



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)

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАДАЧИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ НАУКИ
НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ**

ЧАСТЬ 1

Материалы международной научно-практической конференции,
ВНИИМЗ, г. Тверь, 25 сентября 2020 года

ТВЕРЬ 2020

УДК 631.6; 631.4; 631.5; 631.8

ББК П065.9

С56

Ответственные за выпуск:

О.Н. Анциферова, кандидат сельскохозяйственных наук;

Т.Н. Пантелеева

С56 Современное состояние, приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях. Часть 1: материалы международной научно-практической конференции, ВНИИМЗ, г. Тверь, 25 сентября 2020 г. – Тверь: Тверской государственный университет, 2020. – 214 с.

В сборнике представлены материалы международной научно-практической конференции «*Современное состояние, приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях*» (Россия, ВНИИМЗ, г.Тверь, 25 сентября 2020 г.). На конференции рассмотрены приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях, освещены проблемы современных систем земледелия и инновационных агро- и биотехнологий, обсуждены вопросы управления плодородием почв, агромелиоративным состоянием и продуктивностью мелиорированных земель, отражены актуальные вопросы кормопроизводства в условиях мелиорации и эффективного использования почвенных и водных ресурсов.

Издается в авторской редакции

Подписано в печать 2.11.2020. Формат 60х84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. 12,4. Тираж 300. Заказ № 297.

Редакционно-издательское управление

Тверского государственного университета.

Адрес: 170100, г. Тверь, Студенческий пер. 12, корпус Б.

Тел. РИУ (4822) 35-60-63.

ISBN 978-5-7609-1581-8

ISBN 978-5-7609-1582-5

© Коллектив авторов, 2020

© ВНИИМЗ, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. Приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях

Рабинович Г.Ю. Вклад ВНИИМЗ в развитие аграрной науки. Перспективы развития. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г.Тверь, РФ</i>	6
Мееровский А.С., Филиппов В.Н. Проблемы эффективного использования торфяных почв Беларуси. <i>РУП «Институт мелиорации» НАН Беларуси, г.Минск, Республика Беларусь</i>	11
Иванов А.И. О роли мелиорации в рациональном использовании сельскохозяйственных угодий Нечерноземья. <i>ФГБНУ АФИ, Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения – Санкт-Петербургский ФИЦ РАН, г. Санкт-Петербург, РФ</i>	16
Шевченко В.А., Соловьев А.М., Попова Н.П. Нечерноземная зона: вовлечение неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот. <i>ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Москва, РФ</i>	21
Мигулев П.И., Сурайкин В.А., Никифоров М.В., Кудрявцев А.В., Голубев В.В. Результаты мониторинга при освоении залежных земель. <i>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, ФГБОУ «Тверской ИПК АПК», г. Тверь, РФ</i>	28
Рабинович Г.Ю., Митрофанов Ю.И. Формирование биологической активности осушаемой почвы под воздействием минимизации основной обработки. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, РФ</i>	33
Прокопьева К.О., Романенков В.А., Красильников П.В. Моделирование динамики почвенного углерода по данным длительного полевого опыта в Московской области. <i>МГУ им. М.В.Ломоносова, ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, г. Москва, РФ</i>	40
Артемьев А.Е., Петрова Л.И. Основные стратегические направления стабилизации земледелия и растениеводства АПК Тверской области. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г.Тверь, РФ</i>	46
Кудрявцев Н.А., Крутин А.А., Кудряшов О.Д., Имамейдинов М.Р., Хрыпов А.А. Современное состояние, задачи и перспективы интегрированного ограничения распространения гигантского борщевика, возможности его использования в народном хозяйстве России. <i>ФГБНУ ФНЦ Лубяных культур, г. Торжок, РФ</i>	51
Позднякова А.Д., Поздняков Л.А., Анциферова О.Н. Применение компьютерных программ при обследовании почвенного покрова. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, РФ</i>	59
Медведев А.В. Регионально-кластерный подход в развитии овощеводства (на примере Волгоградской области). <i>ФГБНУ ВНИИОЗ, г. Волгоград, РФ</i>	64

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

Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К. Влияние мощности пахотного слоя почвы на формирование урожая озимой тритикале. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, РФ</i>	71
---	----

