеина. В 1 кг его содержится 850 г сухого вещества, 218 г сырого протеина, 192 г перевариваемого протеина, 19 г сырого жира, 54 г сырой клетчатки и 14,2 г лизина. Углеводы в горохе представлены крахмалом, а клетчатки в нем около 5% [5].

© Шилова О.В., Смирнова Т.И., 2023

Несмотря на очевидную биологическую ценность, одной из причин, сдерживающей производство продовольственного гороха, является отсутствие мотивации у сельскохозяйственных предприятий для его возделывания. Возделываемые в настоящее время сорта гороха используются только на семеноводческие и кормовые цели.

Наряду с этим, для увеличения продуктивности гороха требуется целый ряд факторов, стимулирующих формирование как вегетативной, так и генеративной частей растения. Среди таких условий следует выделить активное поглощение растениями на разных фазах роста и развития макрои микроэлементов из окружающей среды. В связи с этим остается биологической актуальным изучение активности, миграции агроэкосистемах экологически безопасных И высокоэффективных органических соединений, включающих жизненно важные элементы питания.

К таким веществам можно отнести комплексоны и комплексонаты, успешно применяемые в различных областях сельскохозяйственного производства. Комплексонаты макро- или микроэлементов обладают рядом преимуществ по сравнению с неорганическими солями, поскольку являются нетоксичными, устойчивыми в широком диапазоне реакции почв и питательных растворов, совместимы с минеральными удобрениями, полностью растворяются в воде, легко усваиваются разными растениями; почти не связываются почвой в малорастворимые соединения, не разрушаются микроорганизмами [1,4,6].

Эффективность и уровень экологической безопасности комплексонов и комплексонатов в значительной степени зависят от природы лигандов в составе комплексонатов. По мнению ряда ученых к числу более экологически безопасных относятся комплексоны, производные янтарной кислоты: этилендиаминдиянтарная кислота (ЭДДЯК) и иминодиянтарная кислота (ИДЯК) [2,3].

Однако об эффективности влияния ЭДДЯК и ее хелатированных комплексов с металлами и неметаллами на рост и развитие возделываемых культур имеются немногочисленные научные публикации. Очевидно, что этих данных недостаточно для того, чтобы сделать окончательный вывод о целесообразности их применения в условиях Нечерноземной зоны РФ.

В связи с этим, в условиях полевого опыта было изучено действие биологически активных и экологически безопасных молибденсодержащих соединений как на свойства дерново-подзолистой почвы, так и на урожайность гороха, как одной из культур, чувствительных к дефициту молибдена в окружающей среде. Тем более что молибден относится к числу микроэлементов-неметаллов с уникальными биологическими функциями: он регулирует процесс транспортировки питательных веществ к точке роста; участвует в фотосинтезе (включен в состав хлоропластов, способствует образованию хлорофилла), а также углеводном и белковом обмене. Молибден влияет на обмен фосфора, повышает содержание витаминов и сахаров в плодах, ускоряет восстановление нитратов, таким образом ограничивая их накопление в овощной продукции. Этот микроэлемент содействует появлению клубеньков у бобовых, которые фиксируют атмосферный азот (концентрация молибдена в бобовых больше, чем в остальных растениях), входит в состав ферментов, помогая развитию культур и созреванию семян [5].

В целом, применение молибденовых комплексов (особенно на основе янтарной кислоты) необходимо как для повышения содержания указанного микроэлемента в растениеводческой продукции, так и для улучшения растительных показателей в целом.

В связи с этим целью исследований стало изучение эффективности применения неорганических и органических молибденсодержащих соединений в посевах гороха.

Для проведения наблюдений был заложен полевой опыт в 2023 году. Он размещался на экспериментальном участке кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования Тверской государственной сельскохозяйственной академии (Тверской ГСХА). Общая площадь участка – 240 м², площадь одной делянки – 10 м². Повторность опыта трехкратная, расположение делянок – рендомизированное.

Для решения поставленных задач была разработана схема двухфакторного опыта, которая включала следующие варианты

Фактор А	Фактор В
For who for a weight	Без опрыскивания растений Опрыскивание растений (NH ₄) ₂ MoO ₄
Без удобрений	Опрыскивание растений (NH4)2WOO4 Опрыскивание растений Мо-ЭДДЯК
$N_{30}P_{30}K_{30}$	Без опрыскивания растений
1 \3 01 301 \3 0	Опрыскивание растений (NH ₄) ₂ MoO ₄
	Опрыскивание растений Мо-ЭДДЯК

В качестве минеральных удобрений применялась азофоска в количестве $18.8 \, \Gamma/M^2$ (или $188 \, \Gamma$ на делянку).

Раствор молибдата аммония $(NH_4)_2$ МоО₄ был приготовлен путем растворения сухого порошка в дистиллированной воде непосредственно перед замачиванием семян. Молибденовый комплекс (Мо-ЭДДЯК) был синтезирован на кафедре агрохимии, земледелия и лесопользования Тверской ГСХА к.х.н., доцентом Смирновой Т.И. Он представлял собой сухое порошкообразное вещество белого цвета, удовлетворительно растворимое в воде комнатной температуры и хорошо растворимое в теплой воде при $t=40^{\circ}$ С.

В опыте возделывался горох посевной сорт Рокет. Включен в Госреестр по Центральному и Центрально-Черноземному регионам. Регионы выращивания: Центральный, ЦЧО, Средневолжский, Уральский, Северо-Западный, Волго-Вятский, Северо-Кавказский, Западно-Сибирский. Среднеспелый, вегетационный период 68-96 дней. Высота растений 46–88

см. По засухоустойчивости уступает стандартным сортам. Устойчивость к полеганию и осыпанию выше средней. Масса 1000 семян 166–232 г, на 30–80 г меньше, чем у стандартов. Содержание белка в зерне 20,9–22,1%, на 0,9–1,9% ниже, чем у стандартных сортов. В полевых условиях средне поражался мучнистой росой, сильно — аскохитозом. Агрономические характеристики: устойчивость к засухе, 9; энергия при всходе, 10; устойчивость к полеганию, 9; устойчивость к осыпанию, 9; устойчивость к корневым гнилям, 9; устойчивость к мучнистой росе, 8; устойчивость к вирусным заболеваниям, 9 [5].

Семена гороха предварительно замачивали на 24 часа в растворе комплексоната молибдена и эквимолярном растворе (NH₄)₂MoO₄, взятом для сравнения с концентрацией $1,26 \times 10^{-5}$ моль/л. Во второй декаде мая 2023 года семена опытной культуры были высеяны в почву опытного участка. Контролем служили семена, замоченные в H_2O_{dest} . Норма высева — 1,5 г/м² (или 15 г на делянку).

В течение вегетации растения гороха дважды опрыскивали молибденсодержащими растворами с концентрацией $1,26 \cdot 10^{-5}$ моль/л в объёме 100 мл/м^2 .

Дерново-слабоподзолистая почва опытного участка обладала близкой к нейтральной реакцией (рН 5,7). В пахотном слое почвы ($A_{\text{пах}}$) содержалось 2,14 % гумуса, 225 мг/кг подвижного фосфора и 109 мг/кг почвы обменного калия.

Таким образом, почва участка отличалась средним количеством гумуса и обменного калия, повышенным – подвижного фосфора.

Агроклиматические условия характеризовались весьма теплым летом и высокой увлажненностью первой половины вегетационного периода 2023 года. На фоне высоких среднесуточных температур в августе и низкой суммы осадков сложились весьма благоприятные условия для дозревания и уборки урожая гороха посевного.

В итоге особенности метеорологических условий отразились как на скорости разложения минеральных удобрений в почве (а значит и на количестве подвижных форм элементов питания), так и на величине урожая гороха посевного.

Применение растворов молибдата аммония и молибденсодержащего хелата на минеральном фоне питания позволяет незначительно увеличить количество подвижных форм азота, фосфора и калия в дерново-подзолистой почве по сравнению с контролем во все периоды определений. Наибольшими значениями нитратного азота отличались варианты с Мо-ЭДДЯК на удобренном фоне — в среднем по периодам от 4-8 мг/кг почвы, что на 6-10% больше по отношению к остальным вариантам и контролю.

Во все сроки наблюдений в почве удобренных вариантов установлено накопление P_2O_5 , однако на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ и Мо-ЭДДЯК его количество было наибольшим в среднем на 8-12% по отношению к другим вариантам и контролю.

Применение удобрений с обработкой растений хелатными соединениями молибдена привело к возрастанию количества доступной формы калия в почве в течение всего вегетационного периода — в среднем на 6-10 мг/кг почвы по сравнению с остальными вариантами и контролем.

Кроме того, результаты проведенного эксперимента наглядно показали, что количество образуемых фотосинтетических пигментов в листьях зависит не только от метеорологических особенностей вегетационного периода, от уровня питательного режима почвы, но и от внекорневой подкормки растений молибденсодержащими растворами.

Наименьшим количеством хлорофилла a в листьях отличался контрольный вариант (60 мг/100 г листьев), а наибольшим — листья варианта с хелатированным молибденом на минеральном фоне (72 мг/100 г листьев). Опрыскивание растений молибдатом аммония на удобренном фоне питания способствовало увеличению количества хлорофилла a на 6 мг/100 г листьев

по сравнению с контролем. Вариант с применением минеральных удобрений уступал указанным значениям в среднем на 2-5 мг/100 г листьев. На неудобренном фоне содержание хлорофилла a изменялось в пределах от 63 мг/100 г листьев (на варианте с молибдатом аммония) до 65 мг/100 г листьев (на варианте с комплексонатом молибдена).

Аналогичные изменения произошли и с хлорофиллом b. Наименьшим количеством хлорофилла b среди удобренных фонов отличались варианты с $N_{30}P_{30}K_{30}$ (43 мг/100 г листьев). Минимальные значения данного показателя по сравнению с контролем выявлены на варианте с использованием молибдата аммония на неудобренном фоне (41 мг/100г листьев).

Содержание хлорофилла b на варианте с комплексонатом молибдена превышало его количество в листьях остальных вариантов в среднем на 2-8 мг/100 г и составило 47 мг/100 г листьев.

Максимальное суммарное количество фотосинтетических зеленых пигментов среди удобренных вариантов установлено на варианте с комплексонатом молибдена (119 мг/100 г листьев), а минимальное — на варианте с минеральными удобрениями без опрыскивания растений (109 мг/100 г листьев). Обработка растений молибденсодержащими растворами на неудобренном фоне позволила увеличить суммарное количество хлорофиллов a и b по отношению к контролю на 4-7 мг/100 г листьев. При этом разница в содержании основных фотосинтетических пигментов между вариантами с молибдатом аммония и комплексонатом молибдена составила: на неудобренном фоне — 3 мг/100 г листьев, а на минеральном фоне — 7 мг/100 г листьев соответственно.

Зависимость образования каротиноидов от исследуемых растворов заключалась в увеличении их количества в листьях растений, обработанных молибденсодержащим комплексом по отношению к контролю на 16 мг/100 г листьев и на 5 мг/100 г листьев по отношению к варианту с применением молибдата аммония.

На неудобренном фоне содержание каротиноидов в листьях возросло незначительно по отношению к контрольным значениям и составило: на варианте с молибдатом аммония 42 мг/100 г листьев (прибавка 5 мг/100 г), а на варианте с хелатированным молибденом — 44 мг/100г с прибавкой 7 мг/100 г листьев.

В целом хелатированный молибден (Мо-ЭДДЯК) способствует увеличению содержания растительных пигментов. Молибдат аммония – (NH₄)₂MoO₄ оказывает стимулирующее действие на растения гороха посевного в меньшей степени, однако способствует повышению количества фотосинтетических пигментов по сравнению с вариантами без его использования.

В соответствии с особенностями метеорологических условий вегетационного периода, уровнем питательного режима дерновоподзолистой легкосуглинистой почвы, изменением пигментного состава листьев в 2023 году была получена различная урожайность гороха. Опрыскивание растений растворами молибдата аммония и молибденового комплекса на неудобренных вариантах позволило увеличить урожайность гороха по сравнению с контролем на 2 ц/га и на 4 ц/га соответственно.

Внесение в почву минеральных удобрений (без внекорневой подкормки растений молибденсодержащими растворами) способствовало возрастанию продуктивности гороха на 6 ц/га по сравнению с контролем, на 2 ц/га и 4 ц/га по отношению к неудобренным вариантам с опрыскиванием растений Мо-ЭДДЯК и (NH₄)₂МоO₄.

Применение хелатированного молибдена на минеральном фоне способствовало получению максимальной урожайности и прибавки урожая гороха по отношению к контролю: 26 ц/га и 10 ц/га соответственно.

Таким образом, разница в прибавке урожая за счет применения Мо-ЭДДЯК на разных фонах питания растений по сравнению с контролем составила 4 ц/га и 10 ц/га, а по сравнению с остальными вариантами – в среднем 2-8 ц/га.

Опрыскивание растений раствором Мо-ЭДДЯК на неудобренном фоне позволило увеличить количество белка на 1,5% по отношению к контролю и на 0,8% по сравнению с молибдатом аммония.

На вариантах с применением минеральных удобрений выявлено увеличение белка на 1,7% по отношению к семенам контрольного варианта.

На варианте с применением Мо-ЭДДЯК на минеральном фоне содержание белка в семенах гороха возросло до 21,5%, что на 1% больше по сравнению с использованием (NH₄)₂MoO₄ на удобренном фоне. Следовательно, опрыскивание растений хелатированным молибденом заметно увеличивает количество белка в семенах как по сравнению с вариантами без опрыскивания, так по отношению к контролю.

В целом, с целью повышения количества белка в семенах гороха посевного следует опрыскивать растения раствором комплексоната молибдена как на неудобренной почве, так и на минеральном фоне питания растений. В результате, семена обогащаются белком в доступной форме для усвоения живым организмом с одновременным повышением питательной ценности полученной растениеводческой продукции.

Таким образом, результаты проведенных исследований доказали целесообразность применения молибденсодержащих комплексов (особенно Мо-ЭДДЯК) на растениях гороха. Следовательно, их можно использовать в практических целях при возделывании зернобобовых культур.

Список литературы

1. Никольский В.М. Влияние хелатных соединений кобальта (II) на растения фасоли / В.М. Никольский, Т.И. Смирнова, О.В. Шилова, А.А. Варламова // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения. Сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической

конференции, посвященной Году науки и технологий. Краснодар, 2021. С. 120-123.

- 2. Смирнова Т.И. Комплексонаты кобальта на основе экологически безопасных комплексонов в качестве микроэлементных удобрений / Т.И. Смирнова, О.В. Шилова, В.М. Никольский, И.Г. Тумасьева, Е.С. Биберина, А.А. Варламова // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. 2021. № 1 (43). С. 127-133.
- 3. Смирнова Т.И. Воздействие этилендиаминдиянтарной кислоты и ее комплекса с молибденом на содержание пигментов в листьях гороха / Т.И. Смирнова, О.В. Шилова // Образование, инновации, цифровизация: взгляд регионов. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Тверь, 2022. С.12–17
- 4. Федотова Л.С. Эффективность применения хелатов микроэлементов / Л.С. Федотова, С.А. Егоренко, Р.В. Гордеев, С.С. Тучин // ВНИИКХ. ООО «Элитные Агросистемы». Научная статья в Сибирском экологическом журнале. 2008. № 3. С. 8-10.
- 5. Горох посевной Рокет. [Электронный ресурс]// URL: https://glavagronom.ru/
- 6. Комплексоны и комплексонаты [Электронный ресурс] // URL: http://www.irea.org.ru/directory/kompleksony/

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 14.09.2023 г.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ВЕСЕННИХ СОВМЕСТНЫХ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ОЗИМОЙ РЖИ

Пугачева Л.В., кандидат сельскохозяйственных наук, Митрофанов Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук, Гуляев М.В., кандидат сельскохозяйственных наук,

Положениева Л.П.

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

Совместные посевы озимых и яровых зерновых культур проводились в России со времен Ивана Грозного и Екатерины II. На преимущества таких посевов указывали многие исследователи [1, 2, 3,4]. 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.).

У озимой ржи в таких посевах замедляется рост и развитие, она не проходит в год посева стадию яровизации из-за повышенных температур атмосферного воздуха. В год посева рожь находится в стадии кущения, а урожай формируется на следующий год после перезимовки — в результате у растений ржи формируется мощная корневая система.

© Пугачева Л.В., Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Положенцева Л.П., 2023

На агрополигоне Губино ВНИИМЗ исследования проводились в зернотравяных севооборотах на трех закладках поискового опыта с 2019 по 2022 гг. Наблюдения также проводились и в производственном опыте с загущенной и оптимальной нормами высева в 2022-2023 гг. В поисковом опыте посевы зерносмесей проводились весной с различными нормами высева с формированием гребнистой поверхности почвы. Для посева использовалась сеялка СЗГК-3,6У, 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 с осуществляется более равномерное распределение растений по площади питания.

Исследования проводились на осущаемых закрытым дренажом землях (междренное расстояние 30 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м) в 4-х 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, рН — 5,2-5,3. Минеральные удобрения вносились перед посевом общим фоном в виде азофоски нормой 0,3 т/га, на озимой ржи весной в второй год проводилась подкормка аммиачной селитрой нормой 30 кг д.в. на гектар. Возделываемые сорта: яровая пшеница сорта Иргина, озимая рожь сорта Дымка.

Контрольные варианты в опыте — чистые посевы пшеницы и озимой ржи. Посев пшеницы на контрольном варианте проводился весной, одновременно с посевом зерносмеси, а посев ржи — в конце августа. После уборки пшеницы на совместных посевах проводилось боронование озимой ржи, а также и после перезимовки. Наблюдения проводились в зернотравяных севооборотах, развернутых во времени по следующей схеме:

1. Контроль – яровая пшеница (6 млн.) пшеницы (4 млн.) озимая рожь после уборки

- 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.)
- 5. Зерносмесь: яровая пшеница (6 млн.) и озимая рожь (5 млн.)

На I закладке опыта (посев зерносмеси в 2019 г.) и на II закладке (посев в 2020 г.) были использованы 1, 2, 3 и 4 варианты норм высева.

На III закладке опыта (посев зерносмеси в 2021 г.), 2 вариант был заменен на 5 вариант.

В поисковом опыте в I и II закладках продуктивность совместных посевов формировалась в основном за счет высоких урожаев пшеницы. На III закладке опыта в 2021 г. она была низкой – от 1,96 до 2,02 т/га (табл. 1).

Таблица 1 Продуктивность зерновых культур в чистых и совместных посевах, $_{\rm T/\Gamma 2}$

Варианты		Пшеница			Озимая рожн	·
норм высева	I	II	III	I	II	III
	закладка	закладка	закладка	закладка	закладка	закладка
Чистые	4,9	4,37	3,42	2,7	3,71	3,78
посевы						
Зерносмесь	3,52	4,16	-	2,34	3,27	-
4+4 млн/га						
Зерносмесь	4,24	4,79	1,95	3,31	3,75	4,72
6+3 млн/га						
Зерносмесь	6,29	4,42	1,91	3,19	3,54	4,52
6+4 млн/га						
Зерносмесь	-	-	2,07	-	-	4,12
6+5 млн/га						

HCP_{0.5} 0,291

Снижение урожайности пшеницы в совместных посевах произошло из-за недостатка влаги в критический период роста и развития пшеницы: выход в трубку-колошение. Влажность почвы в слое 0-20 см была в пределах 30-40% от наименьшей влагоемкости. В сложившихся условиях конкурентная способность пшеницы значительно снизилась, а у озимой пшеницы увеличилась почти в 3 раза по сравнению с показателями

предыдущих лет (табл. 2). Конкурентоспособность культур в посевах рассчитана по показателям LER [2].

Таблица 2 Конкурентоспособность культур в совместных посевах яровой пшеницы и озимой ржи

Варианты	LER, закладки опыта						
норм		пшеница			оз. рожь		
высева	I	II	III	I	II	III	
Зерносмесь	0,84	0,88	-	0,88	0,84	-	
4+4 _{млн/га}							
Зерносмесь	1,13	1,23	0,22	1,12	1,13	4,39	
6+3 млн/га							
Зерносмесь	1,15	1,09	0,56	1,18	1,15	3,21	
6+4 млн/га							
Зерносмесь	-	-	0,47	-	-	2,14	
6+5 млн/га							

Коэффициент LER определяет наиболее эффективные варианты смешанных посевов. При LER ≥ 1 доказана биологическая эффективность возделывания смеси яровых культур, вегетационный период которых длится в течение одного года. Для зерносмеси яровых и озимых культур эффективность доказана при LER ≥ 2 , так как озимая рожь дает урожай зерна на следующий год.

В проведенном опыте высокими показателями биологической эффективности характеризуются посевы с нормами высева 6+3 млн. и 6+4 млн. всхожих зерен на 1 га семян пшеницы и озимой ржи. На I и II закладках опыта коэффициент LER этих зерносмесей изменялся от 2,0 до 2,46 (табл. 3).

У озимой ржи в III закладке опыта LER был от 1,09 до 1,25, но общая биологическая эффективность посевов зерносмеси снизилась за счет показателей LER пшеницы – от 0,56 до 0,61.

Таблица 3 Биологическая эффективность посевов зерносмесей яровой пшеницы и озимой ржи

Варианты	LER, закладки опыта								
норм		пшеница	ı		оз. рожь		зерносмеси		
высева	I закл	II	III	I закл	II	III	I закл	II	III
		закл	закл		закл	закл		закл	закл
4+4	0,72	0,95	-	0,87	0,88	-	1,6	1,83	ı
млн/га									
6+3	1,16	1,10	0,57	1,23	1,01	1,25	2,39	2,11	1,82
млн/га									
6+4	1,28	1,01	0,56	1,18	0,99	1,20	2,46	2,0	1,76
млн/га									
6+5	-	-	0,61	-	-	1,09	-	-	1,7
млн/га									

В 2022 и 2023 гг. наблюдения были продолжены в производственном опыте на совместных посевах пшеницы и озимой ржи с оптимальной и загущенной нормами высева. Биологическая эффективность посева с оптимальной нормой высева была высокой и составила 2,33. Продуктивность посева складывалась в большей степени за счет урожая озимой ржи — 5,06 т/га (табл. 4).

Таблица 4 Продуктивность совместных посевов яровой пшеницы и озимой ржи в производственном опыте, т/га

Варианты	Урожайность, т/га			LER	Конкурентоспособн		
					ость		
	яровая	озимая	яровая	озимая	зернос	яровая	озимая
	пшеница	рожь	пшеница	рожь	меси	пшеница	рожь
Загущенный	2,65	4,40	0,68	1,22	1,9	0,35	2,88
посев							
зерносмеси							
Оптимальный	3,32	5,06	0,9	1,33	2,23	0,42	2,38
посев							
зерносмеси							

Засушливым периодом в критическую фазу роста и развития пшеницы характеризовался 2022 год, как и 2021. В этот период растениям необходимо для роста и развития 60% от всего количества влаги,

потребляемой ими за вегетацию. Если критический период по отношению к влаге у пшеницы проходит в засушливых условиях, конкурентоспособность озимой ржи увеличивается, в наших опытах в 2-4 раза.

Таким образом, по результатам 5 лет исследований (с 2019 по 2023 гг.) можно сделать вывод, что совместный весенний посев зерносмесей с нормой высева яровой пшеницы 6 млн. и озимой ржи от 3 до 4 млн. на 1 га, при посеве гребнисто ленточно-разбросным способом, обеспечивает высокий урожай пшеницы от 3,32 до 6,29 т/га и озимой ржи от 3,19 до 5,05 т/га, и характеризуется высокими показателями биологической эффективности посевов.

Список литературы

- 1. Иванов А.Л. Очерки по истории агрономии / А.Л. Иванов, Н.С. Немцев, И.Ф. Каргин, С.Н. Немцев. М.: Россельхозакадемия, 2008. С. 200-201.
- 2. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Под ред. Ламан Н.А. и др. Мн.: Навука I тэхніка, 1996. 101 с.
- 3. Реутов В.П. Русское органическое земледелие Челябинск: ЧПО «Книга», 2002. 256 с.
- 4. Юрин П.В. Структура агрофитоценоза и урожай. М.: Изд-во Московского университета, 1979. 280 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ ОСУШАЕМЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ПЛОЩАДЬ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОВСА ПОСЕВНОГО СОРТА ЯКОВ

Рублюк М.В., кандидат сельскохозяйственных наук Иванов Д.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Урожай обусловливается в основном площадью листьев растений, длительностью периода их активной деятельности и продуктивностью фотосинтеза растения. К посевам, обладающим максимальной площадью листьев и хорошей динамикой ее развития, относятся такие, в которых листовая поверхность быстро достигает 40-45 тыс. м²/га. а затем долго сохраняется в активном состоянии на этом уровне и только в конце вегетационного периода значительно уменьшается или отмирает. Накопление сухого вещества определяется в основном числом и размерами листьев, продолжительностью их функционирования, величиной чистой продуктивности фотосинтеза [1, 2]. С ростом листовой поверхности яровой мягкой пшеницы ее урожайность увеличивается. Площадь листовой поверхности пшеницы положительно коррелирует с урожайностью, независимо от экспозиции склона [3]. Наиболее оптимальные показатели фотосинтетической активности листового аппарата овса растения развивают на фоне азотного питания. Динамика нарастания фотосинтетического потенциала характерна для фазы флагового листацветения [4].

© Рублюк М.В., Иванов Д.А., 2023

В годы с засушливым климатом обработка семян биопрепаратом благоприятно влияет на развитие растений и их продуктивность [5].

Методика. В продолжение многолетнего эксперимента (26 лет) в пределах агрополигона «Губино» ВНИИМЗ с использованием экстенсивной технологии возделывания культур на ландшафтной основе в 2021 году был заложен эксперимент по экстенсивной технологии и другой - с применением удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур. Опыт включает 2 фактора: фактор А -агроландшафты (транзитноаккумулятивный южного склона (Т-Аю), транзитный южного склона (Тю), элювиально-транзитный отонжо -онапыноносклона аккумулятивный (Э-А), элювиально-транзитный северного склона (Э-Тс), транзитный северного склона (Тс), транзитно-аккумулятивный северного склона (Т-Ас) и фактор В – два зернотравяных севооборота с разными фонами удобрений: 1 фон - N_{30} (контроль); 2 фон – $N_{60}P_{60}K_{60}$. В контрольном варианте применяется минимальное количество удобрений – N_{30} д.в. на 1 га аммиачной селитры в подкормку на зерновых культурах в фазу кущения. В варианте с удобрениями применяют азофоску в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ д.в. на 1 га на посевах зерновых культур (яровая пшеница, овес+травы) в предпосевную культивацию. Под озимую рожь применялась диамофоска в дозе $N_{20}P_{60}K_{60}$ в предпосевную культивацию осенью и весной дозой N_{40} проводилась подкормка аммиачной селитрой.

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 дренажом, глубина залегания дрен 1 м, междренное расстояние в элювиальных вариантах составляет 40 м, в транзитных – 20 м, в транзитно-

аккумулятивных — 20 м. Площадь листовой поверхности овса сорта Яков определяли методом средней пробы. Общую площадь листьев пробы рассчитывали по формуле:

$$S = PxS_1 n/P_1$$

где P – общая площадь листьев пробы (в см 2); S_1 – площадь высечки (в см 2); n – число высечек; P_1 – вес высечек (в Γ).

Площадь листьев на 1 га посева рассчитывали исходя из густоты стояния растений. 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 — фон удобрений: без удобрений (контроль) и вариант с удобрением (NPK 60 кг на 1 га д. в.).

Результаты и их обсуждение. Измерение площади листовой поверхности растений овса сорта Яков определяли в фазу кущения и выметывания (таблица).

Таблица Площадь листовой поверхности растений овса в зависимости от осущаемых ландшафтов и фонов удобрений, тыс. м² на 1 га

	Фенологические фазы						
АМЛ	кущения		выметывание				
	Без удобрения	С удобрением	Без удобрения	С удобрением			
	(контроль)		(контроль)				
Т-Аю	9,2	8,3	19,9	18,4			
Тю	12,3	11,4	22,3	25,8			
Э-Тю	16,3	9,3	24,5	29,8			
Э-А	9,6	12,7	25,6	31,7			
Э-Тс	9,1	12,5	25,1	29,9			
Tc	16,6	8,6	39,6	23,5			
T-Ac	16,4	11,8	33,2	28,2			
Среднее	12,8	10,7	27,2	26,8			
HCP ₀₅	5,8	Различия	10,6	Различия			
		недостоверны		недостоверны			

Площадь листьев овса в фазу кущения на контрольном варианте варьировала от 9,1 до 16,6 тыс. м² на 1 га. Максимальное формирование листьев отмечено в транзитных вариантах северного склона и в элювиальнотранзитном южного. Величина данного показателя здесь составила 16,6-16,3 тыс. м² на 1 га. Максимальное снижение площади листьев растений овса наблюдалось в элювиальных вариантах и в понижении южного склона. Снижение составило по сравнению с средней по опыту 3,2-3,7 тыс. м² на 1 га. На удобренном фоне площадь листьев растений овса в фазу кущения была 8,3-12,7 тыс. м² на 1 га. Максимальное количество листьев отмечено в элювиальных вариантах — 12,5-12,7 тыс. м² на 1 га. Наиболее низкое количество листьев у овса наблюдалось в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона и составило 8,3 тыс. м² на 1 га. Достоверных различий между вариантами по площади листьев на фоне с удобрениями не отмечено.

В фазу выметывания площадь листовой поверхности на контрольном варианте находилась в пределах от 19,9 до 39,6 тыс. м² на 1 га. Максимальное ее значение отмечено в транзитном варианте северного склона — 39,6 тыс. м² на 1 га. В транзитных вариантах южного склона величина данного показателя максимально снижалась на 13,3 и 17,3 тыс. м² по сравнению с их аналогами на северном склоне. На удобренном фоне площадь листовой поверхности в фазу выметывания составила 18,4-31,7 тыс. м² на 1 га. Максимальная величина данного показателя отмечена на вершине холма (в Э-А) — 31,7 тыс. м² на 1 га. Ее повышение по сравнению с контрольным вариантом составило 6,1 тыс. м² на 1 га. Наименьшая площадь листьев овса в фазу выметывания была в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона и составила 18,4 тыс. м² на 1 га. По другим вариантам площадь листовой поверхности на удобренном фоне в фазу выметывания находилась в пределах от 23,5 до 29,9 тыс. м² на 1 га.

Таким образом, площадь листовой поверхности растений овса сорта Яков изменялась в зависимости от агроладшафтных условий и фонов удобрений. Площадь листьев овса в фазу кущения на контрольном варианте была максимальной в транзитных вариантах северного склона и в Э-Тю и составила 16,4-16,6 тыс. м² на 1 га.

На фоне с удобрениями максимальная площадь листьев отмечена в элювиальных вариантах (в Э-А и в Э-Тс) и характеризовалась значениями 1,5-12,7 тыс. м² на 1 га. В фазу выметывания площадь листовой поверхности на контрольном варианте была максимальной в транзитном варианте северного склона — 39,6 тыс. м² на 1 га. На удобренном фоне площадь листьев максимально возрастала на вершине холма — в элювиально-аккумулятивном варианте и составила 31,7 тыс. м² на 1 га. Отмечено ее повышение на 6,1 тыс. м² на 1 га по сравнению с контролем.

Список литературы

- 1. Стримкова Ф.М., Ожогина Л.В. Формирование площади листовой поверхности сортами яровой пшеницы // Вестник Алтайского ГАУ. 2005. №4 (20). С. 16-19.
- 2. Бесалиев И.Н. Площадь листьев яровой твердой пшеницы в Оренбургском Предуралье в связи с технологией возделывания // Бюллетень Оренбургского центра Уро РАН. 2016. № 1. С. 1-6.
- 3. Панфилов А.Л. Динамика развития фотосинтетической поверхности листьев и урожайность мягкой яровой пшеницы при выращивании на склонах различной экспозиции в лесостепной зоне Оренбургской области // Бюллетень Оренбургского научного центра Уро РАН. 2016. №4. С. 1-10.
- 4. Мыхлык А.Н., Дукгова Н.А. Оценка фотосинтетической деятельности сортов овса посевного в зависимости от уровня азотного питания // Белорусская ГСХА. 2015. №8. С. 1-8.

5. Хижникова Т.Г., Чернецова Н.В. Изменение площади листьев, фотосинтетического потенциала и продуктивности яровой пшеницы на фоне инокуляции семян бактериальными препаратами // Вестник Алтайского ГАУ. 2014. №11 (121). С. 1-5.

Дата поступления рукописи в редакцию: 18.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

РАЗДЕЛ IV. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ И СЫРЬЯ ИЗ ОТХОДОВ В СФЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.8

ЖИДКОФАЗНЫЙ БИОПРЕПАРАТ ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Рабинович Г.Ю., доктор биологических наук, профессор, **Фомичева Н.В.,** кандидат биологических наук *ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Москва, Россия*

Последнее десятилетие большой популярностью пользуются жидкофазные препараты для растениеводства. В первую очередь, это обусловлено их эффективностью, экологической безопасностью небольшим расходом. Кроме этого, жидкая форма препаратов обладает рядом преимуществ перед твердыми сыпучими удобрениями: расширенная возможность их использования (для замачивания семян, корневой и некорневой подкормки растений на разных стадиях их онтогенеза); допустимость смешивания с другими жидкими препаратами или средствами защиты растений; равномерное внесение; быстрое поглощение почвой, активное всасывание листовой поверхностью растений и пр. Все это определяет высокий спрос на подобную продукцию.

важных разработок ВНИИМЗ Одной ИЗ является создание растениеводства И биопрепаратов ДЛЯ земледелия, частности, препарата запатентованного жидкофазного микробной природы, получившего название ЖФБ [1].

© Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., 2023

Биопрепарат ЖФБ рекомендован для применения в составе общих агротехнических мероприятий, в которых выполняет роль стимулятора роста и развития культурных растений, а также активатора почвенномикробиологических процессов, направленных на повышение урожайности и улучшение качества сельскохозяйственных культур.

основе технологии получения **—** АФЖ ферментационноэкстракционные процессы преобразования органического сырья (навоза КРС, помета, низинного или переходного торфа), эффективно протекающие при включении стимуляторов различной природы, в частности, золы лиственных пород, отходов мукомольного производства, пивной дробины и другие возобновляемые ресурсы. В последние годы чаще используется зола березы, минеральные вещества которой являются дополнительным питанием активатором жизнедеятельности микрофлоры И ДЛЯ ферментируемой массы. Установление заданных физико-химических параметров как на первом этапе получения ЖФБ (твердофазной аэробноанаэробной ферментации), так и на втором этапе (при проведении экстракции), позволяет эффективно задействовать исходный потенциал микрофлоры, жизнедеятельности которой формируется за счет качественная продукция.

ΖФЖ представляет собой жидкость коричневого без цвета неприятного запаха, характеризуется высокой численностью агрономически значимой микрофлоры (аммонифицирующих, амилолитических, мобилизующих органофосфаты и др. – до $n \times 10^{12}$ КОЕ/мл); высокой питательной ценностью (общий азот – до 0.5 г/л, P_2O_5 – до 15 г/л, K_2O – до 12,5 г/л); наличием микроэлементов (медь, цинк, марганец, железо) и физиологически активных веществ (caxapa, аминокислоты, ферменты); благоприятным уровнем кислотности (рН 7,0 – 8,0); санитарно-гигиенической чистотой (отсутствие тяжелых металлов, патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, цист кишечных патогенных простейших). Перед применением ЖФБ необходимо приготовить его рабочий раствор, разбавив исходный концентрированный биопрепарат определенным количеством воды.

За счет присутствия физиологически активных веществ (в частности, метаболитов микрофлоры, входящей в состав ЖФБ), а также набора макрои микроэлементов, биопрепарат ЖФБ действует как стимулятор, включаясь в биохимические процессы роста и развития растений, способствуя фотосинтетических реакций, дополнительному усилению усвоению питательных веществ, преимущественному накоплению азота генеративных органах и др. ЖФБ за счет деятельности агрономически полезной микрофлоры способствует переводу труднодоступных органических соединений почвы, содержащих азот И фосфор, легкодоступные формы, тем самым улучшая питание растений.

Биопрепарат ЖФБ предназначен для обработки посадочного/посевного материала, полива растений и их некорневой обработки. В каждом случае рабочий раствор препаратов с содержащимися в нем микроорганизмами, элементами питания, физиологически активными веществами действует как на само растение, так и на почвенную микрофлору.

Так, некорневая обработка вегетирующих растений указанными препаратами обеспечивает увеличение численности почвенных обусловлено непосредственным микроорганизмов, что попаданием препаратов в почву, а также в результате корневых выделений растений, стимулированных действием препаратов через листовую поверхность [2]. Микроорганизмы физиологически активные вещества непосредственном контакте с листовой поверхностью принимают участие в физиолого-биохимических процессах растений, направленных 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 в почве [3].

В результате предпосевной/предпосадочной обработки семенного материала рабочими растворами ЖФБ повышается их всхожесть, энергия прорастания, стимулируется рост и развитие проростков. Микроорганизмы, содержащиеся в биопрепарате, способны приживаться в зоне корневой системы растений, усиливая свою активность. В итоге значительно возрастает интенсивность всех почвенных процессов в ризосфере, в частности, повышается растворимость труднодоступных элементов питания [4].

Первичная апробация биопрепарата ЖФБ позволила установить его эффективность при возделывании различных сельскохозяйственных культур. Полевые опыты различного масштаба проводились на дерновоподзолистой легкосуглинистой, дерново-подзолистой супесчаной, на низинной торфяной почвах; при этом изучались различные технологические приемы применения биопрепарата: обработка семенного материала, корневая и некорневая обработка вегетирующих растений.

В полевых опытах биопрепарат ЖФБ применяли по фону основных удобрений: органического — компоста многоцелевого назначения (КМН) или различных минеральных. Систематизация всех результатов позволила разработать сводную таблицу по апробации ЖФБ с указанием оптимальных доз и концентраций его внесения (таблица).

Как видно из таблицы 1, биопрепарат ЖФБ способствовал получению прибавки урожая от 9 % до 19 % в зависимости от возделываемой культуры. Необходимо отметить, что при этом улучшалось качество выращиваемой продукции относительно контрольных вариантов.

Так, в клубнях картофеля отмечалось увеличение содержания крахмала с 12,1 % до 13,3 %; в зерне пшеницы повышалось содержание белка с 14,7 до 15,3 %; в корнеплодах моркови увеличивалось содержание каротина с 6,5 % до 7,5 % и количество сухого вещества с 7,9 % до 8,7 %,

снижалось содержание нитратов с 230 мг/кг до 180 мг/кг; плоды огурца характеризовались снижением содержания нитратов на 20 %, увеличением содержания калия с 3,5 % до 5,5 %, фосфора с 1,5 % до 1,8 %, моносахаров с 2,0 % до 2,3 %.

Таблица Апробация биопрепарата ЖФБ

Культура,	Характеристика	Фон	Прием	Норма	Обц	
сорт	почвы	основного	применения	внесения	урожай	
		удобрения	препарата	препарата	т/га	прибавка к контро-
						лю, %
Картофель	Дерново-подзо-	КМН	Корневая	1:300,	23,0	10,0
сорта	листая супесчаная,	4 т/га	подкормка	1000 л/га	,	, _
Жуков-	рH _{ксі} 5,72, гумус	локально	,, 1			
ский	1,6 %, P ₂ O ₅ 223		Некорневая		24,7	14,9
	мг/кг, К ₂ О 141		подкормка			
T0 1	мг/кг	Y43 611				
Картофель	Дерново-подзо-	KMH	05.5	2.0.0/	20.5	12.0
сорта	листая супесчаная,	4 т/га	Обработка	2,0 %	20,5	12,0
Винета	рН _{КСІ} 4,85, гумус 1,6 %, Р ₂ О ₅ 239	локально	клубней			
	мг/кг, К ₂ О 158					
	мг/кг					
Картофель	Дерново-подзо-	КМН	Обработка	1,0 % +		
сорта	листая легко-	10 т/га,	клубней +	1:100,	33,8	9,0
Скарб	суглинистая, рНксі	$N_{50}K_{120}$	некорневая	300 л/га		
	4,84, гумус 2,0 %,		обработка			
	P ₂ O ₅ 181 мг/кг, К ₂ O 162 мг/кг		(фазы всхо-			
	K ₂ O 102 MI7KI		дов, бутонизации)			
Яровая	Дерново-подзолис-		Обработка			
пшеница	тая легкосугли-		семян +	1,0 % +		
	нистая, рНксі 4,8-5,0,	$N_{32}P_{32}K_{32}$	некорневая	1:100,	3,68	13,2
Иргина	гумус 2,1-2,5 %,		обработка	300 л/га		
	P_2O_5 176-190 мг/кг,		(фазы			
	K ₂ O 234-247 мг/кг,		кущения и			
C	Nлг. 35-38 мг/кг		колошения)			
Столовая	Низинная		Некорневая			
морковь сорта	торфяная, рН _{КСІ} 5,35, С 38-41 %,	$P_{40}K_{60}$	подкормка (фазы 3–4	1:300,	41,8	19,4
Карини	P ₂ O ₅ 400-430	1 401 500	листочков,	300 л/га	71,0	17,4
Tup IIII	мг/кг; K ₂ O 300-		начала форми-	200121		
	350 мг/кг		рования корне-			
			плодов и актив-			
			ного роста			
	T		корнеплодов)			
Огурцы		Питательны й		1,20	11 60	17.0
сорта Кураж	торф:агроперлит=7		подкормка, начиная с фазы	1:30, 0,1 л/м ²	41,68 кг/м²	17,9
кураж	.3	минеральны й раствор	начиная с фазы 7-8 листа, далее	O,1 JI/M	(товарная)	
		праствор	два раза в		(10bapilan)	
			месяц (всего 6			
			поливов)			

Таким образом, ЖФБ во всех случаях проявлял себя достаточно эффективным препаратом для растениеводства, поскольку его действие направлено как на активизацию роста и развития растений, так и почвенных процессов. Полученные результаты исследований стали основанием для включения биопрепарата ЖФБ в технологические карты возделывания различных сельскохозяйственных культур В схожих почвенноклиматических условиях, в которых в итоге будет формироваться и функционировать эффективное взаимодействие системы растение-почва, предопределяя получение повышенной урожайности сельскохозяйственных культур более лучшего качества.

Список литературы

- 1. Патент на ИЗ RU 2365568 C1, 27.08.2009. Способ получения жидкофазного биосредства для растениеводства и земледелия / Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В., Смирнова Ю.Д. (Заявка № 2008112832/12 от 02.04.2008).
- 2. Фомичева Н.В., Рабинович Г.Ю., Смирнова Ю.Д. Влияние некорневых обработок вегетирующих растений на микрофлору почвы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 6. С. 19-23.
- 3. Красильников, А.К. Микроорганизмы почвы и высшие растения / А.К. Красильников. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. 464 с.
- 4. Завалин, А.А. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии/ А.А. Завалин, Т.М. Духанина, М.В., Чистотин и др. М.: ВНИИА, 2000.-81 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 23.09.2023 г.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ НА МЕЛКОЗАПАДИННОМ РЕЛЬЕФЕ

Шляхтинцева О.И.¹,

Черникова О.В.², кандидат биологических наук,
Мажайский Ю.А.³, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹УО «Белорусская ГСХА», г. Горки, Беларусь

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

³Мещерский филиал ФГБНУ ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, г. Рязань, Россия

При проведении мелиорации на мелкозападинном рельефе, характерном для северо-восточной части Республики Беларусь, происходит нарушение почвенного покрова мелиорируемой площади, особенно у открытой и закрытой осущительной сети при ее устройстве, а также возникает проблема по размещению и утилизации иловых отложений из западин при устройстве на их месте колодцев-поглотителей или водоемовкопаней [1,2].

Данные иловые отложения содержат биогенные элементы питания (фосфор, азот и калий), органические и мелкоилистые частицы, а также, возможно, канцерогенные элементы. При этом они могут являться хорошим органо-минеральным удобрением, тем более при их компостировании и использовании с традиционными органическими и минеральными удобрениями.

© Шляхтинцева О.И., Черникова О.В. Мажайский Ю.А., 2023

Однако технологий и доз внесения иловых отложений в почву в настоящий момент нет. Чаще всего их выравнивают на прилегающей к копани территории, что, в том числе, ухудшает режим осушения и поверхностный сток, и в целом снижает плодородие, вследствие их переизбытка в месте утилизации [3].

В связи с этим изучение эффективности использования иловых отложений микрозалежей в качестве органоминеральных удобрений в сочетании с обычными минеральными и органическими удобрениями представляет интерес для науки и практики для регулирования питательного и водно-физического состояния мелиорированных почв, особенно при дефиците органических удобрений.

Почвенно-климатические условия Республики Беларусь не позволяют вести интенсивное земледелие из-за переувлажнения на площади около 8 млн га (более 40% территории) [4]. В этом отношении дренажные мелиоративные системы имеют основополагающее значение для развития сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь на протяжении более 120 лет [5].