Иванов Д.А., Рублюк М.В., Карасева О.В. Исследование влияния структуры агроландшафта на урожайность картофеля. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, РФ</i>	74
Рабинович Г.Ю., Тихомирова Д.В., Казьмин А.Е. Влияние удобрений и влажности почвы на урожайность картофеля сорта Гала. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г.Тверь, РФ</i>	78
Майер А.В. Совершенствование агротехнических приемов при орошении пропашных культур. <i>ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Волгоград, РФ</i>	83
Иванова Ж.А., Филиппов П.А. К вопросу об эффективности фотосинтеза и окупаемости удобрений в полевом и овощекормовом севооборотах. <i>ФГБНУ АФИ, г. Санкт-Петербург, РФ</i>	88
Акулинина М.А. Опыт выращивания огурца при капельном орошении в открытом грунте. <i>ФГБОУ ВО ВолГАУ, г. Волгоград, РФ</i>	92
Буряк С.М., Черникова О.В., Мажайский Ю.А. Влияние наночастиц меди на питательную ценность зеленой массы горохоовсяной смеси. <i>ФГБОУ ВО «Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева», ФКОУ ВО «Академия права и управления ФСИН», г. Рязань, РФ</i>	99
Иванов Д.А., Рублюк М.В., Карасева О.В. Исследование влияния структуры агроландшафта на урожайность овса. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, РФ</i>	103
Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К. Эффективность норм удобрений, рассчитанных на планируемый урожай яровой пшеницы по различным методам. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, РФ</i>	107
Фомичева Н. В., Булычева В.О. Влияние жидкого гуминового препарата Богум на продуктивность и качество яровой пшеницы. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, РФ</i>	112
Смирнова Ю.Д. Урожайность и вынос основных элементов питания при возделывании пшеницы с применением биопрепарата ЖФБ. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, РФ</i>	117
Любимова Н.А., Рабинович Г.Ю. Оценка влияния сочетаний биопрепарата ЖФБ и различных металлов на проращивание семян льна. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, РФ</i>	123
Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Курбанова З.К. Испытания новых гербицидных и защитно-стимулирующих препаратов в посевах льна. <i>ФГБНУ ФНЦ Лубяных культур, г. Торжок, РФ</i>	127
Мартынова А.А. Шумакова Р.А. Капельное орошение столовой моркови на грядах. <i>ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, Волгоградский филиал. г. Волгоград, РФ</i>	133
Выборнов В.В. Возделывание репчатого лука в Волгоградском Заволжье. <i>Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Волгоград, РФ</i>	140
Коновалов С.Н., Помякшева Л.В. Влияние доз удобрений и способов их внесения при капельном поливе на аккумуляцию тяжелых металлов растениями земляники садовой. <i>ФГБНУ ВСТИСП, г. Москва, РФ</i>	143

Помякшева Л.В., Коновалов С.Н. Влияние режимов фертигации при капельном орошении на аккумуляцию тяжелых металлов растениями земляники садовой. <i>ФГБНУ ВСТИСП, г. Москва, РФ</i>	149
Парашенко В.Н., Чижиков В.Н. Роль ингибитора нитрификации в повышении обеспеченности растений азотным питанием при возделывании риса в севообороте без многолетних трав. <i>ФГБНУ ФНЦ риса, г. Краснодар, РФ</i>	154
Скворцов С.С. Влияние стимуляторов роста и органоминеральных удобрений на урожайность льна-долгунца. <i>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, РФ</i>	159
Скворцов С.С. Комплексонаты микроэлементов в технологии возделывания яровой пшеницы. <i>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, РФ</i>	163
Иванов Д.А., Хархардинов Н.А. Зависимость урожайности соломы льна-долгунца от водно-физических свойств почв. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, РФ</i>	166
Иванов Д.А., Лисицын Я.С. Анализ факторной динамики развития агроценоза покровного овса в пределах агроландшафта. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, РФ</i>	169
Бородычев С.В. Высокая эффективность комбинированного орошения виноградных саженцев. <i>Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Волгоград, РФ</i>	174
Крутойаров А.А. Повышение продуктивности огурца в условиях регулируемого микроклимата. <i>Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, г. Волгоград, РФ</i>	180
Кудряшов О.Д., Крутин А.А. Природоподобная технология получения композиций продуктов, оздоравливающих человека, при использовании и контроле негативных явлений, проявляющихся в современном сельском хозяйстве. <i>ФГБНУ ФНЦ Лубяных культур, г. Торжок, РФ</i>	186
Медведева Е.В. Типизация земель Мещёрской низменности для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия. <i>ФГБНУ ВНИИ «Радуга», г. Коломна, РФ</i>	193
Рябичева Н.В. Орошение яблоневого сада интенсивного типа. <i>ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, г. Волгоград, РФ</i>	202
Меркучев А.В. Технология ввода земель в сельскохозяйственный оборот из залежи в центральной и восточной части Калининградской области. <i>ООО «Калининградская мясная компания», Калининградская область, РФ</i>	207

РАЗДЕЛ I. Приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях

УДК 631/635; 631.6

ВКЛАД ВНИИМЗ В РАЗВИТИЕ АГРАРНОЙ НАУКИ.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор

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

Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель был создан с целью проведения научных исследований в области аграрной науки, предназначенных для разработки всесторонних рекомендаций по обеспечению поступательного развития агропромышленного комплекса страны при сельскохозяйственном использовании обширных мелиорированных территорий. Основные изыскания института были направлены на Нечерноземную зону. Это было обусловлено не столько географическим расположением в самом сердце Нечерноземья, определившим работу ВНИИМЗ на предстоящие 4 десятилетия, а необходимостью получения ответа на волнующий в 70-е годы прошлого века вопрос о целесообразности масштабной осушительной мелиорации гумидной зоны России, проводимой государством в этот период. Действительно, прокладка дренажных сетей в зоне с непредсказуемым, скорее капризным климатом, требовала серьезного последующего наблюдения за состоянием посевов и получения доказательной базы, подтверждающей важность финансовых вливаний в мелиорацию.

Помимо ВНИИМЗ над вопросами развития аграрной науки с учетом мелиоративного подхода работали и в настоящее время продолжают трудиться учреждения и институты нашей страны разной ведомственной принадлежности. Однако направление деятельности ВНИИМЗ имело основополагающее отличие, поскольку все разработки выполнялись коллективом института исключительно на мелиорированных (осушаемых) землях. Полученные за годы работы результаты стали уникальной базой для последующего развития аграрной российской науки. Во всяком случае, результаты изысканий не позволяли усомниться в целесообразности государственной программы осушения в Нечерноземной зоне, так как оценка реакции почвы и произрастающей на ней культурной растительности свидетельствовала о том, что вложения были оправданы. В то же время, слу-

чившийся в последнее десятилетие провал программы мелиорации наложил определенные ограничения на выполняемые институтом разработки, многие научные направления были свернуты. Предоставленные сами себе мелиоративные сети стали разрушаться, а земли сельскохозяйственного назначения были выведены из оборота, постепенно превращаясь в заброшенные.