В настоящее время осушено 3,4 млн га, в том числе 2,9 млн га занято под сельскохозяйственное производство, из них 1,3 млн га - под пропашные культуры, 1,6 млн га - под луговые и пастбищные культуры.

Существует необходимость в разработке методов эксплуатации этих земель, включая использование удобрительно-мелиоративных смесей, содержащих иловые отложения микрозалежей и другие природные компоненты.

В настоящее время существует необходимость в разработке технологии утилизации иловых отложений, полученных при строительстве водохранилищ-котлованов, в качестве отходов, источника питания, комплексного удобрения и для повышения плодородия нарушенных почв.

Агрохимические испытания показывают, что в иле содержится значительный потенциал питательных веществ, и в сочетании с внесением органических и минеральных удобрений можно создать технологию, которая позволит получать стабильные урожаи сельскохозяйственных культур и утилизировать ил как отходы, образующиеся не непосредственно при перекопке, а равномерно по всей восстановленной территории.

Исследование направлено на установление оптимальной дозы этих химических мелиорантов, которая позволит повысить плодородие исследуемых дерново-подзолистых почв северо-востока Республики Беларусь.

Исследование использования иловых отложений микрозалежей, полученных в результате рекультивации мелиорированных почв, в качестве органо-минеральных удобрений, в том числе в сочетании с традиционными органическими удобрениями, проводится на базе учебно-ирригационного комплекса Тушково-1 Горецкого района Могилевской области с 2021 года.

Перед началом вегетационного эксперимента было проведено обследование почвы. Результаты испытаний образцов почвы на содержание питательных веществ представлены в таблице 1.

Почва опытного участка "Тушково-1" дерново-подзолистая, легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины более 1 м.

Таблица 1 Результаты испытаний образцов почвы на содержание питательных веществ

Наименование образца		Результаты испытаний					
	N, %	Р2О5, мг/кг	K ₂ O, мг/кг	рН	Органическое вещество, %		
Горизонт А	0,05	226,8	295,8	6,34	0,9		
Горизонт В	0,025	161,6	107,0	3,8	4,5		

По данным опытного поля, бонусный балл пахотных земель составляет 36,5, содержание гумуса — 1,48%. Чтобы создать равный соответствующий фон для будущего опыта, а также установить и повысить однородность плодородия почвы в 2021 году, был проведен выравнивающий посев озимого рапса сорта Батис в качестве сидеральной культуры в вегетативных сосудах. В результате почва приобрела плотность и структуру, сходные со структурой на месте отбора проб почвы в учебно-ирригационном комплексе "Тушково-1".

Исследования проводились в вегетативных сосудах с имитацией полевого опыта с сопутствующими наблюдениями, записями и лабораторными анализами. Чтобы получить программируемый урожай и определить эффективность использования иловых отложений в качестве комплексных удобрений, методом элементарного баланса, который является классическим примером расчета доз удобрений для удаления NPK, было определено количество питательных веществ (кг суточной нормы/га), вносимых с удобрениями, и разработано разработана схема эксперимента, согласно которой в 2022 году был проведен вегетационный опыт. Схема опыта показана в таблице 2.

Таблина 2

Схема опыта

Номер варианта	Наименование агрохиммелиорантов
1	Контрольный (ДВУ) 18,9 ц/га
2	Навоз КРС 30 т/га $(N_{27}P_{15}K_{60})$ + Мин.уд. $(N_{83}P_{39}K_{25})$
3	Ил 30 т/га (N_{15} Р7К23) + Мин.уд. (N_{95} Р ₄₇ К ₆₂)
4	Минеральные удобрения ($N_{110}P_{54}K_{85}$)
5	Навоз КРС 10 т/га ($N_9P_5K_{20}$) + Ил 25 т/га ($N_{13}P_6K_{19}$) + Мин.уд. ($N_{88}P_{43}K_{46}$)
6	Навоз КРС 10 т/га ($N_9P_5K_{20}$) + Ил 20 т/га($N_{10}P_4K_{15}$) + Мин.уд. ($N_{91}P_{45}K_{50}$)
7	Навоз КРС 10 т/га $(N_9P_5K_{20})$ + Ил 15 т/га $(N_8P_3K_{11})$ + Мин.уд. $(N_{93}P_{46}K_{52})$

Для эксперимента использовались сосуды объемом 10 литров, высотой 25 см и площадью открытой поверхности 0,053 м 2 с отверстием в

дне, через которое просачивалась вода и стекала в лотки для сбора инфильтрата. Сосуды были установлены на специально подготовленные стеллажи. В экспериментах использовалось 7 вариантов комбинаций удобрений, каждый из которых вносился в 4-кратном повторении.

Поддержание режима влажности почвы на заданном уровне, рекомендованном предыдущими исследованиями, регулировалось орошением, что способствует обеспечению потребностей сельскохозяйственных растений в воде в течение их вегетационного периода.

Анализ почвы из вегетационных сосудов проводился в соответствии с лабораториях. общепринятыми специализированных методами В Результаты экспериментов были обработаны математическими статистическими методами с определением содержания НСР 0,5. Под влиянием органо-минеральных удобрений, как в чистом виде, так и с добавлением ила, полученного при рекультивации впадин западного рельефа, изменились агрохимические свойства почвы. Содержание общего азота, калия и фосфора в почве до и после вегетационных экспериментов представлено в таблице 3.

Содержание азота в почве после вегетационных опытов незначительно увеличилось во втором варианте при внесении 30 т/га навоза крупного рогатого скота ($N_{27}P_{15}K_{60}$) и фоновом внесении минеральных удобрений, содержащих действующее вещество ($N_{83}P_{39}K_{25}$), и в третьем варианте при внесении ила 30 т/га ($N_{15}P_7K_{23}$) и фоновое внесение минеральных удобрений, содержащих активное вещество ($N_{95}P_{47}K_{62}$), на 40 и 20% соответственно. Данное увеличение можно объяснить большим количеством микроорганизмов, содержащихся в этих видах удобрений.

В других вариантах содержание азота значительно снизилось, что можно объяснить удалением этого элемента питания растениями из почвы. Наименьшее содержание азота было обнаружено в седьмом варианте с

внесением 10 т/га навоза крупного рогатого скота $(N_9P_5K_{20})$, 15 т/га ила $(N_8P_3K_{11})$ и фоновым внесением минеральных удобрений, содержащих действующее вещество $(N_{93}P_{46}K_{52})$. Данный показатель снизился в этом варианте на 80%.

Таблица 3 Содержание N, P_2O_5 , K_2O в почве

	Результаты испытаний образцов почвы					
Варианты	до начала эксперимента			после проведения эксперимента		
опыта	N,%	P_2O_5 ,	K ₂ O,	NI 0/	P_2O_5 ,	K ₂ O,
IN IN	11,%	мг/кг	мг/кг	N,%	мг/кг	$M\Gamma/K\Gamma$
Вариант 1				0,03	328,3	359,3
Вариант 2				0,07	366,0	439,0
Вариант 3	0,05	226,8	295,8	0,06	396,4	453,0
Вариант 4				0,02	364,0	456,8
Вариант 5				0,03	402,7	522,6
Вариант 6				0,02	426,3	513,4
Вариант 7				0,01	413,7	471,7

Содержание фосфора в почвенных образцах после проведения уборки урожая значительно увеличилось во всех вариантах применения удобрений, что обусловлено, в первую очередь, метеорологическими условиями, влияющими на способность растений к поглощению влаги.

Общеизвестным является повышение доступности (подвижности) фосфатов при повышении уровня увлажнения почвы. Период от появления всходов до созревания характеризовался наименьшем варьировании показателя запасов влаги в 20-сантиметровом слое почвы. Наибольшее увеличение содержания фосфора в почве выявлено в шестом варианте с внесением 10 т/га навоза КРС ($N_9P_5K_{20}$), 20 т/га ила ($N_{10}P_4K_{15}$) и фоновым внесением минеральных удобрений с содержанием действующего вещества ($N_{91}P_{45}K_{50}$). Оно составило 426,3 мг/кг, что на 88% превышает содержание фосфора в почве до проведения опыта.

В целом лучшими по накоплению фосфора и калия были пятый и шестой варианты с применением навоза КРС и иловых отложений 20-25 т/га.

Список литературы

- 1. Bhunia G. S. Emergence and challenges of land reclamation: issues and prospect / G. S. Bhunia, Chatterjee U., Shit P. K. // Modern Cartography Series. 2021. №10. pp.1-15.
- 2. Volchak A. Modeling dynamics of stored soil moisture at stage of control of structures of amelioration systems / A. Volchak, A. Meshyk, Y. Mazhayskiy, O. Chernikova// Engineering for Rural Development. 2020. №19. C. 114–120.
- 3. Levshunov I. The feasibility of using soil runoff in calculating the water balance of ameliorated soil / I. Levshunov, Y. Mazhayskiy, O. Chernikova // E3S Web of Conferences. 2021. №285. 06003 p.
- 4. Volchak, A. Nonlinear modeling of annual runoff of main rivers in Belarus / A. Volchak, A. Meshyk, S. Parfomuk, Y. Mazhayskiy, O. Chernikova // Engineering for Rural Development. 2021. №20. pp. 49–56.
- 5. Дубенок Н.Н. Орошение дождеванием сенокосно-пастбищной травосмеси в условиях северо-восточной зоны Республики Беларусь / Н.Н. Дубенок, Д.В. Яланский, Ю.А. Мажайский, О.В. Черникова // Мелиорация и водное хозяйство. 2020. № 5. С. 7-12.

Дата поступления рукописи в редакцию: 26.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

К ТЕХНОЛОГИЯМ ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗА, ПОМЁТА И ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ

Зинковская Т.С., кандидат сельскохозяйственных наук, Рабинович Г.Ю., доктор биологических наук, профессор, Подолян Е.А., кандидат сельскохозяйственных наук,

Сорокина В.А.

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

Увеличение антропогенной нагрузки на биосферу как в зоне деятельности животноводческих предприятий, так и на объектах окружающей природной среды, прилегающих к ним, часто приводит к их загрязнению. Функционирующие в России крупные животноводческие комплексы и птицефабрики вырабатывают определённое количество органических отходов, из которых большая часть не используется.

Основными источниками загрязнений, поступающих с животноводческих ферм в окружающую среду, являются вентиляционные выбросы, навоз и стоки при их удалении, хранении, переработки и утилизации. Только на одном свиноводческом предприятии мощностью 54 тыс. свиней в год, с интенсивной технологией выращивания и откорма животных, суммарный вентиляционный выброс газообразных вредных веществ (аммиака, сероводорода, меркаптанов) в атмосферу составляет 166,8 т/год или 458,9 кг/сут., ежесуточно образуется около 1500 т навозных стоков [1].

© Зинковская Т.С., Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Сорокина В.А., 2023

Установлено, что в почвах, загрязненных отходами животноводства, увеличиваются сроки выживаемости патогенных микроорганизмов, которые ΜΟΓΥΤ трансформироваться накапливаться И сельскохозяйственных культурах, выращенных на ЭТИХ земельных участках, тем самым, создавая определенную эпизоотическую угрозу [1].

Перспективное направление в этой области – создание малоотходных производственных систем, предусматривающих выполнение природоохранных мероприятий, включая их санацию, и обеспечивающих получение органического удобрения, а по необходимости – максимальное извлечение из навоза, помета и стоков питательных веществ для создания компонентов (биогаз, биомасса) вторичных кормов, сырьевых последующим их использованием в различных отраслях народного хозяйства (топливно-энергетическая, пищевая, фармацевтическая) [1].

Использование биотехнологических принципов при переработке и обеззараживании навоза, помета и стоков на основе микробной деструкции веществ, антагонизма и селекции микроорганизмов в системах биоценозов позволит добиться целенаправленного воздействия на патогенную микрофлору, внести соответствующие коррективы в технологические режимы переработки отходов и получать экологически безопасные продукты. Многие авторы считают, что особое внимание должно уделяться разработке и совершенствованию биологических способов обработки и обеззараживания органических отходов животноводства и птицеводства [1].

Особую значимость для нужд земледелия имеет переработка навоза, птичьего помета и другого органического сырья в удобрения. Северная экологическая финансовая корпорация (НЕФКО) технологии производства органических удобрений классифицирует следующим образом [2]:

а). Биологические методы обработки: метод пассивного компостирования; методы активного компостирования; специальные активные технологии компостирования с использованием червей или иных

методов биологической катализации процесса, иногда включающих перемешивание с другими органическими материалами (торф и др.); анаэробные методы, обеспечивающие производство биогаза и устойчивой твердой фракции, очень похожей на продукцию активных методов компостирования. Данную фракцию можно применять на тех полях, где уже используются машины для распределения навоза крупного рогатого скота.

б). Физические методы: термическая сушка посредством солнечной энергии или горячего воздуха, нагреваемого в процессе использования органических или возобновляемых видов топлива, а также отводимым воздухом систем вентиляции птицеферм с производством рыхлого материала, содержащего 45-70 % сухого вещества; гранулирование с производством пеллет продавливанием материала через специальный перфорированный диск. Продукт можно применять на полях с помощью тех машин, что используются для распределения неорганических удобрений. Требуется термическая сушка перед подачей в гранулятор; гранулирование с производством гранул, похожих на неорганические удобрения, которые, очевидно, онжом применять полях использованием тех же машин, что и для распределения неорганических удобрений. Перед подачей в гранулятор требуется термическая сушка; сжигание навоза/помета c возможностью рекуперации дополнительную стоимость и с производством сыпучего материала, состоящего из мелкодисперсной золы. Этот материал может использоваться для производства пеллет или гранул.

Определённый интерес представляют данные по стендовым испытаниям микробиологического метода, который авторы считают самым простым в процессах биоконверсии навоза и птичьего помета [3-5]. По мнению разработчиков это наиболее эффективный и экономически оправданный метод утилизации отходов животноводческой отрасли, обеспечивающий их превращение в высококачественное удобрение. В 1 т

бактериально переработанных навоза и помета содержится 30-40 кг азота, 20-30 кг фосфора, 20-30 кг калия, в больших количествах имеется кальций, микроэлементы, ростовые и антибиотические вещества, отношение углерода к азоту равно 1:17-25, рН 6-7.

Надо отметить, что все технологии в большей или в меньшей степени затратны и требуют определённых финансовых вложений. Ученые, занимающаяся проблемой утилизации птичьего помета [6], выделяют четыре основные технологии производства органических удобрений на пометной основе:1. Пассивное компостирование (смесь созревает 6-8 месяцев в штабелях высотой до 2,5 м на полевых площадках); 2. Интенсивное компостирование (смесь созревает 6-7 суток в специальных ферментерах); 3. Термическая сушка птичьего помета в специальных установках; 4. Вакуумная сушка с переработкой помета в режиме щадящих температур с сохранением полезных химических элементов.

На первый взгляд, наиболее рациональной кажется самая простая в исполнении первая технология — пассивное компостирование. Но длительное хранение не обеспечивает обеззараживание компостируемой массы [7].

Метод термической сушки. Положительными сторонами этого способа переработки птичьего помета является практически полная стерилизация продукта в процессе переработки и получение комплексного органического удобрения с широким спектром применения. Термическая сушка снижает потери питательных веществ в процессе переработки и хранения, не допуская загрязнения окружающей среды. Получаемые удобрения удобны для применения и транспортировки. Сухой помет можно использовать также в качестве кормовой добавки жвачным животным [8].

Наиболее подходит для сушки помет влажностью 65-50%, получаемый из клеточных батарей. Технологический процесс получения органических удобрений методом термической сушки состоит из

следующих основных операций: доставка помета к месту переработки, отделение крупных примесей, собственно высокотемпературная сушка, охлаждение высушенного продукта, отправка его на хранение, очистка выбрасываемых в атмосферу паров и газов.

В то же время, несмотря на очевидные достоинства сухого птичьего помета как удобрения и даже возможность его использования как кормовой добавки, широкое применение технологии термической сушки помета ограничивает сравнительно высокая цена, вследствие высоких удельных затрат на топливо, которые составляют примерно 70% всех затрат при сушке помета [8].

Ряд учёных отдаёт предпочтение вакуумному способу сушки, отличительной особенностью которого является экологическая безопасность производства, отсутствие влагопоглощающих компонентов (торфа, древесных опилок, соломы и др.), минимальные площади объёмов застройки, высокое качество получаемых органических удобрений [6]. При вакуумной сушке осуществляется многостадийная обработка: механическое отделение жидкости из помётной массы (центрифугирование, фильтрация, отжим и т.д.), выпаривание и распыление. Но, однако, по мнению самих авторов, вакуумная сушка является далеко не дешёвым способом переработки [6].

Основой новых технологических решений переработки органического сырья в удобрения является метод аэробной твердофазной биоконверсии (ферментации) навоза и помета с углеродсодержащими компонентами растительного происхождения (торф, опилки, измельченная солома и др.), основанный на воздействии кислорода воздуха на ферментируемую смесь.

Развивая это направление в Всероссийском научноисследовательском институте мелиорированных земель (ВНИИМЗ) была разработана новая биотехнология производства высокоэффективного, биологически активного и экологически безопасного органического удобрения — компоста многоцелевого назначения (КМН). Эта технология прекрасно зарекомендовала себя в ходе многочисленных производственных испытаний, проведенных в России и в ближнем зарубежье.

Навоз, навозные стоки, птичий помет и компосты могут считаться удобрениями при условии, что их качество оценено по показателям удобрительной ценности и безопасности применения специализированными организациями и подтверждено заключениями соответствующих органов государственного надзора, позволяющими использовать их в сельскохозяйственном производстве в качестве органического удобрения.

Поступающие на рынок новые виды органических, удобрений органоминеральных И питательных грунтов должны обязательно проходить всестороннюю оценку, включая проведение санитарно-гигиенической, токсикологической, агроэкономической экологической экспертиз с обязательным изучением влияния предлагаемых удобрений на плодородие почв, урожайность культур и качество сельскохозяйственной продукции.

С 1 марта 2023 г. вступил в силу Федеральный закон о побочных продуктах животноводства (ППЖ), который регулирует отношения в области их обращения – не допускается загрязнение окружающей среды и её компонентов, в том числе почв, водных объектов, лесов [9]. В случае, когда побочные продукты животноводства признаются надзорными органами отходами, собственник обязан внести плату за негативное воздействие на окружающую среду.

Список литературы

1. Тюрин В.Г. Основные направления природоохранных мероприятий в животноводстве // Вестник РГАЗУ / В.Г. Тюрин, Г.А. Мысова, Н.Н. Потемкина, Р.А. Камалов. 2008. №4. С. 132-133.

- 2. Обзор потенциальных российских и международных рынков органических удобрений, производимых крупными животноводческими хозяйствами в Ленинградской области (НЕФКО) Helsinki Finland, 2013. 103 с.
- 3. Федеральный закон ФЗ-458 от 23 декабря 2014 г. № 458-ФЗ «Об отходах производства и потребления».
- 4. Федеральный закон от 10 июля 1998 г. № 101-ФЗ «О Государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (в редакции от 28.12.2013 г.).
- 5. Сидоренко О.Д. Современные биотехнологии переработки отходов животноводства // Птицеводческое хозяйство. Птицефабрика / О.Д. Сидоренко, А.А. Лисенков, А.С. Шувариков, Е.В. Черданцев. 2011, №3. С. 56-57.
- Мерзлая Г.Е. Технологии утилизация помета // Птицеводство / Г.Е.
 Мерзлая, Н.Н. Корнева, В.Г. Тюрин, В.П. Лысенко. 2009. № 1. С. 48-90.
- 7. Афанасьев А.В. Сравнительная эколого-экономическая оценка технологий переработки навоза и помета // Сб. трудов СЗНИИМЭСХ, вып. 83. Санкт-Петербург, 2012. С. 82-93.
- 8. Современные способы переработки птичьего помета [Электронный ресурс]. /http://ptitcevod.ru /author/admin. 2014.
- 9. Федеральный закон Ф3-248 от 14 .07. 2022 «О потреблении продуктов животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Неменущая Л.А.

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

B Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г., № 642) указано, что в числе приоритетного и перспективного направления научно-технологического развития Российской Федерации в ближайшие 10-15 лет является переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству и созданию безопасных и качественных продуктов питания. Одним из элементов высокопродуктивного хозяйства является повышение глубины переработки сырья, через вовлечение в хозяйственный оборот отходов и вторичных ресурсов, позволяющее увеличить выход готовой продукции с единицы перерабатываемого сырья. Помимо существенной экономической обеспечивает выгоды это производство целого спектра импортозамещающих компонентов для различных отраслей ΑΠΚ, расширение ассортимента выпускаемой продукции, наращивание кормовой базы для животноводства, решение экологических проблем.

Свойства некоторых отходов растениеводства полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к подстилочному материалу для сельскохозяйственных животных (обеспечивают сухость, сохраняют тепло, изолируют животное от соприкосновения с холодным полом, обладают высокими впитывающей и нейтрализующей запахи свойствами).

© Неменущая Л.А., 2023

Обычно на животноводческих предприятиях солома является побочным продуктом выращивания сельскохозяйственных культур на корм, и ее большое количество. После удаления подстилочного материала, образовавшаяся солома с навозом является востребованным органическим удобрением высокого качества [1,2]. У подстилки из соломы есть и другой экономический эффект, так по данным Орхусского университета и Университета Копенгагена (Дания), при добавлении в подстилку свиней соломы, среднесуточный прирост их массы увеличивался на 8,1 г на каждые 100 г добавленной соломы в день, потребление корма также возрастало. По мнению ученых, результат, обусловлен улучшением здоровья кишечника за счет употребления грубого корма в небольшом количестве [3].

На влагопоглощающую способность соломы влияют вид исходной культуры (табл.1), время сбора, размер (измельченная поглощает почти в 4 раза больше влаги, прессованная — примерно в 3 раза, а рассыпчатая — в 2 раза, чем целая).

Слишком мелкая или плесневая солома может вызвать заболевания у животных [4]. В качестве подстилки лучше использовать измельченную солому размером до 10 см. Такая солома лучше поглощает жидкость, получаемый подстилочный навоз более однородный, его легче распределять по полю и запахивать. Эффективность навоза на соломенной резке на 20-30% выше эффективности навоза, приготовленного на подстилке из целой соломы.

В таблице приведены характеристики различных видов подстилочных материалов, данных таблицы подтверждает анализ эффективность использования соломы В качестве подстилки сельскохозяйственным животным из-за ее доступности, экологичности, простоты использования, высокой влагоудерживающей способности.

Таблица 1 Сравнительная характеристика соломы от различных сельскохозяйственных культур

Вид соломы	Краткая характеристика					
Ржаная	Впитывающая способность самая лучшая, в 2,5 раза					
	больше собственной массы. Имеет наиболее твердую					
	структуру стебля, мало подвержена гниению, не					
	способствует развитию бактерий. При оценке качества					
	важно обращать внимание на отсутствие заражений,					
	например спорыньей.					
Пшеничная	Целесообразнее использовать на корма из-за					
	значительного содержания питательных веществ.					
	Хрупкая, абсорбирующая способность на 25% меньше,					
	чем у овсяной соломы.					
Ячменная	Является наименее абсорбирующей из всех типов					
	соломы, абсорбирующая способность на 33% меньше,					
	чем у овсяной соломы. Мало используется из-за					
	остистости, во влажном состоянии сбивается в кучи.					
Овсяная	Абсорбирующая способность на 10% выше, чем у					
	опилок. Имеет относительно высокую питательную					
	ценность, во влажном состоянии сбивается в кучи.					
Тритикале	Абсорбирующая способность как у пшеничной. При					
	равном урожае у тритикале выход соломы на 30%					
	больше, чем у пшеницы или ячменя, что представляет					
- D	прямой интерес для животноводов.					
Рапсовая	Имеет высокое содержание масла. В качестве подстилки					
7.6	использовать не рационально.					
Мискантусовая	Отличается высокой абсорбирующей способностью,					
	может впитывать влагу в 3 раза больше собственного					
	веса, быстро компостируется, но поскольку является					
	ценной энергетической культурой, применение в					
	качестве подстилки не рационально.					

Таблица 2 Сравнительная характеристика различных видов подстилочных материалов

Вид	Краткая характеристика
подстилки	1 1 1
Опилки и стружка	Относятся к органическим подстилкам, хорошо впитывают влагу, но при загрязнении или намокании способствуют быстрому росту
Стружка	патогенов. Состоят из небольших частиц, которые легко
	разрушаются микроорганизмами и из-за этого могут накапливать
	в себе патогены, что затрудняет борьбу с маститом, чтобы
	избежать этого, нужно ежедневно вносить известь.
Компостна	Органическая, для эксплуатации обязательна хорошая
я подстилка	вентиляция и строгое соблюдение правил гигиены животных,
	отличается дешевизной, для нормального функционирования
	нужно рассыпать по полу коровника слой древесной стружки или
	опилок глубиной 30-45 см и рыхлить его дважды в день на
	глубину 20-25 см; так кислород обеспечивает аэробное
	разложение. Меняют раз или два в год.
Синтетичес	Неорганические, имеют водонепроницаемую поверхность,
кие маты	состоят из резины или других упругих полимеров. Легко
	чистятся, обеспечивают низкий уровень микробиологической
	загрязненности, применяются при тесном содержании, но могут негативно сказываться на здоровье ног животных. Часто
	комбинируют с другими видами подстилок.
Подстилка	Органическая, используется переработанная твердая фракция
из навоза	навоза из коровника в свежем виде или компостированная. Очень
пэтавоза	доступная и недорогая. По сравнению с другими подстилками,
	создает благоприятные условия для быстрого роста патогенов.
	Снижает частоту хромоты и поражений скакательных суставов,
	по сравнению со стадами, которые живут на резиновых матах.
Солома	Органическая, доступна и дешева, проста в эксплуатации, высоко
	абсорбирующая и изолирующая, часто применяется как
	подстилка для молодняка. Может быть заражена патогенами.
Песок	Неорганический, экономичен, сохраняет чистоту коров, полезен
	для здоровья ног и копыт, вымени. имеет гладкую структуру,
	прохладный, что обеспечивает больший комфорт в жару.
	Оптимальный размер песчинок 0,1-2 мм. В беспривязном стойле
	рекомендуют насыпать песчаную подстилку глубиной 15-20 см.
	Можно перерабатывать и использовать повторно. Может
	негативно влиять на оборудование из-за абразивных свойств. Но
	системы хранения навоза не предназначены для работы с песком,
	не всегда его можно вносить в почву на полях, подстилка из песка
	требует постоянного разуплотнения.

Представленные технологии достаточно просты в реализации, перспективны для рециклинга и эффективного животноводства.

Список литературы

- 1. Голубев И.Г., Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю., Лопатников М.В. Рециклинг отходов в АПК: справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. 296 с.
- 2. Неменущая Л.А. Перспективные направления технологического оснащения производства комбикормов // Техника и оборудование для села. 2021. № 5 (287). С. 25-29.
- 3. Привес свиней увеличен содержанием на соломе [Электронный ресурс]. URL: https://agro.marimmz.ru/prives-sviney-uvelichen-soderjaniem-na-solome-2020?ysclid=lfgif8x41a434413862 (дата обращения: 15.03.2023).
- 4. Ярошко М. Роль подстилки в содержании крупного рогатого скота [Электронный ресурс]. URL: https://dairyglobalexperts.com/ru/posts/rol-podstilki-v-soderzanii-krupnogo-rogatogo-skota (дата обращения: 15.03.2023).
- 5. Секрет качественного молока, правильная подстилка для дойных коров [Электронный ресурс]. URL: https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/sekret-kachestvennogo-moloka-pravil-naja-podstilka-dlja-dojnyh-korov?ysclid=lfgioqtcep532656352 (дата обращения: 15.03.2023).

Дата поступления рукописи в редакцию: 18.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТА И УДОБРЕНИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Рублюк М.В., кандидат сельскохозяйственных наук Иванов Д.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Важным показателем плодородия для любой почвы является ее биологическая активность. Это понятие отражает комплекс биологических воздействием процессов, протекающих В ней под 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 [1]. Биологическая активность почвы снижается при возделывании культур В зерновом севообороте без насыщения бобовыми которые, многолетними травами, являясь растениямисимбиотами азотфиксирующих клубеньковых бактерий, способствуют созданию благоприятных условий для размножения и развития почвенной биоты [2]. Качественный состав микроорганизмов дает возможность причины оценить фитосанитарное состояние почвы И выявить Биологические показатели крайне вариабельны почвоутомления. существенно изменяются с изменением состояния окружающей среды [3, 4]. На величину биологической активности почвы влияет как удобрение, так и природные условия произрастания культур [5, 6,7].

© Рублюк М.В., Иванов Д.А.,, 2023

Методика. На агрополигоне «Губино» ВНИИМЗ в 2021 году был заложены эксперименты по экстенсивной технологии и с применением удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур. эксперименте изучались 2 фактора. Первый фактор – фактор А, различные агроландшафты – транзитно-аккумулятивный южного склона (Т-Аю), транзитный южного склона (Тю), элювиально-транзитный южного склона элювиально-аккумулятивный (Э-A), элювиально-транзитный северного склона (Э-Тс), транзитный северного склона (Тс), транзитноаккумулятивный северного склона (Т-Ас). Вторым фактором – фактором В, были зернотравяные севообороты с разными фонами удобрений: 1 – фон N_{30} (контроль); 2 фон – $N_{60}P_{60}K_{60}$.

На контроле применялось удобрение с N_{30} д.в. на 1 га аммиачной селитры в подкормку на зерновых культурах в фазу кущения (минимальное количество). В исследованиях с удобрениями применяли азофоску в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ д.в. на 1 га на зерновых культурах (яровая пшеница, овес + травы), которые вносили в предпосевную культивацию. Под озимую рожь вносилась диамофоска в дозе $N_{20}P_{60}K_{60}$ в предпосевную культивацию осенью и проводилась подкормка аммиачной селитрой N_{40} весной.

На изучаемом участке почва дерново-сильноподзолистая остаточно-карбонатная глееватая, гранулометрический состав 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 склоне она залегает на глубине 0,5-0,6 м, а местами выходит на поверхность. Участок осушен закрытым дренажем с глубиной залегания дрен — 1 м. В элювиальных вариантах междренное расстояние 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 10x20 см закладывали в вертикальный разрез почвы, плотно прижимали к стенке и засыпали разрез почвой. Закладку льняного полотна проводили в июне месяце, экспозиция 45 суток. Повторность 3-х кратная. По истечении срока полотно извлекали, очищали от почвы и продуктов полураспада, подсушивали и взвешивали. По убыли массы определяли интенсивность процесса разложения клетчатки [8]. Статистическая обработка результатов исследований выполнена корреляционным дисперсионным И методами 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 – фон удобрений: без удобрений (контроль) и вариант с удобрением (NPK 60 кг на 1 га д. в.).

Результаты и их обсуждение. Изучение биологической активности почвы в 2023 году проводилось под посевом яровой пшеницы сорта Злата и клеверотимофеечной травосмеси 1 г пользования. Недостаток влаги в первой половине вегетационного периода (май-июнь) оказал негативное влияние на разложение целюлозы. Под посевом яровой пшеницы на контрольном варианте биологическая активность почвы находилась в пределах от 11,3 до 19,4 %.

Максимальные значения данного показателя отмечены на вариантах северного склона. На вершине и на южном склоне наблюдалось снижение биологической активности почвы. Наиболее высокий процент разложения целюлозы (19,4 %) был в элювиально-транзитном варианте северного склона. На вершине холма (в элювиально-аккумулятивном микроландшафте) интенсивность разложения целюлозы максимально снижалась и составила 11,3 %.

На вершине холма (в элювиально-аккумулятивном микроландшафте) интенсивность разложения целюлозы максимально снижалась и составила

11,3 %. На фоне с применением удобрений биологическая активность почвы под яровой пшеницей составила в среднем по опыту 14,2 %. Выявлено ее повышение на северном склоне и снижение на южном (таблица).

Таблица Изменение биологической активности почвы в зависимости от осущаемого ландшафта и фонов удобрений, %

	Яровая 1	тшеница	Травосмесь 1 г п.		
АМЛ	Без удобрений	С удобрением	Без удобрений	С удобрением	
	(контроль)		(контроль)		
Т-Аю	16,6	12,4	17,0	19,2	
Тю	15,4	12,6	14,5	15,7	
Э-Тю	12,2	13,3	11,7	16,9	
Э-А	11,3	13,3	6,5	11,5	
Э-Тс	19,4	15,4	10,0	6,9	
Tc	18,9	17,4	11,3	17,2	
T-Ac	19,1	15,6	11,2	11,4	
Среднее	16,1	14,2	11,7	14,1	
HCP ₀₅	5,3	Различия	Различия	5,4	
		недостоверны	недостоверны		

Максимальный показатель отмечен в транзитном варианте северного склона — 17,4 %. Влияние удобрений на целюлозоразрушающую активность почвы отмечено лишь на вершине (в Э-Тю и Э-А), ее повышение было 1,1-2,0 % по сравнению с контролем.

Биологическая активность почвы под посевом клеверотимофеечной травосмеси 1 г пользования наблюдалась в среднем по опыту на контрольном варианте и по фону с удобрением 11,7 и 14,1 %, соответственно. Прибавка величины данного показателя за счет удобрений составила 1,2-5,9 %. Влияние удобрений на величину данного показателя было в элювиальных вариантах (в Э-Тю и Э-А) и в транзите северного склона. Повышение биологической активности почвы составило соответственно5,0- 5,9 %.

Таким образом, биологическая активность почвы под посевами яровой пшеницы и травосмеси 1 г пользования в 2023 году была низкой и составила в средней по опыту соответственно 16,1-14,2 и 11,7-14,1 %. Максимальный процент разложения целюлозы под посевом яровой пшеницы получен в элювиально-транзитном варианте северного склона (19,4 %) в контрольном варианте. На травосмеси 1 г пользования биологическая активность почвы была максимальной в нижней части южного склона на удобренном фоне — 19,2 %. Влияние удобрений на целюлозоразрушающую активность почвы выявлено в элювиальных вариантах под посевом травосмеси 1 г пользования., при этом прибавка величины данного показателя была 5,0-5,9 %.

Список литературы

- 1. Ковалевская Н.П., Завялова Н.Е., Шаравин Д.Ю., Фомин Д.С. //Б иологическая активность дерново-подзолистой почвы в длительном опыте с различными агротехническими приемами // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. №3. С. 38-41.
- 2. 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 Евро-Северо-Востока. 2019. Том 20. №3. С. 256-264.
- 3. 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.
- 4. 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.
- 5. Рублюк М.В., Иванов Д.А., Карасева О.В. Влияние компоста многоцелевого назначения на биологическую активность почвы в осущаемых агроландшафтах // Плодородие. 2020. №2. С. 49-52.

6.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.

- 7. Andrews, S.S., Karlen, D.L., Cambardella, C.A. The Soil Management Assessment Framework: A Quantitative Soil Quality Evaluation Method, SOIL SCI. SOC. AM. J. 2004. vol. 68. pp. 1945-1962.
- 8. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под редакцией Д.Г. Звягинцева. М.: Из-во МГУ, 1991. 290 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

РАЗДЕЛ V. УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬЮ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ

УДК 631.452; 631.559.2

ВЛИЯНИЕ КОМПОСТА МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ОБОГАЩЕННОГО МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ, НА БАЛАНС ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Трешкин И.А., кандидат сельскохозяйственных наук ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Разнообразные условия почвообразования в Нечерноземье обусловили большую пестроту почвенного покрова при значительном варьировании показателей плодородия, поэтому дерново-подзолистые почвы (песчаные и супесчаные) характеризуются низким содержанием гумуса и калия, повышенной кислотностью, низкой суммой поглощённых оснований. Этим почвам присущ промывной тип водного режима. Истощение почвенного плодородия проблема, которая нарастает с каждым годом, требуя новых подходов к формированию эффективного почвенного плодородия.

Гумус — это основа почвенного плодородия. Он участвует в формировании органического вещества почвы и содержит до 90% почвенного азота.

© Трешкин И.А., 2023

Гумусовые вещества оказывают важнейшее влияние на пищевой режим, физико-механические и биологические свойства почвы. Бездефицитный баланс гумуса в пахотных дерново-подзолистых почвах достигается ежегодным внесением органических удобрений в пределах 8-10 т/га, тогда как фактически вносится менее 0,5 т/га [1]. При этом в настоящее время увеличение объемов внесения органических удобрений не осуществимо, так как значительно сократилось поголовье скота, повлекшее снижение нормативов внесения навоза в расчёте на 1 га пашни в 3,6 раза.

В условиях интенсификации производства аграрии используют преимущественно только минеральные удобрения, при этом пополнение гумуса происходит исключительно за счет притока биомассы с пожнивнокорневыми остатками, а также заделкой сидеральных культур и соломы. При этом органическое вещество накапливается в виде трудно минерализуемых форм гумусовых кислот, что приводит к нарушению почвенных процессов и режимов, а также к снижению почвенного плодородия [2].

Оценку потенциального плодородия сельскохозяйственных земель в настоящее время осуществляют чаще всего путем измерения уровня содержания гумуса или углерода ($C_{\rm opr}$). Содержание гумуса в почве признается оптимальным только тогда, когда аграрии получают стабильные урожаи. Оптимальные величины гумуса в дерново-подзолистых почвах: для суглинистых — 2,5...3,0%, для супесчаных — 2,0...2,5%, для песчаных — 1,8...2,0%. В осущенных легкосуглинистых почвах оптимальное содержание гумуса может достичь величин 2,0...4,0% [2, 3, 4].

Средневзвешенное содержание органического вещества в целом по Тверской области соответствует группе среднеобеспеченных почв и составляет 2,1%. Согласно наблюдениям государственного центра агрохимической службы «Тверской» за динамикой плодородия почв и урожайностью сельскохозяйственных культур оптимальным содержанием

гумуса для дерново-подзолистых почв Тверской области является 2,0...2,5%, которое обеспечивает возможность получать стабильные и полноценные урожаи [5, 6].

Важнейшим направлением аграрной науки является разработка методов трансформации и модификации существующих органических удобрений в биосредства, способствующие повышению почвенного Они характеризуются высоким содержание полезной плодородия. микрофлоры, которая совместно c почвенным микробоценозом активизирует ключевые процессы формирования почвенного плодородия – минерализацию и гумификацию. Симбиоз микробоценоза почвы и микросреды биоудобрений активно участвует в процессах накопления элементов минерального питания и делает их наиболее доступными для растений [1, 3].

Целью наших исследований было изучить влияние компоста многоцелевого назначения, обогащенного микроэлементами, на содержание органического вещества в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве и на продуктивность звена севооборота.

Экспериментальный опыт проводился в лабораторных условиях в пластиковых контейнерах, эмитирующих пахотный горизонт дерновоподзолистой легкосуглинистой почвы. Площадь поверхности контейнера 0,02 м². Исследовались органические удобрения: компост многоцелевого (KMH), ускоренной назначения получаемый ПО технологии вниимз, обогащенный биоферментации чистом виде И микроэлементами: цинк, медь и молибден. А также аммиачная селитра, выравненная по азоту с КМН и ее смесь с микроэлементами. Сезоны выращивания культур имитировали полевые сезоны в естественной среде.

Схема опыта: 1 – контроль (без удобрений); $2 - N_{40}$; 3 - KMH в дозе 17 т/га; 4 - KMH в дозе 17 т/га + [ZnCuMo]; $5 - N_{40}$ + [ZnCuMo].

Повторность вариантов 3-х кратная. Удобрения равномерно вносились на поверхность и заделывались тщательным перемешиванием верхнего 10 см слоя. В опыте последовательно возделывались редис и лук на перо. Удобрения вносились под первую культуру. Химический анализ удобрений и почвенных образцов выполняли стандартными гостированными методами, учет урожая проводили сплошным методом.

К концу первого сезона после уборки корнеплодов редиса, содержание Сорг в вариантах с КМН превалировала над содержанием на контроле и с минеральными удобрениями (рисунок). В искусственной среде воссоздать полностью микробиом почвы невозможно, поэтому микрофлора почвы в контейнере не смогла полностью переработать внесенный КМН. За счет этого содержание Сорг на вариантах с КМН и КМН, обогащенного микроэлементами, была выше контрольного варианта на 1,6% и 1,5% КМН, соответственно. При чем на вариантах c обогащенного микроэлементами, она оказалась несколько ниже (на 0,1%), чем на варианте без микроэлементов. При этом урожайность редиса имела обратную зависимость (таблица). Микроэлементы обеспечили более высокую урожайность корнеплодов редиса, тем самым увеличив вынос элементов питания и снижение содержания органического вещества.

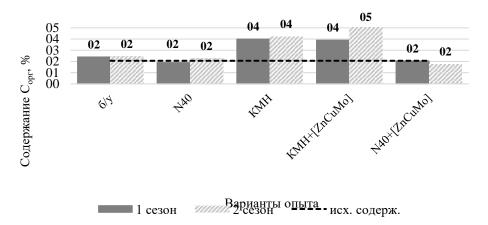


Рисунок. Влияние исследуемых удобрений на содержание Сорг

Содержание C_{opr} на вариантах с аммиачной селитрой была на уровне исходного содержания и даже ниже, чем на контроле 1,9...2,0% (убыль

составила 0,4...0,5). Редис как пропашная культура выносит элементы питания с урожаем и участвует в минерализации гумуса. На конец второго сезона содержание C_{opr} преобладало также на вариантах с КМН и КМН+[ZnCuMo] и составляло 4,2 и 5,1% соответственно. Столь резкое увеличение содержания (на 1,7% и 2,6%) произошло в основном за счет более мощной корневой системы лука, которая не успела разложиться в контейнерах с почвой. При этом более высокая урожайность лука на варианте с КМН+[ZnCuMo] обеспечила и большую прибавку C_{opr} .

В тоже время на конец второго сезона на вариантах с аммиачной селитрой в чистом виде и обогащенную микроэлементами зависимость была обратная. Содержание $C_{\rm opr}$ на варианте с $N_{40}+[{\rm ZnCuMo}]$ было ниже на 0,6 процентных единиц чем на варианте с аммиачной селитрой. Это также можно объяснить тем, что урожайность лука на варианте с N_{40} была выше. Более мощная корневая система обеспечила увеличение органического вещества в почве. Можно предположить, что микроэлементы в чистом виде способствуют минерализации органического вещества почвы. При этом в составе органического компоста, такого как КМН, со специфической микрофлорой микроэлементы являются катализаторами гумусообразования. КМН в чистом виде позволяет увеличить урожайность корнеплодов редиса на 22% (таблица).

Таблица Влияние исследуемых удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур в звене севооборота, ц. корм.ед./га

Вариант	Урожайность		Σ урожая	$\pm \kappa$
	Корнеплоды Лук на перо		за 2	контролю,
	редиса		периода	%
1. Без удобрений	1,8	17,6	19,4	-
2. N ₄₀	2,6	21,4	24,0	23,7
3. КМН 17 т/га	2,2	21,7	23,9	23,2
4. КМН 17 т/га + [ZnCuMo]	2,9	22,1	25,0	28,9
5. N ₄₀ + [ZnCuMo]	2,6	19,0	21,6	11,3

При этом обогащение КМН микроэлементами: медью, цинком и молибденом, позволяет повысить эту прибавку до 61%, то есть в 2,8 раза. Минеральные удобрения в обоих случаях дали равную прибавку урожая — 44,4%. Микроэлементы в смеси с аммиачной селитрой дополнительного положительного влияния на урожайность редиса не оказали.

КМН имеет в своей основе пролонгированное удобрительное действие, что позволяет на второй сезон также повысить урожайность на 23%. Микроэлементы, добавленные в КМН, позволили увеличить данную прибавку на 2,6 процентных пункта. А вот микроэлементы на минеральном фоне такого увеличения не обеспечили. Урожайность хотя и была выше, чем на контроле на 8%, но в тоже время она была ниже на 2,4 процентных пункта чем на варианте с минеральными удобрениями. Можем предположить, что в искусственных условиях нет подпахотных горизонтов и соответственно питательные вещества не выносятся в нижележащие горизонты. Вынос элементов питания происходит только с урожаем. Это и позволило получить прибавку урожая на вариантах с минеральными удобрениями. Но в нашей гипотезой микроэлементы спровоцировали минерализацию и вынос элементов питания в первый сезон, обеднив почвенный субстрат. Это согласуется с данными по содержанию Сорг (рис. 1). Соответственно микроэлементы не обеспечили дополнительную прибавку урожайности, а напротив ее снизили.

Обогащение КМН микроэлементами за два сезона позволило получить прибавку урожая в 28,9%, обеспечив увеличение на 5,7 процентных пункта по сравнению с КМН без микроэлементов. На вариантах с КМН и аммиачной селитрой получена примерно равнозначна прибавка в 23,2-23,7%, минеральные удобрения в большей мере в первый сезон своего действия. Микроэлементы на минеральном фоне несколько снизили урожайность на 11% по сравнению с вариантом с минеральными удобрениями без добавок.

Выводы. КМН как органическое удобрение пролонгированного действия позволяет увеличить содержание $C_{\rm opr}$ в почве как в первый, так и во второй год действия удобрений на 66-68%. Микроэлементы: цинк, медь и молибден в составе органического компоста позволяют увеличить в почве содержание $C_{\rm opr}$ в 2,8 раза и повысить урожайность сельскохозяйственных культур за два года севооборота на 28,9%.

Список литературы

- 1. Бобров Д.А. Агроэкологическое состояние почвенного покрова Тверской области. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. Тверь: Твер.гос.ун-т. 2019. С. 6-8.
- 2. Зинковский В.Н., Зинковская Т.С. Теория и технологии комплексного управления плодородием осущаемых почв с использованием эффективных приемов и средств биологической мелиорации: монография. Тверь: Твер. гос. ун-т. 2018. 268 с.
- 3. Шевченко В.А., Соловьев А.М. Динамика содержания органического вещества при освоении выбывших из оборота малопродуктивных мелиорированных земель в зависимости от системы удобрения и предшественников// Плодородие. №6. 2019. С. 6-10.
- 4. Сычёв В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. С. 19-34.
- Фирсов С.А. Состояние плодородия почв Тверской области // Агрохимический вестник. № 5. 2011 С. 30-32.
- 6. Хайдуков К.П., Гонтарь В.В., Трубина А.Е. Влияние длительного применения различных систем удобрения на гумусное состояние дерновоподзолистой легкосуглинистой почвы. //Плодородие. 2012. № 3. С260–264.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 23.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ НА ПОЧВАХ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ

Кимеклис А.К.^{1,2}, Гладков Г.В.^{1,2}, Поляков В.И.¹, Балакина С.В.³, кандидат сельскохозяйственных наук, Иванов А.А.³,

Чеботарь В.К. ², кандидат биологических наук, Андронов Е.Е.^{2,4}, доктор биологических наук, Абакумов Е.В. ^{1,2}, доктор биологических наук

¹Санкт-Петербургский ГУ, г. Санкт-Петербург, Россия

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии», г. Пушкин, Россия

³ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха – Ленинградский НИСХ «Белогорка»

⁴Почвенный Институт им. В.В. Докучаева, г. Москва, Россия

Одной из важных составляющих продовольственной безопасности страны является состояние сельскохозяйственных угодий [1]. В Северо-Западном регионе за последние несколько десятилетий отмечается усиленное снижение площади земель сельскохозяйственного назначения и переход их в залежное состояние [2]. Возвращение залежей в активное землепользование может обеспечить существование устойчивого агропромышленного комплекса.

© Кимеклис А.К., Гладков Г.В., Поляков В.И. Балакина С.В., Иванов А.А., Чеботарь В.К. Андронов Е.Е., Абакумов Е.В., 2023

Восстановление их плодородия можно производить различными мелиоративными мероприятиями, в том числе и при помощи применения микробиологических препаратов. Оценка современного состояния залежных ПОЧВ позволит определить возможность будущего использования. В связи с этим целью данного исследования была оценка урожайности почвах, пшеницы на находящихся трех землепользования – действующее поле, залежь и нетронутый лес с параллельной оценкой эффекта от применения микробного препарата «Экстрасол» (ООО «Бисолби Плюс», Россия).

Для достижения этой цели был поставлен микровегетационный опыт в теплицах на территории ФГБНУ ВНИИСХМ. Почву для опыта отбирали в мае 2023 года вблизи деревни Лязево Гатчинского района Ленинградской области. Подробные характеристики представлены в таблице 1. Точка В1 представляет собой двадцатилетнюю залежь, тип почвы агродерновоподзолистая залежная краснопрофильная. Точка В2 — действующее поле, агрозем краснопрофильный. Точка В3 — фоновый лес, ельник черничный, дерново-подзолистая краснопрофильная. Все почвы залегают на моренных девонских красноцветных глинах. Основные агрохимические показатели определяли по ГОСТ [3-5]. Для микровегетационного опыта использовали семена пшеницы сорта Ленинградка 6. Половину семян перед посадкой обрабатывали в течение получаса в чашке Петри раствором препарата «Экстрасол» согласно рекомендации производителя. Параллельно этому контрольные семена выдерживались в стерильной воде.

Закладка опыта проводилась в конце мая в пластиковых сосудах объемом 5 литров в шестикратной повторности. Почву просеивали через сито с размером ячеек 3 мм, увлажняли до 60% от полной влагоемкости и распределяли по сосудам. На поверхности делались углубления и проводили посев 20 семян. На каждом из трех типов почв высаживалось два экспериментальных варианта — семена, обработанные и необработанные

препаратом, всего 36 сосудов. Через неделю после постановки опыта ростки проредили до 10 растений на сосуд. Полив производился по массе каждые 2–3 дня. Периодически проводилась фотофиксация опыта. В начале августа, когда семена созрели, провели сбор колосьев и их взвешивание. Полученные данные обработали в программе Statistica 13 (TIBCO Software Inc., США).

Согласно результатам агрохимического анализа почва активно используемого в сельском хозяйстве поля, показала максимальное содержание аммонийной и нитратной форм азота (таблица). Все почвы характеризовались кислой реакцией среды, однако стоит отметить, что в более залежной двадцатилетней почве происходит интенсивное подкисление относительно поля, однако, ещё не достигающее уровня дерново-подзолистой почвы фонового леса. В лесной почве отмечается пониженное содержание фосфора по сравнению с агроземами, когда в залежной почве его количество сохраняется на уровне действующего поля. результаты показывают, почва ЧТО залежная агрохимическому составу имеет предпосылки для повторного вовлечения в сельское хозяйство.

Таблица Основные агрохимические показатели почв, использованных в микровегетационном опыте. Содержание элементов дано в мг/кг

Тип почвы	pН	Аммонийный	Нитратный	Подвижный	Подвижный
		азот	азот	фосфор	калий
В1, залежь, горизонт РҮ	4,87	4,45	1,84	210	103
В2, поле, горизонт РҮ	5,69	5,97	6,32	255	470
В3, лес, горизонт АҮ	4,42	3,09	0,33	19	692

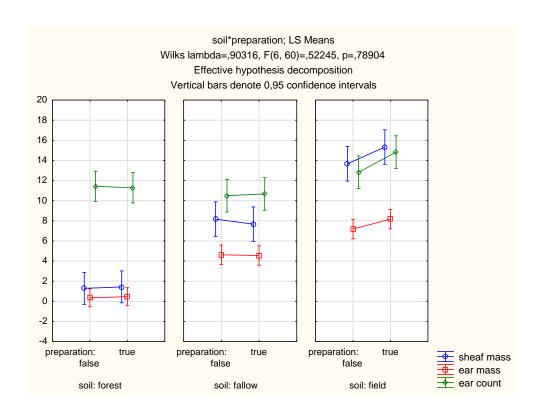
На второй месяц микровегетационного опыта, к моменту созревания семян, была показана значительная разница между высотой растений на разных типах почв (рис. 1).





Рис. 1. Состояние пшеницы через 2 месяца после постановки опыта. Залежь – вариант В1, Поле – вариант В2, Лес – вариант В3. Слева, отмеченные «+», сосуды, в которых производилась обработка семян микробным препаратом «Экстрасол», справа, отмеченные «-», сосуды без обработки. Линейка 30 см.

Согласно двухфакторному анализу, оказалось, что определяющим фактором урожайности пшеницы был тип используемой почвы (F = 37.1, pvalue < 0.0001), а не наличие обработки микробным препаратом (F = 0.7, pvalue = 0.56) (рис. 2). На почве действующего поля пшеница показала максимальную массу стеблей и колосьев и максимальное количество колосьев. Пшеница, выросшая на лесной почве, дала максимально низкие показатели по всем параметрам. Пшеница на залежной агропочве дала минимальное количество колосьев по сравнению с полем и лесом, однако масса колосьев приближалась к варианту поля. Для вариантов пшеницы на зафиксировать поле положительное препарата удалось влияние «Экстрасол» на все оцениваемые параметры урожайности, когда как для вариантов на залежи было отмечено снижение массы стеблей в вариантах с обработкой.



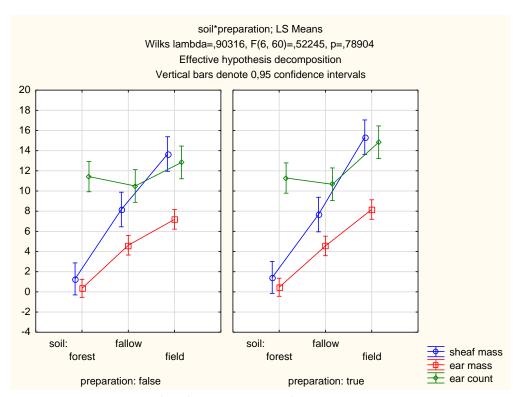


Рис. 2. Влияние обработки микробным препаратом «Экстрасол» на массу стеблей (sheaf mass, синий), колосьев (ear mass, красный) и количество колосьев (ear count, зеленый) на разных типах почв: forest – B3, лес, fallow – B1, залежь, field – B2, поле. Статистическая достоверность показана анализом MANOVA.

Полученные результаты показывают потенциальную практическую значимость залежных земель Северо-Запада при повторном вовлечении почв в сельскохозяйственные практики, однако обработки биопрепаратом было недостаточно, чтобы компенсировать временные изменения в агрохимических параметрах залежной почвы относительно активно используемого поля.

Исследование было выполнено при поддержке гранта РНФ № 23-16-20003 (соглашение от 20.04.2023) и гранта Санкт-Петербургского научного фонда № 23-16-20003 (соглашение от 05.05.2023).

Список литературы

1. Сычев В.Г., Хисматуллин Марс М., Хисматуллин Марсель М. Роль мелиорации в повышении эффективности сельскохозяйственного

производства и плодородия почв: экономико-правовые аспекты // Плодородие. 2023. №1. С. 57-63. DOI: 10.25680/S19948603.2023.130.14.

- 2. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Соколов И.В. Агрономическая эффективность освоения закустаренной залежи при воспроизводстве плодородия почв // Плодородие. 2020. №2 (113).
- 3. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рн по методу ЦИНАО. М.; 1985.
- 4. ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. М.; 1985.
- 5. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу кирсанова в модификации ЦИНАО. М.; 2011.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 20.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА

Первушина Н.К.,

Митрофанов Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г.Тверь, Россия

Одна из задач адаптивно-ландшафтного земледелия — формирование высококачественных урожаев сельскохозяйственных культур, обеспечение устойчивости и экологической сбалансированности агроландшафтов, сохранение и воспроизводство почвенного плодородия.

Для дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны России основным средством, обеспечивающим повышение урожайности сельскохозяйственных культур, является применение минеральных и органических удобрений при своевременном и качественном выполнении других технологических агроприемов [1-5]. Большое значение имеет высокоэффективное использование удобрений, создание условий для бездефицитного баланса гумуса, в т.ч. за счет использования соломы, введения в севообороты многолетних трав, возделывания сидеральных культур [6-10].

Имеющиеся на сегодня литературные и экспериментальные материалы еще нуждаются в дополнительной апробации, особенно по вопросам управления продуктивностью и плодородием осущаемых почв в системах ландшафтно-мелиоративного земледелия.

Высокая стоимость и ограниченные ресурсы удобрений привели к необходимости исследований по установлению экономически и экологически оптимальных доз их внесения, по разработке приемов, направленных на максимально эффективное использование почвенных ресурсов в повышении урожая. Изучение связи продуктивности культур с плодородием почв является одним из важнейших направлений повышения эффективности земледелия на осущаемых землях.

Цель работы — изучить влияние удобрений на агрохимические свойства осущаемой почвы, продуктивность полевых культур и плодосменного севооборота.

Исследования проводилось в 2011-2022 гг. на агрополигоне Губино Всероссийского НИИ мелиорированных земель (Тверская область) в плодосменном четырехпольном севообороте с чередованием культур: яровая пшеница + клевер – клевер 1 г.п. – озимая рожь (озимая тритикале) – картофель. Севооборот развернут в пространстве и во времени. Культуры, по интенсивности применения удобрений, выращивались на трех технологических уровнях: 1 – без удобрений (контроль), 2 – средние нормы удобрений, 3 – высокие нормы удобрений.

Почва под опытом дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая, осущаемая закрытым гончарным дренажом участке (междренное расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м) Содержание гумуса в пахотном слое почвы перед закладкой опыта 2,09%, доступного фосфора – 12,0, обменного калия — 15,0 мг/100 г почвы, рН 4,4. Повторность опыта четырехкратная с размещением вариантов методом расщепленных делянок. Общая площадь делянок с технологическими вариантами — 432 м², учетная площадь для культур сплошного сева — 44 м², картофеля — 28 м².

Во всех вариантах опыта запахивали солому озимых зерновых культур и отаву клевера, под картофель на вариантах 2 и 3 вносили компост многоцелевого назначения (КМН) в дозе 10-12 т/га. На 1 га севооборотной

площади с КМН и минеральными удобрениями ежегодно вносилось: на 2-м варианте 170 кг NРК в действующем веществе, на 3-м – 275 кг.

В опыте выращивали районированные в Тверской области сорта культур по рекомендованным технологиям за исключением изучаемых приемов. Гербициды применяли только на посевах яровой пшеницы. Анализы и наблюдения проводили по общепринятым в растениеводческой науке методикам опытного дела.

Годы исследований по погодным условиям были разными. По ГТК Селянинова 2012 и 2020 гг. для всех культур, а для картофеля и клевера и 2017 г. характеризуются как избыточно влажные (ГТК 2,02-2,67); 2013, 2014 и 2021 гг. для яровой пшеницы и картофеля, а 2019 г. для клевера — как засушливые (ГТК 0,62-0,99); для остальных культур 2013, 2014, 2017, 2019 гг. и для всех культур 2015, 2016, 2018, 2022 гг. — как влажные (ГТК 1,05-1,88).

В опыте были проведены наблюдения за состоянием основных агрохимических и биологических показателей почвенного плодородия, продуктивностью культур и параметрами агроценозов. Влияние культур и удобрений на биологическую активность почвы определялось по интенсивности и скорости разложения органического вещества (льняного полотна).

По результатам 12-летних наблюдений было выявлено, что агротехнологии существенно изменяют биологическую активность почвы. Удобрения и повышение их норм увеличивали интенсивность разрушения льняного полотна под обеими культурами – на фоне средних норм в 1,7...1,8 раза, высоких — в 2,4...2,5 (табл. 1). Под картофелем, по сравнению с посевами пшеницы, льнополотно разлагалось в 1,5...1,6 раза быстрее.

Таблица 1 Биологическая активность почвы в зависимости от культур и вариантов удобрений, в среднем за 2011-2022 гг. (% разложения льняного полотна)

Вариант	Культура				
удобрений	картофель	яровая пшеница			
Без удобрений	17,6	10,7			
Средние нормы	29,3	19,1			
Высокие нормы	41,9	27,2			
Среднее	29,6	19,0			

Большое влияние удобрения оказали на динамику органического вещества почвы. Наиболее значительные изменения в балансе гумуса отмечены на варианте без удобрений, за 12 лет его содержание уменьшилось на 0,49%. На удобренных вариантах баланс гумуса был близок к нейтральному — снижение содержании гумуса составило 0,02-0,07 абсолютных процентов (табл. 2).

Таблица 2 Баланс гумуса в зависимости от вариантов удобрений, %

Вариант удобрений	2011 г.	2021-2022 гг.
Без удобрений	2,20	1,71
Средние нормы	2,00	1,98
Высокие нормы	2,07	2,00

Анализ основных агрохимических показателей плодородия почвы показал, что удобрения существенно улучшили баланс доступного фосфора и обменного калия в пахотном слое почвы.

Содержание фосфора по вариантам опыта за 12 лет повысилось на 67, 151, 158, обменного калия — на 48, 195, 228 мг/кг почвы. Изменения в содержании легкогидролизуемого азота и кислотности были не значительными (табл.3).

Данные о влиянии удобрений на урожайность культур и продуктивность плодосменного севооборота представлены в таблице 4.

Таблица 3 Изменение значений основных агрохимических показателей плодородия пахотного слоя почвы за период 2011-2022 гг. в зависимости от вариантов удобрений

No	$N_{\underline{0}}$ рНсол. P_2O_5 , мг/кг почвы K_2O , мг/		К₂О, мг/г	кг почвы	N лег.,	мг/кг		
варианта	pm	COJI.					почвы	
опыта	2011 г.	2022 г.	2011 г.	2022 г.	2011 г.	2022 г.	2011 г.	2022 г.
1	4,37	4,46	120,0	187,0	138,0	186,0	36,0	36,5
2	4,41	4,55	154,0	305,0	150,0	345,0	35,4	38,0
3	4,50	4,49	154,0	312,0	141,0	335,0	35,2	35,6

Таблица 4 Урожайность культур и продуктивность плодосменного севооборота в зависимости от вариантов удобрений, 2012-2022 гг., т/га

Вариант		Кул	Продуктивность 1		
удобрений	озимые	яровая	картофель	клевер 1	га севооборотной
удоорснии	зерновые	пшеница	картофель	г.п., з/м	площади, т/га к.ед.
Без удобрений	3,46	2,26	18,3	33,4	4,83
Средние нормы	5,09	3,50	35,4	46,2	7,65
Высокие нормы	5,87	4,23	40,5	51,8	8,79
HCP ₀₅	0,60	0,53	5,49	6,28	2,41

В среднем за 2012-2022 гг. прибавка урожая от удобрений составила: у озимых культур – 1,63-2,41, яровой пшеницы – 1,14-1,97, картофеля – 17,1-22,2, клевера – 12,8-18,4 т/га. На варианте со средними нормами удобрений, по сравнению с фоном без удобрений, урожайность картофеля повысилась на 93%, яровой пшеницы – на 55, озимых – на 47, клевера 1 г.п. – на 38%. Реакция на увеличение дозы удобрений была более значительной у зерновых культур. Прибавка урожая от высоких норм внесения удобрений, по сравнению со средними, у яровой пшеницы составила 21%, у озимых культур – 15, у картофеля и клевера – 11%.

Применение удобрений и повышение фона удобренности у яровой пшеницы привело к улучшению всех основных структурных показателей продуктивности. Количество зерен в колосе увеличилось по вариантам

удобрений на 28 и 41% (или на 6,4 и 9,3 шт.), продуктивных стеблей — на 18 и 25% (61 и 85 шт./м²), массы 1000 зерен на 8 и 9 % (или на 2,7 и 3,0 г). У озимых зерновых культур повышение урожая произошло в основном за счет увеличения количества продуктивных стеблей на 29 и 37%, соответственно фону удобренности и числа зерен в колосе на 12 и 19% (или на 5,1 и 7,7 шт.). Повышение урожайности картофеля при применении удобрений произошло за счет увеличения количества клубней в 1 кусте - на 2,6-3,0 шт. (или на 23-27%) и массы клубней в 2,0 и 2,2 раза, в том числе крупных и средних на 14-17%.

В среднем за годы исследований (2012-2022 гг.) на фоне без удобрений продуктивность 1 га севооборотной площади составила 4,83 т к.ед. Применение высоких норм удобрений повысило продуктивность пашни на 82%, при средних нормах удобрений продуктивность увеличилась на 58%.

Окупаемость 1 кг д.в. удобрений прибавкой урожая у яровой пшеницы, соответственно фонам, в среднем за годы исследований составила 8.9 кг и 7.1, у озимых зерновых -15.0 и 11.8 кг, у картофеля -35.4 и 34.5 кг.

Таким образом, применение удобрений является сильнодействующим фактором улучшения агрохимических и биологических свойств дерновоподзолистой осушаемой почвы, повышения урожайности полевых культур и продуктивности севооборотов.

Список литературы

- Лекомцева Е.В. и др. Удобрение картофеля / /Картофель и овощи.
 № 4. С. 34-35.
- 2. Лошаков В.Г. Эффективность совместного использования севооборота и удобрений // Плодородие. 2016. № 2. С. 37-41.

- 3. Лыскова И.В. Влияние минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, урожайность и качество зерновых культур // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. №6 (61). С. 35-40.
- 4. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., Лапушкина В.Н. Воздействие осущения и удобрений на урожайность озимой тритикале // Земледелие. 2019. № 4. С. 22–24.
- 5. Сычев В.Г., Шафран С.А., Духанина Т.М. Прогноз потребности сельского хозяйства России в минеральных удобрениях к 2030 г. // Плодородие. 2016. № 2. С. 5-7.
- 6. Лошаков В.Г. Эффективность раздельного и совместного использования севооборота и удобрений // Достижения науки и техники АПК. 2016. № 1. С. 9-13.
- 7. Пегова Н.А., Холзаков В.М. Эффективность различных видов паров // Земледелие. 2008. № 3. С. 15.
- 8. Тиранов Б.А., Тиранова Л.В. Сидеральные и занятые пары в севооборотах // Земледелие. 2008. № 3. С. 17.
- 9. Чекмарев П.А., Сорокин И.Б., Катаев М.Ю. Агроэкологическое состояние пахотных земель Томской области и перспективы применения методов дистанционного зондирования земли // Земледелие. 2017 № 5, С. 7-10.
- 10. Шрамко Н.В., Вихорева Г.В. Роль биологизированных севооборотов в изменении содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах Верхневолжья // Земледелие. 2016. № 1. С. 14-16.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 20.09.2023 г.

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ПРИЕМОВ АГРОМЕЛИОРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Гуляев М.В., кандидат сельскохозяйственных наук ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Ha осушаемых прежде недостаточно землях, всего отрегулированным водным режимом, особое место в оптимизации почвенных условий отводится агромелиоративным приемам обработки почвы (АП), являющимся неотъемлемой частью проектов мелиорации и важнейшим дополнением к инженерным водорегулирующим системам [1,2]. По характеру влияния на водный режим почвы 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, которые обеспечивают увеличение ее водовместимости и водопроницаемости, улучшение работы дренажа [3,4,5]. Из второй группы важная роль в регулировании водно-воздушного режима осущаемых 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.

Технология предусматривает формирование широких щелей (16 см) на глубину 45-50 см с заполнением подпахотной части (30-50 см) измельченной соломой, растительными остатками и гумусовым слоем.

Опыты по оценке влияния мелиоративного рыхления и объемного щелевания почвы на агрофизические свойства почвы проводились на агрополигоне Губино Всероссийского НИИ мелиорированных земель область). (Тверская 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 c 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 рыхления 140 см.

Полевой опыт был заложен на участке, осушаемом закрытым гончарным дренажем, с расчетными междренными расстояниями 18 м и с расширенными — до 28 м (разреженный дренаж), 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: рНкс 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-х и 4-х кратная, учетная площадь делянок 80-100 м². Учет урожая зерновых культур проводили сноповым и комбайновым способами с пересчетом на стандартную 14% влажность зерна. Наблюдения проводились на 8-й год действия под посевом многолетних трав 3-го года пользования.

Погодные условия в целом были хорошие для роста и развития растений, но в фазу колошения из-за недостатка тепла удовлетворительные и плохие. Наблюдения показали следующее влияние агромелиоративных приемов на влажность почвы (табл. 1).

Таблица 1 Влажность почвы при различных приемах основной обработки почвы, % от HB

	К	олошен	ие	I	Іветени	e	После 1 укоса			
Вариант		Междренное расстояние, м								
	18 м	28 м	Cp.	18 м	28 м	Cp.	18 м	28 м	Cp.	
	0	-20 см,	пахотнь	ій слой						
Контроль – без АП	47,8	49,6	48,7	33,4	52,0	42,7	20,2	37,2	28,7	
Объемное щелевание на 45-										
50 см	44,2	39,0	41,6	36,8	54,2	45,5	24,2	39,2	31,7	
Мелиоративное рыхление										
на 50-60 см	53,4	72,0	62,7	34,4	34,8	34,6	21,8	19,8	20,8	
	20-	40 см, п	одпахот	ный сло	ой					
Контроль – без АП	61,0	64,6	62,8	20,4	33,4	26,9	8,0	18,8	13,4	
Объемное щелевание на 45-										
50 см	58,2	50,8	54,5	27,4	29,2	28,3	14,6	15,2	14,9	
Мелиоративное рыхление										
на 50-60 см	49,8	69,0	59,4	24,0	18,6	21,3	11,2	10,4	10,8	

В пахотном слое в период колошения при мелиоративном рыхлении наблюдалась наибольшая влажность — 62,7% от НВ, в подпахотном слое на контроле — 62,8% от НВ. К цветению показания влажности почвы при объемном щелевании в пахотном были (+2,8%) к контролю, а при мелиоративном рыхлении (-8,1%) к контролю, а в подпахотном слое (+1,4%) к контролю, а при мелиоративном рыхлении (-7%) к контролю. В период от первого укоса и до конца лета установилась жаркая погода. В этот период влажность почвы в пахотном слое при объемном щелевании была (+3,0%) к контролю, а при мелиоративном рыхлении (-7,9%) к контролю, в подпахотном слое при объемном щелевании влажность почвы была (+1,5%) к контролю, а при мелиоративном рыхлении (-2,6%) контролю. В подпахотном слое максимальная влажность почвы наблюдалась в период

колошения на варианте контроль -62,8%, в период цветения и после 1 укоса на варианте с объемным щелеванием -28,3% и 14,9% от HB, соответственно.

В таблице 2 представлены показатели объемной массы, наибольшие показатели которой были на варианте контроля — 1,50 и 1,52 г/см³ как на дренаже 18 м, так и на 28 м. Менее плотная почва была на варианте с мелиоративным рыхлением по вариантам дренажа — 1,44 и 1,47 г/см³, соответственно.

Таблица 2 Объемная масса почвы при различных приемах основной обработки, в зависимости от дренажа, после первого укоса, г/см³

	Слой, см							
Вариант обработки		18 м		28 м				
	0-20	20-40	Ср.	0-20	20-40	Cp.		
Контроль – без АП	1,46	1,55	1,50	1,51	1,54	1,52		
Объемное щелевание на 45-50 см	1,40	1,51	1,45	1,44	1,52	1,48		
Мелиоративное рыхление на 50-60 см	1,39	1,50	1,44	1,43	1,51	1,47		

Наблюдения за общей пористостью (табл. 3) показали значения на вариантах обработки выше, чем на контроле по слоям и вне зависимости от междренных расстояний.

Таблица 3 Общая пористость почвы при различных приемах основной обработки в зависимости от дренажа, после первого укоса, %

	Слой, см							
Вариант обработки		18 м		28 м				
	0-20	20-40	Ср.	0-20	20-40	Cp.		
Контроль – без АП	43,8	40,3	42,0	41,7	40,0	40,8		
Объемное щелевание на 45- 50 см	46,1	41,7	43,9	44,3	40,9	42,6		
Мелиоративное рыхление на 50-60 см	46,5	42,1	44,3	44,7	41,3	43,0		

На 18 м дренаже при объемном щелевании общая пористость была 43,9% (+1,9% к контролю), при мелиоративном рыхлении — 44,3% (+2,3% к контролю), а на 28 м дренаже при объемном щелевании общая пористость была 42,6% (+1,8% к контролю) и при мелиоративном рыхлении — 43,0% (+2,2% к контролю).

В таблице 4 показаны значения пористости аэрации. В варианте с объемным щелеванием в слое 20-40 см на 18 м дренаже значение пористости аэрации 36,1% оказалось ниже контроля — 37,2%, а в варианте с мелиоративным рыхлением выше контроля — 37,8%.

Таблица 4 Пористость аэрации при различных приемах основной обработки почвы, в зависимости от дренажа, после первого укоса, %

	Слой, см							
Вариант обработки		18 м		28 м				
	0-20	20-40	Ср.	0-20	20-40	Cp.		
Контроль – без АП	36,4	37,2	36,8	27,6	32,6	30,1		
Объемное щелевание на 45-50 см	37,6	36,1	36,9	30,2	35,1	32,6		
Мелиоративное рыхление на 50-60 см	38,9	37,8	38,3	37,7	37,3	37,5		

На варианте с мелиоративным рыхлением по слоям и с разным дренажным расстоянием значения пористости аэрации были выше контроля, превышение колебалось в среднем от 1,5 до 7,4%.

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 осущаемых почв / Монография. Изд-во: LAP Lambert Academic Publishing, Германия. 196 с.

- 3. Рекомендации по выполнению агромелиоративных мероприятий на мелиорированных и автоморфных минеральных почвах связного гранулометрического состава. Минск, 2010. 50 с.
- 4. Применение агромелиоративных мероприятий на осущенных минеральных землях нечерноземной зоны РСФСР (технологический регламент). М: 1991, МСХ РСФСР.
- 5. Усовершенствованные агромелиоративные приемы обработки почвы, обеспечивающие регулирование водно-воздушного режима осущаемых почв. Методические рекомендации. Тверь: Тверской печатник, 2012. 25 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 25.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЕЕ ОБРАБОТКИ ПОД ПОДСОЛНЕЧНИК

Зуева Ю.В.,

Трефильев П.П.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», р.п. Большие Вязёмы, Россия

Изучена биологическая активность почвы при различных способах ее основной обработки в течение вегетации подсолнечника в условиях Московской области. Наибольшая интенсивность выделения СО₂ из почвы под посевом подсолнечника была при отвальной обработке почвы на глубину 20–22 см с применением стартовых доз удобрений. В этом случае отмечено наиболее благоприятное течение целлюлозолитических процессов в почве под подсолнечником. Минимизация обработки почвы привела к снижению интенсивности разложения льняного полотна.

Обработка почвы оказывает влияние на качественный и количественный состав микрофлоры, поскольку микроорганизмы являются исключительно чуткими и остро реагирующими объектами на изменение в окружающей среде. Любое воздействие на почву значительно изменяет характер биологических процессов, протекающих в ней [1].

В результате рыхления, крошения, оборачивания усиливается доступ атмосферного воздуха в почву, особенно в глубокие слои, что может существенно изменять интенсивность выделения CO_2 из почвы, а также состав почвенного воздуха и окислительно-восстановительные условия.

© Зуева Ю.В., Трефильев П.П., 2023

По интенсивности выделения CO_2 можно судить о направленности изменения содержания органического вещества в почвах, соотношении процессов минерализации и гумификации органического вещества, биологической активности почвы [2, 3].

На численность и активность комплекса микроорганизмов, участвующих в разложении целлюлозы, оказывает влияние ряд факторов, основными из которых является аэрация почвы, влагообеспеченность, количество растительных остатков.

Цель исследований — изучить биологическую активность дерновоподзолистой почвы при различных способах ее обработки под подсолнечник в условиях Московской области.

Полевые исследования проводились в стационарном опыте ФГБНУ ВНИИФ. Почва опытного участка – дерново-подзолистая, тяжелосуглинистая.

Для характеристики почвы опытного участка в почвенных образцах перед закладкой опыта определялись в пахотном слое: содержание гумуса – 3,27% по Тюрину (ГОСТ 26213-91), р $H_{\text{сол.}}$ 5,1 — потенциометрическим методом ЦИНАО (ГОСТ 26483-85), гидролитическая кислотность – 2,05 ммоль/100 г почвы по Каппену (ГОСТ 26212-91), сумма поглощенных оснований – 18,4 ммоль/100 г почвы по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-88). Содержание подвижного фосфора и обменного калия – 72 мг/кг почвы и 111 мг/кг почвы соответственно по Кирсанову в Модификации ЦИНАО (Γ OCT 26207-91) c фосфора последующим определением на фотоколориметре, а калия - на пламенном фотометре.

Интенсивность выделения CO_2 из почвы определяли адсорбционным методом в модификации И.Н. Шаркова, целлюлозолитическую активность почвы — по разложению льняного полотна. Учет интенсивности выделения CO_2 с поверхности почвы проводили в фазу всходов, цветения и созревания.

Глубина и количество обработок зависит от зональных особенностей, засоренности, возделываемой культуры и ее предшественника, мощности пахотного горизонта. В опыте использовали агротехнические приемы, рекомендуемые для условий Нечерноземной зоны.

Подсолнечник возделывался в севообороте: однолетние травы – пшеница – ячмень – подсолнечник. Посев осуществлялся сеялкой точного высева с нормой 60 тыс. семян на 1 га, и шириной междурядий 70 см в 1 декаде мая. Температура почвы была 12-14 °C. Семена заделывались на глубину 5-6 см.

Опыт двухфакторный. Фактор A — минеральное питание - внесение стартовой дозы удобрений непосредственно с посевом ($N_{30}P_{30}K_{30}$); внесение стартовой дозы удобрений непосредственно с посевом ($N_{30}P_{30}K_{30}$) + внекорневая подкормка $N_{10}P_{10}K_{10}$.; контроль — без удобрений. Фактор В — система обработки почвы: вспашка на глубину 20—22 см; вспашка на глубину 14—16 см; минимальная обработка почвы - дискование на глубину 10—12 см; нулевая обработка — залежь.

При благоприятных гидротермических условиях, в начале вегетационного периода, достаточно высокая интенсивность дыхания почвы была и при минимальной обработке (табл. 1).

Применение удобрений способствует увеличению биологической активности почвы и интенсивности выделения CO_2 . Выделение CO_2 из почвы на удобренном фоне от 1 до 8 % и находилось в интервале от 2,7-3,2 при минимальной обработке до 2,0 мг/м² час, при безотвальной вспашке на глубину 14–16 см от 1,7 до 2,2 мг/м² час. В начале вегетационного периода при нулевой обработке была наибольшая биологическая активность — выделение CO_2 из почвы составило 3,2 мг/м² час.

В период цветения подсолнечника наибольшая биологическая активность была отмечена при вспашке на 20-22 см при внесении стартовой дозы удобрений -3.1 мг/м^2 час, а без удобрений 2.9 мг/м^2 час. При нулевой

обработке растительные остатки мульчируют поверхность почвы, сохраняя влагу и создавая оптимальные условия для развития почвенной микробиоты.

Таблица 1 Выделение CO_2 с поверхности почвы в течении вегетационного периода на посевах подсолнечника, мг/м² час

Фаза			Фак	тор В	
	Фактор А	Вспашка	Вспашка	Минимальная	Нулевая
развития		на 20-22 см	на 14-16 см	обработка	обработка
Всходы	Стартовое	3,2	2,0	1,5	-
	Стартовое +	3,1	2,2	1,7	-
	подкормка				
	Без удобрений	3,0	2,1	1,8	75,3
Цветение	Стартовое	3,1	1,7	1,5	-
	Стартовое +	3,0	1,9	1,7	-
	подкормка				
	Без удобрений	2,9	2,0	2,0	134,4
Созревание	Стартовое	2,9	1,8	1,6	-
	Стартовое +	2,8	2,1	2,0	-
	подкормка				
	Без удобрений	2,7	2,2	1,9	79,7
В среднем	Стартовое	3,0	1,9	1,5	-
	Стартовое +	2,9	2,1	1,8	-
	подкормка				
	Без удобрений	2,8	2,0	1,9	96,5

На фоне с применением удобрений максимальная биологическая активность почвы была при вспашке на глубину 20-22 см - 3,2 мг/м 2 час, минимальная обработка снижала выделение CO_2 на 2,1%.

При нулевой обработке выделение CO₂ из почвы было гораздо выше, чем на вариантах с обработкой почвы и при минимальной обработке почвы. В конце вегетационного периода отмечается снижение интенсивности дыхания в почве под подсолнечником на 0,3-0,5 %, что связано с ухудшением почвенных условий и снижением массы корневых систем подсолнечника, принимающих активное участие в продуцировании углекислого газа.

В этот период прослеживается тенденция роста биологической активности почвы при внесении удобрений на 2,8-6,5% относительно фона без удобрений.

Анализ целлюлозолитической активности почвы показал (табл. 2), что более активным процесс разрушения целлюлозы по всем вариантам опыта был в слое почвы 0–10 см, максимальная целлюлозолитическая активность отмечена по вспашке на 20–22 см, где убыль льняного полотна составила 27,8 %. Этому поспособствовало накопление органического материала растений в верхнем обрабатываемом слое почвы.

Таблица 2 Разложение льняного полотна при различных приемах обработки почвы под подсолнечник, %

Слой почвы, см	Фактор В						
	Вспашка	Минимальная	Нулевая				
	на 20-22 см	на 14-16 см	обработка	обработка			
0-10	27,8	21,2	11,1	6,4			
10-20	21,9	14,9	18,8	5,6			
0-20	24,8	18,1	14,9	6,0			
0-40	19,4	16,1	12,1	4,9			

В слое почвы 10-20 см интенсивность разложения целлюлозы колебалась от 14,9 % по безотвальной на 14-16 см до 29,9 %, при значении на контроле по вспашке на 20-22 см — 21,9 %. В слое почвы 0-20 см наибольшая биологическая активность отмечена на варианте при вспашке на 20-22 см. Применение минимальной обработки почвы привело к снижению актуальной биологической активности почвы. В слое почвы 0-20 см интенсивность разложения льняного полотна снизилась на 1,6 %; что связано с меньшим поступлением органического вещества растительных остатков и ухудшением условий аэрации. В слое 0-40 см сохраняется такая же закономерность в разложении льняного полотна по изучаемым обработкам. Разложение льняного полотна на нулевой обработке по слоям было ниже, чем в обрабатываемой почве.

Сравнение продуктивности подсолнечника показало, что лучшие показатели выявлены при глубине вспашки 20-22 см (табл. 3). Наибольшая урожайность — 2,2 т/га отмечена при внесении стартовой дозы удобрений.

Таблица 3 Продуктивность подсолнечника, т/га

Фактор А	Фактор В						
	Вспашка	Вспашка	Минимальная	Нулевая			
	на 20-22 см	на 14-16 см	обработка	обработка			
Стартовое	2,2	1,8	1,7	1,6			
Стартовое +	2,08	1,8	1,5	1,5			
подкормка							
Без удобрений	2,1	1,6	1,3	1,7			

Таким образом, в среднем за вегетационный период, наибольшая интенсивность выделения CO_2 из почвы под посевом подсолнечника была при вспашке почвы на глубину 20–22 см на фоне применения удобрений. Наиболее благоприятное течение целлюлозолитических процессов складывалось в этом же варианте.

Список литературы

- 1. Здоровая почва условие устойчивости и развития агро- и социосфер (проблемно-аналический обзор) / Соколов М.С., Семенов А.М., Спиридонов Ю.Я., Торопова Е.Ю., Глинушкин А.П. // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2020. № 1. С. 12-21.
- 2. Соколов М.С., Марченко А.И., Санин С.С., Торопова Е.Ю., Чулкина В.А., Захаров А.Ф. Здоровье почвы агроценозов как атрибут ее качества и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2009. № 1. С. 13-22.
- 3. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве / Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. // Москва, 2016.

Дата поступления рукописи в редакцию: 24.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РИСОВЫХ ЧЕКОВ

Насонов С. Ю.

ФГБНУ ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, г. Москва. Россия

Почвы чеков рисовых оросительных систем Кубани достаточно контрастно различаются ПО своему гранулометрическому плотности, морфологическим и физико-механическим свойствам на сравнительно небольших площадях. Для эффективного проведения планировочных работ необходим более обоснованный подход к выбору технологий и типов планировочных машин, учитывающий физикомеханические и другие свойства почвы каждого чека. Для такого выбора весьма важна полная и объективная информация о главных свойствах почв рисовых чеков. Подобная информация в перспективе должна быть представлена в виде индивидуального паспорта на каждый рисовый чек. Основная цель паспортизации — конкретная инструкция для каждого чека по выбору агромелиоративных приёмов возделывания риса, с целью получения максимального урожая. Существующие в настоящее время предпосылки к выбору той или иной технологии планировочных работ учитывают, в основном, только информацию исходного микрорельефа чеков.

Одним из важных показателей, влияющих на плодородие почвы рисовых чеков, и, как следствие, на урожай, является влажность, и не менее значимым, плотность.

© Насонов С. Ю., 2023

С целью изучения физико-механических свойств почвы на вполне определённых чеках одного рисосеющего хозяйства нами были проведены полевые исследования. Данные, характеризующие плотность и влажность почвы чеков, были получены нами в ходе полевых исследований в «Новопетровское» (Славянского «Зерновая компания района, Краснодарского Рисоводческое хозяйство «Новопетровское» края). находится на территории Петровско-Анастасиевской оросительной системы (далее, ПАОС). Общая посевная площадь используемых орошаемых земель в хозяйстве составляет около 100 га, средняя площадь каждого чека от 3,0 до 6,0 га. Сама ПАОС территориально расположена в водохозяйственном массиве междуречья Кубань – Протока. Ряд авторов [1] разделили Кубанскую зону рисосеяния на характерные районы по геоморфологическим признакам почв. На территории ПАОС встречаются три почвенных района: Плавневый, Приазовских плавней и Центральноплавневый.

Можно вполне определённо сказать, что чеки рисосеющего хозяйства «Новопетровское», на которых проводились почвенные исследования, относятся к подрайону Приазовских плавней, расположенному продольно побережья Азовского моря. Характерные особенности Приазовского подрайона: отметки поверхности почв близки к отметкам уровня моря, отдельные их значения достигают отрицательных величин; территория имеет весьма небольшие уклоны и достаточно спокойный, но изрезанный остатками русл рек, ериков, прирусловых гряд и грив рельеф местности [1]. Другой исследователь, А. П. Джулай, разделил Кубанскую зону рисоводства агромелиоративных районов. на почвенных Пользуясь классификацией, в первом приближении, можно сказать, что исследуемая перегнойно-глеевым И перегнойно-глеевым почва относится К солончаковатым почвам. По механическому составу она близка к глинистым почвогрунтам (супесям и аллювиальным суглинкам). В верхних горизонтах встречаются корни тростника и других разновидных органических веществ. Рассматриваемые почвы обладают слабой водопроницаемостью, для возделывания обычных зерновых культур непригодны, вполне подходят для производства культуры риса.

Влажность почвы определялась методом отбора, взвешивания и горячей сушки проб [2]. Для этого с помощью кольца были отобраны образцы почвы с 6-ти разных чеков. Кольцо для взятия проб на влажность внешним диаметром 6,0 см (внутренним – 5,5 см), высотой 4,21 см и объёмом V_{κ} =100 см³, внедрялось в почву и, затем, извлекалось. Далее, почва ненарушенной структуры извлекалась из кольца и перекладывалась в бюксу, после чего проводилось её взвешивание. После пробы почвы сушились в термостате при температуре 105° С до постоянного веса. Высушенная почва, после охлаждения, также взвешивалась. Влажность определялась по формуле (1).

$$W = \frac{m_{\hat{a}\vec{e}.\vec{i}} - m_{\tilde{n}.\vec{i}}}{m_{\tilde{n}.\vec{i}}} \cdot 100, \tag{1}$$

где W- искомая влажность почвы в процентах; $m_{\rm g.r.}$ $_{\it n}-$ масса пробы влажной почвы, г; $m_{\rm c.}$ $_{\it n}-$ масса пробы сухой почвы, г.

Кроме этого, используя результаты взвешивания проб влажной почвы, была определена её плотность. Вычисление плотности осуществлялось по формуле (2).

$$\rho = \frac{m_{\hat{\alpha}\hat{e}.\hat{i}}}{V_{i\,\delta.}},\tag{2}$$

где ρ – плотность почвы в естественном состоянии, г/см³; $V_{np.}$ – объём пробы, равный внутреннему объёму кольца.

Данные по физико-механическим свойствам почв чеков приведены в таблице 1. Для изучения изменения величины влажности и плотности почвы от поверхности до глубины 0,70 м на одном из чеков были взяты пробы с разных горизонтов методом шурфирования [3].

Таблица 1 Показатели плотности и влажности почв рисовых чеков

]	Проба	$m_{\scriptscriptstyle{\it BJ.}\;n}$	$m_{c.n}$	ρ	W
	$N_{\underline{0}}N_{\underline{0}}$	Γ	Γ	г/см ³	%
1,	1	148	128,50	1,48	15,17
№1, ra	2	146	127,10	1,46	14,87
чек S=6	3	148	127,90	1,48	15,71
5: 4 P. S.	4	138	119,42	1,38	15,58
Bbij	5	126	113	1,26	11,50
Рисовый чек площаль: S=6	среднее по чеку	141,20	123,18	1,41	14,57
2,	1	158	134,40	1,58	17,60
№2,	2	136	119,50	1,36	13,80
чек	3	149	131	1,49	13,70
	4	152	128,20	1,52	18,60
Bbiy	5	124	108,20	1,24	14,60
Рисовый S=6 га	среднее по чеку	143,80	124,26	1,44	15,66
3,	1	144	128	1,44	12,5
No.	2	123,50	109	1,24	13,30
чен	3	139	121,6	1,39	14,31
рвый	4	120,20	108	1,20	11,29
Рисовый чек №3, S=6 га	среднее по чеку	131,68	116,65	1,32	12,85
ек	1	145	129,90	1,45	11,62
лй ч =6 га	2	139	124,20	1,39	11,91
Рисовый чек №4, S=6 га	среднее по чеку	142	127,05	1,42	11,76
ек	1	117	104	1,17	12,50
ый ч=6 га	2	130	113	1,30	15
Рисовый чек №5, S=6 га	среднее по чеку	123,50	108,50	1,34	13,75

Суть его заключалась в следующем: на чеке делались ступенчатые пороги (рисунок), с горизонтальных поверхностей которых брались пробы почвы с помощью кольца. Пробы брались с поверхности поля, и с глубин: 0,20 м, 0,40 м, 0,60 м. На глубине 0,63...0,65 м от поверхности наблюдалось появление грунтовых вод. Данные об исследованиях почвы на разных глубинах чека приведены в таблице 2.