Тем не менее, осушаемые почвы до сих пор занимают определенное место в аграрном секторе экономики Нечерноземья, хотя, как известно, их потенциал используется крайне слабо, менее чем на 50%. Связано это с тем, что осушаемые земли Нечерноземной зоны постигла общая участь всего земельного фонда, поскольку практически повсеместно и из года в год он не досчитывался и не досчитывается в настоящее время удобрений и других мелиорантов, а также средств защиты растений. Благодаря этому поступающие в почву ограниченные дозы органических и минеральных удобрений уже не в состоянии компенсировать вынос с урожаем основных элементов питания растений. В результате продуктивность осушаемого гектара относительно его потенциальных возможностей резко снизилась (в 1,5-2,0 раза).

Естественно, что так дальше продолжаться не может, поэтому ВНИИМЗ рассчитывает на то, что в скором времени тренд движения вспять замедлится и начнется, вне всякого сомнения, восстановление Нечерноземной зоны. В этой связи многолетние наработки нашего института и его новые разработки, направленные на широкое использование осушаемых земель за счет стратегии интенсификации и дальнейшего развития агробιοтехнологий возделывания основных сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтных системах земледелия, будут востребованы самой жизнью.

Еще в 70-90-е гг. прошлого столетия ВНИИМЗ (в тот период Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственного использования мелиорированных земель) проводил научные изыскания, связанные с разработкой и внедрением интенсивных технологий возделывания на осушаемых землях зерновых культур с уровнем урожайности 3,5-4,5 т/га зерн. ед. и картофеля с уровнем урожайности 25-30 т/га клубней, а также технологий создания культурных сенокосов и пастбищ на мелиорированных землях с продуктивностью 4,0-5,0 тыс. корм. ед. с 1 га. Кроме того, институтом длительное время выполнялся комплекс агротехнических и мелиоративных мероприятий по повышению плодородия осушаемых

почв, способствующих формированию в них положительного баланса гумуса и питательных веществ, подкрепляемый снижением их выноса дренажными водами. Разработки института этого периода использовались не только в Калининской (Тверской) области, но, получив одобрение научного сообщества, были экстраполированы в другие регионы нашей страны, в которых была осуществлена осушительная мелиорация.

Под эгидой Российской академии сельскохозяйственных наук ВНИИМЗ работал с 1992 года по 2013 год. В этот период осуществлялся переход АПК страны на рыночные отношения, поэтому институт разрабатывал новую стратегию земледелия, в основу которой был положен адаптивно-ландшафтный подход к сельскохозяйственному использованию земли. Достижения института этого периода были весьма впечатляющими и связаны с разработкой:

- теоретических основ создания экологически сбалансированных ландшафтно-мелиоративных систем земледелия для гумидной зоны страны;
- адаптивных ресурсосберегающих технологий производства зерна, картофеля и кормов, включая адаптивные экономичные агротехнологии земледелия на осушаемых землях, обеспечивающие воспроизводство плодородия почв и повышение продуктивности осушаемых земель на 20-30%, а также системы кормопроизводства, обеспечивающие увеличение выхода сельскохозяйственной продукции и высокобелковых кормов с осушаемых земель на 15-20 %;
- технологий получения и применения биологически активных и экологически безопасных удобрений нового поколения и высокоэффективных биомелиорантов (твердофазных и жидкофазных), обеспечивающих улучшение всего комплекса свойств осушаемых почв;
- приемов биологизации земледелия, повышения плодородия мелиорированных земель и получения на их основе экологически чистой продукции растениеводства;
- приемов рационального использования осушаемых земель с торфяными почвами, обеспечивающих повышение продуктивности пойменных агроландшафтов.

Таким образом, институт осуществил ряд научных разработок, в которых в качестве конечных результатов выступили новейшие и улучшенные технологии, новые виды продукции, системы земледелия и кормопроизводства. Полученные результаты и в настоящее время не только представляют определенный интерес для развития практических вопросов аг-

рарной науки, но и вносят вклад в фундаментальные основы её различных направлений, включая общее земледелие, агрохимию, агрофизику, растениеводство, мелиорацию.

Достижения института получили высокую оценку научной общественности и государства. Разработки ВНИИМЗ по биоконверсии органического сырья, связанные с созданием удобрений нового поколения и обеспеченные внедрением как в России, так и в странах ближнего зарубежья, были удостоены Государственной премии РФ в области науки и техники за 2001 г. Технология получения удобрений нового типа (КМН) решением МСХ РФ позднее (2015 г.) была включена в перечень наиболее доступных технологий для внедрения в агропромышленном комплексе страны. Технология является одной из востребованных в сельскохозяйственном производстве, поэтому институт реализует её на коммерческой основе в виде комплекта документации, предоставлении заказчикам необходимого научного сопровождения, а также в осуществлении авторского надзора. В продолжение этого направления были разработаны научные основы овощеводства, связанные с получением при использовании твердо- и жидкофазных продуктов биоконверсии растениеводческой продукции с высоким антиоксидантным потенциалом, в связи с чем сотрудники института в составе авторского коллектива, состоящего из четырех крупных научно-исследовательских институтов, были удостоены премии Правительства РФ в области науки и техники за 2013 год.