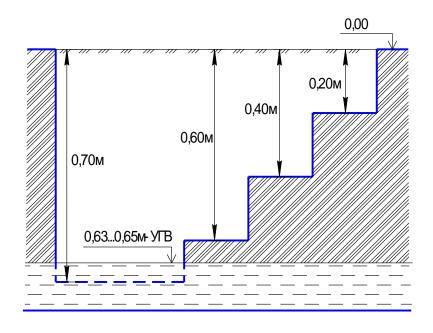


Рисунок. Схема почвенного разреза рисового чека №6 и значения отметок поверхностей, с которых брались пробы почвы

Таблица 2 Результаты исследований плотности и влажности почвы чека на разных глубинах

Проба <u>№№</u>		<i>т</i> _{вл. п}	$m_{c.n}$	ρ	W	
$N_{\underline{0}}N_{\underline{0}}$		Γ	Γ	Γ/cm^3	%	
№6, a	0	119	107,50	1,19	10,69	
🖺	0,2 м	141	123,40	1,41	14,26	
чек S=6	0,4 м	159	133	1,59	19,55	
	0,6 м	181	141,60	1,81	27,80	
Рисовый площадь	среднее по чеку	150	126,37	1,50	18,07	

Для точного определения типа исследуемых проб почвы нами было проведено исследование по определению числа пластичности (I_p) по методике работы [3], которое составило I_p =4, что согласно ГОСТ 25100-95 относит его к твёрдым супесям и переходным лёгким суглинкам.

Таким образом, из анализа таблиц 1 и 2, видно, в каких пределах изменяются значения влажности и плотности почвы разных чеков одного и того же рисосеющего хозяйства. Самую небольшую влажность (на

поверхности) имеет рисовый чек №6 (W=10,69 %), наибольшую, чек №2 (W=18,60 %). Наименьшая плотность у чека №5 (ρ =1,17 г/см³), наибольшая, у чека №2 (ρ =1,58 г/см³). Значения плотности и влажности увеличиваются в зависимости от глубины, что показывают данные таблицы 2.

Выводы

- 1. Исследования физико-механических свойств почвы показали, что на территории только одного рисоводческого хозяйства «Новопетровское» влажность и плотность значительно отличаются, так влажность в 1,73 раза, плотность в 1,35 раза.
- 2. При больших различиях свойств почвы требуется более индивидуальный подход к выбору технологий планировки, нормированию труда, определению производительности.
- 3. Результаты выполненных исследований показали, что требуется более подробное изучение свойств почвы каждого чека. На основании чего следует разработать комплексную систему паспортизации рисовых чеков с учётом механических свойств почвы и микрорельефа их поверхности. Паспортизация чеков должна повысить качество и производительность при выполнении планировочных работ.

Список литературы

- 1. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. М.:Изд-во МГУ,1987. 304 с.
- 2. Трофименков Ю. Г., Воробков Л. Н. Полевые методы исследования строительных свойств грунтов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1981. 215 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 28.08.2023 г. Дата подписания в печать: 23.09.2023 г. РАЗДЕЛ VI. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОРМОПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ МЕЛИОРАЦИИ

УДК: 633.31: 631.442

ПРОДУКТИВНОСТЬ ТРАВОСТОЕВ С ЛЮЦЕРНОЙ ПОСЕВНОЙ НА МИНЕРАЛЬНЫХ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

Бирюкович А.Л., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь

Осушенные сельскохозяйственные земли Поозерья составляют свыше 560 тыс. га, причем на долю пашни приходится 71 %, а в отдельных районах – 80 %. Они отличаются сложным почвенным покровом и рельефом, неоднородностью водного режима (верхняя часть склона характеризуется дефицитом влаги, а нижняя – ее избытком). Это дерново-подзолистые преимущественно глеевые. глееватые. слабооглеенные и автоморфные почвы с неустойчивым водным режимом и низким естественным плодородием. Для превращения таких земель в высокопродуктивные сельскохозяйственные угодья необходимо провести гидротехнических, агромелиоративных агротехнических ряд И мероприятий, направленных на создание необходимых условий для нормального роста и развития растений, а также на применение адаптивной системы земледелия.

Многолетние травы на пахотных землях имеют большое значение в создании кормовой базы для животноводства. Среди них ведущее место принадлежит многолетним бобовым травам.

© Бирюкович А.Л., 2023

Среди которых наибольшее значение имеют клевер луговой и люцерна посевная. При возделывании клевера в почву с корневыми и пожнивными остатками возвращается 100 кг/га азота, 26,6 — фосфора и 84,4 кг/га калия, с клеверо-тимофеечной смесью — 79,2 кг; 23,5; 67,9 кг/га, люцерной — 110 кг; 32,8; 74,3 кг/га соответственно [1].

Возделывание люцерны посевной как более долговечной культуры по сравнению с клевером луговым более выгодно, поскольку без применения азотных удобрений обеспечивает высокий урожай в течение ряда лет. В условиях Беларуси оптимальный срок возделывания люцерны без пересева составляет 4 года [2]. Установлено, что бобовые травы в одновидовом посеве продуктивнее травосмесей в относительно засушливые вегетационные периоды, а при высокой обеспеченности атмосферными осадками наблюдается обратная закономерность [7].

Исследования проводились на территории Витебской опытномелиоративной станции (Сенненский р-н) на участке с крутизной склона $3,0-3,5^{\circ}$, длиной 145 м. Почвенный покров представлен преимущественно осушенной дерново-глееватой легкосуглинистой почвой подстилаемой мореной. Реакция среды слабокислая (рН около 6,0), гумус ~ 2 %.

В 2019-20 гг. в рамках полевого стационара изучали люцерну посевную *Артемис* (6,5 млн/га), посев 2019 г. без покрова, предшественник – кукуруза на зеленую массу и травосмесь люцерны посевной *Будучыня* (2,5 млн/га) с кострецом безостым *Усходні*, (3,5 млн/га) 8 и 9-го года жизни (г. ж.). Использование 3-х укосное. Фосфорные удобрения вносили весной перед первым укосом, а калийные дробно перед каждым укосом в дозах: 1. Р₀К₀ – контроль; 2. Р₆₀К₄₀₊₄₀₊₄₀; 3. Р₆₀К₆₀₊₆₀₊₆₀. Вегетационный период 2019 года характеризовался неравномерным выпадением осадков. Их количество в апреле, июне и сентябре было ниже нормы на 36, 52,2 и 12,3 мм, соответственно, а в мае, июле и августе выпало почти 2-е месячные нормы. Примерно такое же распределение осадков было и в 2020 году. В апреле,

мае и августе их выпало на 19, 3,9 и 8,8 мм меньше нормы, а в июне-июле — больше. Сумма осадков за вегетационный период составила в 2019 г. 458,9 мм, а в 2020 г. — 405,3 мм. Резких отклонений температуры воздуха от нормы не наблюдалось, и лишь в июне 2019 г. она была выше нормы на 4,2°С и ниже на 2,1°С в июле, а в 2020 году в мае ниже нормы на 2,0°С и в июне выше на 3,2°С.

Мониторинг абсолютной влажности почвы показал, что в годы исследований она была примерно одинаковой (рис. 1).

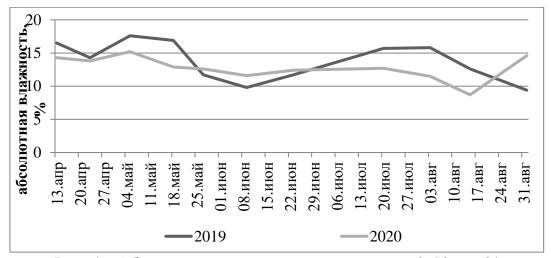


Рис. 1. Абсолютная влажность почвы в слое 0-50 см, %

Учет урожайности многолетних трав показал, что в среднем за 1-й и 2-й г. ж. люцерна сформировала 80,7-92,0 ц/га сухой массы (табл. 1).

Таблица 1 Урожайность и продуктивность многолетних трав, ц/га сухой массы

Травостой	Удобре- ние	2019 г.	2020 сред- нее, ц/га		Прибавка от РК ц/га %		Сбор к. ед./га	Окупае- мость 1 кг д. в. РК, кг СВ
HIOMOGNIO	P_0K_0	49,7	111,7	80,7	ı	_	70,8	-
люцерна посевная	$P_{60}K_{120}$	54,3	125,1	89,7	9,0	11,2	78,8	5,0
посевная	$P_{60}K_{180}$	53,9	130,1	92,0	11,3	14,0	80,8	4,7
HION CONTO	P_0K_0	83,5	59,8	71,7	1	-	62,0	-
люцерна +	$P_{60}K_{120}$	126,2	92,1	109,2	37,5	52,2	94,4	20,8
кострец*)	$P_{60}K_{180}$	136,0	105,5	120,8	49,1	68,4	104,4	20,5
НСР05, ц/га		6,7	9,3					

Примечание: *) травостой 8 - 9 г. ж.

Внесение фосфорных и калийных удобрений повышало урожайность травостоя, но увеличение их дозы внесения с $P_{60}K_{120}$ до $P_{60}K_{120}$ увеличивало его незначительно — на 2,3 ц/га или 2,8 п. п. Окупаемость урожаем сухой массы 1 кг РК составила 5,0-4,7 кг. Окупаемость 1 кг д. в. РК составила 1,4-4,4 кг сухой массы, что ниже средне районного показателя (6,94 кг), который совпадает со средним по Витебской области [4].

Урожайность травостоя люцерны с кострецом безостым 8 - 9-го г. ж. примерно на 15 % была выше урожайности люцерны за счет более низкой урожайности в 1 г. ж. Кроме того, подкормки травосмеси РК-удобрениями были эффективнее, чем одновидового посева люцерны. Окупаемость урожаем сухой массы бобово-злаковой травосмеси 1 кг РК составила 20,5 и 20,8 кг и была в 4,2-4,4 раза больше, чем у люцерны посевной. Более высокая окупаемость травостоя из люцерны с кострецом объясняется тем, что злаковые травы требовательны к калийному питанию.

Доля люцерны посевной в составе бобово-злаковой травосмеси изменялась от дозы удобрений (рис. 2). Так при P_0K_0 и $P_{60}K_{120}$ ее доля увеличивалась от 1-го укоса к 3-му. На фоне $P_{60}K_{120}$ в 8-м г. ж. было значительнее, чем в 9-м. При внесении $P_{60}K_{180}$ доля люцерны увеличивалась лишь от 1-го укоса ко 2-му, а в 3-м укосе не изменялось. Это свидетельствует об избытке калийных удобрений.

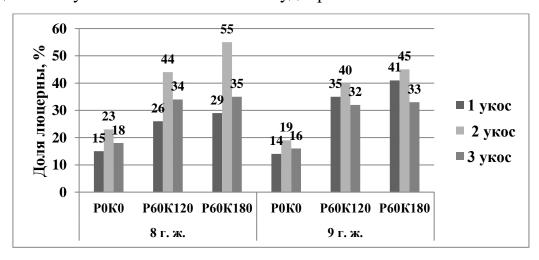


Рис. 2. Доля люцерны посевной в урожае бобово-злакового травостоя, %

Внесение удобрений мало изменяло количество костреца безостого, причем при внесении $P_{60}K_{120}$ его доля в 8-м г. ж. даже уменьшалась (рис. 3). При внесении $P_{60}K_{180}$ доля костреца несколько увеличилась, не была больше, чем в варианте без удобрений. В 9-м г.ж. доля костреца от внесения удобрений практически не изменялась, что вероятно связано с последействием удобрений, внесенных в предшествующий год.

Доля разнотравья в травостое (дрема белая, марь белая, пырей ползучий) практически не зависела от внесения удобрений. Более высокой была в 1-м укосе и в 8-м г. ж., составив 42-45%, а в 9-м – 24-39 %. Затем после усиления роста люцерны во 2 и 3-м укосах, она уменьшалась до 3-10 %.

Минеральные удобрения ($P_{60}K_{120}$ и $P_{60}K_{180}$) положительно влияли на сохранение бобового компонента в люцерно-кострецовой травосмеси во всех 3-х укосах по сравнению с контролем (без удобрений).

Ботанический состав люцерны 1-го года жизни содержал несеяных злаковых трав и сорной растительности от 1-2 % до 6-9 %. Максимальным содержанием бобового компонента было в одновидовом посеве люцерны 2-го г. ж. – 94-97 %.

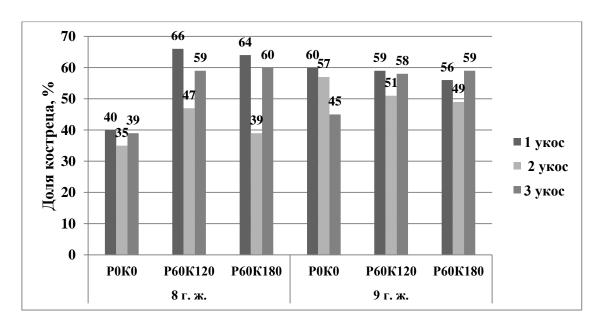


Рис. 3. Доля костреца в урожае бобово-злакового травостоя, %

При внесении калийных удобрений необходимо контролировать содержание в растениях калия, поскольку его избыток (> 3 %) вреден для животных [5, 6]. В опыте более благоприятное содержание этого элемента было в люцерне посевной (таблица 2).

Таблица 2 Химический состав сеяных компонентов травосмеси 8 г. ж., % на сухое вещество

Компонент травосмеси	Удобрение	СП	K	Р	Ca	Mg	СК	СЗ	Caxap	СЖ
74.0 OFF19 OV	P_0K_0	16,1	3,22	0,37	0,69	0,23	22,4	7,9	10,0	4,9
кострец безостый	$P_{60}K_{120}$	15,9	3,46	0,38	0,66	0,21	22,2	8,3	7,3	4,4
оезостыи	$P_{60}K_{180}$	16,3	3,88	0,40	0,57	0,18	22,4	7,8	8,2	4,5
	P_0K_0	20,6	1,72	0,36	1,72	0,46	24,7	8,6	5,5	4,6
люцерна посевная	$P_{60}K_{120}$	20,5	2,10	0,38	2,25	0,53	25,9	8,9	5,7	4,4
Поссвная	$P_{60}K_{180}$	22,0	2,13	0,40	2,13	0,49	26,0	9,0	6,1	4,6

Таблица 3 Биохимический состав люцерны посевной 2-го г. ж. в фазу бутонизации (среднее за вегетацию)

Удобрение	СП,%	C3,%	СК,%	СЖ,%	БЭВ,%	ОЭ, МДж/кг СВ
P_0K_0	20,4	11,1	20,4	2,1	46,0	9,7
P ₆₀ K ₁₂₀	21,1	11,1	20,0	2,1	45,7	9,7
P ₆₀ K ₁₈₀	19,8	10,9	21,3	2,2	45,8	9,6

Очень важно контролировать наличие сырой клетчатки в травяных кормах. При избытке ее уменьшается концентрация энергии в сухом веществе, ухудшается его переваримость и молочная продуктивность.

Установлено, что при увеличении содержания клетчатки на 1 % переваримость органического вещества снижается на 0,9 %, а потребление сухого вещества – на 0,33 кг [8]. В наших исследованиях содержание сурой клетчатки (СК) было невысоким (таблицы 2, 3).

Заключение

- 1. По мере старения травостоя возрастала роль фосфорно-калийных удобрений в повышении урожая бобово-злаковых трав с участием люцерны. На осущенной дерново-глееватой легкосуглинистой почве при внесении $P_{60}K_{120}$ урожайность сухой массы в сумме за три укоса составила $109,2\,$ ц/га, а без внесения удобрений $71,7\,$ ц/га. Увеличение дозы калия на $60\,$ кг ($P_{60}K_{180}$) по сравнению с $P_{60}K_{120}$ обеспечило прибавку урожайности сухой массы травосмеси $49,1\,$ ц/га.
- 2. Урожайность травостоя люцерны с кострецом безостым 8 9-го г. ж. была примерно на 15 % была выше урожайности люцерны за счет более низкой урожайности в 1 г. ж. Окупаемость 1 кг РК урожаем сухой массы бобово-злаковой травосмеси составила 20,5 20,8 кг и была в 4,2-4,4 раза больше, чем у люцерны посевной.
- 3. В бобово-злаковом травостое из люцерны посевной с кострецом безостым минимальное количество люцерны без внесения удобрений (P_0K_0) было 14 19 %. Внесение $P_{60}K_{120}$ увеличивало содержание люцерны до 32-40 %, а $P_{60}K_{180}$ 33-45 %.
- 4. Разные виды трав отличались между собой по биохимическому составу, бобовые культуры характеризовались более высоким содержанием сырого протеина, кальция, магния и минимальным сахаров, по сравнению с кострецом безостым.

Список литературы

- 1. Никончик, П. И. Агроэкономические основы систем использования земли/ П. И. Никончик. Минск : Беларус. наука, 2007. 532 с.
- 2. Шлапунов, В. Н. Резервы увеличения производства и улучшения качества кормов // Весці Націянальнай акадэміі навук Беларусі (сер. Аграрных навук). 2012. № 3. С. 32-38.
- 3. Привалов Ф., Васько П. Многолетние травы основной источник белка // Белорусское сельское хозяйство. 2019. № 5. С. 12-15.

- 4. Справочник нормативных материалов для агрохимического окультуривания почв и эффективного использования удобрений / В.В. Лапа [и др.]. Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. 60 с.
- 5. Архипов А. В. Что мы знаем о родильном парезе у коров? // Зоотехния. 2015. № 6. С. 22-24.
- 6. Бабенко Е. Как не допустить родильного пареза? // Белорусское сельское хозяйство. 2016. № 2. С. 20-23.
- 7. Лазарев Н.Н., Кухаренкова О.В., Куренкова Е.М. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства // Кормопроизводство. 2019. № 4. С. 18-23.
- 8. Ганущенко О. Клетчатка в рационах жвачных // Животноводство России. 2019. №10. С. 37-42.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

КОРМОВЫЕ КАЧЕСТВА РАЗНОСПЕЛЫХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Дрозд Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь

Проблема получения качественного и сбалансированного по питательным веществам и обменной энергии корма для КРС является актуальной на протяжении всего периода развития современного сельского хозяйства. Дефицит сельскохозяйственной техники и большая нагрузка на нее в наиболее напряженные периоды года (посев сельскохозяйственных культур в начале весны и их уборка в июле—сентябре) в совокупности с неравномерностью распределения как по годам, так и внутри вегетационного периода атмосферных осадков влекут за собой заготовку кормов из трав, имеющих малую урожайность, низкую питательность и соответственно качество.

Одним из возможных вариантов решения данной проблемы является организация сырьевых конвейеров из технологически совместимых культур, рост и развитие которых регулируется дополнительным увлажнением, что позволит продлить сроки заготовки высокопитательных кормов на стойловый период со стандартных 7–10 до 25–30 суток за один укос зеленой массы.

Следует отметить, что клевер луговой является одной из основных многолетних бобовых трав, получивших наибольшее распространение на территории Республики Беларусь [1].

© Дрозд Д.А., 2023

Из зеленой массы клевера лугового заготавливают высокопитательный сенаж, так как она трудно силосуется, и заготовка сена связана с большими потерями.

Урожайность сухого вещества клевера лугового и его питательность зависит от ряда почвенно-климатических факторов, среди которых можно выделить неравномерность распределения атмосферных осадков как по годам, так и внутри вегетационного периода. Нехватка атмосферной влаги в определенные этапы вегетации клевера лугового снижает урожайность сухого вещества и обеспеченность его питательными веществами. Мы изучали влияние орошения на продуктивность современных сортов клевера лугового белорусской селекции.

Эксперимент осуществлялся на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах учебно-опытного поля «Тушково-1» в трехкратном повторении во времени, а почвы опытных участков характеризовались следующими агрохимическими и водно-физическими показателями (табл. 1).

Таблица 1 Агрохимические и водно-физические показатели почв опытных участков

№ закладки полевого опыта	Гумус, %	Р ₂ О ₅ , мг/кг	К ₂ О, мг∕кг	рН _{ксі}	Плотность почвы, г/см ³	Наименьшая Влагоемкость (НВ), %
1	1,48	203,0	251,0	5,78	1,39	23,76
2	1,66	320,0	423,0	5,70	1,38	23,82
3	1,53	304,0	331,0	5,80	1,39	22,63

Посев клевера лугового выполнен нормой высева 8 кг/га, из расчета 100% посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см. Подкормка минеральными удобрениями выполнялась в начале вегетационного периода дозой $P_{60}K_{90}[2]$.

Закладка полевых опытов выполнена по следующей схеме:

Фактор А – Оптимальные границы увлажнения:

- 1. Контроль (Без дополнительного увлажнения);
- 2. Дополнительное увлажнение посевов при сработке полевой влажности до уровня 70 % от HB (далее 0,7HB);
- 3. Дополнительное увлажнение посевов при сработке полевой влажности до уровня 80 % от HB (далее 0,8HB).

Фактор В – Исследуемые сорта клевера лугового:

- 1. Раннеспелый сорт Цудоуны;
- 2. Среднеранний сорт Янтарный;
- 3. Среднеспелый сорт Витебчанин;
- 4. Позднеспелый сорт Мерея.

Поддержание почвенных влагозапасов в заданных выше пределах осуществлялось методом дождевальной установкой Linsday-Europe Omega. Поливные нормы рассчитаны на основании водно-физических показателей почвы и составили 20 мм на фоне 0,8 НВ и 30 мм для второго орошаемого фона опыта [3].

Наблюдения за ростом и развитием различных по скороспелости сортов клевера лугового велись как в оптимальные по увлажнению годы (в 2016, 2018 и 2019 ГТК составлял 1,53, 1,34, 1,49 соответственно), так и в избыточно увлажненные 2017 (1,78) и 2020 (1,89) годы.

Различные условия влагообеспеченности дали нам возможность оценки влияния внешних условий на содержание сырых питательных веществ в сухом веществе различных по скороспелости сортов клевера лугового (табл. 2).

Анализ табличных данных позволил установить, что сухое вещество разноспелых сортов клевера лугового в зависимости от фона орошения и возраста травостоя содержит 11,9–22,9 % сырого протеина, 17,9–28,8 % сырой клетчатки, 1,6–2,4 % сырого жира, 42,8–48,9 % сырого БЭВ, 0,66–1,09 овсяных и 0,87–1,27 энергетических кормовых единиц. Следует отметить, что обеспеченность 1 овсяной кормовой единицы переваримым протеином,

колеблется от 114–187 г на посевах контрольного фона опыта до 131–201 г на орошаемых фонах опыта.

Таблица 2 Кормовая ценность разноспелых сортов клевера лугового в зависимости от условий увлажнения

Сорт клевера	Фон орошени	В	Содер питате еществ	ельны	X	1 *	эжани	ь перев	еченност варимым еином	Сбо
луговог о (В)	я (А)	СП	СК	С Ж	СБЭ В	к. ед.	ЭКЕ	к. ед., г	ЭКЕ, г	ПП, т/га
	I	18,6	22,2	1,9	45,5	0,78	0,95	173	141	0,39
PI	1	16,4	24,9	2,1	46,4	0,74	0,92	155	125	1,20
эўн	II	21,3	20,6	1,8	44,3	0,92	1,11	198	164	0,69
Цудоўны	11	16,2	26,5	1,8	45,0	0,70	0,89	162	127	1,77
Ĭ	III	21,5	20,4	1,7	44,0	0,89	1,06	201	168	0,60
	111	16,4	26,3	2,1	44,6	0,71	0,90	161	128	1,59
	I	21,7	18,2	1,7	46,4	0,87	1,01	187	161	0,45
ĬЙ	1	15,3	25,7	1,6	46,9	0,71	0,90	149	118	1,46
Янтарный	II	22,4	18,4	1,9	44,6	1,09	1,27	192	165	0,73
та	11	15,7	25,0	1,8	45,3	0,70	0,90	155	122	2,17
$A_{\rm F}$	III	22,7	19,0	1,8	43,6	0,87	1,02	196	166	0,53
	111	16,2	24,9	1,7	45,6	0,72	0,90	158	126	1,96
	I	21,0	19,8	2,0	46,1	0,86	1,00	182	156	0,40
ПИН	1	13,7	28,1	1,7	47,9	0,69	0,88	132	103	0,98
Витебчанин	II	21,9	18,9	2,3	45,4	0,99	1,14	186	160	0,64
re6	11	15,0	26,7	2,0	45,7	0,70	0,89	147	115	1,70
Вит	III	22,9	20,1	2,3	42,8	0,95	1,12	201	170	0,59
	111	13,7	27,9	1,6	47,4	0,68	0,87	135	104	1,34
	I	20,5	19,8	2,4	46,1	0,86	1,00	177	151	0,43
	1	11,9	28,8	1,8	48,9	0,66	0,87	114	87	0,79 0,57
Мерея	II	19,8	17,9	2,2	48,7	1,03	1,20	167	144	
Me	11	13,2	28,2	1,9	46,3	0,66	0,87	131	100	1,59 0,57
	III	21,1	19,6	2,1	45,1	0,97	1,14	169	144	0,57
	III	15,9	27,1	2,0	44,7	0,70	0,89	158	124	1,73

Примечание:

Это позволяет нам сделать вывод о том, что орошение не оказывает негативного влияния на качество заготавливаемого корма. Также нами

^{1.} НСР для клевера 1-го года жизни: $HCP_{05}{}^{A} = 0,01$ т/га, $HCP_{05}{}^{B} = 0,01$ т/га; $HCP_{05}{}^{AB} = 0,02$ т/га; Sx = 0,01 т/га; для клевера второго года жизни: $HCP_{05}{}^{A} = 0,02$ т/га, $HCP_{05}{}^{B} = 0,02$ т/га; $HCP_{05}{}^{AB} = 0,04$ т/га; Sx = 0,02 т/га;

^{2.} I - контроль, II - фон 0,7HB, III - фон 0,8HB;

^{3.} В числителе приведены данные для клевера лугового первого года жизни; в знаменателе приведены данные для клевера лугового второго года жизни.

установлено, что поливы при снижении почвенных влагозапасов до 70 % от НВ обеспечивают максимальный сбор переваримого протеина (0,57-2,17 т/га), а его прибавка относительно контрольного фона опыта (0,14–0,80 т/га) существенна и достоверна.

Выводы. В результате биохимического анализа травостоя установлено, что на питательность и кормовые качества клевера лугового оказывает влияние орошение и возраст травостоя. В первый год жизни, в сухом веществе клевера лугового в зависимости от сорта и условий увлажнения содержится до 22,9 % сырого протеина, 22,2 % сырой клетчатки, 2,4 % сырого жира, 48,7 % сырого БЭВ, 1,09 кормовых единиц.

В травостое клевера лугового второго года жизни, содержание сырого протеина в сухом веществе составляет 11,9-16,4 %, сырой клетчатки -24,9-28,8 %, сырого жира -1,6-2,1 %, БЭВ -44,6-48,9 %, 0,66-0,74 кормовых единиц.

Список литературы

- 1. Дрозд, Д. А. Особенности развития клевера лугового при различной обеспеченности влагой // Мелиорация. 2018. № 3(85). С. 69–73.
- 2. Технологии и техническое обеспечение производства высококачественных кормов: рекомендации / Л. А. Маринич [и др.]. Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва», 2013. 74 с.
- 3. Лихацевич, А. П. Сельскохозяйственные мелиорации / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред. А. П. Лихацевича. Минск: ИВЦ Минфина, 2010. 464 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ПРОИЗВОДСТВО СЕМЯН КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО В ОДНОВИДОВЫХ И СОВМЕСТНЫХ ПОСЕВАХ С РАЙГРАСОМ ОДНОЛЕТНИМ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ЗЕМЛЯХ ПООЗЕРЬЯ

Пастушок Р.Т., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Зеленый Ю.М.

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

Многолетние бобовые травы являются ведущей группой культур, имеющих важнейшее экологическое, агротехническое и хозяйственное значение. Однако роль, которая отводится им в сельскохозяйственном производстве, как создании кормовой базы, так и в биологизации земледелия может быть выполнена только при достаточном обеспечении семенами, т.е. хорошо налаженном семеноводстве.

Одним из лучших бобовых компонентов для многолетних кормовых угодий, где достаточно влаги и допустимый уровень плодородия, по праву считается клевер ползучий (Trifolium repens L.) [1]. Однако, несмотря на высокую ценность этой культуры, в первую очередь для создания агрофитоценозов сенокосно-пастбищного назначения, широкое внедрение клевера ползучего лимитируется недостаточной обеспеченностью производства высококачественным семенным материалом. Дефицит семян клевера ползучего в Республике Беларусь наблюдается продолжительное время, что заставляет искать пути его преодоления, в том числе за счет совершенствования технологии возделывания.

© Пастушок Р.Т., Зеленый Ю.М., 2023

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 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, 4].

Научная новизна исследований заключается в том, что 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.).

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 И подзолистых почвах разного механического дерновых Оптимальная кислотность (рН) для клевера ползучего – 6,0-7,0 [5]. Для усиления микробиологической активности микроорганизмов ассимиляции атмосферного азота применение молибденсодержащих удобрений обязательно. 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 пря

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 2021 году заложены полевые опыты по изучению эффективности различных урожаеобразующих факторов на рост, развитие, совместимость и семенную продуктивность клевера ползучего и райграса однолетнего. Клевера высевали 17.05.2021 г., поперечный подсев семян райграса однолетнего (с. «Луч») проведен 18.05.2021 г. Внесены минеральные удобрения. Предшественник – яровая пшеница (с. «Ласка»).

Схема опытов:

- 1. Исследование влияния *фактора А*: удобрения: 1. Контроль (без удобрений); 2. Р40К60 (фон); 3. Фон + N30; 4. Фон + Ризофос; 5. Фон + Микростим; 6. Фон + Агропон; 7. Фон + Регоплант.
- 2. Исследование влияния фактора E: 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; В 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 2021 года (год посева) был теплый и умеренно влажный (ГТК = 1,6). Температура воздуха за апрель-сентябрь превысила многолетние показатели на $1,8^{\circ}$ С, осадков выпало на 107,7 % от нормы. Вегетационный период 2022 года (год уборки семенных посевов) можно охарактеризовать, как теплый и слабо засушливый (ГТК = 1,3). Температура воздуха была на $1,6^{\circ}$ С выше многолетней, сумма осадков составила 87,2 % от нормы. Однако очень неравномерное распределение тепла и влаги в периоды вегетации оказывало не очень благоприятное влияние на рост и развитие клевера ползучего.

Результаты исследований. Почва опытного участка осущенная дерново-подзолистая глееватая связно-супесчаная. Перед закладкой опыта агрохимические показатели почвы были следующие: гумус -3,20%, P_2O_5-450 мг/кг, K_2O-365 мг/кг, B-0,53 мг/кг, Cu-3,0 мг/кг, Zn-9, мг/кг.

Уборку семенного травостоя клевера ползучего проводили 23 августа 2022 года. Перед этим оценивали элементы структуры урожая с пробных площадок на 1 м² делянки сплошным методом.

Результаты исследований показали, что при норме высева клевера ползучего 2,5 кг после внесения биопрепаратов было сформировано 336-406 шт./м 2 головок, что на 16,7-31,0 % больше, чем на фоне $P_{40}K_{60}$. Максимальное количество головок отмечено после применения биорегуляторов Анропон С и Регоплант (табл. 1).

Таблица 1 Элементы структуры урожая клевера ползучего в одновидовых посевах, $2022 \; \Gamma.$

Удобрение	Количество	Количество	Масса семян с	Macca 1000					
_	головок,	семян в 1	головки, г	шт., г					
	IIIT./M^2	головке, шт.							
Клевер ползучий, 2,5 кг/га									
Контроль	266	110	0,08	0,55					
(без удобрений)	200	110	0,08	0,55					
P_{40} К $_{60}$ (фон)	280	100	0,07	0,56					
$\Phi_{\rm OH} + N_{30}$	322	96	0,08	0,58					
Фон + Ризофос	336	121	0,07	0,60					
Фон + Микростим	350	109	0,08	0,54					
Фон + Агропон С	406	104	0,06	0,52					
Фон + Регоплант	378	96	0,07	0,60					
Среднее	334	105	0,07	0,56					
	Клев	ер ползучий, 3,0 ка	г/га						
Контроль (без удобрений)	304	132	0,09	0,56					
Р ₄₀ К ₆₀ (фон)	336	121	0,09	0,57					
$\Phi_{\text{OH}} + N_{30}$	464	116	0,08	0,59					
Фон + Ризофос	384	146	0,09	0,65					
Фон + Микростим	400	131	0,08	0,57					
Фон + Агропон С	464	125	0,08	0,59					
Фон + Регоплант	432	115	0,07	0,58					
Среднее	398	127	0,08	0,59					

Наибольшее количество семян в головке (121 шт.) наблюдалось после внесения микробного удобрения Ризофос. На массу семян с 1 головки внесение биопрепаратов не оказало существенного влияния. Наиболее высокая масса 1000 семян (0,60 г) отмечена при внесении микробного удобрения Ризофос и регулятора роста Регоплант.

Применение микроудобрений и биостимуляторов в вариантах с нормой высева клевера ползучего 3,0 кг/га так же способствовало

увеличению некоторых элементов структуры урожая. Обработка травостоя препаратами увеличивала количество головок на 1 м² на 12,5-27,8 % по сравнению с фоном. Количество семян в головке после некорневой подкормки микроудобрениями Микростим и Ризофос увеличилось по сравнению с фоном на 7,6 и 17,1 % соответственно.

Наиболее высокая масса 1000 семян (0,65 г) отмечена при внесении микробного удобрения Ризофос. В целом лучшие показатели структуры урожая отмечены в вариантах с нормой высева клевера ползучего 3,0 кг/га. Так, при норме высева клевера 3,0 кг/га количество сформировавшихся к уборке головок было на 19,2 % больше, чем при норме 2,5 кг/га, количество семян в головке – на 21,0 % выше, масса 1000 семян – на 0,03 г.

В совместных посевах c райграсом однолетним внесение микроудобрений и регуляторов роста улучшало некоторые показатели структуры урожая клевера ползучего (табл. 2). В вариантах с нормой высева бобового компонента 2,5 кг/га количество головок на 1 м²незначительно увеличилось по сравнению с фоном после подкормки Агропон С. Наибольшее количество семян в головке (165 шт.) сформировалось после применения биорегуляторов роста Агропон С и Регоплант. Некорневые подкормки несколько увеличили массу семян с 1 головки. Наиболее эффективным было внесение регулятора Регоплант. На массу 1000 семян подкормки биопрепаратами влияния не оказали.

В вариантах с нормой высева клевера ползучего 3,0 кг/га максимальное количество головок (392 шт./м²) и количество семян в 1 головке (174 шт.) сформировалось после внесения Агропон С. Некорневые подкормки микроудобрением Микростим на 20,0 % увеличили массу семян с 1 головки по сравнению с фоном РК. На массу 1000 семян внесение препаратов влияния не оказало.

В среднем количество сформировавшихся к уборке головок при норме высева клевера 3,0 кг/га было на 11,2 % выше, чем при норме 2,5 кг/га, количество семян в 1 головке – на 5,3 %, масса 1000 семян – на 6,1%.

Таблица 2 Элементы структуры урожая клевера ползучего в совместных посевах с райграсом однолетним, 2022 г.

Удобрение	Количество	Количество	Масса семян с	Macca 1000				
	головок,	семян в 1	головки, г	ШТ., Г				
	\mathbf{m} т./ \mathbf{m}^2	головке, шт.						
Клевер ползучий, 2,5 кг/га								
Контроль				0,44				
(без удобрений)	288	165	0,08					
Р ₄₀ К ₆₀ (фон)	342	156	0,09	0,58				
$\Phi_{\text{OH}} + N_{30}$	329	133	0,12	0,48				
Фон + Ризофос	335	140	0,10	0,56				
Фон + Микростим	313	142	0,08	0,44				
Фон + Агропон С	353	165	0,10	0,48				
Фон + Регоплант	295	164	0,12	0,44				
Среднее	322	152	0,10	0,49				
	Клев	ер ползучий, 3,0 ка	г/га					
Контроль								
(без удобрений)	320	174	0,09	0,42				
P_{40} К $_{60}$ (фон)	380	164	0,10	0,60				
$\Phi_{\text{OH}} + N_{30}$	365	140	0,11	0,52				
Фон + Ризофос	372	147	0,10	0,54				
Фон + Микростим	348	149	0,12	0,52				
Фон + Агропон С	392	174	0,11	0,48				
Фон + Регоплант	328	173	0,10	0,58				
Среднее	358	160	0,10	0,52				

В 2022 году урожайность семян клевера ползучего с нормой его высева 2,5 ц/га в среднем составила 1,7 ц/га (таблица 3). Подкормка посевов N₃₀ повышала урожайность на 20,0 % по сравнению с контролем. Внесение препаратов существенно увеличивало урожайность семян, прибавки по сравнению с фоном РК составили 14,3-42,9 %. Наиболее эффективным было внесение микроудобрения Микростим и биорегулятора Регоплант.При норме высева клевера ползучего 3,0 кг/га средняя урожайность составила 2,3 кг/га. Ее максимальные значения отмечены в варианте с внесением Агропон С, прибавка по сравнению с фоном Р₄₀К₆₀ составила 23,8 %.

Таблица 3 Урожайность семян клевера ползучего без подсева райграса однолетнего, $2022 \; \Gamma.$

Удобрение	Урожайность		Прибавки	урожая,	
	семян, ц/га	±к ког	нтролю	±к ф	оону
		ц/га	%	ц/га	%
	Клев	ер ползучий	2,5 кг/га		
Контроль	1,5	_	_	_	_
(без удобрений)	1,5		_		_
Р ₄₀ К ₆₀ (фон)	1,4	-0,1	-6,7	-	-
$\Phi_{\text{OH}} + N_{30}$	1,8	0,3	20,0	0,4	28,6
Фон + Ризофос	1,6	0,1	6,7	0,2	14,3
Φ_{OH} +	2,0				
Микростим	2,0	0,5	33,3	0,6	42,9
Фон + Агропон С	1,7	0,2	13,3	0,3	21,4
Фон + Регоплант	1,9	0,4	26,7	0,5	35,7
Среднее	1,7	-	-	-	-
	Клев	ер ползучий	3,0 кг/га		
Контроль	1,9	_	_	_	_
(без удобрений)					
Р ₄₀ К ₆₀ (фон)	2,1	0,2	10,5	-	-
$\Phi_{\text{OH}} + N_{30}$	2,6	0,7	36,8	0,5	23,8
Фон + Ризофос	2,4	0,5	26,3	0,3	14,3
Φ_{OH} +	2,2				
Микростим	2,2	0,3	15,8	0,1	4,8
Фон + Агропон С	2,6	0,7	36,8	0,5	23,8
Фон + Регоплант	2,1	0,2	10,5	0,0	0,0
Среднее	2,3	-	-	-	-

В совместных посевах с райграсом однолетним при норме высева клевера 2,5 кг/га наиболее эффективно было применение биостимуляторов Агропон С и Регоплант, прибавки по сравнению с фоном РК составили 13,6 ц/га (таблица 4). С увеличением нормы высева клевера до 3,0 кг/га максимальная прибавка урожая составила 11,1 % в результате применении препарата Агропон С.

В среднем в совместных посевах урожайность клевера ползучего с нормой высева 3,0 кг/га оказалась на 0,4 ц/га выше, чем с нормой 2,5 кг/га.

Таблица 4 Урожайность семян клевера ползучего с подсевом райграса однолетнего, $2022 \; \Gamma.$

Удобрение	Урожайность		Прибавки	урожая,		
	семян, ц/га	±к ког	нтролю	±к ф	ону	
		ц/га	%	ц/га	%	
	Клев	ер ползучий	2,5 кг/га			
Контроль	1,6	_	_	_	_	
(без удобрений)	1,0		_		_	
Р ₄₀ К ₆₀ (фон)	2,2	0,6	37,5	-	-	
$\Phi_{\text{OH}} + N_{30}$	2,8	1,2	75,0	0,6	27,3	
Фон + Ризофос	2,3	0,7	43,8	0,1	4,5	
Φ_{OH} +	1,8					
Микростим	1,0	0,2	12,5	-0,4	-18,2	
Фон + Агропон С	2,5	0,9	56,3	0,3	13,6	
Фон + Регоплант	2,5	0,9	56,3	0,3	13,6	
Среднее	2,2	-	-	-	-	
	Клев	ер ползучий	3,0 кг/га			
Контроль	2,0	-	-	-	-	
(без удобрений)		0.7	25.0			
Р ₄₀ К ₆₀ (фон)	2,7	0,7	35,0	-	-	
$\Phi_{\text{OH}} + N_{30}$	2,8	0,8	40,0	0,1	3,7	
Фон + Ризофос	2,6	0,6	30,0	-0,1	-3,7	
Φ_{OH} +	2,9					
Микростим	2,7	0,9	45,0	0,2	7,4	
Фон + Агропон С	3,0	1	50,0	0,3	11,1	
Фон + Регоплант	2,3	0,3	15,0	-0,4	-14,8	
Среднее	2,6	-	-	-	-	

В условиях 2022 года семенная продуктивность клевера ползучего была выше в совместных посевах с райграсом однолетним. При норме высева клевера 2,5 кг/га на 0,5 ц/га (29,4 %), а при норме 3,0 ц/га — на 0,3 ц/га (13,0 %).

Список литературы

1. Особенности селекционной работы с клевером ползучим на повышение семенной продуктивности / М. Ю. Новосѐлов, Р. Г. Писковацкая, А. А. Шматкова, А. М. Макаева // Кормопроизводство. 2019. № 4. С. 36-40.

- 2. Шелюто А. А. Создание и рациональное использование бобовозлаковых травостоев интенсивного типа в условиях северо-востока Беларуси: рекомендации / А. А. Шелюто, Б. В. Шелюто, А. А. Киселев. Горки БГСХА, 2012. 20 с.
- 3. Переправо Н. И., Шергина О. В. О семенной продуктивности клевера ползучего в одновидовых и смешанных посевах // Селекция и семеноводство. 1993. № 3. С. 57-60.
- 4. Васько П. П. Возделывание многолетних среднеспелых белоклеверорайграсово-злаковых пастбищных травостоев / П. П. Васько, А. В. Сорока // 338 Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сб. науч. работ. Минск : ИВЦ Минфина, 2007. С. 373-381.
- 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

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

СПОСОБЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ЖИДКОГО БИОКОНСЕРВАНТА ДЛЯ СИЛОСОВАНИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ

Рабинович Г.Ю., доктор биологических наук, профессор Васильева Е.А., кандидат биологических наук ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

В гумидной зоне РФ из-за нестабильных климатических условий иногда довольно сложно заготовить качественные корма из многолетних трав, особенно с высоким содержанием белка. Избежать данной проблемы помогают различные препараты или консерванты.

В отделе биотехнологий ВНИИМЗ разрабатываются различные биопрепараты для растениеводства и кормопроизводства. В частности, новый биопрепарат (биоконсервант), предлагаемый к использованию в качестве закваски для силосования многолетних бобовых трав. Исходным сырьём для его приготовления служат торф (масштабный природный ресурс Тверской области) и отходы птицефабрик (птичий помёт). В процессе ферментации и экстракции получается жидкий биопрепарат с высоким титром полезных молочнокислых микроорганизмов, питательных и физиологически активных веществ [2, 3].

Общим недостатком жидких микробных биопрепаратов для силосования является короткий срок хранения из-за меняющихся со временем их состава и свойств, так как живая микрофлора со временем может измениться количественно и качественно, снижая полезное действие консерванта.

© Рабинович Г.Ю., Васильева Е.А., 2023

Цель настоящих исследований – изучить изменения микрофлоры в процессе хранения биоконсерванта, определить влияние стабилизирующих веществ на течение данного процесса.

Для решения поставленных задач в биоконсерванте будут изучены: динамика рН и индикаторной микрофлоры при хранении без стабилизации; динамика рН и индикаторной микрофлоры при хранении с добавлением стабилизаторов. Для определения изменения микрофлоры были отобраны образцы биоконсерванта через 10, 20, 30, 40 и 50 суток хранения при пониженной температуре (хранение в холодильной камере) +2+4 °C и комнатной температуре +20+22 °C. При этом были изучены образцы биоконсерванта без стабилизации и с добавлением стабилизирующих веществ (уксусная кислота в количестве 0,8 мл/100 мл биоконсерванта и NaCl в количестве 10 г/100 мл). Во всех образцах определяли динамику изменения кислотности среды (рН), велись визуальные наблюдения на наличие признаков порчи (появление плесневых грибов) и определяли общее микроорганизмов, количество содержание молочнокислых микроорганизмов и энтеробактерий.

В процессе приготовления жидкого биоконсерванта ДЛЯ силосования извлечение питательных компонентов в конечный раствор достигается экстракцией твердофазного продукта ферментации 1%-ным раствором калия фосфорнокислого (К₂HPO₄) в течение 48 ч при температуре 22°С [1]. При этом K₂HPO₄ одновременно выступает в качестве активатора микробиологической деятельности как источник питания и энергии для микроорганизмов, т.е. полученный биопрепарат содержит большое количество живой микрофлоры, в том числе и определенное количество микроорганизмов, вызывающих процессы аммонификации (гниение, белковых разложение веществ), сопровождающиеся выделением аммиака и сероводорода, о чем свидетельствует появляющийся со временем неприятный запах.

Изменения рН в щелочную сторону в процессе хранения биоконсерванта (табл. 1) также указывает на качественное и количественное изменение микрофлоры. При этом при температуре +20+22°C данный процесс заметно ускоряется.

Таблица 1 Динамика рН биоконсерванта в процессе хранения

Вариант №	Исх. биок-т.	при +2+4 °C	+20+22 °C.
исходное измер.	5,6	5,6	5,6
через 10 сут	-	5,8	5,8
через 20 сут	-	5,9	6,9
через 30 сут	-	6,9	9,0
через 40 сут	-	7,4	9,2
через 50 сут	-	7,7	9,3

В процессе хранения на поверхности биоконсерванта появлялись очаги плесени, что также свидетельствует о снижении эффективности и качества биоконсерванта. При хранении в холодильной камере очаги плесени появились только через 30 суток, при комнатной температуре плесень была выявлена на 20 сутки хранения. Количественный состав микрофлоры биоконсерванте в процессе хранения изменился образом (табл. 2): следующим количество молочнокислых (определяющих эффективность биоконсерванта) микроорганизмов снизилось за период исследования на 3 порядка при хранении в холодильной камере, и на 2 порядка – при комнатной температуре. Общее количество микроорганизмов также снизилось в процессе хранения: на 1 порядок – при температуре +2+4 °C и на 2 порядка – при температуре +20+22°C. Также после 50 суток хранения в биоконсерванте фиксировался довольно высокий титр $(6,36-11,0 \times 10^7)$ энтеробактерий, содержание которых в исходном продукте было незначительным и не обнаруживалось при исследовании.

Таблица 2 Изменение микрофлоры в процессе хранения биоконсерванта

Вариант №	Исх. биок-т.	через 50 сут. хранения		
Бариант №	ИСХ. OИOK-T.	при +2+4 °C	+20+22 °C.	
Общ. м. число, КОЕ/мл	$1,03x10^{12}$	7,65x10 ¹⁰	$2,08x10^{10}$	
Молочнокислые м/о, КОЕ/мл	4,5x10 ⁹	$2,2x10^7$	2,06x10 ⁸	
Энтеробактерии, КОЕ/мл	0	1,1x10 ⁸	$6,36 \times 10^7$	

Таким образом, было определено, что при хранении жидкого биоконсерванта, содержащего живую микробиальную массу, количественный и качественный состав микрофлоры биоконсерванта значительно изменяется и снижается его эффективность. Поэтому для длительного хранения В жидкие закваски, содержащие микрофлору, необходимо добавлять стабилизаторы, продлевающие сроки хранения биопрепаратов, не снижая их эффективности. В качестве стабилизаторов были выбраны уксусная кислота и хлористый натрий. Увеличить срок хранения биопрепарата можно путем внесения уксусной кислоты, как наиболее дешевой и доступной. При этом предполагается, что полезные молочнокислые бактерии выдерживают достаточно кислую среду (до рН=4,3, а нежелательные гнилостные микроорганизмы при такой кислотности среды гибнут. В биопрепарате с добавлением уксусной кислоты при хранении визуальных изменений не наблюдается и рН среды не меняется (табл. 3). Но, как показали исследования (табл. 4), через 50 суток хранения при температуре +2+4°C в биопрепарате с уксусной кислотой уменьшается количество полезной молочнокислой микрофлоры $(2,54x10^8 \text{ КОЕ/мл}, \text{ против } 4,5x10^9 \text{ в исходном препарате})$ и определяется наличие энтеробактерий, а при температурном режиме +20+22°C молочнокислая микрофлора в биоконсерванте значительно снижалась.

Таблица 3 Динамика рН биоконсерванта с добавлением различных стабилизаторов в процессе хранения

		при +2-	+4 °C	+20+22 °C.		
Вариант №	Исх. биок-т.	+ уксус. кислота	+ NaCl	+ уксус. кислота	+ NaCl	
исход. измер.	5,6	4,4	5,0	4,4	5,0	
через 10 сут	-	4,4	5,0	4,4	5,0	
через 20 сут	-	4,4	5,2	4,4	6,0	
через 30 сут	-	4,4	5,2	4,4	6,9	
через 40 сут	-	4,4	5,3	4,3	8,4	
через 50 сут	-	4,3	5,6	4,3	8,5	

Развитие большинства микроорганизмов, в первую очередь гнилостных, подавляется введением в раствор натрия хлористого. Повышая осмотическое давление, хлористый натрий отрицательное действие на протоплазму бактериальной клетки ионами хлора, а также ухудшает условия развития аэробов путем уменьшения содержания кислорода в биопрепарате. Под влиянием натрия хлористого происходит повышение осмотического давления внутри бактериальной клетки, в результате чего достигается бактериостатический эффект, свойств обеспечивающий сохранение полученного состава И биопрепарата.

Таблица 4
Изменение микрофлоры в процессе хранения биоконсерванта с
добавлением различных стабилизаторов

		через 50 сут. хранения				
Вариант №	Исх.	при +2	+4 °C	+20+2	22 °C.	
Вариант лу	биок-т.	+ уксус. кислота	+ NaCl	+ уксус. кислота	+ NaCl	
Общ. м. число, КОЕ/мл	$1,03x10^{12}$	1,06x10 ¹¹	$1,26x10^{1}$	$2,23x10^{10}$	1,47x10 ¹⁰	
Молочнокисл м/о, КОЕ/мл	$4,5x10^9$	$2,54x10^8$	$2,88x10^8$	0.50×10^4	0.81×10^8	
Энтеробактерии, КОЕ/мл	0	0.8×10^5	0	0	0	

При добавлении в качестве стабилизатора NaCl в биоконсерванте в процессе хранения при температуре +2+4°C наблюдалось незначительное изменение pH среды в нейтральную сторону без какихлибо визуальных изменений. При повышенной температуре (+20+22°C) pH среды через 30 суток хранения значительно сдвинулось в щелочную сторону (табл. 3), и определялись признаки порчи в виде плесневых грибов через 50 суток хранения.

По микробиологическим показателям (табл. 4) стабилизатор хлорид натрия превосходил уксусную кислоту, хотя титр молочнокислых бактерий снизился ($8,1x10^7$ КОЕ/мл, против $4,5x10^9$ в исходном препарате) при температуре хранения $+20+22^{\circ}$ С, но при холодном режиме хранения оставался на достаточно высоком уровне ($2,88x10^8$ КОЕ/мл), при отсутствии энтеробактерий.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что для увеличения срока использования и сохранения его эффективного действия в состав полученного биоконсерванта для силосования необходимо добавлять стабилизатор — хлористый натрий и хранить при температурном режиме +2+4°C.

Список литературы

- 1. Патент на изобр. №25557191 Способ получения биопрепарата для кормопроизводства. Рабинович Г.Ю., Васильева Е.А., Ковалев Н.Г., 2015.
- 2. Рабинович Г.Ю. Научные основы, опыт продвижения и перспективы биотехнологических разработок. Монография. Тверь: ТГТУ, 2016. 196 с.
- 3. Рабинович Г.Ю., Ковалев Н.Г., Сульман Э.М. Биоконверсия органического сырья в удобрения и кормовые добавки (микробиологические аспекты). Монография. Тверь: ТГТУ, 1999. 168 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 21.08.2023 г. Дата подписания в печать: 18.09.2023 г.

КОРМОПРОИЗВОДСТВО В УСЛОВИЯХ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Ковшова В.Н., кандидат сельскохозяйственных наук Кировская ЛОС – филиал ФГБНУ ФНЦ «ВИК В.Р. Вильямса», г. Киров, Россия

Представлены результаты многолетних исследований по использованию осушенных низинных выработанных торфяных почв в кормопроизводстве. Предложены основные агроэкологические технологии производства высококачественных кормов и повышения плодородия выработанных торфяников при использовании долголетних злаковых травостоев в интенсивном сенокосном режиме.

Мелиорированные торфяно-болотные почвы являются важнейшим резервом производства высококачественных растительных кормов и повышения отрасли животноводства в России. На территории России общая площадь болотных экосистем составляет около 112 млн. га, в том числе низинных 45, верховых 60 и переходных 7 млн. гектар. По данным Минсельхоза России, в Европейской части страны освоенность низинных болот составляет 23, переходных 6 и верховых 5 % от общей их площади [1]. В Российской Федерации насчитывается более 2,0 млн. га выработанных торфяных месторождений, в Волго-Вятском регионе около 500 тыс. га, из них в Кировской области свыше 80 тыс. га [2].

© Ковшова В.Н., 2023

Известно, органогенные обладают ЧТО почвы высоким потенциальным плодородием, благоприятными физическими свойствами, возможностью управления водным режимом посредством современных мелиоративных систем. Эти факторы позволяют вести на таких объектах интенсивное сельскохозяйственное производство. Вместе с тем, массивы торфяных почв обладают менее благоприятным температурным режимом, устойчивостью К ветровой эрозии, высокой степенью минерализации органического вещества, несбалансированным соотношением макро- и микроэлементов. Длительными исследованиями Кировской лугоболотной опытной станции установлено, что на таких объектах наиболее целесообразна организация специализированных животноводческих хозяйств по производству молочно-мясной продукции. Для успешного развития таких хозяйств необходима разработка системы кормопроизводства, функционирующей в основном на травянистой обладающей растительности длительного пользования, адаптационными свойствами [3, 4, 5]. Поэтому наши исследования направлены на разработку ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий создания и управления продукционными процессами агроценозов длительного пользования, повышение энергетической и кормов, питательности растительных воспроизводство органического вещества почвенного покрова.

Методика исследований. Научно-исследовательская работа по разработке технологий производства кормов на выработанной торфяной почве проводилась в стационарном опыте с долголетним злаковым травостоем сенокосного использования, расположенном на торфомассиве «Гадовское», находящегося в Оричевском районе Кировской области (Россия).

Сеяный травостой создан в 1971 году на осушенном низинном выработанном торфянике, вышедшем после торфодобычи фрезерным способом в 1965 году. Перед залужением внесены: пиритный огарок 5 ц/га

60 кг/га азота, фосфора, калия. В высеваемой травосмеси использовались следующие сорта и нормы высева многолетних трав: тимофеевка луговая (Phleum pretense L.) Позднеспелая ВИК (8 кг/га), овсяница луговая (Festuca pratensis Huds.) Дединовская - 8 (14 кг/га), кострец безостый (Bromopsis inermis L.) Моршанский-312 (10 кг/га). Почва выработанный осушенный низинный торфяник, подстилаемый среднезернистым песком. Перед закладкой опыта слой остаточного торфа на опытном участке составлял 15-45 см, степень разложения торфа -25-30 %, зольность -8-10 %, объемная масса 0,200 мг/см³, полная влагоемкость -472%. Водное питание – грунтовые воды (0,6-0,8 м) и атмосферные осадки. Выработанная торфяная почва опытного участка в период залужения (1971 г.) характеризовалась слабокислой реакцией (рН сол, 5,5) и содержала в расчете на 1 кг почвы (слой 0-20 см) 8 мг подвижного фосфора, 248 мг обменного калия, 1,84 % общего азота, CaO – 1,49 %, A1 – 2,2 мг. B 1972 году, на созданном травостое, был заложен полевой опыт, включающий 15 вариантов различных приемов минерального удобрения (таблица 1) в четырех повторностях. Ежегодно в подкормку вносили следующие дозы удобрений: аммиачной селитры -60-90-120-180-240, суперфосфата -30-45-60-90, хлористого калия -45-60-120-180 кг действующего вещества (д. в.) на 1 гектар. Для выявления эффективности азотного удобрения контролем служила двойная смесь $P_{60}K_{120}$, фосфорного $-N_{120}K_{120}$, калийного $-N_{120}P_{60}$. Абсолютный контроль для всех вариантов – без удобрений. Фосфорные удобрения (суперфосфат) вносили весной в один прием, азотные (аммиачная селитра) и калийные (хлористый калий) – дробно, равными частями под каждый укос. Использование травостоя – двуукосное, на сено в фазе колошения доминирующего злака костреца безостого. Основной метод исследований – лабораторно-полевой, по методикам ВНИИ кормов В.Р. Вильямса. Учет урожайности травостоев проводили общепринятым в луговодстве методикам, математическая обработка

урожайности травостоев – методом дисперсионного анализа (по Доспехову Б.А., 1985) с использованием программы Excel, агрохимический анализ почвы – по утвержденным методикам для исследований торфяных почв.

Целью наших исследований явилась разработка низкозатратных, энергосберегающих и экологически безопасных приемов и технологий повышения продуктивности культурных долголетних агрофитоценозов, созданных на осущенных низинных выработанных торфяных почвах и путей восстановления их почвенного плодородия.

Многолетними Результаты исследований. исследованиями установлено, что использование осущеннных низинных выработанных торфяников интенсивном кормопроизводстве требует особенно В осторожного отношения в связи с тем, что выработанные торфяники содержат минимальные, среди других видов торфяных залежей, запасы органического вещества, а темпы минерализации при их использовании не уступают невыработанным торфяникам. Поэтому особую актуальность приобретает использование выработок под долголетние луговые травостои интенсивного пользования с отрегулированными приемами удобрения.

50 травостоем, лет пользования созданном основе трехкомпонентной смеси многолетних злаковых трав (Phleum pretense L., Festuca pratensis Huds., Bromopsis inermis L.) на осущенном низинном выработанном торфянике в соответствии с применяемыми дозами минерального удобрения сформировались различные по ботаническому составу и продуктивности фитоценозы. При систематическом применении удобрения минерального старовозрастной травостой представлен многолетними травами злакового типа с преобладанием костреца безостого (Bromopsis inermis L.,) 67-99 %. Без применения удобрения сформировался разнотравно-злаковый травостой с преобладанием ивы (Salix L.) – 11-28 %, кульбабы осенней (Leontodon autumnalis L.) – 7-15 % и не сеяных злаков (полевица обыкновенная (Agrostis stolonifera L.) – 8-15 %, пырей ползучий (Elvirigia repens L.) – 13-28 %, мятлик луговой (Poa pratensis L.) – 11-12 %, щучка дернистая (Deschampsia caespitosa L.) -12%. Отсутствие фосфорной подкормки при ежегодном внесении азотно-калийного удобрения в дозах $N_{120}K_{120}$ способствовало быстрой деградации злакового травостоя, сформированного за счет предпосевной заправки, и снижению его продуктивности в 1,4 раза по сравнению с контролем (без удобрений). Это объясняется фосфора низким содержанием В почвенной среде выработанного торфяника.

На фоне естественного плодородия (без удобрений) продуктивность долголетнего злакового травостоя в среднем за 50-летний период составляла 2,2-2,6 тонны сухого вещества (СВ) с 1 га, при применении минерального удобрения повышалась в 2,1-3,9 раза. Применение фосфорно-калийного удобрения ($P_{60}K_{120}$) способствовало росту продуктивности в среднем в 1,3-1,5 раза по сравнению с контролем (таблица), за счет дополнительной мобилизации азота из почвенной среды. При этом увеличивались антропогенные затраты в 3,4 раза, что обусловлено высокой стоимостью фосфорных удобрений и увеличением затрат на заготовку корма в 1,8 раза.

Применение полного минерального удобрения (NPK), включающего дозы азота N_{90} и N_{120} хотя и повышало приведенные затраты в 1,4-1,5 раза по PK. способствовало сравнению c фоном однако увеличению продуктивности травостоя в 1,5 раза, снижению себестоимости 100 кормовых единиц на 20-50 руб. и повышению рентабельности производства сена (таблица). Внесение фосфорного удобрения в дозах 30-90 кг д.в. на 1 га в составе полной смеси минерального удобрения позволяло увеличить продуктивность долголетнего сенокоса в 2,4-3,1 раза по отношению к $N_{120}K_{120}$. При сборе 3,1-4,0 тысячи кормовых единиц, 572-621 килограмм сырого протеина с 1 га себестоимость продукции снижалась в 1,2-1,3 раза, условно чистый доход повышался с 439 до 7834-10047 рублей с 1 га.

Таблица Экономическая оценка различных приемов минерального удобрения долголетнего злакового сенокоса на осушенном низинном выработанном торфянике

	Продук ность,		Стоимо-		Себес то-		Рентаб	Окупаем
Удобрение (за сезон)	Корм. ед.	СП,	сть продук- ции руб./га	Затра- ты, руб./га	имост ь 100 корм. ед., руб.	УЧД, руб. с 1 га	ель- ность, %	ость 1 руб. затрат, руб.
Без								
удобрений	1787	288	17514	5912	331	11602	134	3,0
$P_{60}K_{120}$	2726	376	26715	20467	751	6248	57	1,3
$N_{60}P_{60}K_{120}$	3311	454	32452	24903	752	7549	47	1,3
$N_{90}P_{60}K_{120}$	4117	526	40342	28860	701	11482	69	1,4
$N_{120}P_{60}K_{120}$	4035	567	39546	29499	731	10047	53	1,3
$N_{180}P_{60}K_{120}$	3883	603	38052	30493	785	7559	57	1,2
$N_{240}P_{60}K_{120}$	3798	683	37221	32340	851	4881	50	1,2
$N_{120}K_{120}$	1315	246	12886	12448	947	439	7	1,0
$N_{120}P_{30}K_{120}$	3129	572	30663	22828	730	7834	59	1,3
$N_{120}P_{60}K_{120}$	4035	567	39546	29499	731	10047	53	1,3
$N_{120}P_{90}K_{120}$	3655	621	35818	32331	885	3487	58	1,1
$N_{45}P_{45}K_{60}$	2942	388	28836	23502	799	5334	48	1,2
$N_{120}P_{60}$	2199	427	21551	19240	875	2311	47	1,1
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	3633	593	35607	25400	699	10207	76	1,4
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₄₅	3242	516	31773	24540	757	7233	61	1,3
$N_{120}P_{60}K_{120}$	4035	567	39546	29499	731	10047	53	1,3
$N_{120}P_{60}K_{180}$	4210	647	41260	31467	747	9794	50	1,3

Двойная смесь азотно-фосфорного удобрения в дозах $N_{120}P_{60}$ на низинном выработанном торфянике менее эффективна, чем фосфорно-калийное удобрение в дозах $P_{60}K_{120}$. Продуктивность 1 га сенокоса по сбору кормовых единиц снижалась на 20 %. При незначительном снижении приведенных затрат (на 6 %), снижение продуктивности сенокоса отразилось на увеличении себестоимости корма на 124 рубля (875 руб. за 100 корм. ед. против 751 руб. при РК) и снижении рентабельности производства сена на 10 %. Применение различных доз хлористого калия в составе полной смеси минерального удобрения показало, что внесение

калия в дозе K_{60} в условиях выработанного низинного торфяника наиболее эффективно.

Подкормки долголетнего злакового сенокоса полным минеральным удобрением с дозой калия 60 кг действующего вещества на 1 га обеспечивали сбор с 1 га (с учетом технологических потерь 25%) 3,6 тысячи кормовых единиц и 590 килограмм сырого протеина при относительно высокой рентабельности производства сена (76 %) и низкой себестоимости полученного корма (699 рублей за 100 кормовых единиц). Условно чистый доход от полученной продукции за счет применения полного минерального удобрения с дозой калия 60 кг. д. в. на 1 га составлял 10207 рублей, что выше по отношению к дозе калия 120 кг д. в. на 1 га, применяемой в составе полной смеси минерального удобрения.

Следовательно, создание сеяного сенокоса на осушенном низинном выработанном торфянике за счет остаточного плодородия обеспечивает получение с 1 га 1,8 тысяч кормовых единиц, 290 килограмм сырого протеина. Разработанные приемы минерального удобрения позволяют производить на этих, экономически наиболее ценных, землях в условиях прохладного и умеренно влажного климата 3,3-4,2 тысячи кормовых единиц с 1 га (с учетом технологических потерь) и получать до 10-11 тысяч рублей условно-чистого дохода за счет оборотных средств на производственные затраты без дополнительных капитальных вложений на коренное улучшение травостоя.

Кроме того, при систематических подкормках долголетнего злакового травостоя полной смесью минерального удобрения отмечены значительные изменения в плодородии почвы низинного выработанного торфяника. Содержание подвижного фосфора при внесении его в дозах 60-120 кг д. в. на 1 га в составе полной смеси повышалось до 450-950 мг/кг почвы, что соответствует хорошей обеспеченности этим элементом почвы выработанного торфяника. При внесении фосфора в дозе 60 кг д.в. на 1 га в

двойных смесях $N_{120}P_{60}$ и $P_{60}K_{120}$ накопление его в почве увеличивалось до 1372 и 1688 мг/кг почвы соответственно. Обогащение почвы фосфором (80 мг/кг) и калием (391 мг/кг) было отмечено и в почве неудобряемого сенокоса, за счет поступления этих элементов в результате минерализации торфа и после разложения растительных остатков. Окупаемость антропогенных затрат накопленной валовой энергии в исследуемых агроэкосистемах достигала 670-1411 %.

Наиболее высокий коэффициент окупаемости установлен в варианте без удобрений, где затраты антропогенной энергии были минимальными. При применении полного минерального удобрения этот показатель понижался до 877-987 %, а при использовании неполной смеси (NP) — снижался до 670 %. Это отражает общеизвестный экспоненциальный характер окупаемости антропогенных затрат: по мере интенсификации технопроцесса отдача на единицу затраченных ресурсов снижается [6].

применение Таким образом, систематическое удобрения для ухода и улучшения долголетних злаковых травостоев, созданных на низинных выработанных торфяных почвах в научнообоснованных дозах способствует не только сохранению ценного по ботаническому составу агрофитоценоза, повышению его продуктивности и питательности, но и создает условия для воспроизводство почвенного плодородия за счет привлечения природных потенциалов без дополнительных капитальных вложений на коренное улучшение.

Выводы

Кормопроизводство на выработанных торфяных почвах главным образом должно базироваться на принципах максимально «щадящего» эколого-мелиоративного земледелия. Прежде всего, здесь подразумевается создание оптимального водного режима корнеобитаемого слоя. Это достигается посредством оперативной посезонно действующей системой двухстороннего регулирования уровня грунтовых вод (УГВ).

При сельскохозяйственном использовании выработанных низинных торфяников предпочтение следует отдавать посевам многолетних трав. Почвозащитная и экологическая роль многолетних трав огромна. Мощная корневая система уменьшает распыление пахотного слоя, предотвращает распространение сорной растительности, снижает действие водной и ветровой эрозии. В целом разработанные агротехнические приемы позволяют повысить устойчивость и продуктивность кормовых агроэкосистем и сохранность органического вещества торфяных почв.

Установлено, что сенокосы длительного пользования на осущенных выработанных низинных торфяниках при применении минерального удобрения в научно обоснованных дозах, комплекса технологических приемов по их рациональному использованию и уходу за травостоями, обеспечивают устойчивую продуктивность на уровне 6-7 тонн с 1 га сухого вещества.

Список литературы

- 1. Концепция охраны и рационального использования торфяных болот России /под общей редакцией Л.И. Инишевой. Томск. 2005. 76 с.
- 2. Kosolapov B.M., Trofimov I.A. Perspektywy rozwoju produkcji paszw Rosji //Problemy intensyfikacji zwierzecej z uwzglednieniem ochrony srodowiska I stsndardow UE: materialy XIII Miedzynarodowa Konferencja Naukowa Warszawa, 2007. P. 329-336.
- 3. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика). М.: 2014. 135 с.
- 4. Кулаков В.А., Седова Е..Г Влияние длительного применения удобрений на урожайность пастбищ и агрохимические показатели почвы // Кормопроизводство. 2012. № 9. С. 20-23.
- 5. Кутузова А.А., Зотов А.А., Трофимов И.А. и др. Практическое руководство по ресурсосберегающим технологиям и приемам улучшения

сенокосов и пастбищ в Северо-Западном регионе. М.: ФГУ РЦСК, 2013. – $40~\rm c.$

6. Кутузова А.А., Привалова К.Н. Эффективность низкозатратных способов улучшения сенокосов и пастбищ // Достижение науки и техники АПК. 2012. №2. Стр. 52-54.

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

КОЗЛЯТНИК ВОСТОЧНЫЙ В СЕНОКОСАХ МНОГОЛЕТНЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

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., инженер-технолог

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

Основной задачей кормопроизводства является обеспечение отрасли животноводства качественными кормами, сбалансированными по белку. В этом отношении наиболее приемлемыми являются корма из многолетних бобовых трав. Они отличаются от злаковых и растений из других семейств наибольшим содержанием белка за счет фиксации молекулярного азота симбиотическими бактериями рода Rhizobium [3].

Расширение ассортимента многолетних трав за счет интродукции новых высокоурожайных видов и сортов, увеличение доли бобовых трав, внедрение смешанных посевов позволяет производить разнообразные дешевые и качественные корма, сбалансированные по энергии и протеину, со стоимостью энергетической кормовой единицы в 1,5 - 2 раза меньше по сравнению с однолетними культурами [5]. Особого внимания среди многолетних бобовых трав заслуживает козлятник восточный.

© Вагунин Д.А., Капсамун А.Д., Иванова Н.Е., Павлючик Е.Н., Амбросимова Н.Н., 2023 Козлятник восточный представляется достаточно перспективной кормовой культурой. Возделывания козлятника восточного отличается необычайно высокой экономичностью и обеспечивает производство кормовой единицы по самой низкой себестоимости, что достигается за счет высокой урожайности, энергетической питательности получаемых из нее кормов и продуктивного долголетия. Как бобовая культура, козлятник восточный способен создавать урожай за счет фиксации атмосферного азота и поставлять экологически чистый белок без затрат дорогостоящих дефицитных удобрений [2].

Козлятник восточный также, 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 [1]. В надземной биомассе 60-70 % занимают листья, что обеспечивает козлятнику высокие кормовые достоинства, сохраняющиеся в течение всего вегетационного периода. Кроме того, благодаря своей мощной корневой системе он способен очищать поле от сорняков, возбудителей болезней и вредителей, восстанавливать структуру и плодородие почв [4,3].

В ходе проводимых исследований изучались перспективные бобовые (козлятник восточный) и злаковые травы (кострец безостый, двукисточник тростниковый, тимофеевка луговая)

К сортам козлятника восточного относились: Гале, селекции Эстонского НИИ земледелия и мелиорации, Юбиляр, селекции ГНУ Псковский НИИСХ, Кривич, селекции ГНУ Псковский НИИСХ (табл. 1).

Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная, имеет три почвенные разности (глубокоооглееная, глееватая, глеевая) с содержанием подвижного фосфора 101 мг/кг, обменного калия 140 мг/кг, почва среднекислая — pH_{con} 4,5-5,0, удельный вес почвы 2,59 г/см³, залегание

гончарных дрен на глубине 0,8-1,1м, расстояние между дренами 18-40 м, содержание гумуса 1,4-1,9%.

Таблица 1 Схема опыта

No	Виды трав	Норма высева	Число
Π/Π		семян кг/га	укосов
1	козлятник восточный Гале (контроль)	20	2
2	козлятник восточный Γ але $+$	12	
	тимофеевка луговая ВИК 9 +	5	2
	кострец безостый Вегур +	6	2
	двукисточник тростниковый Урал	6	
3	козлятник восточный Юбиляр	20	2
4	козлятник восточный Юбиляр +	12	
	тимофеевка луговая ВИК 9 +	5	2
	кострец безостый Вегур +	6	2
	двукисточник тростниковый Урал	6	
5	козлятник восточный Кривич	20	2
6	козлятник восточный Кривич +	12	
	тимофеевка луговая ВИК 9 +	5	2
	кострец безостый Вегур +	6	2
	двукисточник тростниковый Урал	6	
7	кострец безостый Вегур +	6	
	тимофеевка луговая ВИК 9 +	5	2
	двукисточник тростниковый Урал	6	

Площадь эксперимента 6,8 га. Варианты расположены рендомизированно, в три яруса, повторность трехкратная, двухукосное использование, посев беспокровный, агротехника общепринятая.

Средняя плотность вегетативных побегов козлятника восточного за 2020-2021 гг. составляла 43-84 шт./м². Более разреженным в травостое был козлятник сорта Кривич в смеси со злаками — 38-70 шт./м². Козлятник восточный в одновидовых посевах достигал густоты 49-84 шт./м². В контрольном варианте плотность стеблестоя козлятника восточного варьировала от 49 до 75 шт./м². Плотность его побегов в травостоях с включением сеяных злаковых трав составляла 38-75 шт./м². Показатель плотности стеблей козлятника восточного на глубокооглеенной почве в среднем за 3 года исследований варьировал от 38 до 76 шт./м², на глееватой

 $-43-84 \text{ шт./м}^2$, на глеевой $-49-81 \text{ шт./m}^2$. Более густыми побеги козлятника отмечены на глееватой почве.

Сорт козлятника восточного Гале обеспечивал в среднем за 3 года плотность вегетативных побегов на уровне 49-75 шт./м². Посевы с козлятником сорта Юбиляр достигали густоты 53-81 шт./м². В травосмесях на основе сорта Кривич количество надземных побегов сеяной бобовой культуры составляло 43-84 шт./м².

Средние показатели густоты сеяных злаковых трав составляли: - кострец безостый 72-128 шт./м², двукисточник тростниковый 64-127 шт./м², тимофеевки луговой 28-58 шт./м². Общее количество побегов всех сеянных злаковых трав с включением козлятника восточного составляло 186-312 шт./м². Густота стеблестоя сеяных трав злакового агроценоза находилась на уровне 176-250 шт./м².

Содержание козлятника восточного в травостоях в среднем за годы исследования варьировало от 22,7% в смешанных посевах до 64,4% – при одновидовых посевах. Козлятник восточный на контроле обеспечивал содержание сеяного бобового компонента на уровне 54,1-62,6%. При включении сеяных злаковых трав козлятник восточный сорта Гале в долевом соотношении в травостое достигал 38,5-51,5%. Участие в одновидовом посеве козлятника сорта Юбиляр составляло 49,4-71,2%. Содержание изучаемой бобовой культуры в травосмеси сорта Юбиляр и Кривич варьировало от 22,7-31,2% и 29,6-38,1% соответственно. В монопосеве козлятника сорта Кривич долевое участие сеяной бобовой культуры составляло 60,8-64,4%, несеяных видов трав — 35,6-39,2%.

На глубокооглеенной почвенной разности по усредненным данным содержание козлятника восточного составляло 27,0-62,6%, сеяных злаковых трав 33,8-58,8%. В одновидовых посевах на вершине холма доля сеяного бобового компонента варьировала в пределах 49,4-62,6%, наличие сорной растительности колебалось от 37,4 до 50,6%. В смешанных посевах

глубокоогленной почвы содержание козлятника восточного достигало 27,0-38,5%, несеяных видов трав — 24,9-36,7%. В середине холма средний за 3 года процент участия козлятника восточного варьировал от 31,2 до 64,4%. Содержание сорной растительности колебалось в пределах 11,6-43,4%. Доля сеяных злаковых трав в бобово-злаковых травостоях глееватой почвы достигала 41,4-57,2%.

На глеевой почвенной разности средний показатель ботанического состава козлятника восточного достигал 22,7-71,2%. На долю костреца безостого приходилось 17,3-32,6%, двукисточника тростникового — 12,5-25,8%, тимофеевки луговой — 7,8-16,5%. Процент сорной растительности составлял 8,5-38,9%, наименьший среди трех почвенных разностях. Изучаемые злаковые травы составляли 40,3-74,9%. В злаковой травосмеси средний показатель долевого участия сеяных злаковых трав был наибольший и составлял 56,6-74,9%. Процент несеяных видов трав в трехкомпонентной травостое достигал 25,1-43,4%. Содержание костреца безостого колебалось от 23,7-32,6%, тимофеевки луговой 10,6-16,5%, двукисточника тростникового 20,8-25,8%.

Усредненная урожайность изучаемых травостоев составляла 17,7-31,0 т/га зеленой массы, 4,3-7,6 т/га сухой массы. Выход кормовых единиц составлял 3,7-6,5 тыс./га. Агроценозы с включением козлятника восточного обеспечивали выход сухой массы до 8 т/га. Злаковая трехкомпонентная травосмесь способствовала получению 4,3-5,9 т/га высушенной массы. В одновидовых посевах продуктивность составляла 4,4-7,0 т/га сухой массы, а в смеси с сеяными злаками 5,4-7,6 т/га. На контроле урожайность достигала 18,6-20,8 т га зеленой массы, 4,4-5,0 сухого вещества и 3,7-4,3 тыс.к.е./га. Травостои на основе сорта козлятника восточного Гале, обеспечивали продуктивность, в среднем за 3 года, на уровне 4,4-6,2 т/га сухой массы. При включении в сеяные агроценозы сорта Юбиляр выход

сухого вещества составлял 5,5-7,0 т/га. Посевы козлятника восточного сорта Кривич варьировали по урожайности от 5 до 8 т/га сухой массы.

Таблица 2 Урожайность бобово-злаковых травостоев на основе козлятника восточного на почвах разной степени оглеения (срднее за 2020-2022 гг.)

№	Вариант	Почва		Зеле	н Сух	ая масса	Сбор к.е.,	
				ая	(т/га	ı)	тыс./га	
				масс				
				(т/га)			
1	козлятник вост. Гале	глубокс	оглеенная	18,6	5	4,4	3,7	
	(контроль)	глееват	ая	20,8	3	4,8	4,1	
		глеевая	глеевая		2	5,0	4,3	
2	козлятник вост. Гале +	глубокооглеенная		26,1		6,2	5,3	
	тимофеевка луг. ВИК 9 +	глееватая		25,1		6,1	5,2	
	кострец безост Вегур +	глеевая	глеевая					
	двукисточник трост Урал				3	5,4	4,5	
3	козлятник восточный	глубокс	глубокооглеенная		; <u> </u>	6,7	5,7	
	Юбиляр	глеевата	ая	28,0)	6,7	5,8	
			глеевая		2	5,5	4,7	
4	козлятник вост. Юбиляр		оглеенная	23,1	6,2		5,2	
	+тимофеевка луг. ВИК 9		ая	23,4			5,2	
	+кострец безостый Вегур							
	+двукисточник трост	'				7 0		
	Урал				-	7,0	6,0	
5	5 козлятник восточный Кривич		глубокооглеенная		5	5,3	4,5	
			глееватая)	7,0	5,9	
			6глеевая)	6,0	5,1	
6	козлятник восточный		глубокооглеенная		í	5,4	4,5	
	Кривич +тимофеевка	глееватая		30,3	30,3 7,6		6,5	
	луговая ВИК 9 + кострен	глеевая						
	безостый Вегур +							
	двукисточник					F (4.0	
7	тростниковый Урал	PHY SOMOOPHOOMS =		22,9		5,6	4,8	
'	кострец безостый Вегур + тимофеевка луговая ВИК			17,7 23,1		4,3	3,7	
	9 + двукисточник				-	5,7	4,8	
	тростниковый Урал			22,3	;	5,9	5,0	
НС	НСР ₀₅ :		Зеленая масса				Сухая масса	
					2020	-		
		2020	2021	2022	2020	2021	2022	
для	для частных различий -		3,0	2,4	1,2	0,8	0,9	
для		6,9	,	,			ĺ	
` -	авосмесь)—	2,6	1,2	0,9	0,4	0,3	0,3	
	фактора А (почва) –	4,0	1,8	1,4	0,7	0,5	0,5	
для	для взаимодействия АВ –		1,8	1,4	0,7	0,5	0,5	

На глубокооглеенной почве средний по годам выход зеленой массы составлял 17,7-26,1 т/га, высушенной массы — 4,3,-6,7 т/га, кормовых единиц 3,7-5,7 тыс./га. Сбор сухой массы на глееватой почве достигал 4,8-7,6 т/га. Учтенная урожайность на глеевой почвенной разности варьировала от 5,0 до 7,0 т/га сухого вещества.

Список литературы

- 1. Баринов В.Н., Новиков М.Н. Оптимизация продукционного потенциала козлятника восточного на легких почвах Нечерноземной зоны // В книге: Биологический круговорот питательных веществ при использовании удобрений и биоресурсов в системах земледелия различной интенсификации. Суздаль-Иваново. 2021.С.275-279.
- 2. Каркусов С.Б. Продуктивность козлятника восточного в зависимости от нормы высева и способа посева на выщелоченных черноземах РСО-АЛАНИЯТС "на выщелоченных черноземах РСО-АЛАНИЯ" // В сборнике: научные труды студентов горского государственного аграрного университета. Владикавказ. 2021. С. 44-46.
- 3. Курсакова В.С. Оценка эффективности использования ризоторфина и минеральных удобрений для повышения урожайности козлятника восточного // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 10 (204). С. 25-32. 1
- 4. Нелюбина Ж.С., Касаткина Н.И., Фатыхов И.Ш. Сроки уборки на корм и режимы использования травостоя козлятника восточного в среднем Предуралье // Пермский аграрный вестник. 2021. № 2 (34). С. 48-57.
- 5. Никулин А.Б. Формирование укосных травостоев с козлятником восточным сорта кривич в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2021.№ 2 (63). С. 9-17.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

ПРИОРИТЕТНЫЕ НОРМЫ ВЫСЕВА ТРАВ ПРИ СОЗДАНИИ ЗЛАКОВЫХ ПАСТБИЩНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Иванова Н.Н., 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 им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

В настоящее время в России, как и во всем мировом сообществе, остается актуальным расширение сырьевой базы производства кормов для животноводства продуктов питания для населения. В общем балансе кормов около 95% по питательности приходится на растительные корма, получаемые на сельскохозяйственных угодьях. Растительные корма в 2-5 раз дешевле кормов микробиологического и другого происхождения [1].

Луговое кормопроизводство в настоящее время характеризуется резким снижением производства сена и пастбищных кормов вследствие почти полного прекращения работ по улучшению луговых угодий, что приводит к вырождению состава травостоев, падению урожайности и плодородия почвы. Вместе с тем луга являются уникальной частью ландшафта. Они вносят разнообразие в его структуру, предотвращают эрозию, обогащают воздух кислородом, способствуют накоплению гумуса в почве.

© Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Вагунин Д.А., 2023 Многовидовые травяные фитоценозы вовлекают в биологический круговорот значительно большее количество минеральных и органических веществ, чем полевые культуры. Но в связи с деградационными процессами на лугах увеличились затраты на кормление скота, особенно в летний период [2].

Многие ученые-луговоды, проведенными исследованиями в разные годы и в разных регионах страны установили, что смешанные посевы многолетних злаковых и бобовых трав сильно отличаются от одновидовых посевов. Установлено, что бобово-злаковые травостои формируют высокие урожаи с более высокими качественными характеристиками. Многолетние травы и растительность природных кормовых угодий предотвращают эрозию, способствуют повышению плодородия почв, занимая большие площади, они являются частью экологического каркаса агроландшафта, обеспечивая его устойчивость и почвозащитные функции [3].

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 [3, 4].

При формировании пастбищных травостоев с высоким уровнем продуктивности и долголетием первостепенное значение имеет соблюдение основных технологических требований по созданию сеяных пастбищ: подбор оптимальных площадей для их закладки, качественная подготовка почвы, рациональное применение минеральных и органических удобрений, подбор адаптивных пастбищных травосмесей, лучшие сроки и

способы посева, оптимальные способы ухода, режимы и интенсивность использования травостоев.

Успех создания сеяных угодий в значительной степени зависит от соблюдения агротехнических норм при посеве — от правильно выбранных сроков и способов посева, глубины заделки семян и техники посева. Посев пастбищных травосмесей необходимо проводить районированными (более адаптированными) и перспективными сортами многолетних трав в соответствии с их целевым назначением. Очень важно в агротехнике создания сеяных травостоев установить и применить оптимальные нормы высева семян трав, определяющие густоту их стояния и величину урожая кормовой массы, формируемой на единице площади.

Заниженные нормы высева обычно приводят к изреженности и неполноценности посевов, завышенные - к повышенной плотности растений и неэкономному расходу дорогостоящего и дефицитного семенного материала. При создании травостоев из различных видов и жизненных форм кормовых растений норма высева семян высчитывается по соответствующим нормам высева семян в однокомпонентных посевах, пропорционально соотношению видов в смеси в создаваемых пастбищных травостоях. Норму высева семян доминанта в высеваемой травосмеси устанавливают 40-50% для быстроразвивающихся и сильно конкурентных видов и 60-70% – для менее фитоценотически активных видов. Сопутствующие виды включают из расчета 20% нормы высева их в одновидовых посевах. Разбросной способ посева требует повышения нормы высева семян по сравнению с рядовым севом на 25-30%, узкорядный и перекрестный – на 15-20%. При посеве пастбищной травосмеси в летние сроки норму высева бобовых повышают на 15-20%, а злаков понижают на 10-15%. Наиболее комплементарными видами злаковых трав в пастбищных травосмесях с клевером ползучим являются райграс пастбищный, овсяница луговая, мятлик луговой.

При соблюдении технологии создания сеяных пастбищ, надлежащим уходе, применении оптимальной системы удобрений, правильной эксплуатации — сеяные пастбища являются наиболее продуктивными видами сельскохозяйственных угодий [5].

Целью исследований предусматривалось: выявить наиболее приоритетные нормы высева пастбищных травосмесей, позволяющие повышать биопродукцию, улучшать ее качество при сохранении (или повышении) почвенного плодородия и экологической безопасности.

Исследования проводились на агрополигоне Губино ВНИИМЗ. Почва опытного массива дерново-сильноподзолистая, глееватая, супесчаная, хорошо обеспечена фосфором, средне – калием, рН солевой вытяжки 6,2, пахотный горизонт имеет признаки оторфованности, плотность сложения 0-40 см почвы – 1,36 г/см³, плотность почвы – 2,55 г/см³, ППВ – 28% от абсолютно сухой почвы. Участок осушен закрытым гончарным дренажем, расстояние между дренами 24 м, глубина их заложения – 0,7-0,9 м. Все учеты, наблюдения и измерения проводились согласно апробированным методическим пособиям, используемых в луговодстве. Статистическую обработку проводили методом дисперсионного анализа.

Анализы почвы на агрохимические показатели, биохимический состав надземной и подземной биомассы выполнялись в лаборатории массовых анализов отдела биотехнологий ВНИИМЗ с использованием современных методик и приборов (Флюорат 02-2M, Спектроскан и др.).

Годы проведения исследований и отдельные периоды вегетации растений характеризовались многообразием погодных условий, характерных для Центрального района гумидной зоны. Метеорологические условия за период проведения исследований были различными и характеризовались неравномерным распределением осадков с колебаниями среднесуточной температуры воздуха. Отдельные отрезки за время

вегетирования пастбищных трав были как избыточного, так и недостаточного увлажнения

Погодные условия, особенно количество осадков, оказывали существенное влияние на рост и развитие многолетних трав. Наблюдения показали, что среднесуточная температура воздуха в меньшей степени влияет на продуктивность пастбищ, чем количество выпавших осадков и их распределение в течение вегетационного периода. При недостатке влаги в отдельные периоды роста и развития трав наблюдалось усыхание надземной массы трав.

В полевом опыте высевали ежово (10 кг) — овсяницево (10 кг) — мятликовую (4 кг) травосмесь. При изучении норм высева злаковой травосмеси принятую норму (24 кг, или 30 млн шт./га) уменьшали на 25, 50, 75, 85%, а также увеличивали на 50%. Известно, что от увеличения норм высева количество всходов возрастает. Однако из-за более высокой конкуренции растений в загущенных посевах выживаемость, наоборот, уменьшается, полного развития достигают только 4-10% растений. Это свидетельствует об огромных непроизводительных расходах семенного материала. Вместе с тем, с того времени, когда были в основном разработаны нормы высева луговых трав (40-е годы), значительно усовершенствована агротехника посева и ухода за травостоем, выведены новые сорта трав.