В последние годы, в период реформирования науки, управление институтом с 2013 г. осуществляли ФАНО России, Минобрнауки, а с марта 2020 г. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», в состав которого ВНИИМЗ вошел в качестве филиала.

В 2016 г. институт разработал программу стратегического развития, цель которой заключалась во всестороннем продвижении фундаментальных и приоритетных прикладных научных исследований и получении новых знаний в области сельскохозяйственного использования мелиорированных земель в гумидной зоне РФ, в том числе в Тверской области, что могло послужить основой обеспечения технологического, экономического и социального развития сельскохозяйственного производства. Стратегическое планирование по каждому виду деятельности предполагало конкурентное преимущество института в реализации целей и задач научных исследований, стоящих перед коллективом. При этом сотрудники института четко понимали, что поставленные в программе развития задачи в полной

мере осуществить можно лишь при достаточном финансировании научно-исследовательской деятельности.

Основные направления стратегии развития института, его научного потенциала включали востребованные агропромышленным комплексом Российской Федерации разработки:

- усовершенствованные системы ландшафтно-мелиоративного земледелия, включающие агроэкологически обоснованные севообороты, почвозащитные технологии обработки почвы, комплекс систем управления водно-воздушным режимом, применение современных удобрений и средств защиты растений;

- региональная система земледелия нового поколения с учетом агроэкологического районирования и наработок точного земледелия на мелиорированных землях с учетом последующей экстраполяции в другие регионы Нечерноземья;

- система двойного регулирования мелиорированных площадей в условиях изменяющегося климата;

- система научно-обоснованного использования минеральных и органических удобрений в привязке к каждой культуре;

- стратегия производства и научно-обоснованного применения микробных препаратов и биоудобрений, оптимизирующих почвенное плодородие мелиорированных земель;

- инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур (картофеля, зерновых, многолетних трав) на основе использования принципиально новых ростостимулирующих биопрепаратов, способных обеспечивать требуемое по условиям импортозамещения качество растениеводческой продукции;

- обоснование введения в сельскохозяйственный оборот заброшенных земель мелиоративного фонда.

Отметим, что институт в последние годы проводил изыскания по всем обозначенным направлениям и, несмотря на серьёзный багаж накопленных знаний, прорывы и хороший задел, сделать это удалось лишь отчасти, в связи с изношенностью материально-технической базы, затрудняющей проведение опытно-экспериментальной деятельности и аналитической работы. ВНИИМЗ в настоящий период все свои надежды по дальнейшему развитию связывает с головной организацией, с объединением усилий специалистов, ученых разного профиля в получении результатов НИР мирового уровня. Связано это, прежде всего, с тем, что результаты

научной деятельности ВНИИМЗ обладают высоким потенциалом для последующего развития и коммерциализации. Институт имеет возможность проводить предварительную апробацию всех, особенно востребованных практикой сельского хозяйства инноваций (агротехнологий возделывания различных сельскохозяйственных культур и биотехнологических разработок, включающих получение био- и гуминовых удобрений, биопрепаратов для растениеводства и кормопроизводства) на опытном полигоне с минеральными почвами в Тверской области с целью их продвижения в агрохозяйства гумидной зоны, а также на торфяных участках Яхромской поймы, отведенных под сельскохозяйственную эксплуатацию в Московской области.

Полновесное выполнение институтом обозначенных и смежных направлений НИР должно показать, насколько эти направления смогут выполнить свою стратегическую миссию, связанную с сохранением и воспроизводством плодородия мелиорированных земель, а также с повышением урожайности при улучшении качества продукции стратегически важных сельскохозяйственных культур. Конкурентоспособность планируемых разработок должна быть такого уровня, чтобы разработанные и внедряемые агро- и биотехнологии были востребованы, а институт в составе ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» смог принять самое активное участие в решении ряда важнейших для страны задач, направленных на обеспечение её продовольственной безопасности и на связанное с ней импортозамещение.

УДК 631.445.12(476)

ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

Мееровский А.С., д.с.х.н., профессор

Филиппов В.Н., к.с.-х.н.

*РУП «Институт мелиорации» Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь*

В составе сельскохозяйственных земель Беларуси 13,1% (1003,8 тыс. га) занимают осушенные торфяные почвы [1]. Наибольшие их площади сосредоточены в районах Белорусского Полесья, где они являются основой землепользования и во многом определяют состояние аграрной экономики. Продолжительность использования торфяных почв в сельском хозяйстве республики от 30 до 150 лет, большей части – от 40 до 60 лет. В агроланд-

шафтах торфяные почвы представляют относительно новые и особенные по сравнению с зональными дерново-подзолистыми образованиями. Их отличительными чертами с агроэкологической точки зрения являются следующие:

- высокое содержание органического вещества и почвенного азота;
- относительно высокая водообеспеченность от уровня грунтовых вод;
- высокая амплитуда температур в поверхностном слое почвы;
- своеобразие микроэлементного состава торфа;
- высокая скорость эволюции.

На начальном этапе освоения вследствие низкого содержания подвижных P_2O_5 и K_2O наблюдалось резкое нарушение баланса элементов питания растений. Важная природная особенность болот Беларуси и осушенных почв – преобладание мощности торфа менее 1 м и почти повсеместное подстиление песчаными породами.

Мы располагаем следующими материалами мониторинга состояния торфяных почв:

- систематизация и обобщение почвенно-картографических обследований сельскохозяйственных земель в масштабе 1:10000, выполненных в 1957-1964, 1968-1986, 1986-1998, 2005-2015 гг.;
- результаты агрохимического картографирования почв, начиная с 1965 г.;
- анализ результатов полевых опытов научных учреждений;
- результаты работы сельскохозяйственных предприятий, в землепользовании которых преобладают или имеют высокий удельный вес торфяные почвы.

Мелиорация болот в Беларуси неизменно проводилась с активным научным обеспечением. Ярким примером этого была Западная экспедиция по осушению болот (1872-1902 гг.), в которой в различном качестве принимали участие А.И.Воейков, К.С. Веселовский, В.В. Докучаев, А.Ф. Миддендорф, Г.И. Танфильев, Э.И. Эйхвальд и другие ученые. В дальнейшем с образованием и функционированием Минской опытной болотной станции, а позднее созданного на ее основе Всесоюзного НИИ болотного хозяйства (в настоящее время – Институт мелиорации Национальной академии наук Беларуси) сложилось новое научное направление – мелиоративное земледелие и луговодство, которое на протяжении продолжительного времени концентрировало внимание на различных аспектах использования торфяных почв. Наиболее крупными его представителями были А.Ф. Флеров,

А.Т. Кирсанов, Н.Ф. Лебедевич, Г.И. Лашкевич, И.С. Лупинович, С.Г. Скоропанов, Б.Б. Бельский, В.И. Белковский. На основании многолетних опытов определились основные слагаемые системы земледелия: состав сельскохозяйственных культур и их место в севообороте, подсистемы обработки почв, удобрений, защиты растений. Производство на большей части осушенных земель воспринимало научные разработки и практически демонстрировало значительное преимущество осушенных торфяных почв в сравнении с зональными дерново-подзолистыми, особенно песчаными и рыхло-супесчаными. К тому же на торфяных почвах не вносились органические и азотные минеральные удобрения, что существенно улучшало экономические показатели растениеводства.

Первые тревожные сигналы о неблагополучии состояния торфяных почв в Беларуси появились во время активной мелиорации земель с преобладанием торфянисто- и торфяно-глеевых почв с мощностью торфа в неосушенном состоянии менее 0,5 м. Мелиорация болот в республике развивалась таким образом, что до середины 60-х годов XX в. осушались преимущественно мощные с среднемощные торфяные почвы. Но в период особенно больших объемов мелиоративных работ таких болот уже стало не хватать. Справедливости ради, следует сказать, что среди ученых были сомнения и возражения целесообразности осушения торфянисто- и торфяно-глеевых почв. Но победила мелиоративная стратегия, главным аргументов которой было, что данные почвы значительно плодороднее зональных. Полагаем, что в исходном состоянии это положение соответствовало действительности. Наиболее активные и масштабные работы по мелиорации болот пришлось на 1966-1985 гг., когда осуществлялась Государственная программа комплексной мелиорации земель. За это время площадь осушенных торфяных почв в Беларуси выросла в 1,6 раза и превысила миллион гектаров.

Из табл. 1 видно, что в этот период осушались в основном маломощные торфяные почвы. Их площадь выросла почти в 5 раз и составила 637,3 тыс. га (61,2% от всех органогенных). После 1990 г. новое осушение болот в Беларуси практически прекратилось и все изменения почвенного покрова происходили на ранее мелиорированных торфяных почвах. За последние 30 лет проведено два тура картографирования почв. О чем свидетельствуют их результаты? Общая площадь осушенных сельскохозяйственных земель с органогенными почвами в Республике Беларусь характеризуется относительной устойчивостью. В среднем она составляет 1037,7 тыс. га с

максимальным отклонением $\pm 3,3\%$. Наибольшая трансформация касается почв с содержанием органического вещества менее 50%. Их площадь увеличивается, а удельный вес в составе органогенных приближается к трети.

Таблица 1. Динамика сельскохозяйственных земель Беларуси на торфяных почвах, тыс. га

Группы торфяных почв по мощности торфа, м	1965 г.		1985 г.		2000 г.		2015 г.*	
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Маломощные (до 1)	131,4	20,8	637,3	61,7	580,9	54,4	474,6	47,3
Среднемощные (1-2)	385,2	60,8	264,5	25,4	249,9	23,4	177,1	17,6
Мощные (более 2)	116,8	18,4	76,3	7,3	47,2	4,4	38,3	3,8
Антропогенно-преобразованные (дегторфяные) с содержанием органического вещества менее 50%	-	-	63,1	6,1	190,2	17,8	313,8	31,3
Всего сельскохозяйственных земель на торфяных почвах	633,4	100	1041,2	100	1068,2	100	1003,8	100

* Источник [2]

При сельскохозяйственном использовании торфяных почв расход органического вещества – объективен и неизбежен. Темпы расхода зависят от многих факторов, главные из которых – гидротермические условия, водный режим и возделываемые культуры. В 50-летних исследованиях Полесской опытной станции (Брестская область) в среднем ежегодное уменьшение органического вещества торфа в расчете на 1 т производимой продукции при внесении минеральных удобрений в севообороте (зерновые – 41,7%, пропашные – 25, многолетние травы – 33,7%) составило 1,38 т. При проектировании мелиоративных систем на торфяных почвах выполняется оценка темпов расхода органического вещества. Однако учесть все, что влияет на этот процесс невозможно. Обобщение экспериментальных данных Н.Н.Бамбалова [3] показывают, что в республике среднегодовое уменьшение органического вещества составляет при возделывании зерновых культур 6 т/га, пропашных – 9,8, многолетних трав – 3,6 т/га. Разница – очень существенна. Изменение качественного состава торфяных почв и накопление информации по их использованию подтолкнули еще в 1970 г. к принятию постановления ЦК КПБ и Совета Министров БССР, регламентирующего сельскохозяйственные направления эксплуатации торфяных почв. В этом плане Беларусь была первой республикой в составе СССР. Основные положения, касающиеся использования торфяных почв, остаются актуальными до настоящего времени и зафиксированы в Законах Республики Беларусь «О мелиорации земель» (2008 г.) и «Об охране и исполь-

зовании торфяников (2019 г.). Таким образом, законодательная база рационального ведения сельского хозяйства на торфяных почвах создана.