В опытах установлена связь между нормой высева и полевой всхожестью семян. С уменьшением нормы высева травосмеси с 30 до 15 млн. семян на 1 га полевая всхожесть увеличивалась с 22 до 40%. Плотность травостоя по сравнению с контролем практически не снижалась, на 1 м² насчитывалось в среднем 5512 побега, доля сеяных видов в травостое составляла 90%.

Содержание сеяных видов с возрастом травостоя увеличивалось, в тесной связи с нормами высева. Так, на контроле доля сеяных видов в

травостое на второй год жизни возросла на 18%, на третий — на 25%, при норме высева 15 млн. шт/га (50% от контроля), соответственно на 54% и 26%, при норме высева 4,5 млн. (15% от контроля) на 149% и 29%. Это свидетельствует о более активном процессе кущения в изреженном травостое. При норме высева 45 млн. семян на 1га (150% от контроля) доля сеяных видов в травостое второго-третьего года жизни увеличилась соответственно на 6 и 20%.

При пониженных нормах высева растения сеяных видов были более развитыми, высота их была на 3-11см, а масса 100 побегов на 20-40 г была больше, чем в загущенных посевах. Изменения плотности стеблестоя агрофитоценозов при вариации норм высева обуславливали и продуктивность пастбищных травостоев. При средней окультуренности почвы и высоком агрофоне $N_{240}P_{60}K_{120}$ на пастбище с принятой нормой высева (контроль) получено 53,6 т зеленой, или 10,3 т сухой массы и 9,0 тыс. корм. ед. с 1 га. При снижении нормы высева на 25-50%, а также при увеличении ее на 50% продуктивность пастбища практически не изменялась (таблица).

Таблица
Продуктивность злаковых травостоев при разных нормах высева
травосмеси (средняя за 3 года)

Норма	Сбор с 1га					
высева, млн.	зеленой	сухой	сырого	кормо	обмен	
всхожих семян на 1	массы,	массы,	проте	вых	ной	
га	T	T	ина,	единиц,	энергии,	
			T	тыс.	ГДж	
30,0	53,6	10,3	1,6	9,0	101,7	
(контроль)						
22,5	53,3	9,9	1,6	8,8	98,7	
15,0	52,2	9,9	1,6	8,9	97,8	
7.5	51,0	9,6	1,5	8,5	95,1	
4,5	50,5	9,5	1,4	8,5	94,8	
45,0	53,1	10,0	1,5	8,9	99,1	

Таким образом, снижение нормы высева семян ежово-овсяницевомятликовой травосмеси в 2 раза, по сравнению с принятой, позволяет сохранить высокую продуктивность пастбищ (9,9 т сухой массы, 8,9 тыс. корм. ед. с 1 га) и качество корма, экономить 15-20 кг/га дорогостоящих семян. Конкурентноспособные виды (ежа сборная, райграс пастбищный, овсяница красная) при любой норме высева достигают в травостое высокого участия, а слабо конкурентные виды (мятлик луговой, клевер ползучий и гибридный) даже при высокой норме высева в первые годы формируют меньшую долю урожая. Решающую роль в получении высокого и устойчивого по годам урожая играет не высокая общая норма высева смеси, а соотношение норм высева компонентов.

Список литературы

- 1. Шупик М.В., Райхман А.Я. Кормление сельскохозяйственных животных / М.В. Шупик, А.Я.Райхман. Горки: БГСХА, 2014. 236 с.
- 2 Экономическая эффективность систем и усовершенствованных технологий производства объемистых кормов на сенокосах / А.А.Кутузова и др. //Достижения науки и техники АПК. 2019. Т.33. №6. С. 44-50.
- 3 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.
- 4. Косолапов В.М. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология / В.М. Косолапов, И.А.Трофимов, Г.Н. Бычков, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева // Кормопроизводство. 2016. №8. С.3-10.
- 5. Савченко И.В. Научное обеспечение растениеводства |// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 4. С. 4-6.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

ВЛИЯНИЕ МЕСТ ОБИТАНИЯ И ВНОСИМЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВОСТОЕВ

Иванова Н.Н., 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 им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

В процессе интенсификации луговодства полезно учитывать экологоэкономические и природоохранные особенности кормовых угодий максимальную адаптивность возделываемых культур, экологическую чистоту корма и получаемой продукции.

В современных условиях совершенствование кормопроизводства должно решаться не только с целью повышения продуктивности культур и качества кормов, но и максимального использования биологического и почвозащитного потенциала кормовых культур, а еще способствовать оптимизации и повышению стабильности осущаемых земель [1].

В условиях осущаемых земель гумидной зоны наиболее продуктивными кормовыми культурами являются многолетние травы. Животноводству они дают корма, растениеводству — эффективные севообороты, земледелию — повышение плодородия почвы [2].

© Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Вагунин Д.А., 2023 Размещение кормовых культур на избыточно переувлажненных кормовых угодьях (без их ландшафтных особенностей, в первую очередь по водному режиму) приводит к значительному снижению (на 20-30%) продуктивности, неоправданно высокому расходу материальнотехнических ресурсов на их возделывания [3].

В гумидной зоне России энерго- и ресурсосбережение на суходольных и низинных осущаемых лугах можно достичь путем создания бобовозлаковых травостоев, а также за счет наиболее полного использования природных свойств местообитания [4].

Цель исследований — установить оптимальное место обитания пастбищных травосмесей, рациональный ассортимент вносимых в почву удобрений и состав травосмесей, обеспечивающих высокую продуктивность получаемого корма, с высокой эффективностью их создания и использования в условиях осущаемых почв Нечерноземной зоны.

Методика исследований. Объектом исследований служили две травосмеси: злаковая (ежа сборная (10 кг/га) + овсяница луговая (8 кг/га) + тимофеевка луговая (6 кг/га) и бобово-злаковая – клевер луговой (10 кг/га) + клевер ползучий (3 кг/га) + овсяница луговая (8 кг/га) + тимофеевка луговая (6 кг/га). Для посева использовались районированные в регионе сорта трав: ежа сборная (Dactylis qlomerata L) ВИК 61, овсяница луговая (Festuca pratensis L) Сахаровская, тимофеевка луговая (Phleum pratense L) ВИК 9, клевер луговой (Trifolium pratense) ВИК 7 и клевер ползучий (Trifolium repens) ВИК 70.

Исследования по изучению эффективности создания и использования пастбищ проводились на агрополигоне Губино ВНИИМЗ. Опыт размещался на трех местообитаниях растений: суходоле нормального увлажнения с оглеенной среднекислой почвой, осущаемом суходоле временно избыточного увлажнения с глееватой слабокислой почвой и осущаемом

низинном луге с глеевой нейтральной почвой, в трехкратной повторности. Почвы дерново-подзолистые, с высоким содержанием P_2O_5 и средним K_2O .

В опыте изучались 2 системы удобрений:

- минеральная, включающая внесение под злаковый травостой $N_{90}P_{20}K_{50-75}$, а под бобово-злаковый травостой соответствующий фон фосфорно-калийных удобрений;
- органическая, с внесением компоста многоцелевого назначения (КМН) в дозе, эквивалентной N_{180} под запашку.

Повышенная микробиологическая активность КМН, позволяющая на мобилизовать протяжении многих лет после внесения ИЗ труднорастворимых химических соединений, находящихся в почвогрунтах, повышенное количество доступных травам элементов питания, обуславливает высокую его эффективность использования. Азотное удобрение вносилось дробно, под каждый цикл стравливания, а доза калийного удобрения зависела от содержания К₂О в почве луга.

При залужении на суходоле нормального увлажнения применялась отвальная вспашка с культивацией и боронованием, пред- и послепосевное прикатывание и сбор камней. На осущаемом суходоле временно избыточного увлажнения и низинном луге проводили комбинированную механическую обработку почвы, включающую предварительное крошение, отвальную вспашку, разделку пласта и более высокий объем сбора камней.

Наблюдения, учеты и измерения выполнялись с соблюдением требований методик полевого опыта, принятых в луговодстве. На травостоях проводили 3-4 цикла скашивания при пастбищной спелости трав. Полученные экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа [5]. Анализы почвенных и растительных образцов выполнялись в лаборатории массовых анализов ВНИИМЗ по существующим методикам.

Результаты исследований. Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались разнообразием агроклиматических показателей, характерных для Центрального района гумидной зоны. Отмечались как экстремально сухие, так и избыточно влажные периоды. Все это наложило заметный отпечаток на адаптивные реакции растений в пределах различных местообитаний и более рельефно вычленило роль ландшафтных факторов в процессе формирования продукции многолетних трав. При сумме осадков, за пастбищный сезон, 300-350 мм и среднесуточной температуре воздуха 12-15°C создавались наиболее оптимальные условия для роста и развития изучаемых многолетних трав.

В течение исследований видовой состав травостоев изменялся. В злаковой травосмеси доминирующим видом отмечена ежа сборная. доля её участия в сложении урожая в среднем по годам пользования составляла 55-68%. Видовой состав бобово-злаковой смеси значительно зависел от местообитания и возраста травостоя. На суходоле нормального увлажнения с оглеенной среднекислой почвой бобовые выпали из травостоя на третий год пользования, после проведения первого цикла стравливания и основную долю урожая обеспечивала тимофеевка луговая. На других участках — суходоле временно избыточного увлажнения и низинном луге, где почва менее кислая, в течение первых трех лет пользования в травостое доминировал клевер луговой, а затем клевер ползучий.

Наиболее благоприятные условия для формирования урожая злакового фитоценоза складывались на низинном луге. Продуктивность низинного луга на контроле в среднем за 5 лет пользования травостоем составляла 3,88 тыс. кормовых единиц и 47,5 Гдж/га обменной энергии, что выше на 16-22% в сравнении с суходолами временно избыточного увлажнения и нормального увлажнения. Наибольшее влияние на

продуктивность травостоев на всех местообитания оказывали минеральные удобрения (таблица).

Таблица
Продуктивность пастбищных травосмесей в зависимости от вида травосмесей, места обитания и вносимых удобрений (средние данные за 5 лет)

Травосмесь	Местообитание	Удобрение	Сухая	Корм.		
			масса, т./га	ед., тыс./га		
Злаковая	Суходол	Без удобрений	3,79	3,03		
	нормального	№90P20K50-75	6,14	4,91		
	увлажнения	КМН экв. №180	4,43	3,54		
	Суходол	Без удобрений	4,06	3,25		
	временно	№90P20K50-75	6,44	5,15		
	избыточного	КМН экв. №180	4,63	3,70		
	увлажнения Низинный луг	Без удобрений	4,85	3,88		
		$N_{90}P_{20}K_{50-75}$	7,31	5,85		
		КМН экв. №180	5,28	4,22		
Бобово-	Суходол	Без удобрений	5,95	4,76		
злаковая	нормального	P ₂₀ K ₅₀₋₇₅	6,24	4,99		
	увлажнения	КМН экв. №180	6,90	5,52		
	Суходол	Без удобрений	6,61	5,29		
	временно	P ₂₀ K ₅₀₋₇₅	6,91	5,53		
	избыточного увлажнения	КМН экв. №180	7,08	5,66		
Низинный луг		Без удобрений	6,57	5,26		
			7,33	5,86		
		КМН экв. №180	6,87	5,50		
HCP 0.05						
для частных раз	личий -	0.2585				
для фактора С -		0.1493				
для фактора В -		0.1493				
для фактора А -		0.1828				
для взаимодейст		0.1828				
для взаимодейст		0.1493				
для взаимодейст	твия AB -	0.1493				

Прибавка урожая от внесения минеральных удобрений составила 1,88-1,97 тыс. кормовых единиц или 24,0-25,5 ГДж/га обменной энергии. Самую высокую прибавку обеспечивала запашка КМН на суходоле нормального увлажнения – 0,51 тыс. кормовых единиц или 6,9 Гдж/га обменной энергии,

а наиболее низкую -0.34 тыс. кормовых единиц и 3.9 Гдж/га обменной энергии – на низинном луге.

Продуктивность неудобренного бобово-злакового травостоя на всех изучаемых местообитаниях достоверно была выше злакового. На суходоле временно избыточного увлажнения и низинном луге она была равной и составила в среднем за 5 лет пользования травостоем 5,26 и 5,29 тыс. кормовых единиц с гектара с содержанием обменной энергии в 1 кг сухого корма 9,94-10,2 Мдж.

Продуктивность данного фитоценоза на суходоле нормального увлажнения была ниже на 9,5%. Внесение минеральных удобрений повысило урожайность на низинном луге на 0,55 тыс. кормовых единиц или 8,0 Гдж/га обменной энергии, а на суходоле избыточного увлажнения – всего на 0,23 тыс. кормовых единиц и 3,2 Гдж/га. Применение КМН дало прибавку соответственно в 0,24 тыс. кормовых единиц и 3,2 Гдж га и 0,37 тыс. кормовых единиц и 4,9 Гдж/га, соответственно.

Для полной оценки эффективности использования многолетних трав был сделан зоотехнический анализ получаемого корма. Качество кормовой биомассы исследуемых травосмесей, за время проведения данного опыта, изменялось. Содержание сырого протеина в значительной степени зависело от применяемых удобрений и варьировало от 14,55-17,44% в злаковом корме и 17,86-19,11% — в корме бобово-злаковой травосмеси. Использование в травосмеси бобовых видов (клевера лугового и клевера ползучего) положительно сказывалось на содержании сырого протеина.

Содержание сырой клетчатки в растениях определялось составом травосмеси. Наибольшее содержание сырой клетчатки отмечалось в злаковых травостоях — 27,13-28,88%, что незначительно превышает показатели бобово-злаковой смеси — 26,38-28,15%. Содержание сырой клетчатки соответствовало зоотехническим нормам. Содержание безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) в исследуемых вариантах

опыта было характерным для пастбищных травостоев. Биомасса злаковых травостоев содержала наибольшее количество БЭВ – 46,21-49,75% против 44,22-46,89% БЭВ в бобово-злаковой травосмеси. Питательная ценность корма из разных мест произрастания травостоев различалась не значительно. Так злаковая травосмесь способствовала получению более качественного корма на низинном луге, а бобово-злаковая – на суходоле нормального увлажнения и низинном луге.

В процессе проведения исследований установлено, что наиболее низкие затраты совокупной энергии (СЭ) при залужении злаковой травосмесью были на суходоле нормального увлажнения — $8,4\ \GammaДж/га$, а при залужении бобово-злаковой смесью — $8,8\ \GammaДж/га$ в связи с более высокой энергоемкостью семян бобовых культур.

На суходоле временно избыточного увлажнения и низинном луге затраты антропогенной энергии увеличивались за счет проведения осущительных мелиораций и более энергоемкой подготовки почвы к посеву соответственно на 4,0 и 12,4 ГДж/га. Запашка КМН увеличила затраты совокупной энергии на 1,34 ГДж/га, внесение минеральных удобрений на злаковом травостое – на 9,1-9,4ГДж/га, а на бобово-злаковом всего – на 0,8-1,0 ГДж/га.

Исследования показали, что затраты совокупной энергии на создание и уход за пастбищем высоко окупаются обменной энергией, заключенной в урожае. Одним из наиболее важных показателей биоэнергетической оценки агрофитоценоза является коэффициент энергетической эффективности, характеризующийся выходом обменной энергии на единицу совокупных затрат.

Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ), на злаковом травостое при естественном плодородии почв на суходоле нормального увлажнения составил 4,4, на суходоле временно избыточного увлажнения –

3,2 и низинном луге -2,3. На бобово-злаковом травостое этот показатель выше по сравнению со злаками и равен соответственно 7,2; 5,3; 3,3.

Внесение удобрений привело к снижению коэффициента энергетической эффективности на обоих травостоях. На злаковом травостое на фоне минеральных удобрений он составил 2,4-3,9, на фоне КМН -2,3-4,5, на бобово-злаковом соответственно -3,5-6,9 и 3,1-7,2.

Для получения 1 ГДж обменной энергии корма на бобово-злаковом травостое затрачивается, в зависимости от местообитания, 73,4-115,4 МДж антропогенной энергии, а на злаковом — 111,1-160 МДж. Внесение удобрений на данном фитоценозе увеличивает эти затраты в 1,5-2 раза.

Исследования показали, что на суходолах нормального увлажнения при 5-летнем сроке пользования злаковые и бобово-злаковые травостои при средних дозах минеральных удобрений окупают их за 1 год. Срок окупаемости капитальных затрат, при данных условиях, на осушаемых суходолах временно избыточного увлажнения и низинных лугах возрос, на злаковых травостоях — до 2,5-3,0 лет, на бобово-злаковых — до 2,0-2,5 года. Данный показатель считается рациональным для ведения лугового кормопроизводства на осушаемых землях Нечерноземной зоны.

Заключение. Высокий уровень кормовой и энергетической продуктивности, в среднем за 5 лет использования, обеспечивала бобовозлаковая травосмесь: клевер луговой + клевер ползучий + тимофеевка луговая + овсяница луговая.

Комплексная оценка полученных результатов при возделывании кормовых травосмесей показала, что по питательной ценности, окупаемости капитальных затрат совокупной энергии и коэффициенту энергетической эффективности на всех изучаемых местообитаниях наиболее оправдано и эффективно создание бобово-злаковых травостоев, обеспечивающих продуктивность осущаемых лугов на уровне 4,76-5,86 тыс. кормовых единиц и сбор обменной энергии 63,0-77,6 ГДж/га.

Список литературы

- 1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивноландшафтных систем земледелия и агротехнологий». Под редакцией академика РАСХН В.И. Кирюшина, академика РАСХН А.Л.Иванова. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 783 с.
- 2. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Многофункциональное кормопроизводство России // Кормопроизводство. 2011. №10. С. 3-5.
- 3. Кобзин А.Г. Сеяные сенокосы и пастбища на осушаемых землях. Тверь: Чудо, 2008. 335 с.
- 4. Тюлин В.А., Лазарев Н.Н., Иванова Н.Н., Вагунин Д.А. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья. Тверь: Тверская ГСХА, 2014. 234 с.
- 5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351c.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ЛЮЦЕРНО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВОСМЕСЕЙ ПЯТОГО ГОДА ЖИЗНИ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

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

На основе данных длительного полевого опыта обобщена продуктивность бобово-злаковых травостоев четвертого года пользования при их возделывании на дерново-подзолистой осущаемой почве в Верхневолжье. В настоящее время в кормопроизводстве стоит задача совершенствование видового и сортового состава кормовых культур, расширение посевов под бобовыми травами и травосмесями с их участием, а также соотношение трав в структуре посевных площадей [2, 4, 7].

Создание сенокосных угодий с высоким содержанием бобовых важное направление современного кормопроизводства. Созданные селекционерами в последнее время новые сорта обладают признаками хозяйственно-полезными И отличаются экологической устойчивостью, симбиотической активностью И разными сроками [5, биологического 6]. Исследования созревания выполнены агрополигоне Губино ВНИИМЗ, с 2018 г. в длительном стационарном опыте изучаются многолетние бобовые травы в смеси со злаковыми культурами.

> © Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., 2023

Сравнительная оценка развития многолетних травосмесей и анализ потенциальной урожайности и ресурсной средообразующей роли осуществлен на основании полученных пятилетних данных (2018-2022 гг.).

Общая площадь делянки — 256 m^2 , субделянки для фонов удобрения — 128 m^2 развернутых в пространстве и времени в четырех повторениях.

В исследованиях применены три фона питания: без удобрений, минеральный фон с применением умеренных доз минеральных удобрений на каждый гектар площади в дозе $N_{30}P_{30}K_{45}$ рано весной и $N_{15}P_{15}K_{30}$ после проведения первого укоса. Использовали сложное азотно-фосфорно-калийное удобрение с содержанием основных элементов по 15% с дополнительным включением хлористого калия. И третий фон питания – последействие внесенных ранее сложных минеральных удобрений из расчета $N_{45}P_{45}K_{45}$ на гектар. Минеральные удобрения вносились поверхностно вразброс поперек субделянок после предварительного проведения боронования.

Почва опытного участка дерново-подзолистая с агрохимическими показателями в пахотном горизонте: содержание гумуса 2,49-3,32% (по Тюрину), легкогидролизуемого азота — 53,6-79,0 мг/кг почвы (по Корнфильду), подвижного фосфора — 138-180 мг/кг почвы, обменного калия — 93-113 мг/кг почвы (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) при р $H_{\rm con.}$ 5,64-5,87.

При создании травосмесей приняты рекомендуемые для осущаемых почв Нечерноземья нормы высева семян: клевер луговой, люцерна изменчивая 8 кг/га, тимофеевка луговая – 4, овсяница луговая 8 кг/га.

Содержание травостоев сенокосного типа двуукосное. Технология, возделывания общепринятая для Центрального района Нечерноземной зоны России. Наблюдения и исследования проводили по общепринятым методикам [3]. Для статистической обработки результатов исследований

применялся метод дисперсионного анализа с использованием компьютерных программ [1].

Целью исследований в полевом опыте являлось выявление зависимости урожайности бобово-злаковых травосмесей сенокосного типа 4-го года пользования от климатических условий и применения подкормок минеральными удобрениями на осущаемых землях.

В процессе исследований изучались бобово-злаковые травосмеси на основе клевера лугового сорта Кретуновский (ультра раннеспелый), сортов Грин и Шанс (раннеспелые) и Фаленский 86 (среднепоздний), люцерны изменчивой сорта Вега 87 и злаковых компонентов тимофеевки луговой ВИК 9 и овсяницы луговой Сахаровская. В 2021 году вследствие биологической особенности на четвертом году жизни клевер луговой практически полностью выпал, остались единичные экземпляры.

Наибольшей силой роста отличались травостои с овсяницей луговой. Отсутствие осадков при жаркой погоде особенно отразилось на влаголюбивой культуре — тимофеевке луговой, основная масса корней которой расположена в верхнем слое почвы. Рост её ко времени проведения 2-го укоса был в 2 раза ниже, чем при 1-м.

Наиболее отзывчива на подкормки люцерно-тимофеечная смесь, при минеральных удобрениях в умеренных дозах и с последействием рост смеси увеличивался на 10 см, а при повышении доз удобрений до 16 см.

Эффективность применения минеральных подкормок на травосмесях с овсяницей луговой менее значительна, по способности усваивать питательные вещества из почвы она уступает тимофеевке луговой, что отражается на продуктивности смесей с ней. Плотность травостоев с овсяницей ко времени проведения 2-го укоса практически не изменилась, что обусловлено их генетическими особенностями.

В смесях с тимофеевкой при 2-м укосе более высокое участие люцерны, чем при 1-м укосе. На повышение доли люцерны сказалось

отсутствие подавляющего действия со стороны тимофеевки, конкурентная способность которой в экстремальных условиях межукосного периода снизалась. В засушливых условиях активизировалась биологическая способность люцерны доставать воду из нижних слоев почвы, что способствовало ее росту и урожайности. В травосмесях с овсяницей луговой активное её кущение второй год подряд угнетающе действовало на люцерну. Обладая высокой кустистостью до 300 шт./м² овсяница луговая доминирует в травостое до 100% в ботаническом составе.

В зависимости от уровня питания максимальный урожай зеленой массы достигнут на вариантах при повышении дозы минеральных подкормок на люцерно-тимофеечных смесях $-34,8\,$ т/га и на люцерно-овсяницевых $-28,8\,$ т/га. (таблица).

Нарастание растительной массы травосмесей за счет весенних запасов продуктивной влаги в почве было выше до 1-го укоса 54-85% от общего урожая. Аналогичные показатели и по сбору сухой массы, отсутствие в смеси с овсяницей луговой люцерны изменчивой сказалось на более низком, в 1,5 раза, урожае, в сравнении с ценозами с тимофеевкой.

По выходу кормовых единиц бобово-злаковые травостои, сформированные на основе люцерны изменчивой и злаковых компонентов, при сложившихся погодных условиях обеспечивают продуктивность на уровне 3,4-3,5 тыс. корм. ед./га при возделывании на естественном фоне, 5,2-5,7 — при умеренной дозе подкормок, 6,4-7,5 тыс. корм. ед./га — при повышении доз подкормок и 4,9-5,0 — на фоне с последействием минеральных удобрений, вносимых в предыдущем году исследований [7].

Отмечено хорошее качество растительной массы люцерны изменчивой с тимофеевкой луговой, в которой содержалось переваримого протеина 22,8 г/кг на неудобренном фоне и 27,0 г/кг корма — на удобренном. В травосмесях с овсяницей луговой данные показатели ниже и составили —

люцерны изменчивой.

Таблица

Пролуктивность бобово-злаковых травосмесей 4 г п. за 2 укоса (т/га)

15,0 и 24,1 г/кг корма соответственно, сказалось отсутствие в смеси

Продуктивность бобово-злаковых травосмесей 4 г.п. за 2 укоса (т/га), 2022 г. (закладка 2018 г.)

No॒		Клевер луг. + люцерна изм.			Клевер луг. + люцерна изм.				
Π/Π	Состав	Вега 87 + тимофеевка луг.			Вега 87 + овсяница луг.				
	травосмеси	вик 9			Сахаровская				
	/фон	1-ый	2-ой	за 2	1-ый	2-ой	за 2		
		укос	укос	укоса	укос	укос	укоса		
	зеленая масса, т/га								
1.	без удобрений (контроль)	11,0	3,0	14,0	11,9	2,7	14,6		
2.	N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀	15,7	11,8	27,5	20,0	<u>3,4</u>	23,4		
		+4,7	+8,8	+13,5	+8,1	+0,7	+8,8		
3.	$N_{60}P_{60}K_{90}$	20,9	13,9	34,8	22,8	6,0	28,8		
		+9,9	+10,9	+20,8	+10,9	+3,3	+14,2		
4.	последействие	14,4	7,0	21,4	16,1	<u>5,4</u>	<u>21,5</u>		
	$N_{45}P_{45}K_{60}$	<u>+3,4</u>	+4,0	+7,5	+4,2	+2,7	+6,9		
	в среднем	15,5	8,9	24,4	17,8	4,4	22,1		
	HCP _{0.05}	3.2	2.4	4.6	1.6	1.6	2.4		
			сбор сухой	массы, т/га	ı				
1.	без удобрений (контроль)	3,0	0,9	3,9	3,5	0,8	4,3		
2.	N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀	3,7	3,1	6,8	<u>5,5</u>	0,9	<u>6,4</u>		
		+0,7	+2,2	+2,9	+2,0	+0,1	+2,1		
3.	$N_{60}P_{60}K_{90}$	5,0	3,8	8,8	5,6	1,9	7,5		
		+2,0	+2,9	+4,9	+2,1	+1,1	+3,2		
4.	последействие	<u>3,8</u>	<u>2,0</u>	<u>5,8</u>	<u>4,2</u>	<u>1,6</u>	<u>5,8</u>		
	$N_{45}P_{45}K_{60}$	+0,8	+1,1	+1,9	+0,7	+0,8	+1,5		
	в среднем	3,9	2,4	6,3	4,7	1,4	6,1		
	HCP _{0.05}	0.9	1.0	1.3	0.8	0.4	1.1		
		выхо	д кормовых	х единиц, ті	ыс./га				
1.	без удобрений	2,6	0,8	3,4	2,8	0,7	3,5		
	(контроль)								
2.	N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀	<u>3,1</u>	<u>2,6</u>	<u>5,7</u>	<u>4,4</u>	0,8	<u>5,2</u>		
		+0,5	+1,8	+2,3	+1,6	+0,1	+1,7		
3.	$N_{60}P_{60}K_{90}$	<u>4,3</u>	<u>3,2</u>	<u>7,5</u>	<u>4,8</u>	<u>1,6</u>	<u>6,4</u>		
		+1,7	+2,4	+4,1	+2,0	+0,9	+2,9		
4.	последействие	<u>3,2</u>	<u>1,7</u>	<u>4,9</u>	<u>3,6</u>	<u>1,4</u>	<u>5,0</u>		
	$N_{45}P_{45}K_{60}$	+0,6	+0,9	+1,5	+0,8	+0,7	+1,5		
	в среднем	3,3	2,1	5,4	3,9	1,1	5,0		
	HCP _{0.05}	0.7	0.8	1.1	0.6	0.4	0.9		

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином выше в кормовой массе бобово-тимофеечных травосмесей при первичном отчуждении – 80-123 г/кг корма.

Проведённые исследования подтверждают значимость использования в травосмесях двух бобовых взаимозаменяющих культур - клевера лугового и люцерны изменчивой, как высокоурожайных и высокопитательных, наиболее приспособленных для возделывания на кормовые цели культур на осущаемых землях Тверской области.

В условиях изменяющегося климата сенокосные многолетние травосмеси 5-го года жизни, сформированные на базе клевера лугового и продуцирующих люцерны изменчивой и злаковых компонентов, способны обеспечить урожайность сухой массы 3,9-4,3 т/га при возделывании на естественном фоне, 6,4-6,8 т/га — при умеренных дозах минеральных подкормок, 7,5-8,8 т/га — при повышении доз подкормок и до 5,8 т/га — на фоне последействия минеральных удобрений, вносимых в 2021 г.

Установлено, что бобово-злаковые травосмеси за счет использования весенних запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы, к 1-му укосу способны сформировать сухую массу до $5,0\,$ т/га вне зависимости от влагообеспеченности почвы в летний период, что подтверждает эффективность применения в этот период минеральных подкормок в дозе $N_{30-45}P_{30-45}K_{45-60}\,$ в целях обеспечения максимальной продуктивности травостоя.

Список литературы

- 1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- 2. Косолапов В.М., Чернявских В.И., Костенко С.И. Новые сорта кормовых культур и технологии для сельского хозяйства России // Кормопроизводство. 2021. № 6. С. 22-26.

- 3. Методические рекомендации по рациональному использованию осущаемых земель в Нечерноземной зоне России. Москва: Россельхозакадемия, 1997. 76 с.
- 4. Новосёлов Ю.К., Шпаков А.С., Новосёлов М.Ю., Рудоман В.В. Роль бобовых культур в совершенствовании полевого травосеяния // Кормопроизводство. 2010. № 7. С.19-22.
- 5. Онучина О.Л., Тумасова М.И., Грипась М.Н. Новые адаптивные сорта клевера. Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2007. №4 (14). С. 45-48.
- 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). С. 20-24.
- 7. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Пантелеева Т.Н., Епифанова Н.А. Агрофитоценозы на основе перспективных сортов клевера лугового на осущаемых землях Нечерноземья //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Том 21. №2. С.152-159.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

РАЗДЕЛ VII. ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В АПК ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 631.6: 626.8

ВАРИАТИВНАЯ МОДЕЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Лытов М.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБНУ ФНЦ Гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова, Волгоградский филиал, Волгоград, Россия

Исследованиями разработана вариативная выбора модель гидромелиоративных технологий для компенсации климатических рисков возделывания сельскохозяйственных культур. Разработаны принципы и концептуальные задачи создания технических гидромелиоративных систем с функцией компенсации климатических рисков. Полученные результаты определить вектор конструктивного позволяют совершенствования гидромелиоративных систем с расширенным функционалом в области компенсации климатических рисков возделывания сельскохозяйственных культур.

Мелиорация земель в широком смысле и гидромелиорация, в предполагает частности, компенсаторное действие отношении лимитирующего фактора жизни сельскохозяйственных регионально производстве растений устранения доминирующего риска сельскохозяйственной продукции.

© Лытов М.Н., 2023

Сегодня гидромелиоративные технологии реализуют стратегию управления водным режимом почвы, направлены на поддержание водообеспечения растений в оптимальных пределах [1-4]. Это — основная функция гидротехнических мелиораций.

Говоря о компенсации климатических рисков, мы вообще не имеем в виду риски, связанные с нарушением водного режима почвы, считая эту проблему, в той или иной степени, решенной. Рассматриваются сопутствующие климатические риски, наиболее вероятные для тех климатических районов, в которых находятся мелиорированные земли. В первую очередь учитываются те климатические факторы, экстремальные выбросы которых на региональном уровне могут привести к гибели растений, снижая, тем самым, продуктивность агрофитоценозов и эффективность гидромелиораций [5, 6].

На рисунке приведена вариативная схема гидромелиоративных технологий для реализации компенсаторного действия в отношении следующих климатических рисков: атмосферных заморозков; воздушной засухи; почвенных температурных минимумов; почвенных температурных максимумов; пылевых бурь. Для защиты сельскохозяйственных растений от перечисленных климатических рисков должна быть реализована компенсаторная функция. При риске атмосферных заморозков это повышение температуры воздуха в среде растений. Если риски гибели растений несет воздушная засуха, компенсаторной функцией является повышение влажности воздуха в среде растений. При реализации риска почвенного температурного минимума требуется повышение температуры почвы выше физиологического минимума, а при реализации риска почвенного температурного максимума – поддержание температуры ниже физиологического максимума. В случае реализации риска пылевых бурь может потребоваться компенсаторная функция, которая заключается в освобождении вегетативных органов растений от твердого осадка.

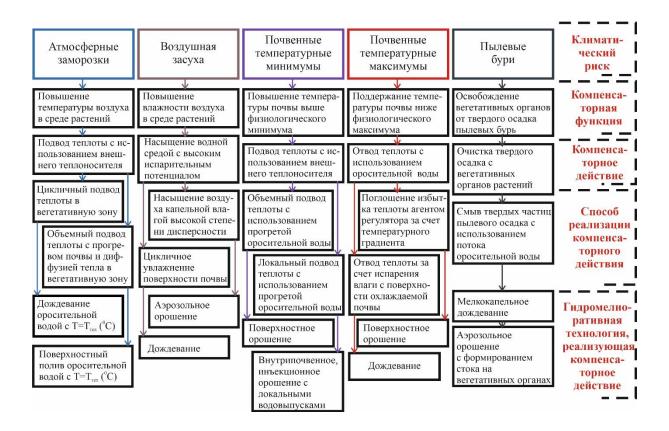


Рисунок. Вариативная модель использования гидромелиоративных технологий для компенсации климатических рисков возделывания сельскохозяйственных культур

Компенсаторное действие определяет тот физический процесс, при помощи которого может быть осуществлена компенсаторная функция. Например, для повышения температуры воздуха в среде растений в случае реализации риска атмосферного заморозка требуется подвод теплоты с использованием внешнего теплоносителя. Подвод теплоты использованием внешнего теплоносителя и является тем действием, с помощью которого может быть осуществлена компенсаторная функция. Для повышения влажности воздуха в среде растений необходимо насыщение этой зоны водной средой с высоким испарительным потенциалом. Для повышения или понижения температуры почвы, соответственно, требуется подвод или отвод теплоты с помощью, подаваемой на поле, оросительной воды. Компенсаторное действие, которое может потребоваться в случае реализации риска пылевых бурь, -это очистка твердого осадка с вегетативных органов растений.

Следующий уровень, который включен в вариативную схему — способ реализации компенсаторного действия. Безусловно, способ реализации действия может быть не один, и с этого уровня начинается ветвление вариативной схемы. На рисунке приведены лишь некоторые варианты таких «способов», которые позволяют тем или иным образом реализовать функцию компенсации климатического риска. Например, компенсировать критические температурные максимумы почвы можно путем поглощения избытка теплоты агентом регулятора за счет температурного градиента, либо путем отвода теплоты за счет испарения влаги с поверхности охлаждаемой почвы. Компенсировать критические понижения влажности воздуха в среде растений можно непосредственно путем насыщения этой среды водным аэрозолем, либо опосредованно, путем увлажнения поверхности почвы и последующего постепенного и непрерывного испарения влаги. Исследование таких альтернативных способов реализации компенсаторного действия в отношении вероятных климатических рисков,

является основой разработки технологий, при помощи которых реализуется компенсаторное действие.

Альтернативные варианты технологии компенсации риска атмосферного заморозка состоят в цикличном подводе теплоты при помощи агента регулятора – оросительной воды, в вегетативную зону, либо в объемном подводе теплоты (опять же, используя оросительную воду) в почву с последующей ее диффузией в приземный слой воздуха. При воздушной засухе возможно использование технологии аэрозольного орошения для насыщения воздуха капельной влагой высокой степени либо дисперсности дождевания ДЛЯ периодических смачиваний поверхности почвы.

Для компенсации почвенных температурных минимумов и их влияния на сохранность растений можно использовать объемные поверхностные поливы в достаточной степени прогретой оросительной водой или внутрипочвенное орошение прогретой водой с локальными водовыпусками в прикорневую зону. Для компенсации почвенных температурных максимумов также возможно проведение объемных поверхностных поливов, когда избыточное тепло поглощается прохладной оросительной водой. Альтернативная технология может быть реализована на основе дождевания, с помощью которого достаточно смачивать поверхность почвы и отводить избыток тепла за счет испарения влаги.

Для преодоления последствий пылевых бурь можно использовать технологию мелкокапельного дождевания (дождевой душ), или аэрозольного орошения с достаточной экспозицией включений для формирования стока на вегетативных органах растений.

Таким образом, для компенсации всех обозначенных климатических рисков могут быть использованы гидромелиоративные технологии, - известные или производные технологии реализации различных способов полива. Следует понимать, что эти технологии должны выполняться

технической системой в дополнение к базовой (несущей) технологии, при помощи которой осуществляется основная функция — регулирование водного режима почвы. Новая техническая система должна быть наделена дополнительными функциями, а это значит, что возможно, потребуется конструктивное совершенствование, и эта работа должна проводиться на единых принципах.

Список литературы

- 1. Мустафаев Ж.С. Экологический профиль мелиорации сельскохозяйственных земель // Природообустройство. 2022. № 2. С. 13-22.
- 2. Пронько Н.А. Проблемы орошаемого земледелия Поволжья и их решение // Аграрный научный журнал. 2022. № 11. С. 24-30.
- 3. Яшин В.М., Глазунова И.В. Обоснование требований растений к регулированию водного режима почв и его контроль // Природообустройство. 2022. № 5. С. 15-21.
- 4. Бандурин М.А., Приходько И.А., Бандурина И.П. Современные методы управления поливами на оросительных системах Юга России // Научная жизнь. 2021. Т. 16. № 8 (120). С. 986-997.
- 5. Лытов М.Н. Биосферно-экологические принципы создания гидромелиоративных систем с функцией компенсации климатических рисков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 3 (67). С. 533-542.
- 6. Бородычев В.В., Лытов М.Н. Варианты реализации конструктивных решений гидромелиоративной системы для регулирования гидротермического режима и комплексной протекции посевов от климатических рисков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2021. № 4 (64). С. 306-324.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗАРАВНИВАНИЯ КОЛЕИ ОТ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ «КУБАНЬ-ЛК1»

Рязанцев А.И., доктор технических наук, профессор, **Смирнов А.И.,** кандидат технических наук, **Евсеев Е.Ю.,**

Малько И.В., кандидат технических наук, доцент **Антипов А.О.** кандидат технических наук, доцент ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет», г.о. Коломна, Россия

С целью уменьшения показателя колееобразования и увеличения несущей способности опорной поверхности под ходовыми системами дождевальной машины «Кубань-ЛК1», используются различные по конструкции, технические решения. Одним из решений проблемы повышения проходимости является оснащение ДМ заравнивающерыхлящими устройствами (рис. 1). Их установка позволит уменьшить сток воды в колее, а следовательно, исключить эрозию почвы, повысить производительность работы дождевальной техники и, в конечность счете, увеличить надежность технологического процесса полива [1].

Заравнивающе-рыхлящие устройства состоят из кронштейна, бруса, а также механизма реверса. На раме крепится кронштейн со ступицами, сферические диски и также механизм для заравнивания.

© Рязанцев А.И., Смирнов А.И., Евсеев Е.Ю., Малько И.В., Антипов А.О., 2023 Заравниватель устанавливается консольно к цапфе ходовой системы ДМ с помощью четырех болтов. При работе заравнивателя, сферические диски подрезают почвенную поверхность, смещая ее к центру колеи и сглаживают заравнивающим механизмом. Перевод заравнивателя в транспортное положение возможен как в ручном, так и автоматическом режиме [3, 4].



Рис. 1. Тележка ДМ «Кубань-ЛК1» оборудованная заравнивающерыхлящим устройством 1 – пневмоколесо ДМ; 2 – кронштейн; 3 – брус; 4 – гребенка; 5 – диск

4

Заравнивающе-рыхлящие устройства состоят из кронштейна, бруса, а также механизма реверса. На раме крепится кронштейн со ступицами, сферические диски и также механизм для заравнивания. Заравниватель устанавливается консольно к цапфе ходовой системы ДМ с помощью четырех болтов. При работе заравнивателя, сферические диски подрезают почвенную поверхность, смещая ее к центру колеи и сглаживают заравнивающим механизмом. Перевод заравнивателя в транспортное положение возможен как в ручном, так и автоматическом режиме [3, 4].

Недостатком данной конструкции заравнивателя колеи, как показали исследования (таблица 1, графа 4 и 5) является то, что удаление тележки ДМ от центра вращения ДМ сопровождается изменением геометрических

размеров почвенных призм выпирания около колеи, вследствие чего диски не обеспечивают качественного срезания почвенных образований при заравнивании колеи [5].

Повышение качества заравнивания достигается тем, что угол атаки дисков α для произвольной тележки, расположенной на расстоянии L от первой тележки с углом атаки $\alpha = 35^{\circ}$ (рис. 2, рис. 3) определяется по зависимости (1) (таблица 1, графы 6, 7, 8).

$$\alpha = 35 - K \times L$$
 (1) где K – коэффициент пропорциональности ($K = \frac{\alpha}{L} = 0.02$).

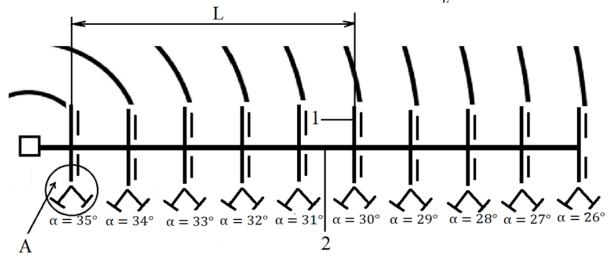


Рис. 2. Схема установки заравнивателя колеи по длине дождевальной машины

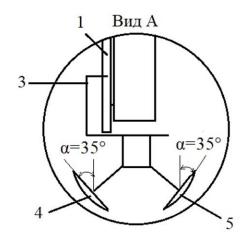


Рис. 3. Установка угла атаки сферических дисков заравнивающего устройства

Таблица 1 Характеристики заравнивающего устройства

тежки	тележки , м венных до	енных о ви	Высота колее	град/м			
Порядковый номер тележки ДМ	Расстояние от первой т до следующих L ,	Высота боковых почвенных призм колеи, м. до заравнивания колеи	Постоянный угол атаки α, град	После заравнивания	Переменный угол атаки α, град	После заравнивания	Коэффициент $k = \frac{\alpha}{L}$, г
1.	-	0.15 - 0.20	35.0	0.03 - 0.05	35.0	0.03 - 0.05	-
2.	50	0.14 - 0.18	35.0	0.04 - 0.06	34.0	0.03 - 0.05	0.02
3.	100	0.12 - 0.16	35.0	0.04 - 0.06	33.0	0.03 - 0.05	0.02
4.	150	0.10 - 0.14	35.0	0.05 - 0.07	32.0	0.03 - 0.05	0.02
5.	200	0.09 – 0.012	35.0	0.06 - 0.08	31.0	0.03 - 0.05	0.02
6.	250	0.08 - 0.11	35.0	0.06 - 0.08	30.0	0.03 - 0.04	0.02
7.	300	0.07 - 0.10	35.0	0.06 - 0.08	29.0	0.03 - 0.05	0.02
8.	350	0.06 - 0.09	35.0	0.07 - 0.09	28.0	0.03 - 0.04	0.02
9.	400	0.05 - 0.07	35.0	0.07 - 0.09	27.0	0.03 - 0.04	0.02
10.	450	0.05 - 0.07	35.0	0.08 - 0.10	26.0	0.03 - 0.04	

На рисунке 4 изображен график изменения угла атаки дисков α от длины машины L.

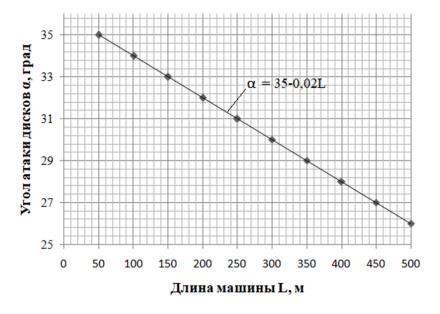


Рис. 4. График изменения угла атаки дисков α от длины машины L

Заравниватель колеи, содержащий, закрепленные на раме тележки, дождевальной машины, опорный кронштейн, брус со сферическими дисками с углом атаки α , причем угол атаки дисков α для произвольной тележки, расположенной на расстоянии L от первой тележки, с углом атаки $\alpha = 35^{\circ}$, определяется по зависимости (2) (патент РФ №214987, A01G 25/09) [2]:

$$\alpha = 35 - 0.02 \times L \tag{2}$$

То есть, при движении тележек дождевальной машины происходит качественное заравнивание колеи от ее тележек, при этом угол атаки дисков α для тележки, расположенной на расстоянии L от первой тележки, с углом атаки дисков $\alpha = 35^{\circ}$, определяется по зависимости (1).