Результаты картографирования осушенных земель свидетельствуют о существенной трансформации почвенного покрова. Исходя из балльной оценки торфяных почв, различающихся по мощности органогенного слоя, снизился их агробиологический потенциал. Балл плодородия почв с мощностью торфа 50-100 см равен 63, а точно таких же, но с содержанием органического вещества от 50 до 20% – 42. Однако коррелируют ли эти данные с продуктивностью почв? В многолетних опытах вышеупомянутой Полесской станции мощность органогенного слоя уменьшилась с 69 до 26 см, содержание органического вещества с 91,5 до 14,7%, а продуктивность сельскохозяйственных культур практически не изменилась (табл. 2).

Таблица 2. Динамика продуктивности торфяных почв

Культуры	Среднегодовой сбор сухого вещества (т/га). Фон -РК				
	1964-1970	1971-1982	1983-2008	2009-2010	1964-2010
Многолетние травы (бессменно)	5,9	6,6	7,2	6,9	6,8
Севооборот: зерновые – 33% пропашные – 17% многолетние травы – 50%	5,6	6,3	6,3	6,4	6,2
Пропашные (бессменно)	5,0	5,2	5,7	6,4	5,5

Учитывая, что в сельскохозяйственном производстве быстро увеличиваются площади органогенных почв с содержанием органического вещества менее 50%, Институтом мелиорации НАН Беларуси проведены разносторонние исследования на сильноминерализованных торфяных почвах [4]. Содержание органического вещества в них менее 10%, достигнутая продуктивность – в диапазоне от 6,2 до 9,3 т/га кормовых единиц. При этом четко установлена необходимость и безальтернативность новых по сравнению с торфяными почвами агротехнологий практически по всем позициям.

В Республике Беларусь исторически активно велись научные исследования по проблемам использования торфяных почв. Однако, как указывалось, им свойственна высокая скорость трансформации режимов и свойств. 50 лет назад имели избыток минерального азота и острый дефицит подвижных форм фосфора и калия, в настоящее время ни о каком избытке азота речь уже не идет, а средневзвешенное содержание подвижных P_2O_5 и K_2O по республике составляет, соответственно, 381 и 463 мг/кг.

Основные положения и требования к системам земледелия на торфяных почвах разработаны [5-6]. Но как почвы нуждаются в постоянном мониторинге, так и агротехнологии требуется совершенствовать и обновлять. Только при этом можно обеспечить их продуктивное долголетие. Агробиологический потенциал торфяных почв Беларуси далеко не исчерпан. Он позволяет вести высокоэффективное сельскохозяйственное производство.

Библиографический список

1. Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь / В.Г. Гусаков [и др.]; редкол. : В.Г. Гусаков (гл.ред.) [и др.] / Нац.акад.наук Беларуси, М-во сел.хоз-ва и продовольствия Респ. Беларуси. – Минск: Беларус.навука, 2020. – 688 с.
2. Осушенные торфяные и деградированные почвы в составе сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. Пособие / В.В. Лапа [и др.]; под общ. Ред. В.В.Лапа; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 215 с.
3. Бамбалов, Н.Н. Агрогенная эволюция осушенных торфяных почв / Н.Н. Бамбалов // Почвоведение. – 2005. – 1. – с. 29-37.
4. Продуктивность антропогенно-преобразованных сильноминерализованных торфяных почв и их плодородие / Л.Н. Лученок [и др.] // Мелиорация. – 2010. – 1(63). – с.147-157.
5. Методические указания по дифференцированному использованию и охране агроландшафтов Полесья с органогенными почвами / РУП «Науч.-практ. Центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т мелиорации», УО «Белорус.гос.ун-т». – Минск : Изд. Центр БГУ, 2008 – 71 с.
6. Эколого-экономическое обоснование мелиорации торфяно-болотных комплексов и технологии их рационального использования / Н.Г. Ковалев [и др.]; под общ.ред. проф Ю.А. Мажайского. – Рязань : ФГБОУ ВПО РГАСУ, 2012. – 302 с.