Эффективность усовершенствованного заравнивателя колеи состоит в повышении качества заравнивания им колеи.

Список литературы

- 1. Евсеев Е.Ю. Оценка параметров ходовой системы «Кубань-ЛК1» при заравнивании колеи / Рязанцев А.И., Евсеев Е.Ю., Зазуля А.Н., Антипов А.О., Смирнов А.И., Малько И.В. // Наука в центральной России. 2023. №1. С.116-123.
- 2. Патент на полезную модель №214987, A01G 25/09. Заравнивающее устройство колеи от тележек дождевальной машины кругового действия / Рязанцев А.И., Турапин С.С., Смирнов А.И., Смирнова Е.А., заявитель ФГБНУ ВНИИ «Радуга» 2022125991, заявлено 05.10.2022, опубл. 23.11. 2022. Бюл. №33.
- 3. Рязанцев А.И. Усовершенствование заравнивателя колеи дождевальной машины «Кубань-ЛК1» / Рязанцев А.И., Турапин С.С., Евсеев Е.Ю., Смирнов А.И. // Сетевое электронное периодическое издание Депмелиорации Минсельхоза России и ФГБНУ ВНИИ «Радуга» Научнопрактический журнал «Вестник мелиоративной науки». 2022. №3. С.37-39.

- 4. Рязанцев А.И. Технологические особенности полива и показатели оценки эффективности ходовой системы ДМ «Кубань-ЛК1» / Рязанцев А.И., Антипов А.О., Малько И.В., Смирнов А.И., Евсеев Е.Ю. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2019. №4 (44). С.110-113.
- 5. Сохт К.А. Дисковые бороны и лущильщики. Проектирование технологических параметров: учебное пособие / К.А. Сохт, Е.И. Трубилин, В.И. Коновалов. Краснодар: КубГАУ, 2014. 15 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 21.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ВОДООБОРОТНЫХ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОДХОДА

Конторович И.И., кандидат технических наук ФГБНУ ФНЦ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Волгоградский филиал, Волгоград, Россия

Повышение экологической безопасности эффективности оросительных сельскохозяйственных мелиораций возможно за счет разработки И практической реализации внутрихозяйственных водооборотных гидромелиоративных систем, функционирующих на основе природоподобных технологий возобновляемых cиспользованием источников энергии.

Водооборотная гидромелиоративная система (ВГМС) – инженерная система, одна из подсистем мелиоративной системы, включающая оросительную, осушительную (дренажную) системы, системы утилизации диффузного стока (сбросных, дренажных, талых вод, дождевого и ирригационного поверхностного стока и др.), причем его утилизация реализована как в пределах и для нужд гидромелиоративной системы, так и для нужд и в пределах водохозяйственного комплекса [1]. ГОСТ Р 58330.1-2018 [2] регламентирует в общем случае структуру и состав элементов гидромелиоративной системы В орошения. Предлагаемая зоне принципиальная структурная схема внутрихозяйственной водооборотной гидромелиоративной системы для зоны орошения приведена на рисунке 1.

© Конторович И.И., 2023

Применительно к этой структурной схеме разработан технологический регламент функционирования внутрихозяйственной водооборотной гидромелиоративной системы (ВГМС) в виде совокупности операций (функций), выполняемых всеми элементами системы, условий и правил их осуществления для достижения цели.

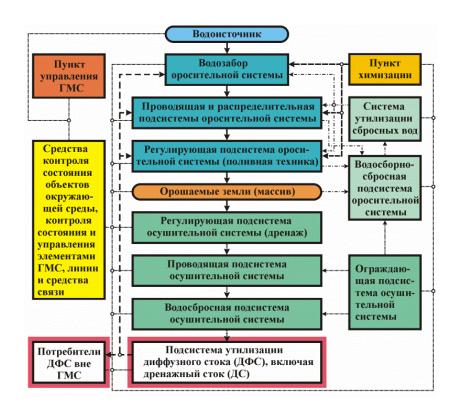


Рис. 1. Структурная схема внутрихозяйственной водооборотной гидромелиоративной системы

Функция структурного элемента системы (Р) описывается по следующей формуле [3]:

$$P = f(D,G,H),$$

где D — описание действия, производимого техническим объектом и приводящего к желаемому результату; G — описание объекта, на который направлено действие D; H — описание особых условий и ограничений, при которых выполняется действие D.

На 01.08.2023 г предлагаемая структурно-функциональная модель ВГМС содержит описания 106 функций. Основные варианты технических решений водооборотных гидромелиоративных систем (ВГМС) для условий аридной зоны содержатся в разработанной морфологической карте (табл. 1).

Основные варианты технических решений водооборотных гидромелиоративных систем (BГМС) для условий аридной зоны

Характер	Основные варианты технических решений ВГМС при условиях:		
истики	Расположение ВГМС в пределах водохозяйственного комплекса	Способ орошения ВГМС	Тип дренажа в пределах ВГМС
1	2	3	4
Альтерна тивные варианты реализац ии техничес ких решений	1. Отдельная водооборотная система оазисного типа 2. Внутрихозяйственная водооборотная ГМС (ВГМС) 3. ВГМС в пределах группы внутрихозяйственных систем 4. ВГМС в пределах межхозяйственной системы 5. ВГМС в пределах группы межхозяйственных систем	1. Системы поверхностного орошения 2. Системы дождевания 3. Системы капельного орошения 4. Системы внутрипочвенного орошения 5. Системы аэрозольного орошения 6. Системы комбинированного орошения	1. Вертикальны й дренаж 2. Горизонталь ный дренаж 3. Комбинирова нный дренаж 4. Комбинации типов дренажа

Продолжение таблицы 1

Таблица 1

V	O Y DEMO		
Характер	Основные варианты технических решений ВГМС при условиях:		
истики	Источники воды	Способ обработки воды	
системы	источники воды		
1	5	6	
	1. Воды поверхностные	1. Без обработки	
A 111 TO 1110	2. Подземные	2. Разбавление	
Альтерна	3. Дренажные	3. Опреснение	
тивные	4. Талые воды при снеготаянии	4. Концентрирование	
варианты	5. Дождевой сток	6. Очистка с помощью	
реализац	6. Ирригационный поверхностный	биологических объектов	
ИИ	сток	7. Очистка при фильтрации через	
техничес	7. Сточные воды с объектов вне	почвогрунты	
ких	ВГМС	8. Очистка сорбентами	
решений	8. Вода из атмосферы	9. Другие виды обработки	
	9. Комбинации п. 1 - 8	1	

Продолжение таблицы 1

Характе-	Основные варианты технических решений ВГМС при условиях:			
ристики	Объекты для аккумуляции	Направления использования		
системы	диффузного	диффузного стока		
	стока			
1	7	8		
	1. Проводящая сеть оросительной	1. Использование в качестве		
Альтер-	системы ВГМС	среды		
	2. Проводящая сеть осушительной	2. Использование в качестве		
	системы ВГМС	сырья		
нативные	3. Замкнутые естественные	3. Использование в качестве		
варианты	понижения рельефа	растворителя		
реализа-	4. Искусственные емкости на	4. Использование в качестве		
ции тех-	поверхности рельефа	теплоносителя		
нических	5. Подземные емкости естественные	5. Использование в качестве		
решений	6. Подземные емкости искусственные	энергоносителя		
	7. Зона неполного насыщения горных	6. Комбинации видов		
	пород	использования		

Предлагаемая морфологическая обобщение карта содержит большинства результатов исследований в этой области и отражает водооборотных современные возможности создания ДЛЯ гидромелиоративных систем. В отличие от традиционного подхода к разработке оросительных систем, ориентированных на использование поверхностных водоисточников, применительно к ВГМС предлагается водных ресурсов: 1) воды рек, рассматривать В качестве водохранилищ, каналов (поверхностные); 2) подземные, включая соленые; 3) дренажные; 4) талые воды при снеготаянии; 5) дождевой сток; 6) ирригационный поверхностный сток; 7) сточные воды с объектов вне ВГМС; 8) вода из атмосферы. Основные источники воды (по п. 2-6), которые участвуют в водообороте, следует рассматривать как диффузный сток (ДФС) в пределах водохозяйственного комплекса. Будем понимать под термином «технология утилизации диффузного стока» – способ, метод или программу преобразования диффузного стока (ДФС) из заданного начального состояния в заданное конечное состояние с помощью определённых технических и техно-природных объектов. Совокупность этих объектов образуют систему утилизации диффузного стока. Система исходных требований на разработку технологического процесса утилизации ДФС в целом и по указанным выше компонентам приведена в [4,5]. Создание системы утилизации ДФС позволит: 1) снизить техногенную нагрузку на окружающую среду; 2) увеличить экологическую безопасность водооборотных гидромелиоративных систем; 3) повысить эффективность сельскохозяйственных мелиораций в пределах гидромелиоративных систем и в зоне их влияния. Утилизация минерализованных вод, включая и дренажные, как всякий технологический процесс, требует энергетического обеспечения, в качестве которого наряду с традиционными видами энергии (ископаемое топливо, электроэнергия) могут служить и возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

Цели использования ВИЭ для реализации процесса функционирования ВГМП: 1) исключение и/или снижение затрат дефицитного органического топлива; 2) использование «чистой» энергии без загрязнения окружающей среды; 3) получение экономической выгоды по сравнению с традиционными источниками энергии; 4) повышение эффективности процесса утилизации диффузного стока за счёт применения дополнительного источника энергии.

В таблице 2 приведены основные направления использования возобновляемых источников энергии для обеспечения функционирования преимущественно водооборотных гидромелиоративных систем.

Из всех вариантов применения ВИЭ 11 разрабатывались филиале ВНИИГиМ и защищены 16 патентами на Волгоградском Основные изобретения. направления разработки опреснение минерализованных вод способом зимнего дождевания (ПИ № 2178389, 2178772, 2218308, 2255902 и др.) и интенсификация испарения с водной поверхности (ПИ № 2515041, 2527032, 2527041, 2528006, 2646640, 2699192 и др.) [5, 6, 7].

Морфологическая карта основных вариантов использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для обеспечения работы водооборотных гидромелиоративных систем

Виды	Основные варианты использования возобно	овляемых источ	ников энергии
ВИЭ	Солнечная энергия	Энергия	Другие виды
	(энергия природного тепла и холода)	ветра	ВИЭ
Альтер	1. Получение энергии для нужд ВГМС в	1.	1.
нативн	виде:	Получение	Использовани
ые	1.1. Электроэнергии	энергии для	е энергии
вариант	1.2. Энергии сжатого воздуха	нужд ВГМС	открытых
Ы	1.3. Тепловой энергии	в виде:	потоков воды
реализа	1.4. Другие варианты и комбинации по п.		2.
ции	1.1 - 1.3	1.1.	Использовани
техниче	2. Опреснение минерализованных вод [6,	Электроэне	е низко-
ских	7]:	ргии	потенциальног
решени	2.1. Способом естественного	1.2.	о тепла грунта
й	вымораживания	Энергии	и воды
	2.2. Способом вымораживания С.Ю.	сжатого	3.
	Геллера	воздуха	Использовани
	2.3. Способом вымораживания ЗАО	1.3.	я энергии из
	«Волговодпроект»	Тепловой	биомассы
	2.4. Способом зимнего дождевания	энергии	растительных
	Института географии РАН	1.4.	отходов
	2.5. Способом зимнего дождевания	Другие	4.
	ВНИИГиМ	варианты и	Использовани
	2.6. Гелиопреснение	комбинации	я энергии из
	2.7. Комбинации вариантов по п. 2.1 – 2.6	2.	отходов
	3. Концентрирование минерализованных	Опреснение	животноводст
	вод для получения жидких и твердых	минерализо	ва
	противогололедных материалов и солей	ванных вод	5.
	4. Испарение минерализованных вод [7, 8]:	3.	Использовани
	4.1. Естественное	Комбинации	е энергии
	4.2. Интенсифицированное за счет	вариантов	термоградиент
	увеличения площади испаряющей	по п. 1 и 2	ных процессов
	поверхности		(разности
	4.3. Интенсифицированное за счет		температур)
	повышения температуры воды		6.
	4.4. Интенсифицированное за счет		Использовани
	увеличения интенсивности перемешивания		е энергии
	воздушных потоков		градиентов
	4.5. Комбинации вариантов по п. 4.1 – 4.4		минерализаци
	5. Комбинации вариантов по п. 1 - 4		и воды
			7. Комбинации
			вариантов по
			п. 1 - 6

В основу создания внутрихозяйственных водохозяйственных водооборотных систем и подсистемы утилизации диффузного стока должны быть положены следующие основные принципы: 1) бассейновый или территориальный принцип решения проблемы утилизации диффузного стока; 2) принцип ресурса; 3) принцип минимизации водно-солевых процессов; 4) принцип целостного подхода; 5) принцип оптимальности; 6) принцип учета фактора времени; 7) принцип дивергенции; 8) принцип соблюдения регламента; 9) принцип достаточности; 10) принцип рециклинга; 11) принцип превентивности; 12) принцип модернизации технологий. Смысловое содержание принципов раскрыто в [9].

Перечисленные выше основные принципы следует рассматривать как предписание к деятельности, норматив. Предлагаемая блок-схема процедуры проектирования внутрихозяйственных водооборотных гидромелиоративных систем приведена на рисунке 2.

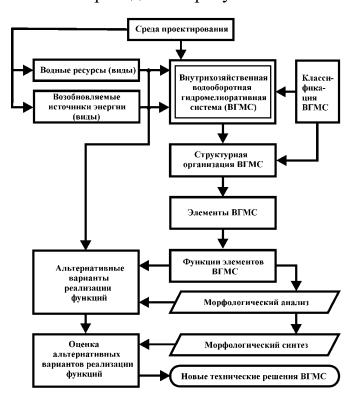


Рис. 2. Блок-схема процедуры проектирования внутрихозяйственных водооборотных гидромелиоративных систем

Заключение. В результате исследований разработана методология выбора технических решений водооборотных гидромелиоративных систем для условий аридной зоны с использованием структурно-функционального подхода.

Предлагаемая методология содержит: 1) формулировки определений основных терминов, описывающих ВГМС; 2) элементный состав, принципиальную структуру и функции ВГМС; 3) основные варианты технических решений ВГМС; 4) виды водных ресурсов для ВГМС; 5) источники возобновляемых источников энергии, применение которых целесообразно для ВГМС; 6) основные направления использования ВИЭ для обеспечения функционирования ВГМС 7) перечень принципов создания совершенных ВГМС; 8) блок-схему процедуры проектирования внутрихозяйственных водооборотных гидромелиоративных систем.

Таким образом, для рассматриваемого типа гидромелиоративных систем разработана методология концептуального макропроектирования. Следующий этап - микропроектирование или внутреннее проектирование, связанное с разработкой элементов системы как физических единиц.

Список литературы

- 1. Конторович И.И. Водооборотные гидромелиоративные системы и их классификация применительно к условиям аридной зоны // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в земледелии и мелиорации на современном этапе развития АПК». (9 декабря 2022 г.). Махачкала, 2022. С. 539-545.
- 2. ГОСТ Р 58330.1—2018. Мелиорация. Мелиоративные системы и сооружения. Классификация. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.
- 3. Одрин В.М. Морфологический анализ систем / В.М. Одрин, С.С. Картавов. Киев: Наукова думка, 1977. 148 с.
- 4. Конторович И.И. Снижение диффузной нагрузки на водные объекты: исходные требования на разработку технологического процесса //

Научно-методическое обеспечение развития мелиоративноводохозяйственного комплекса. Сб. науч. тр. – М.: Изд. ВНИИГиМ, 2020. С. 359-369.

- 5. Конторович И.И. Методологический подход к решению проблемы утилизации диффузного стока // Эффективное использование мелиорируемых земель и водных ресурсов в агропромышленном комплексе России. Сб. науч. тр. ВНИИГиМ. М.: Изд. ВНИИГиМ, 2021. С. 268-276.
- 6. Конторович И.И. Утилизация дренажного стока с орошаемых земель. Монография. Рига: Издательство Lambert Academic Publishing, 2018. 203 с.
- 7. Бородычев В.В. Концепция использования возобновляемых источников энергии для утилизации минерализованного дренажного стока / В.В. Бородычев, И.И. Конторович. Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012. 104 с.
- 8. Бородычев В.В. Технология сокращения объёмов минерализованного дренажного стока способом интенсифицированного испарения / В.В. Бородычев, И.И. Конторович // Основные результаты научных исследований института за 2017 год. Сборник научных трудов. М.: Изд. ВНИИГиМ, 2018. С. 24-34.
- 9. Конторович И.И. Методологический подход к решению проблемы утилизации диффузного стока // Эффективное использование мелиорируемых земель и водных ресурсов в агропромышленном комплексе России. Сб. науч. тр. ВНИИГиМ. М.: Изд. ВНИИГиМ, 2021. С. 268-276.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОРОШЕНИЯ С ОЧИСТКОЙ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ СОЛОНЦОВ

Майер А.В., кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ ФНЦ Гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова,
Волгоградский филиал, Волгоград, Россия

В Волгоградской области до 10% пропашных земель приходятся на солонцовые почвы. Российскими и зарубежными учеными доказано какое положительное влияние на улучшение структуры почвы оказывает углекислый газ (СО₂). Объектом исследования является принцип очищения отработанных газов дизельного двигателя от отработанных выхлопных газов от токсических веществ, посредством окислительного катализатора и режим забора очищенного газа с подачей его в систему орошения, для активации поливной воды с последующей доставкой к водовыпускам, тем самым обеспечивая его растворимость в почве для мелиорации солонцов. Материалом исследований являлись конструктивные элементы системы капельного орошения и отдельное вмонтированное в систему орошения устройство для очистки выхлопных газов посредством окислительного катализатора с последующей активацией поливной воды очищенным Использовалась разработка К.К. Гедройца углекислым газом. теоритических формировании основ солонцового процесса, В неблагоприятных водно-физических свойств, И химических установления ведущей роли обменно-поглощенного натрия в солонцовых почвах.

Введение в конструкцию системы орошения окислительного катализатора позволит очистить от токсических веществ отработанные выхлопные газы, которые, пройдя через окислительный катализатор, вступают в реакцию с драгметаллами, расположенными в керамических ячейках устройства катализатора, отработанные газы преобразуются в углекислый газ и воду ($CO_2 + H_2O$). Затем очищенный углекислый газ при водозаборе смешивается с поливной водой, транспортируется к распределительным и поливным трубопроводам и подается в почву.

Разработка К.К. Гедройцем теоретических основ солонцового процесса позволило установить ведущую роль обменно-поглощённого натрия в формировании неблагоприятных водно-физических и химических свойств солонцовых почв. С тех пор все практические мероприятий, направленные на их улучшение базируются на вытеснении натрия из поглощающего комплекса почв. Для этой цели используются различные соли кальция, гипс, фосфогипс, глиногипс, а также некоторые минеральные кислоты, железный купорос и др. [2, 6,8,10]. Последующие исследования по этому вопросу показали, что внесение кальцийсодержащих веществ извне не обеспечивает в богарных условиях интенсивного вытеснения натрия, вследствие низкой растворимости солей кальция. Поэтому существенного улучшения химических свойств солонца не происходит. Более того даже гипс, по мнению Н.И. Горбунова не вытесняет натрий из почвенного поглощающего комплекса, так как его кальций не создает в растворе заметно большей концентрации, что является, по закону действующих масс, непременным условием для прохождения ионообменных реакций. Тем не менее, многие авторы утверждают, что растворимость карбоната кальция и активность реакций замещения, можно повысить путем перевода карбоната кальция в бикарбонат – Са (НСО₃)₂. Важным условием для этого является наличие в почве углекислоты (Логунова, 1955; Цитович, 1974; Новикова, 1980). В почве постоянно происходит образование СО2 и чем выше плодородие почвы, тем большее количество CO₂ продуцируется ею. В солонцах и солонцеватых почвах, бедных гумусом, отмечено минимальное содержание двуокиси углерода. Следует также добавить, что влажность каштановых почв в летние месяцы бывает, как правило не высокой и все количество продуцируемой двуокиси углерода не может растворится в ней. Таким образом наблюдается парадоксальное явление: весной и осенью в почве создаются условия для максимальной растворимости CO₂, но количество его в почве оказывается минимальным. Поэтому в сложившейся ситуации становится очевидным, что решение проблемы следует искать в создании условий повышенного содержания CO₂ ранней весной и осенью, когда действие углерода может оказаться наиболее эффективным.

На данный момент времени в Волгоградской области насчитывается до 24000 га капельного орошения. С приходом в сельскохозяйственное производство новых стационарных капельных и комбинированных систем орошения нового поколения, возникла возможность продолжения с их помощью разрабатывать новые технологии орошения для экологически безопасных способов полива сельскохозяйственных культур и улучшения плодородия солонцовых почв. Анализ проведенных исследований по разработке технологий, таких как: глубокое рыхление почвы (трёхъярусная вспашка почвы), внесение в почву большого количества органических удобрений, внос в почву гипса и сернокислого железа, нами предложена технология орошения для улучшения структуры солонцовых почв активированной водой, насыщенной углекислым газом [2,3,8,13].

При раннее проводимых исследованиях с обогащением солонцовых почв углекислым газом при вспашке, через сошники — последний из почвы очень быстро улетучивался, но при этом все равно были положительные тенденции к значительной прибавке урожая. Внос в почву углекислого газа вместе с поливной водой уменьшит летучесть СО₂ и будет сдерживать его концентрацию на более длительное время, что несомненно положительно

скажется на структуре солонцовой почвы и в конечном результате на урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур [2].

Вышеперечисленные факторы вызвали необходимость глубокого научного поиска с целью создания нетрадиционных технологий для повышения плодородия солонцовых почв.

Материалом и объектом исследований явилось усовершенствование принципа действия газоводозабора оросительной системы. Конструктивное устройство для очистки выхлопных газов посредством катализатора нейтрализатора с последующей активацией поливной воды очищенным углекислым газом. В работе использовалась разработка К.К. Гедройца, методы теоритических основ солонцового процесса, в формировании неблагоприятных водно-физических И химических свойств. ДЛЯ установления ведущей роли обменно-поглощенного натрия в солонцовых почвах. Несмотря на образование в почве СО2 в естественных условиях, растения положительно реагируют на внесение фосфорных удобрений, что свидетельствует о недостатке фосфора в почве. Причины этого по видимому в низкой растворимости СаСО3 и обуславливаются они биохимической природой образования СО2, условиями его растворения до образования Н₂СО₃. Таким образом, возникает необходимость при дальнейших исследованиях создать условия для увеличения в почве углекислого газа и усиления его растворяющей способности [7, 10, 11,14,].

Необходимость разработки различных способов увеличения в почве углекислоты, с целью повышения интенсивности ионообменных реакций при мелиорации солонцовых почв, давно привлекает внимание ученых. Подача в почву углекислоты в жидком, твердом или газообразном состоянии встречает серьёзные технические и организационные трудности в условиях производства. По данным М.М. Кононовой (1972), разложение органических остатков в почве сопровождается образованием соединений, индивидуально созданных природой, многие из которых обладают

физиологической активностью и канцерогенными свойствами, в частности 3,4 бензпирен обнаруженный в почвенных вытяжках. Это дает основание утверждать, что наличие канцерогенов в почве является естественным состоянием. Такое количество бензпирена не представляет опасности загрязнения биосферы [2, 8, 12].

Исследованиями ряда ученых доказано положительное действие двуокиси углерода на рост и развитие растений. Положительное влияние углекислоты на рост корней отмечает, К.А. Блек (1973). Он сообщал, что скорость удлинения корней сои была больше, когда почва аэрировалась газовой смесью, содержащей 5% СО2, чем когда продували обычный воздух, содержащий 0,03% СО₂. К.К. Гедройц отмечал, что «растворимость угле солей кальция и магния находится в прямой зависимости от содержания углекислоты в почвенном растворе; поэтому все, что повышает содержание углекислого газа в почве, ускоряет естественный процесс «рассолонцевания». Поиск рационального решения этой задачи привел нас, как и предыдущих ученых (В.М. Бабушкин, А.И. Баранов), к решению использовать в качестве источника двуокиси углерода отработанные газы Д-245, очищенные дизельного двигателя НО уже посредством окислительного катализатора – нейтрализатора.

Проведенные нами исследования 2021-2022 гг. по очистке выхлопных газов посредством их пропуска через емкость с поливной водой, показали, что в результате очистки сажевые примеси выхлопных газов всплывали на поверхность зеркала воды в емкости, которые утилизировали путем их сбора сетчатым капроновым водозаборным фильтром. Результаты эксперимента показали положительную динамику развития плодов и растений огурца в сравнении с контрольными лунками без внесения СО₂ на 20...25. В КФХ (крестьянское фермерское хозяйство) «Выборнов», расположенного в Волгоградской области Ленинского района, где сотрудниками нашего отдела проводятся ежегодные исследования, была

смонтирована капельная система орошения, для полива овощных культур. Почва опытных участков светло каштановая в комплексе с солонцами. Водозабор системой капельного орошения осуществляется с оросительного канала посредством насоса и дизельного двигателя (Д-245). Разработав новый газоводозабор, МЫ пришли необходимости разработки оросительной системы на ее базе, которая позволит не только очищать выхлопные газы дизельного двигателя от токсических веществ, но и обогащать поливную воду очищенным углекислым газом. В результате активации поливной воды у нас появится возможность доставлять ее через капельные водовыпуски в почву, к корневой возделываемых Полив обогащенной системе растений. углекислым газом водой положительно скажется на структуробразовательные процессы солонцовых почв. Наши предложения сводятся к усовершенствованию функциональных возможностей систем малообъемного осуществляющих водозабор орошения, станциями от дизельных двигателей. Мы предлагаем доукомплектовать водозаборные устройства катализаторами, для обязательной очистки выхлопных газов.

Усовершенствование мелиоративной малообъемного системы орошения заключается в упрощении подачи активированной поливной воды углекислым газом посредством одновременного забора из канала воды и отработанных газов. Конструкция системы была основ упрощена, без ущерба подачи и транспортировки поливной воды, обогащенной углекислым газом на орошаемый участок. На рисунке 1 представлена усовершенствованная система орошения, отличающая от оросительной системы, представленной на рисунке 2 тем, что нами были исключены из конструктивной системы компрессор 6 для принудительной подкачки в трубопроводную систему подачи воздуха. Также был удален

конструкции оросительной системы смеситель 9 для обогащения воды с углекислым газом.

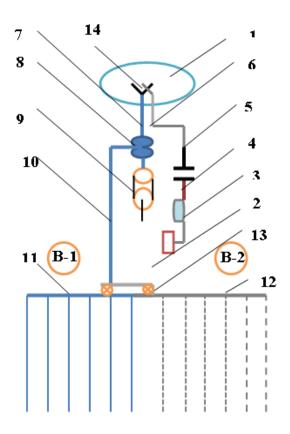


Рис. 1. Усовершенствованная система орошения для активации поливной воды углекислым газом

В-1- обычный полив; В-2 –полив с активацией поливной воды;

1 — водоисточник; 2- дизельный двигатель; 3 — катализатор; 4 — выхлопная труба; 5 — инжектор; 6 - газовый трубопровод; 7 — всасывающий трубопровод; 8 — насос улитка; 9 — ременная передача; 10 — транспортирующий трубопровод; 11— распределительный трубопровод для орошения поливной водой; 12 — распределительный трубопровод для полива активированной водой; 13 — водозапорный контролер; 14 — водозабор

Принцип работы усовершенствованной системы орошения с окислительным катализатором (рис. 1) как и оросительной системы с активацией поливной воды с СО₂ (рис. 3). Усовершенствование состоит в изменении конструкции оросительной системы, а именно в исключении из

устройства узла, для принудительного нагнетания давления в системе, т.е. компрессора, и вывода из системы смесителя. В усовершенствованной разработке системы орошения для полива солонцовых почвенных площадей, очищенный углекислый газ при подсоединении инжектора 5 через газовый трубопровод 6, подводится к водозаборному устройству 14 и посредством наоса 8 засасывается вместе с поливной водой в систему подачи воды по водоводам. По транспортирующему трубопроводу 10 вода подается в распределительные трубопроводы 11;12, а затем к водовыпускам поливных трубопроводов и в почву (рис. 1). При закрытом инжекторе происходит водозабор с захватом отработанных газов, и осуществляется полив с уже активированной поливноой водой (В-2). При открытой заслонке инжектора (С-1), производится обычный полив (В-1).

На рисунке 2 отображены: выхлопная труба дизельного двигателя с откидным инжектором (C-1) — газовыхлопная труба для отвода отработанных газов; 2 — откидной инжектор; 3 - шарнирное соединение, и C-2 с подачей водогазозаборного устройства: 1- водозаборный элемент; 2 — патрубок водозаборного элемента; 3 — патрубок газозаборного элемента; 4 — щели для забора воды;

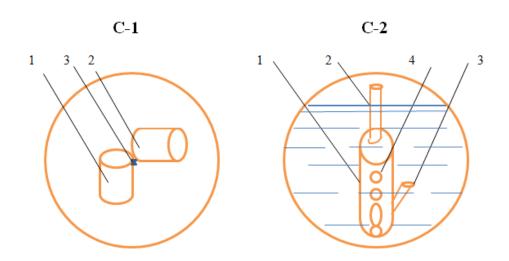


Рис. 2. Комплектующие устройства водогазозаборных элементов

Принцип работы водозабора расписан в абзаце «Принцип работы усовершенствованной системы орошения с окислительным катализатором».

На рисунке 3 представлена разработка условной схемы предыдущей системы малообъемного орошения. В конструкцию системы орошения входит узел газоочистки 6 и смесительное устройство 9 для активации углекислым газом поливной воды с доставкой ее по трубопроводам 7;10;11 на орошаемый участок.

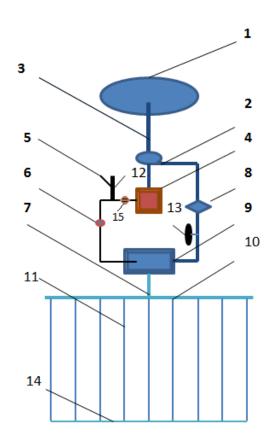


Рис. 3. Система орошения с компрессором и смесителем для для подачи активированной поливной воды в систему орошения

1 — оросительный канал; 2 — насос; 3 — всасывающий трубопровод; 4 — двигатель; 5 — инжекторная заслонка; 6 — компрессор; 7 — выходной трубопровод; 8 — фильтровальная станция; 9 — смеситель; 10 — распределительный трубопровод; 11 — поливные трубопроводы; 12 — вывод выхлопных газов; 13 — контролер; 14 — замыкающий трубопровод; 15 — окислительный катализатор

Принцип работы системы орошения: водозабор поливной воды осуществляется из оросительного сооружения 1 насосной станцией 2 при помощи дизельного двигателя 4, затем поливная вода пройдя через блок фильтровальной станции 8 поступает в смеситель 9. Выхлопные отработанные газы выбрасываются двигателем 4 внутреннего сгорания посредстством газораспределительного механизма через выхлопную трубу 12 в атмосферу. При правильном регулировании заслонки инжектора 5 установленной на выхлопной трубе 12, отработаные таксичные газы вместе с углекислым газом проходят узел очистки 15. Пройдя через катализатор нейтролизатор 15, очищенный на 98% углекислый газ попадает в смесительактиватор 9. В смесителе 9 углекислый газ перемешивается с поливной водой и поступает в распределительный трубопровод 10, затем через водовыпуски поливных трубопроводов 11 в почву. Для создания необходимого давления в смесителе на газовом трубопроводе установлен коммпрессор 6. При комбинированном орошении активированная вода посредством дисперсионных насадок попадает и на листовую поверхность возделываемых растений.

Заключение. Анализируя разработки вышепредставленных систем мы пришли к выводу, что целесообразно и более выгодно орошения использовать разработку представленной на рисунке 1, так как с изменением конструкции системы орошения, для полноценной работы достаточно ввести в систему орошения только катализатор для очищения отработанных газов от концерогеных и таксических веществ. Обогащенная поливная вода обеспечит улучшение химического состава почвы, повысит органического карбонатов, содержание вещества, растворимость труднодоступных фосфатов и основных элементов питания. Все это свидетельствует о повышении естественного плодородия в использования солонцовых почв. Прогнозируемый и уже наблюдаемый рост концентрации углекислого газа в атмосфере может оказывать влияние на растительный покров не только косвенно, изменяя климат, но и непосредственно воздействуя на скорость роста, размер и биомассу растений, интенсивность транспирации воды растениями, на биохимический состав почвы. Наличие углекислоты в почвенном воздухе способствует повышению растворимости не только карбоната кальция, но и труднорастворимых форм фосфатов почвы, что еще более важно. В дальнейших наших разработках планируется активация поливной воды углекислым газом полученным из атмосферы.

Список литературы

- 1. Бородычев В.В., Конторович И.И., Лытов М.Н. Научные разработки ВФ ВНИИГиМ // Мелиорация и водное хозяйство. 2014. № 5-6 С.8-10.
- 2. Бабушкин В.М.Мелиорация темнокаштановых солонцовых почв южного региона России / В.М. Бабушкин, А.И. Баранов // Монография. Новочеркаск 2007, С. 136-151.
- 3. Дубенок Н.Н., Майер А.В. Разработка систем комбинированного орошения для полива сельскохозяйственных культур // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса:. 2018. С. 9-19.
- 4. Соловьев Д.А., Журавлева Роботизированный оросительный комплекс "Каскад" // Аграрный научный журнал. 2020. № 1. С. 74-78.
- 5. Казакова Л.А. Окультуривание труднодоступных солонцов на орошаемых землях Нижнего Поволжья // Мелиорация и водное хозяйство. 2006. № 4. С. 45-47.
- 6. Казакова Л.А. Влияние сернокислого железа и навоза на воднофизические и химические свойства солонца // Тез, докл. К научн. Конфф. молодых ученых / ВГСХА-Волгоград, 1985. С. 80-82.
- 7. Кружилин И.П. Анализ факторов, вызывающих ощелачивание орошаемых солонцовых комплексов./ И.П. Кружилин., Л.А. Казакова // Научный обзор /ВНИИОЗ. Волгоград, 2006. 28 с.

- 8. Майер А.В. Система орошения для мелиорации светлокаштановых солонцовых почв // Известия Нижне-волжского агроуниверситетского комплекса. 2022. № 1. С. 20-27.
- 9. Морозова А.С., Гаврилова А.Н., Казакова Л.А. Мелиорация солонцов сернокислым железом, внесенным с поливной водой // Тез. Докл. VII Всесоюзн. Съезда общ. почвовед. Ташкент, 1985. Ч. 5. С. 24.
- Морозова А.С. Комплексный прием освоения солонцов. /А.С.
 Морозова, Л.А. Казакова // Земледелие . 1986. № 9. С. 19-21.
- 11. Кирейчева Л.В., Карпенко Н.П.Оценка эффективности оросительных мелиораций в зональном ряду почв // Почвоведение. 2015. № 5. С. 587.
- 12. Добрачев Ю.П., Соколов А.П. Модели роста и развития растений и задача повышения урожайности // Природообустройство.2016.№ 3.С.90-96.
- 13. Бочарников В.С. Новые приемы возделывания овощных культур в системе водосберегающего орошения /Бочарников В.С., Мещеряков М.П. // Овощеводство и тепличное хозяй-ство. 2014. № 4. С.54.
- 14. Мелихова Е.В. Математическое моделирование солевого режима при фертигации в почвогрунтах фрактальной структуры // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 2 (46). С. 249-255.
- 15. Nowak, R. S., Ellsworth, D. S., Smith, S. D. Functional responses of plants to elevated atmospheric CO2 Do photosynthetic and productivity data from FACE experiments support early predictions? // New Phytologist. 162. 2004. Pp. 253-280.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2023 г. Дата подписания в печать: 22.09.2023 г.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СВЧ-ИЗЛУЧАТЕЛЬЯ ДЛЯ БОРЬБЫ С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

Голубев Е. В., Серов А. Г.,

Голубев В. В., доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», г. Тверь, Россия

Внедрение СВЧ-излучения в технологию подготовки посевных площадей для выращивания сельскохозяйственных культур позволит увеличить эффективность борьбы с сорняками и снизить затраты труда и денег по сравнению с традиционными методами борьбы.

Цель работы — описать методику проведения лабораторных исследований при проведении опытов с СВЧ-излучателем. Исследования проводили в 2022-23 гг. в ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, в машинном зале на почвенном канале.

Методика описывалась в соответствии с методическими указаниями Г.А. Хайлис, М.М. Ковалев. Для уменьшения влияния дополнительных факторов применялся Использовался метод «чистых» опытов. планирования математический метод экспериментов, ЧТО позволит количество опытов при двухфакторном эксперименте, уменьшить количество повторностей -3.

В исследованиях используется в качестве материала сорная растительность – борщевик Сосновского (семена, корень, листва).

© Голубев Е. В., Серов А. Г., Голубев В. В., 2023 Для проведения опытов были выбраны основные факторы, влияющие на эксперимент: фактор A — высота расположения излучателя, прим. (10, 15, 20) см; фактор Б — исходная влажность материала. Откликом будет качество удаления влажности материала после воздействия СВЧ-излучения, %. Время проведения эксперимента T_{const} =10 мин.

Измерительные приборы для проведения эксперимента: линейка — измеряет высоту материла (семена, корень, листва) от почвы до магнетрона, датчик температуры — измеряет температуру почвы и материала, весы (граммовые) — измерить вес материала до и после обработки СВЧ-излучением, детектор СВЧ-излучения СЕМ DТ-2G — для контроля работы магнетрона, влагомер — измерение влажности почвы и материала, секундомер — определение работы СВЧ-излучателя с учетом времени проведения эксперимента.

Для проведения эксперимента материал должен заготавливаться не более чем за час до начала. Материал взвешивается на граммовых весах и данные записываются в журнал исследований. Влагомером находят исходную влажность в СР и также записывают в журнал. Подготавливают СВЧ-излучатель на почвенном канале и регулируют его, используя линейку, чтобы выставить высоту устройства до материала. Секундомером засекают время работы излучателя: T_{const} =10 мин. Датчиком температуры проверяют исходную температуру почвы на почвенном канале. Детектором излучения контролируют работоспособность магнетрона.

При завершении времени работы СВЧ-излучатель отключают, материал проверяю влагомером, потом на весах, датчиком температуры проверяют температуру в почве и материала, данные записывают в журнал экспериментов.

Список литературы

1. Изаков Ф Я. Нетрадиционные СВЧ-технологии для экологически чистого земледелия / Изаков Ф.Я, Полевик Н.Д, Жданов Б.В.

// Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Одесса: ОКФА, 1996. С. 22-24.

- 2. Калинин И.С. Методика и предварительные результаты исследования инновационного способа борьбы с борщевиком / Калинин И.С, Камынин П.С, Кудрявцев А.В., Голубев В. В. // Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Тверь, 2020. С. 212-217.
- 3. Полевик Н.Д. Методика и средства борьбы с сорной растительностью с использованием импульсных СВЧ-излучений / Полевик Н.Д. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Челябинск. 2007. С. 21-23.
- 4. Голубев Е.В. Методика экспериментальных исследований мобильного СВЧ-излучателя / Голубев Е.В., Голубев В.В., Аванесов В.Л. В сборнике: СТАРТ В НАУКЕ // сборник статей II Международного научно-исследовательского конкурса: в 2 ч. Петрозаводск, 2022. С. 216-221.
- 5. Голубев Е.В. Методика и лабораторная установка для СВЧ-излучения против сорных растений / Бабаев Ш.М., Голубев В.В., Голубев Е.В., Камынин П.С. // Развитие научно-инновационного потенциала аграрного производства: проблемы, тенденции, пути решения: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Тверь, 25 октября 2022 года. С. 33-35.
- 6. Хайлис Г. А. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных / Хайлис Г. А., Ковалев М.М. // М. Колос, 1994. 169 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 18.08.2023 г. Дата подписания в печать: 25.09.2023 г.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОСИЛКИ КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА ПРИ ВВОДЕ ЗАЛЕЖИ В ТВЕРСКОЙ ГСХА

Блинов Φ .Л.¹,

Васильев А.С. ¹, доктор сельскохозяйственных наук, Кудрявцев А.В. ¹, кандидат технических наук, доцент, Бабаев Ш.М. ², доктор технических наук, Антонова Е.Ю. ¹,

Голубев В.В. ^{1}, доктор технических наук 1 ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия 2 Азербайджанский ГАЦ, г. Гянджа, Азербайджан

В представленной работе проанализированы результаты исследования работы комбинированной косилки дискового типа, оснашённой рабочей поверхности. Разработанный вырезами на инновационный рабочий орган апробировался при вводе залежи Тверской ГСХА в весенне-летний период. Основной задачей являлось оценка изменения плотности поверхностного слоя почвы, в зависимости от убираемых, различных по размеру, трав и иной инвазивной растительности.

Исследования различных режущих аппаратов для малогабаритной сельскохозяйственной техники носят особенную актуальность в связи с использованием последних как в сельском хозяйстве и дорожном хозяйстве, так и на приусадебных участках. Немаловажную значимость занимают и режущие аппараты, а именно косилки навесные, различные по типу [1].

© Блинов Ф.Л., Васильев А.С., Кудрявцев А.В., Бабаев Ш.М., Антонова Е.Ю., Голубев В.В., 2023 В связи с развитием различных технологических исследований необходимо проведение инженерных экспериментов для изучения и разработки качественно функционирующих режущих аппаратов, которые будут превосходить существующие аналоги, поскольку необходимо расширять функциональные возможности техники, снизить трудоёмкость работников, уменьшать трудозатраты технологических процессов и повышать энергосбережение.

В рамках поддержки темы исследования 123032400094-4 «Оценка учёта урожайности зерновых и лубяных сельскохозяйственных культур в условиях культуртехнической мелиорации Тверского региона» и инженерного эксперимента «Светлая весна 2023», была исследована комбинированная косилка с бесподпорным резанием в соответствии с методиками полевого опыта [2]. Для исходных данных (таблица) определяется отклик — функция плотности на поверхности р, которая визуально представляется сечениями и исследуется на экстремум.

Одной из задач полевого исследования является анализ результатов инженерного эксперимента комбинированной косилки при вводе залежи в Тверской ГСХА.

Методы исследования. Исходные данные исследуемых факторов представлены в таблице.

Таблица Исследуемые факторы варьирования

Факторы	Нижний -1	Средний 0	Максимальный +1
Количество проходов, шт., x_1	1	2	3
Скорость перемещения, м/с (10 км/ч), x_2	2,5	2,6	2,7
Удельная нагрузка, H/cm^2 , x_3	20	40	60

Откликом в процессе полевого эксперимента принято изменение свойств поверхностного горизонта почвы на глубине до 150,0...200,0 мм.

Принятым откликом является плотность почвы (р). По предварительным данным, полученным в результате полевого опыта значения статистически обработаны, определены критерии Фишера, Стьюдента, Кохрена [3, 4].

Полученное регрессионное уравнение, составленное на основании программного комплекса Mathcad Prime — 3.0 [5] включает в себя следующие влияющие факторы (1).

 $ho = 1,25 + 0,2x_1 \cdot x_2 + 0,3x_1 \cdot x_3 + 0,5x_2 \cdot x_3 + 2,3x_1^2 - 7,2x_2^2 - 0,4x_3^2$. (1) Показатель плотности ρ представляет собой поверхность в трехмерном пространстве. Для ее визуального представления фиксируются поочередно средние значения факторов x_1, x_2, x_3 – получается 3 различных поверхности в трехмерном пространстве, соответственно, ρ_1, ρ_2, ρ_3 . А именно

$$\begin{split} \rho_1 &= 1,\!25 + 0,\!2 \cdot 2 \cdot x_2 + 0,\!3 \cdot 2 \cdot x_3 + 0,\!5 x_2 \cdot x_3 + 2,\!3 \cdot 2^2 - 7,\!2 x_2^2 - 0,\!4 x_3^2 \\ &= 10,\!45 + 0,\!4 \cdot x_2 + 0,\!6 \cdot x_3 + 0,\!5 x_2 \cdot x_3 - 7,\!2 x_2^2 - 0,\!4 x_3^2; \\ \rho_2 &= 1,\!25 + 0,\!2 x_1 \cdot 2,\!6 + 0,\!3 x_1 \cdot x_3 + 0,\!5 \cdot 2,\!6 \cdot x_3 + 2,\!3 x_1^2 - 7,\!2 \cdot 2,\!6^2 \\ &\quad - 0,\!4 x_3^2 \\ &= 47,\!22 + 0,\!52 x_1 + 0,\!3 x_1 \cdot x_3 + 0,\!13 x_3 + 2,\!3 x_1^2 - 0,\!4 x_3^2; \\ \rho_3 &= 1,\!25 + 0,\!2 x_1 \cdot x_2 + 0,\!3 x_1 \cdot 40 + 0,\!5 x_2 \cdot 40 + 2,\!3 x_1^2 - 7,\!2 x_2^2 - 0,\!4 \cdot 40^2 \\ &= 638,\!75 + 0,\!2 x_1 \cdot x_2 + 12 x_1 + 20 x_2 + 2,\!3 x_1^2 - 7,\!2 x_2^2. \end{split}$$

Результаты. Эти поверхности изображены, соответственно, на рисунках 1-3. Они представляют собой сечения поверхности отклика в виде $\rho(x_1, x_2, x_3)$ при различных значениях среднего уровня варьирования $x_1 = 2$; $x_2 = 2,6$; $x_3 = 40$.