УДК 631.6:58

О РОЛИ МЕЛИОРАЦИИ В РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Иванов А.И.*, ** д. с.-х. н., проф., чл.-корр. РАН

**ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»,*

г. Санкт-Петербург, Россия

***«СевероЗападный Центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения – Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук»,*

г. Санкт-Петербург, Россия

Сельское хозяйство Нечернозёмной зоны понесло в последние 25 лет серьёзные потери во всех сферах деятельности и обеспечения, но наиболее тяжёлые – в социальной. Обезлюдение деревни приняло такие масштабы,

что сельское народонаселение всего Северо-Запада России численно сравнялось с населением территории Псковской области в начале 20 века (около 2 млн. чел). Данный нам природой в этом регионе биоклиматический потенциал мы используем в среднем лишь на 5 % и на 16 %, если в расчет принять только посевные площади и, даже, в относительно преуспевающей Ленинградской области – только на 25 % от возможного (Иванов с соавт., 2016). Расчеты показывают, что при его реализации хотя бы на 60% региональное земледелие способно обеспечить продовольствием втрое превосходящее по численности население. Но для этого необходимо преодолеть серию негативных факторов. Во-первых, к настоящему времени регион уже лишился 42 % сельскохозяйственных угодий, только три области Северо-Запада утратили почти полмиллиона гектаров пашни. Во-вторых, уровень хозяйственного использования имеющихся земельных ресурсов крайне низкий. Под посевами фактически занято лишь 55 % пашни, а средний уровень её зарастания древесно-кустарниковой растительностью составляет, по нашим данным, 48 %. В-третьих, состояние осушительного мелиоративного комплекса, занимающего в Нечерноземье 3,6 млн. га, неудовлетворительное (Дубенок, 2017).

Фактологической основой для суждений в этом сообщении стали открытые данные статистической отчетности МСХ РФ, Росреестра, результаты мониторинговых исследований ФГБНУ АФИ и полевых экспериментов выполненных в ФГБНУ АФИ и СЗЦППО – СПб ФИЦ РАН.

По данным дистанционного мониторинга, выполненного по разработанной в АФИ методике, в Ленинградской области нормативный режим осушения обеспечивается лишь каждой пятой осушительной системой. Более 80 % систем уже вышли за предельные нормативные сроки эксплуатации. В результате регулярное переувлажнение отмечается на 54 % сельскохозяйственных угодий, а четверть площади – подвержена вторичному заболачиванию (Иванов, Янко, 2019).

Неумолимы и скрытые от глаз деградационные процессы в почвах. Наиболее критичны для земледелия они в отношении подкисления и утраты доступного калия (Сычѳв, 2019). Доля почв нуждающихся в известковании уже достигла 44 %, а в интенсивном применении калийных удобрений – 32 %. Независимо от характера использования земель, под действием промывного водного режима наши почвы подкисляются на 0,03 ед. рН ежегодно. Уже известны факты, когда из-за низкого содержания кальция в молоке производители не могут изготовить качественные сыры, а из-за не-

достатка калия в овощах их практически невозможно сохранить. И, несмотря на то, что в Агрофизическом институте за последние годы разработаны десятки новых более дешевых и эффективных так называемых сыро-молотых мелиорантов, реальные объёмы их применения совершенно не соответствуют уровню проблемы.

На этом негативном фоне быстро ухудшаются и физические свойства наших дерново-подзолистых почв. Выщелачивание оснований под действием промывного водного режима вызывает диспергацию коллоидов, усиливая лёссиваж и разрушение почвенной структуры. Это ускоряет её уплотнение, трансформирует, сужая, поровое пространство, заметно ухудшая водно-физические свойства почвы. Их способность пропускать сквозь себя избыток воды снизилась в среднем в три раза. Если в 80-е годы одна и та же почва утрачивала несущую способность после трех ливневых дождей, то сегодня в условиях отказа от воспроизводства её плодородия – уже после одного ливня.

И, наконец, всё резко усугубляется погодно-климатическими изменениями, свидетелями которых мы являемся. С одной стороны, может показаться, что отмечаемое потепление сулит рост биоклиматического потенциала и продуктивности земель и это, конечно, так. Результаты метеонаблюдений в Меньковском филиале АФИ за последние 15 лет показывают, что среднесуточная температура вегетационного периода возросла с 12,9 до 14,6°C, а сумма осадков с 348 до 518 мм. Это вызвало увеличение суммы активных температур почти на 230°C, биоклиматического потенциала – на 12%, гидротермического коэффициента на 28 % (с 1,8 до 2,3 ед.).

Однако обратной стороной медали является усиление гумидности климата и обострение рисков погодно-климатических аномалий. Вероятность благоприятной погоды в начале вегетации Нечерноземье практически приблизилась к нулю. В 8 годах из десяти в мае-июне засухи, в 2 – холода и переувлажнение. В каждом третьем году созревание культур и уборка идут на фоне избыточных, преимущественно, ливневых дождей. Последствиями такой погоды в 2016 и 2017 гг. в Ленинградской области стало сокращение производства зерновых на 19%, овощей – на 31%, картофеля – на 38%. Вероятность повтора такого негативного погодного сценария, что случился в 2016 г. (необычно продолжительная беззаморозковая волна холода в начале вегетации, задержавшая развитие культур на 2 недели и штормовые осадки во второй половине августа) меньше, чем у повторного попадания снаряда в одну воронку, тем не менее, он произошёл в 2017 г.

И всё же, при надлежащем уходе за осушительными системами и их эффективной работе в это же самое время озимые и многолетние травы чувствовали себя вполне удовлетворительно, а уборка хоть и с немалыми проблемами, но проводилась на всей площади. По данным ситуационных экспериментов, осушительная мелиорация сократила уровень потерь урожая картофеля при уборке в 2,9 раза, обеспечив превосходство в хозяйственной продуктивности культуры в 72%, а в рентабельности – в 129% (Иванов, Конашенков, 2018).

Прямым следствием весьма частых, хотя и менее проблемных для товарного производства, является снижение биологической продуктивности культур. Больше других от поздневесенних-раннелетних засух страдают многолетние травы (недобор урожая в первом укосе часто достигает 50-80 %) и яровые зерновые, особенно, ячмень. Выполненное с использованием новых малообъёмных технологий орошение посадок капусты белокочанной повысило её продуктивность в 2,4-2,9 раза, а окупаемость действующего вещества удобрений в среднем – в 2 раза.