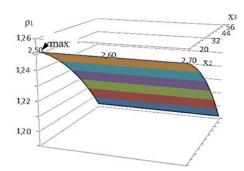


Рис. 1. Изменение плотности поверхностного слоя почвы средних значениях исследуемых факторов

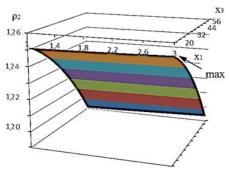


Рис. 2. Характер изменения плотности почвы при минимальных значениях исследуемых факторов

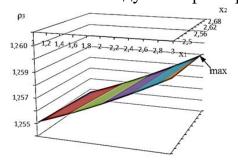


Рис. 3. Характер изменения плотности почвы при максимальных значениях исследуемых факторов

Для поиска оптимума ищем экстремум функции ρ /3/, во-первых, как безусловный экстремум, затем, ищем экстремум на границе задания переменных x_1 , x_2 и x_3 . Среди полученных значений выбираем наибольшее и наименьшее. Итак, приравниваем систему уравнений к нулю

$$\begin{cases} {\rho'}_{x_1} = 4,6x_1 + 0,2x_2 + 0,3x_3 = 0, \\ {\rho'}_{x_2} = 0,2x_1 - 14,4x_2 + 0,5x_3 = 0, \\ {\rho'}_{x_3} = 0,3x_1 + 0,5x_2 - 0,8x_3 = 0. \end{cases}$$

Отсюда находим точку $M_1(x_1,x_2,x_3)=(0;0;0), \rho_2=1,25.$

Затем полагаем $x_1 = 1$, получаем

$$ho_3=1,\!25+0,\!2x_2^2+0,\!3x_3^2+0,\!5x_2\cdot x_3^2+2,\!3-7,\!2x_2^2-0,\!4x_3^2.$$
 Находим

$$\begin{cases} \rho'_{3x_2} = 0.2 + 0.5x_3 - 14.4x_2 = 0, \\ \rho'_{3x_3} = 0.3 + 0.5x_2 - 0.8x_3 = 0. \end{cases}$$

Отсюда находим точку

$$M_2(x_1,x_2,x_3)=(1;0,027507;0,392192),
ho_3=3,611579.$$
 Полагаем $x_1=3$, получаем $ho_3=21,95+0,6x_2+0,9x_3+0,5x_2\cdot x_3-7,2x_2^2-0,4x_3^2;$

$$\begin{cases} \rho'_{3x_2} = 0.6 + 0.5x_3 - 14.4x_2 = 0, \\ \rho'_{3x_3} = 0.9 + 0.5x_2 - 0.8x_3 = 0. \end{cases}$$

Отсюда находим точку

 $M_3(x_1,x_2,x_3) = (3;0,08252;1,176575), \rho_3 = 2,50421.$

Полагаем $x_2 = 2,5$, тогда

$$\rho_4 = 1,25 + 0,5x_1 + 0,3x_1x_3 + 1,25x_3 + 2,3x_1^2 - 0,4x_3^2;$$

$$\begin{cases} \rho'_{4x_2} = 0,5 + 0,3x_3 + 4,6x_1 = 0, \\ \rho'_{4x_3} = 0,3x_1 + 1,25 - 0,8x_3 = 0. \end{cases}$$

Отсюда $M_4(x_1,x_2,x_3)=(0,20557;\ 2,5;\ 1,485411), \rho_4=42,873.$ Полагаем $x_2=2,7,$ имеем:

$$\rho_{5} = -50,758 + 0,54x_{1} + 0,3x_{1}x_{3} + 1,35x_{3} + 2,3x_{1}^{2} - 0,4x_{3}^{2};$$

$$\begin{cases} \rho'_{5x_{1}} = 0,54 + 0,3x_{3} + 4,6x_{1} = 0, \\ \rho'_{5x_{3}} = 0,3x_{1} + 1,35 - 0,8x_{3} = 0. \end{cases}$$

Отсюда $M_5(x_1,x_2,x_3)=(0,22202;\ 2,7;\ 1,604244), \rho_5=50,21.$ Полагаем $x_3=20,$ тогда

$$\rho_{6} = -158,75 + 0,2x_{1}x_{2} + 6x_{1} + 10x_{2} + 2,3x_{1}^{2} - 7,2x_{2}^{2};$$

$$\begin{cases} \rho'_{6x_{1}} = 0,2x_{2} + 6 + 4,6x_{1} = 0, \\ \rho'_{6x_{3}} = 0,2x_{1} + 10 - 14,4x_{2} = 0. \end{cases}$$

Имеем $M_6(x_1, x_2, x_3) = (1,33374; 0,67592; 20), \rho_6 = 159,372.$

Пусть $x_1 = 1$, $x_2 = 2$,5, тогда

$$\rho_7 = -40,95 + 0,3x_3 + 1,25x_3 - 0,4x_3^2,$$
 $\rho'_{7x_3} = 1,25 - 0,8x_3 = 0, \text{ T. e. } x_3 = 1,563,$
 $\rho_7(1;2,5;1,563) = \rho_7(1,563) = 39,5045.$

Пусть $x_1 = 3$, $x_2 = 2.5$, тогда

$$\rho_8 = -21,55 + 2,15x_3 - 0,4x_3^2,$$

$$\rho_{8x_3}' = 2,15 - 0,8x_3 = 0, \text{ T. e. } x_3 = 2,7,$$

$$\rho_8 = 18,66.$$

Пусть $x_1 = 1, x_2 = 2,7$, тогда

$$ho_9 = -48.4 + 1.65x_3 - 0.4x_3^2,$$
 $ho_{9x_3}' = 1.65 - 0.8x_3 = 0, \text{ T. e. } x_3 = 2.06,.$
 $ho_9(1; 2.7; 2.063) = -46.6964.$

Пусть $x_1 = 3$, $x_2 = 2$,7, имеем

$$\begin{split} \rho_{10} &= 1,\!25 + 0,\!2 \cdot 3 \cdot 2,\!7 + 0,\!3 \cdot 3 \cdot x_3 + 0,\!5 \cdot 2,\!7 \cdot x_3 + 2,\!3 \cdot 9 - 7,\!2 \cdot 2,\!7^2 \\ &- 0,\!4 x_3^2 = -28,\!92 + +2,\!25 x_3 - 0,\!4 x_3^2 \rho_{10_{\mathcal{X}_3}}' = 2,\!25 - 0,\!8 x_3 \\ &= 0 \text{ и } x_3 = 2,\!813, \\ \rho_{10}(3;2,\!7;2,\!813) = -25,\!7539. \end{split}$$

Пусть
$$x_1=1, x_3=20,$$
 тогда
$$\rho_{11}=-150,\!45+0,\!2x_3+10x_2-7,\!2x_2^2,$$

$$\rho_{11}'_{11}(1;0,694;20) = -146,839.$$
 Пусть $x_1 = 3, x_3 = 20$, тогда
$$\rho_{12} = 1,25 + 0,6x_2 + 18 + 20x_2 + 20,7 - 7,2x_2^2 - 160$$

$$= 120,05 + 20,6x_2 - 7,27x_2^2\rho_{12x_2}' = 20,6 - 14,4x_2 = 0,\text{т. e. }x_2$$

$$= 1,431,$$

$$\rho_{12}(3;1,431;20) = -119,625.$$
 Пусть $x_1 = 1,x_3 = 60$, отеюда
$$\rho_{13} = 1,25 + 0,2x_2 + 0,3 \cdot 60 + 0,5x_2 \cdot 60 + 2,3 - 7,2x_2^2 - 0,4 \cdot 60^2$$

$$= -1418,45 + 30,2x_2 - -7,2x_2^2\rho_{13x_2}' = 30,2 - 14,4x_2$$

$$= 0,\text{т. e. }x_2 = 2,097,$$

$$\rho_{13}(1;2,097;60) = -1386,78.$$
 Пусть $x_1 = 3,x_3 = 60$, тогда имеем
$$\rho_{14} = 1,25 + 0,6x_2 + 0,9 \cdot 60 + 0,5x_2 \cdot 60 + 2,3 \cdot 9 - 7,2x_2^2 - 0,4 \cdot 60^2$$

$$= -1364,05 + 30,6x_2 - -7,2x_2^2\rho_{14x_2}' = 30,6 - 14,4x_2$$

$$= 0,\text{ т. e. }x_2 = 2,125,$$

$$\rho_{14}(3;2,125;60) = -1331,54.$$
 Пусть $x_2 = 2,5,x_3 = 20$, тогда
$$\rho_{15} = 1,25 + 0,2x_1 + 0,3x_1 \cdot 20 + 0,5 \cdot 2,5 \cdot 20 + 2,3x_1^2 - 7,2 \cdot 2,5^2 - 0,4 \cdot 60^2 = -173,75 + 6,2x_1 + 2,3x_1^2,$$

$$\rho_{15x_1}' = 6,2 + 4,6x_1 = 0,\text{ т. e. }x_1 = -1,348 \text{ He подходит.}$$
 Пусть $x_2 = 2,5,x_3 = 60$, тогда
$$\rho_{16} = 1,25 + 0,2 \cdot 2,5x_1 + 0,3x_1 \cdot 60 + 0,5 \cdot 2,5 \cdot 60 + 2,3x_1^2 - 7,2 \cdot 2,5^2 - 0,4 \cdot 60^2 = -178,75 + 18,5x_1 + 2,3x_1^2\rho_{16x_1}' = 18,5 + 4,6x_1$$

$$= 0,\text{ т. e. }x_1 \text{ He подходит.}$$
 Пусть $x_2 = 2,7,x_3 = 20$, отсюда
$$\rho_{17} = 1,25 + 0,2 \cdot 2,7x_1 + 0,3x_1 \cdot 20 + 0,5 \cdot 2,7 \cdot 20 + 2,3x_1^2 - 7,2 \cdot 2,7^2 - 0,4 \cdot 20^2 = -184,238 + 6,54x_1 + 2,3x_1^2\rho_{17x_1}' = 6,54 + 4,6x_1$$

$$= 0,\text{ т. e. }x_1 \text{ He подходит.}$$
 Пусть $x_2 = 2,7,x_3 = 60$, тогда
$$\rho_{18} = 1,25 + 0,2 \cdot 2,7x_1 + 0,3x_1 \cdot 20 + 0,5 \cdot 2,7 \cdot 60 + 2,3x_1^2 - 7,2 \cdot 2,7^2 - 0,4 \cdot 20^2 = -184,238 + 6,54x_1 + 2,3x_1^2\rho_{17x_1}' = 6,54 + 4,6x_1$$

$$= 0,\text{ т. e. }x_1 \text{ He подходит.}$$
 Пусть $x_2 = 2,7,x_3 = 60$, тогда
$$\rho_{18} = 1,25 + 0,2 \cdot 2,7x_1 + 0,3x_1 \cdot 60 + 0,5 \cdot 2,7 \cdot 60 + 2,3x_1^2 - 7,2 \cdot 2,7^2 - 0,4 \cdot 6 = -1410,238 + 23,4x_1 + 2,3x_1^2\rho_{18x_1}' = 23,4 + 4,6x_1$$

$$= 0,\text{ т. e. }x_1 \text{ He подходит.}$$
 Пусть $x_2 = 2,7,x_3 = 60$, тогда
$$\rho_{18} = 1,25 + 0,2 \cdot 2,7x_1 + 0,3x_1 \cdot 60 + 0,5 \cdot 2,7 \cdot 60 + 2,3x_1^2 - 7,2 \cdot 2,7^2 - 0,4 \cdot 6 = -1410,238 + 23,4x_1 + 2,3x_1^2$$

Как показывают аналитические расчеты,

$$\begin{split} \rho_{\text{max}} &= \rho_3(3;\,0,08252;\,1,176575)\,,\,\text{где} \\ \rho_3 &= 1,25 + 0,2x_1x_2 + 0,3x_1\overline{x}_3 + 0,5x_2\overline{x}_3 + 2,3x_1^2 - 7,2x_2^2 - 0,4\overline{x}_3^2 = \\ &= 1,25 + 0,2x_1x_2 + 0,3x_1\cdot 40 + 0,5x_2\cdot 40 + 2,3x_1^2 - 7,2x_2^2 - 0,4\cdot 40^2 = \\ &= 638,75 + 0,2x_1x_2 + 12x_1 + 20x_2 + 2,3x_1^2 - 7,2x_2^2 \,. \\ \rho_{\text{max}} &= \rho_1(3;\,0,08252;\,1,176575) = 22,50421\,. \end{split}$$

Точка глобального экстремума (max) функции ρ выходит за пределы в таблице данных. После декодирования величин, получим действительную модель изменения плотности почвы от технологических характеристик инновационной дисковой косилки. Построим поверхность с точкой глобального максимума (рис. 4).

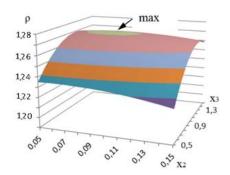


Рис. 4. Зависимость рационального значения плотности от исследуемых факторов

Выводы. На основании анализа рисунка 4 максимальное значение плотности почвы, соответствующее значению 1,27...1,29 г/см³ соответствует скорости перемещения в пределах 0,07...0,11 м/с.

Оптимальное значение плотности, не превышающее агротехнические требования по критерию переуплотнения (1,25...1,27 г/см³), наблюдается при увеличении скорости перемещения при одновременном снижении удельной нагрузки до 0,5...0,9 H/см². Отмечается, что сложно реализовать в процессе работы навесной косилки снижение удельной нагрузки по причине технологической необходимости её опоры на поверхность почвы.

Одним из технических решений оптимизации плотности поверхностного горизонта почвы в процессе уборки является применение навесных рабочих органов с координатным копированием рельефа и автоматизированной регулировкой высоты расположения режущего аппарата, в зависимости от уклона, поверхностного горизонта почвы, а также от высоты стеблестоя.

Следующим этапом исследований является определение технической возможности переоборудования косилки для возможного снижения удельной нагрузки на поверхность почвы.

Список литературы

- 1. Инновационные технологии заготовки высококачественных кормов / Н. В. Алдошин, А. С. Васильев, В. А. Тюлин [и др.]. Москва: ФГБНУ "Росинформагротех", 2020. 92 с.
- 2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
- 3. Хайлис Г.А., Ковалев М.М. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных М.: Колос, 1984. 174 с.
- 4. Казанцев В., Банкрутенко А. Полевой опыт и основные методы статистического анализа: Учебное пособие для студентов / Под редакцией В. П. Казанцева. Омск: Омский ГАУ, 2010. 209 с.
- 5. Блинов Ф.Л., Беляков А. И., Кудрявцев А.В. Программа и методика выполнения полевого эксперимента дренера при культуртехнической мелиорации // Образование, инновации, цифровизация: взгляд регионов: Сборник по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Тверь, 15 февраля 2022 года. Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2022. С. 352-355.

Дата поступления рукописи в редакцию: 18.08.2023 г. Дата подписания в печать: 25.09.2023 г.

ОЦЕНКА УЧЁТА УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ И ЛУБЯНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМАХ

Блинов Φ .Л.¹,

Васильев А.С., доктор сельскохозяйственных наук, Сизов И.В. , кандидат технических наук, доцент, Кудрявцев А.В. , кандидат технических наук, Голубев В.В. , доктор технических наук, Диченский А.В. , кандидат сельскохозяйственных наук догом во Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия догом д

Тверской регион имеет существенное значение площадей залежных земель. На залежные земли приходится 17,4 тысяч гектар, из которых 12,2 тысяч заняты многолетними насаждениями. Общая площадь мелиорированных земель составляет 255,9 тыс.га, из них: осущенных – 250,8 тыс. га, орошаемых – 5,1 тыс. га.

В последнее время всё больший научный и производственный интерес нацелен на ввод залежи в сельскохозяйственный оборот. Вовлечение указанных земель в сельскохозяйственный оборот, в том числе для удовлетворения нужд растениеводства, а в последующем и животноводства являются фундаментом повышения уровня производства сельхозпродукции в области.

© Блинов Ф.Л., Васильев А.С., Сизов И.В., Кудрявцев А.В., Голубев В.В., Диченский А.В., 2023 Вместе с тем, научно обоснованных технологических мероприятий, нацеленных на снижение энергоёмкости технологических процессов и повышение урожайности разработано недостаточно, применительно к вариабельности исходного состояния почвенного горизонта.

Существует несколько классификаций залежных земель, которые, в зависимости от вида, роста и возраста классифицируют по различным признакам. Наиболее часто встречающаяся классификация – по возрасту [1]. Схема полевых исследований, реализуемая в ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, мелкоконтурных делянках, а также производственном эксперименте в колхозе «Путь Ленина» Кашинского района, включала следующие варианты. Удаление сорной растительности — мелкого кустарника, древесной растительности, камней. Дискование двухкратное. Вспашка. Дренирование вдоль уклона поля. Повторность опыта трёхкратная, с рандомезированным расположением учётных деляной, площадь которых составляет не менее 50 м².

Возделываемые культуры – овёс, пшеница, техническая конопля, лён – долгунец. Основные сорта зерновых и лубяных культур на основании договорных отношений представлены ФГБНУ ФНЦ ЛК, г. Тверь.

Методика. Задачами исследования являлось определение зависимости изменения откликов от технологических операций по культуртехнической мелиорации; изменение физико-механических и технологических свойств почвенного профиля; точность определения урожайности по трём различным методикам.

В качестве основного отклика использованы показатели полевой всхожести и фактической урожайности, определяемой по валовому сбору и с применением средств цифровизации – размерным характеристикам колоса и переводными коэффициентами.

При этом, для обоснованного выбора методики по определению урожайности, был выполнен патентный поиск по вопросу её оценки различным методологическим аппаратом.

В соответствии с требованиями ГОСТ определено для отдельных видов растениеводческой продукции — травы, семена, треста различные методические подходы к определению урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур. Вместе с тем, для повышения точности и снижения трудозатрат по определению урожайности установлено ряд основных методов и способов её оценки. Так, биологическую урожайность возможно определять до уборки — глазомерно рандомизированным способом или расчётно-балансовым методом после фактического обмолота, с учётом сроков, режимов уборки и первичной обработки вороха.

Непосредственно фактическая урожайность определяется по чистой (фиксированной) массе выращенной сельскохозяйственной продукции, отнесённой к учётной посевной площади, весенней продуктивной (по показателю полевой всхожести) или убранной фактически.

В наших исследованиях принято определять полевую всхожесть семян, урожайность с применением мерной рамки и подсчётом количества ростков, а также дистанционных методов и средств цифровизации, в осенний период определяется фактическая урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур.

При этом, методологически определение полевой всхожести семян [2] осуществляется с применением рамки размером 50 х 50 см и метра с точностью до 1 мм с последующим расчётом по выражению

$$B_{\Pi} = (\frac{n}{H} \cdot P) \cdot 100, \tag{1}$$

где B_{Π} – полевая всхожесть семян, %;

n – количество проростков (густота всходов) на 1 м рядка, ш;

H – количество высеянных семян, шт;

P – ростковость семян, определяемая на седьмой день, %.

В свою очередь, эмпирически установлена зависимость между полевой всхожестью в весенней продуктивной площади и фактической урожайностью, определяемой по выражению [3]

$$Y_{BII} = Y_{\Phi II} \cdot K_{V}, \qquad (2)$$

где K_{V} – доля убранной площади в весенней продуктивной площади, %.

С применением беспилотных авиационных систем (БАС) по методикам, рекомендованным в [4, 5], а также результатам собственных исследований [6] выполнена фотосъёмка для последующей обработки с применением программных продуктов. Нами предлагается применение оперативного определения урожайности возделываемых культур с применением съёмок БАС, иных видеоустройств с дальнейшей обработкой полученных данных по известным алгоритмам. Проанализированные программные продукты позволили остановиться на одном из передовых алгоритмов (ВУР.РФ) [7].

Результаты. Общая программа выполнения экспериментального исследования на вводимой залежи площадью 5,0 га представлена в виде таблицы 1.

Определено, что перед началом работ преимущественное наличие сорной растительности на дерново-подзолистой почве – в виде борщевика Сосновского (10 %), мелкого кустарника (17 %), мелколесье возраста 12...15 лет (5 %).

Вследствие этого перед началом проведения обработки почвы, начиная с зимнего периода выполнено выкорчёвывание древесной растительности с последующим удалением в весенний период мелкого кустарника соответствующим комплектом сельскохозяйственных машин для культуртехнической мелиорации (рис. 1).

Отмечается, что в процессе обследования участков наблюдалось резкое повышение засорённости камнями (в сравнении с контролем), что

предопределило выполнение дополнительных технологических операций, связанных с их удалением и транспортировкой.

Таблица 1 Программа выполнения полевого опыта

Применяемая	Исследуемые	Значения и	сследуемых	Исследуемые	
машина для культуртехнич	факторы	Нижний	Средний	Верхний	отклики
еской мелиорации		-1	0		
ЛПМ – 1 с активными	Скорость перемещения, м/с	2,0	2,3	2,6	Твёрдость почвы, МПа
дисками	Глубина обработки, м	0,2	0,3	0,4	Влажность почвы, %
	Угол наклона стойки рабочего органа	0	5	10	Плотность почвы, г/см ³
ПЧ – 4,5 М со звёздчатым	Скорость перемещения, м/с	2,0	2,3	2,6	Энергоёмкость процесса, МДж
дренером	Глубина обработки, м	0,2	0,3	0,4	Коэффициент структурности, ед.
	Угол наклона стойки рабочего органа	0	5	10	Выравненность, см
БМКА – 3,0, с активной	Скорость перемещения, м/с	2,0	2,3	2,6	Гребнистость, см
игольчатой бороной	Глубина обработки, м	0,2	0,3	0,4	Полевая всхожесть растений, шт./м
	Угол наклона стойки рабочего органа	0	5	10	Дружность, %
Контроль	Без технологических мелиорации	операций 1	по культурт	Урожайность, ц/га	



Рис. 1. Предварительные технологические операции а – оценка засорённости залежи; б – удаление наземной растительности; в – удаление мелкого кустарника (до и после удаления)

При разметке границ опытных участков для учётных делянок использована малогабаритная сельскохозяйственная техника отечественного производства — минитрактор Уралец 224 и фреза почвообрабатывающая (рис. 2).



Рис. 2. Обработка границ участков

Поскольку смоделированы и реализованы эксперименты были на трёх различных участках (рис. 1) с различной учётной площадью (3,0 га, 2, га и 0.01 m^2), ошибка экспериментальных данных снижена.

После подготовительных технологических операций и первичной обработки почвы, в ряде случаев с применением противопожарного опахивания болотным плугом, выполнены основные технологические операции по культуртехнической мелиорации:

- обработка почвы чизельным плугом ПЧ-4,5 М, переоборудованным для работы с использованием звёздчатого дренерирующего рабочего органа (рисунок 3, а)
 - обработка почвы лугопастбищной машиной ЛПМ-1 (рисунок 3, б).





б

Рис. 3. Конструкции сельскохозяйственных машин для культуртехнической мелиорации при вводе залежи: а — дренирующий рабочий орган $\Pi \Psi - 4 M$; б — лугопастбищная машина $\Pi \Pi M - 1$

Сравнительные предварительно обработанные статистически данные по исследуемым откликам представлены в виде таблицы 2.

Таблица 2 Фрагмент предварительных данных исследуемого отклика

Номер опыта,	Полевая	Дружность	Фактическая		Фактическая	
норма высева	всхожесть,		урожайность – поле 1		урожайность – поле	
максимальная/	%				2	
норма высева			зерновых,	лубяных,	зерновых,	лубяных,
минимальная			ц/га,	ц/га,	ц/га,	ц/га,
Вариант 22	80/60	49	20/18	7,2/7,4	26,0/24,0	6,4/6,6
(после ПЧ)	(57/60)					
зерновые						
(лубяные)						
Вариант 43	74/60	22	13,0/12,6	6,4/6,8	13,6/13,	4,8/4,9
(после ЛПМ)	(45/52)					
Контроль	75/72	24	10/9,1	4,1/4,2	12,4/12,1	4,1/4,3
	(47/54)					

В процессе оценки урожайности определялась и засорённость в сравнении с исходным состоянием. Характеристики залежи после первого сезона ввода в сельскохозяйственный оборот представлена на рисунке 4.

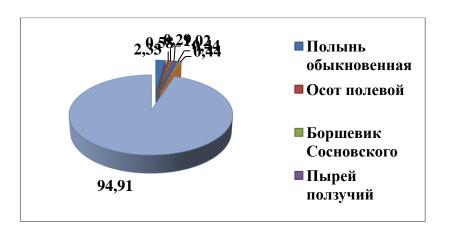


Рис. 4. Соотношение агробиологического разнообразия на залежи первого года ввода на яровой пшенице сорта Архат (сентябрь 2023)

Анализ рисунка 4 показывает, что даже после двух обработок после сорняков, их наличие имеет место быть в пределах 4...6 %.

Выводы. В качестве вывода следует указать, что перед началом выполнения работ, связанных с вводом залежи и возделыванием растениеводческой продукции, требуется спрогнозировать урожайность, исходя из многолетних исследований и накопленного теоретического и производственного опыта, предложенных в нормативно-технической документации, в зависимости от возделываемых сельскохозяйственных культур.

По предварительным данным, наиболее лучшие варианты по урожайности — применением дренирующего рабочего органа с использованием комплекса технологических мероприятий по первичной обработке почвы, при этом в сравнении с контролем урожайность повысилась до 12 % на зерновых и до 7…9 % на лубяных культурах. Следует отметить, что энергоёмкость на данном этапе не учтена.

Более точный, с точки зрения количества учтённых семян, является ручной (органолептический) способ определения, но вместе с тем, наиболее трудоёмкий. Оперативный способ оценки по размеру и цвету колоса,

возможно использовать лишь на стадии определения полевой всхожести, с учётом различных ракурсов.

В процессе выполнения серии полевого опыта было определено и изменение физико-механических и технологических свойств почвы перед началом ввода залежи и после уборки полученного урожая.

Следующим этапом работы является оценка изменения урожайности от исследуемых факторов по всем вариантам, а также установление точности определения дистанционным методом и базовым методом определения фактической урожайности.

Список литературы

- 1. Ильинов Е.А. Введение в оборот залежных земель // Аграрные конференции. 2018. № 12 (6). С. 42-48.
- 2. Созонтов А. В. Результаты определения физико-механических свойств почвы и полевой всхожести семян трав в условиях лабораторнополевых испытаний // Науке нового века знания молодых : Сборник статей 9-й научной конференции аспирантов и соискателей, Киров, 07 апреля 2009 года. Том Часть 2. Киров: Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. С. 50-53.
- 3. Леонов А. Н. Моделирование зависимости фактической урожайности зерновых от сроков посева и уборки / А. Н. Леонов, Л. Цинчжэнь // Агропанорама. 2018. № 4(128). С. 21-30.
- 4. Марченко А.А. Методы оценки урожайности Pinus koraiensis с применением БПЛА / А. А. Марченко, А. В. Иванов // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока : Материалы IV Национальной научно-практической конференции. В 4-х частях, Уссурийск, 11–12 ноября 2020 года Часть І. Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. С. 242-245.
- 5. Курченко Н.Ю., Ильченко А.Я. Алгоритм определения урожайности по ортофотоплану // Сельский механизатор. 2021. № 1. С. 5.

- 6. Фотограмметрия как способ цифровизации объектов / В. В. Голубев, И. В. Туманов, П. В. Морозов, И. Ю. Веселов // Студенческая наука к юбилею вуза : Сборник по материалам 50-й научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Тверь, 15-17 марта 2022 года. Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2022. С. 336-338.
- 7. Удотов А.Ю., Диченский А.В., Гриц Н.В. Цифровая АГРОПЛАТФОРМА «Ваш урожай» аспекты внедрения // Аспекты внедрения цифровых технологий в сфере аграрного производства: Материалы Международной научно-практической конференции, Тверь, 03 февраля 2022 года. Том 1. Тверь: ФГБНУ ФНЦ ЛК, 2022. С. 53-56.

Дата поступления рукописи в редакцию: 18.08.2023 г. Дата подписания в печать: 25.09.2023 г.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ ВВОДА ЗАЛЕЖИ

Иванов Н.И.¹, Синицин П.Г.¹, Алимурадов А.А.¹, Блинов Ф.Л.¹, Морозов П.В.²,

Голубев В.В.¹, доктор технических наук, профессор

¹ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, Тверь, Россия

²Тверской филиал МВД России им. В.Я. Кикотя

В условиях ввода залежи особое место занимают труднодоступные места — приближения к канавам, участки, граничащие с лесополосой. На данных площадях невозможна техническая эксплуатация машиннотракторных агрегатов для промышленного или сельскохозяйственного производства. Нами предлагается применение малогабаритной техники и минитракторов для ввода указанных участков в сельскохозяйственный севооборот.

Анализ технических решений по конструктивным особенностям минитракторов [1, 2, 3, 4] показал, что их превалирующее большинство производьтся в комплектации без крыши или даже навеса.

Требования к оснащённости минитракторов кабинами отражено в [5, 6, 7], в которых отмечается основное требование по шуму, обзорности и эргономике тракториста-машиниста.

© Иванов Н.И., Синицин П.Г., Алимурадов А.А., Блинов Ф.Л., Морозов П.В., Голубев В.В., 2023 Модернизация или установка крыши для малогабаритного трактора повышает эргономичность, способствует оптимизации удельной массы техники за счёт замены некоторых не несущих элементов конструкции.

Цель работы — модернизировать конструкцию минитрактора для обеспечения крепления навеса или монтируемой кабины.

Задачами исследования является испытание нескольких по конструктивным особенностям и технологическим решениям навесов или монтируемых кабин. Критерием оценки является не только безопасная техническая эксплуатация, но и повышение надёжности функционирования оператора.

Модернизация основывается на различных работах по улучшению эргономики, прочности и других конструкторских изменений. Для прочностных расчетов использовалась программа APM Win machine, которая позволяет построить 3D модель и на её основе выбрать любой материал, а также рассчитать нагрузку на его основные элементы.

Далее была предложена технологическая карта по замене ручного труда на использование модернизированного минитрактора с комплектом оборудования для ввода залежи — молотковая косилка с возможностью смещения относительно оси трактора, садовая фреза и двухкорпусный плуг, позволяющий осуществить обработку в труднодоступных местах и участках, граничащих с лесополосой (рис. 1).

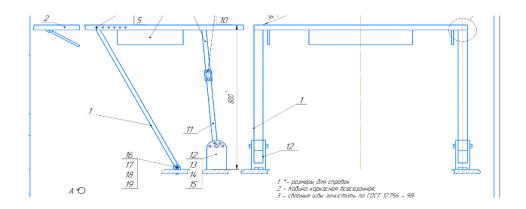


Рис. 1. Модернизированный навес на минитрактор Уралец 224

В расчетах использовалась низколегированная сталь, так как она лучше всего поддается сварке. Также сама конструкция обладает возможностью различных регулировок. При замене ручного труда мы сокращаем трудоемкость всего процесса и ускоряем его.

При установке самодельной, каркасной крыши мы можем использовать в качестве навеса тент, переработанный пластик или любые другие заменяемые и перерабатываемые материалы — это позволит сохранить окружающую среду, сэкономить средства и значительно облегчить конструкцию, так как они практически не уступают прочностным характеристикам некоторых металлов.

По завершению модернизации, мы получаем технику с самодельной крышей, которая обладает отличной прочностью при незначительном повышении массы в сравнении с производственным аналогом (рис. 2). При этом не только повышается комфорт тракториста-машиниста в обычных условиях работы, но имеется возможность производить ввод залежи и в условиях, отклоняющихся от оптимальных — в солнечную, дождливую или даже снежную погоду без нарушения технологического процесса.

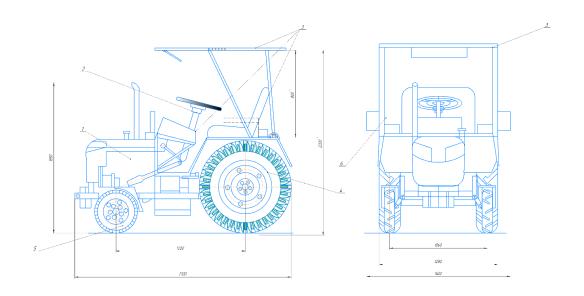


Рис. 2. Модернизированный минитрактор с навесом

В качестве заключения следует отметить, что направление, связанное с модернизацией кабины является актуальным, поскольку условия функционирования минитракторов разнообразны — от очистки снега в зимних условиях, до уборки высокостебельного борщевика Сосновского в весенне-летний период. В то время как применение химической обработки вблизи к водоёмам и лесополосам запрещено, механическая обработка позволяет щадящим образом не только ввести залежь в оборот, но и обеспечить безопасные условия технической эксплуатации машиннотракторных агрегатов.

Следующим этапом исследования является внесение изменений в технологическую карту для временного промежутка и экспериментальные исследования трёх вариантов навесов и монтируемых рам по оценке эффективности при вводе залежи, почвах, засорённых камнями и других тяжелых земляных участках.

Список литературы

- 1. Иовлев Г.А., Побединский В.В.Эксплуатационные свойства и мировой рынок минитракторов // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. 2021. № 3(11). С. 48-59.
- 2. Журавлев А.В. Обеспечение пассивной безопасности и улучшение условий труда водителя транспортных средств сельскохозяйственного назначения: автореф. дис. д-р технических наук Дзоценидзе Тенгизи Джемаливеч процессы и машины агроинженерных систем наук: 05.20.01. М., 2012. 6 с.
- 3. Лысенков Д.И. Повышение эффективности использования машинно-тракторных агрегатов рациональным их комплектованием: автореф. дис. д-р технических наук Старцев Сергей Викторович процессы и машины агроинженерных систем наук: 05.20.01. Саратов, 2009. 23 с.

- 4. Мухаммед С.У. Обоснование оптимальных параметров средств механизации обработки почвы в условиях Н. Р. Бангладеш: дис. процессы и машины агроинженерных систем наук: 05.20.01. М., 1984. 156 с.
- 5. ГОСТ 12.2.120-2015 «Система стандартов безопасности труда. Кабины и рабочие места операторов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин. Общие требования безопасности». М.: Стандартинформ. 2015. 20 с.
- 6. ГОСТ 12.2.121-2013 «Тракторы промышленные. Общие требования безопасности». М.: Стандартинформ. 2020. 12 с.
- 7. Гамалеев П.И. Обоснование параметров малогабаритного трактора в составе сельскохозяйственных агрегатов: дис. процессы и машины агроинженерных систем наук: 05.20.01. Барнаул, 1999. 34 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 18.08.2023 г. Дата подписания в печать: 25.09.2023 г.

МОНИТОРИНГ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ АГРОПОЛИГОНА ВНИИМЗ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Хархардинов Н.А.

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

Уровень грунтовых вод (УГВ) играет ключевую роль в сельском хозяйстве, поскольку влияет на плодородие почвы, доступность воды для растений и вероятность затопления сельскохозяйственных угодий. Известно, что на УГВ влияют такие факторы, как климат и погодные условия, геология и топография территории, растительность, использование удобрений и пестицидов, хозяйственная деятельность человека [1,2].

Урожайность сельскохозяйственных культур на осущаемых землях существенно варьирует в зависимости от глубины залегания грунтовых вод и при поддержании оптимальной влажности почвы с помощью дождевания. Понижение уровня грунтовых вод или повышение его, по сравнению с оптимальным значением, значительно снижает урожай [3,4].

В связи с этим мониторинг динамики уровня почвенно-грунтовых вод весьма важен для сельского хозяйства. На агрополигоне Губино ВНИИМЗ проводился мониторинг УГВ на осущаемых почвах. Почва опытного участка дерново-сильноподзолистая остаточно карбонатная глееватая. Ее гранулометрический состав на южном склоне и на вершине песчаносупесчаный, на северном склоне – супесчано-легкосуглинистый.

Почвообразующие породы имеют двучленный характер. На южном склоне средняя глубина подстилающей морены превышает 1 м, а на северном она залегает на глубине 0,5-0,6 м, а местами выходит на поверхность. Исследования проводились на агроэкологической трансекте длиной 1300 м.

трансектой Вариантами опыта служили пересекаемые агромикроландшафты (АМЛ), которые охватывают все микропозиции конечно-моренного транзитно-аккумулятивные (T-A)холма: 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 элювиальноаккумулятивные (Э-А) АМЛ плоской вершины, где происходит, как вертикальный нисходящий ток влаги, так и ее локальная аккумуляция в микропонижениях.

Схема опыта включала 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 грунтовых вод проводили в течение вегетационного периода (май-сентябрь) 2023 г. в центральных частях АМЛ в стационарных скважинах, глубиной 4 м с использованием общепринятой

методики. Результаты мониторинга обрабатывали с использованием компьютерной программы EXCEL 2007 (рисунок).

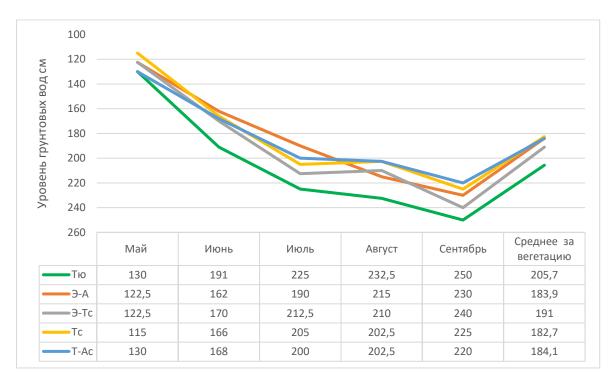


Рисунок. Средние значения результатов мониторинга УГВ в вегетативный период на объекте исследования в 2023 г.

Мониторинг показал, что УГВ постепенно снижается в течение вегетационного периода на всех сельскохозяйственных ландшафтах. Весной его средние значения, как правило, превышают 100 см, что обеспечивает активную работу дренажа. Летом УГВ резко снизился до 162 см и продолжил снижение до 240-250 см. Ближайший к поверхности УГВ в начале вегетации (115 см) отмечен в транзитном варианте северного склона, что соответствует оптимальному уровню ДЛЯ выращивания продовольственных культур на дерново-подзолистых почвах. На вершине холма (Э-А) отмечалось снижение УГВ, что объясняет вертикальный нисходящий поток влаги и характер песчаной подстилающей породы. В среднем за вегетацию уровень грунтовых был в пределах 182-191 см. Наиболее глубоко грунтовые воды залегали в варианте опыта (Т-Ю) –

южный склон трансекты, что объясняется действием местного базиса эрозии.

Выводы. Для обеспечения оптимального уровня грунтовых вод следует учитывать множество факторов. Понимание взаимосвязи между уровнем грунтовых вод и сельскохозяйственным производством позволяет принимать обоснованные решения, направленные на повышение урожайности культур и качества получаемой продукции.

Список литературы

- 1. Балун О.В., Шкодина Е.П., Яковлева В.А., Жукова С.Ю. Экологические режимы почв новгородской области, осущаемых открытым дренажем // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23. №3. С. 360-368.
- 2. Мусаев М.Р., Мусаева З.М., Магомедова А.А. Деградация орошаемых земель равнинной зоны Дагестана и пути выхода из ситуации // Юг России: экология, развитие. 2016.Т. 11. №4. С. 226-230.
- 3. Проведение научных исследований на мелиорированных землях избыточно увлажненной части СССР. Методические указания. Калинин: ВНИИМЗ. 1984. 161 с.
- 4. Рублюк М.В., Иванов Д.А., Карасева О.В. Влияние агроландшафтных условий на водный режим осущаемых земель Нечернозёмной зоны России // Достижение науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 8. С. 8-10.

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ПОГОДНЫЙ МОНИТОРИНГ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ АГРОПОЛИГОНА ВНИИМЗ С ПОМОЩЬЮ МЕТЕОСТАНЦИИ ATMOS 41

Хархардинов Н.А.

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

количество осадков. Кроме того, важным аспектом погодного мониторинга на осущаемых землях является измерение температуры воздуха [3].

Исследования проводились на осущаемых землях агроэкологического полигона ВНИИМЗ, который занимая площадь 50 га, расположен в пределах конечно-моренного холма с относительной высотой 15 м. Эти исследования позволяют лучше понять изменения изучаемых факторов во времени, на уровне отдельных участков и в пределах более общирных территорий. Для проведения погодного мониторинга на агрополигоне Губино ВНИИМЗ была установлена современная метеостанция ATMOS 41. Система позволяет формировать статистические отчеты метеонаблюдений за любой отрезок времени работы комплекса, проводить анализ погодных условий и экологической обстановки местности, получать данные о наблюдениях для проведения научных и исследовательских работ [3, 4].

Нами представлены результаты погодного мониторинга за вегетационный период сельскохозяйственных культур 2023 года.

© Хархардинов Н.А., 2023

Результаты обрабатывали с использованием компьютерной программы EXCEL 2007 (рис.1, рис. 2).

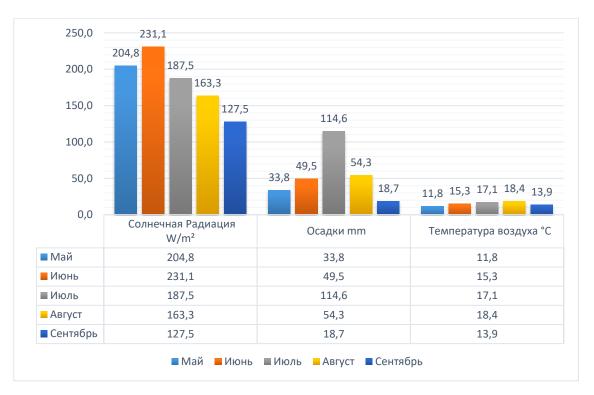


Рис.1. Среднесуточные данные с метеостанции ATMOS 41 на полигоне ВНИИМЗ в 2023 г.: солнечной радиации, осадков и температуры воздуха

Анализируя данные погодного мониторинга на агрополигоне, можно отметить, что самым теплым месяцем за вегетационный период 2023 г. был август со среднесуточной температурой воздуха $18,4^{\circ}$ C, а самый холодный – май $(11,8^{\circ}$ C).

Порывы ветра в ноябре увеличились до 5.04 м/с. Максимальная солнечная радиация зафиксирована в июне (231,1 Bт/м²). Самым дождливым в этом году был июнь, когда выпало 49,5 мм осадков. Самые сильные порывы и скорость ветра были в мае — 5 м/с и 2,2 м/с соответственно. Относительная влажность увеличилась с мая к сентябрю на 19 %.

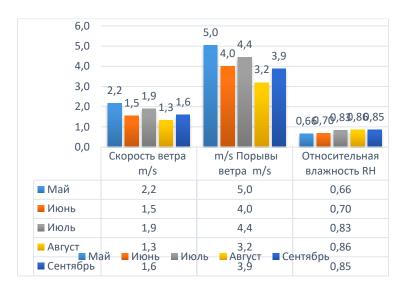


Рис. 2. Среднесуточные значения скорости, порывов ветра и относительной влажности в 2023 г.

Таким образом, с использованием метеостанции ATMOS 41 возможно проводить постоянную оценку состояния окружающей среды и, тем самым, обеспечивать процесс принятия управленческих решений и подготовку мероприятий в режиме реального времени.

Список литературы

- 1. Шевченко В.А., Матюк Н.С., Соловьев А.М. Плодородие мелиорированных земель Верхневолжья в зависимости от приемов основной обработки почвы // Плодородие. 2018. №6 (105). С. 33-36.
- 2. Кекало А.Ю., Нестерова Е.В., Немченко В.В. Влияние погодных условий в межфазные периоды вегетации на развитие листовых болезней яровой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2017. №9 (163). С. 8-15.
- 3. Панарин М.В., Ващу С.И., Соловей М.А. Экологическая метеостанция и система мониторинга SSoft:EcoMeteo // Инновации. 2014. № 10 (192). С. 10-12.
- 4. Универсальная метеостанция ATMOS 41 //URL:https://decagon.ru/environment/atmos-41

Дата поступления рукописи в редакцию: 14.08.2023 г. Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, ВНИИМЗ,

г. Тверь, 27 сентября 2023 года

Подписано в печать 20.11.2023. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$. Усл. печ. л. 26,27. Тираж 500. Заказ № 271. Издательство Тверского государственного университета. Адрес: 170100, г. Тверь, Студенческий пер. 12, корпус Б. Тел. (4822) 35-60-63.