В сущности, своеобразным бичём сельхозугодий у нас является древесно-кустарниковая растительность, отвоёвывающая у крестьянина землю со скоростью от 5 до 20 см в год при обычных условиях и в десятки раз быстрее - в залежи. Современные масштабы зарастания сельскохозяйственных угодий ДКР таковы, что для решения насущных задач темпы освоения зарастающих земель в Нечерноземье должны составлять не менее 300 тыс. га в год. Геоботаническое исследование, в т.ч. с использованием дистанционного зондирования показало, что средний запас надземной биомассы ДКР на наших полях сегодня составляет на каждом гектаре 132 т. Справиться с таким объёмом можно лишь корчевкой, измельчением, преобразованием в золу через стадию евродров или в такой новый мелиорант, как биоуголь. Эксперименты показывают, что все продукты переработки ДКР, заделанные в почву без применения традиционных мелиорантов снижают продуктивность трав. Применение их в комплексе с сыромолотым доломитом и птичьим помётом меняет ситуацию в корне. Прибавка продуктивности достигает уже 30 %. Особенно высока отдача от их совместного применения с биоуглём. Если при сжигании 100 т биомассы выбросы углекислого газа с каждого гектара составляют 51 т, то при её обугливания – только 10, т.е. сокращаются в пять раз, а в сравнении с корчевкой – в 4,6 раза (Иванов, Соколов, Иванова, 2020).

Но основная мера оценки сегодня – это экономическая эффективность. Дешевле всего и выгоднее осваивать залежь своевременно, не запуская её под ДКР. Это рентабельность в 73 %. Работа с древесно-кустарниковой растительностью сокращает её в 2-3 раза, а производство и применение биоугля окупается только через четыре года. Кратному улучшению показателей экономической эффективности способствует прямая реализация молока и молочных продуктов на продовольственном рынке, а не продажа молочному комбинату. В этом случае рентабельность уже исчисляется сотнями процентов, применение биоугля окупается за полтора года, а среднегодовой чистый доход от мелиоративного освоения 1 га за-кустаренной залежи увеличивается с 9,7 до 80,5 тыс. руб.

И самое главное, социологическое исследование в курируемых нами фермерских хозяйствах показало, что освоение 22 гектаров залежи под овощные культуры или 37 гектаров – под кормовые обеспечивает работой и доходом достаточным для рождения одного ребёнка – нового деревенского жителя. В условиях современных масштабов обезлюдения (социального опустынивания) деревни в Нечерноземье этот факт является убедительным подтверждением необходимости скорейшей разработки и реализации Федеральной целевой программы развития Нечерноземья.

Таким образом, ельское хозяйство Нечернозёмной зоны России обладая колоссальным, данным природой, но неиспользуемым агроресурсным потенциалом. Мелиорация в сочетании с современными геоинформационными прецизионными технологиями позволяет не просто рационально использовать земли, но и решать вопросы продовольственной, экологической безопасности, социального и экономического статуса нашей деревни. Конечно, это требует от нас быстрых и обоснованных решений в части правового, нормативно-технического, финансового, кадрового обеспечения. Всё это правильнее сделать в рамках специальной ФЦП по Нечерноземью. Очевидно, здесь будет не обойтись без тотальной инвентаризации мелиоративного комплекса, гармонизации правового обеспечения с лесным, водным и градостроительным кодексами, разработки и принятия федерального и региональных законов о мелиорации, разработки нового нормативно-технического обеспечения, формирования специализированных высокотехнологичных мелиоративных предприятий, решения кадрового вопроса. Но только так, мы сможем быть спокойны перед своими потомками, что не предали вековых моральных устоев российского крестьян-

ства, никогда не допускавшего и мысли возможного обогащения отцов за счет грядущей бедности сыновей и внуков.

Библиографический список

1. Дубенок, Н.Н. Состояние и перспективы развития мелиорации земель в Российской Федерации [Текст] / Н.Н. Дубенок // Мелиорация и водное хозяйство. 2017. №2. С.27-31.
2. Иванов, А.И. Агротехнические аспекты реализации биоклиматического потенциала Северо-Запада России [Текст] / А.И. Иванов, А.А. Конашенков, Ж.А. Иванова, В.А. Воробьев // Агрофизика. 2016. № 2. С. 35-44.
3. Иванов, А.И. Снижение зависимости земледелия Северо-Запада России от погодноклиматических аномалий: проблемы и решения [Текст] / А.И. Иванов, А.А. Конашенков // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 5. С.32-37.
4. Иванов, А.И. Агроэкологическая эффективность освоения закустаренных залежных земель на Северо-Западе РФ [Текст] / А.И. Иванов, И.В. Соколов, Ж.А. Иванова // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 2. С. 21-26.
5. Иванов, А.И. Мелиорация как необходимое средство развития земледелия Нечерноземной зоны России [Текст] / А.И. Иванов, Ю.Г. Янко // Агрофизика. 2019. №1. С.67-78.
6. Сычев, В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования [Текст] / В.Г. Сычев. М.: РАН, 2019. 325 с.

УДК 631.61

НЕЧЕРНОЗЕМНАЯ ЗОНА: ВОВЛЕЧЕНИЕ НЕИСПОЛЪЗУЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ

Шевченко В.А., д-р с.-х. наук, член корр. РАН;

Соловьев А.М., д-р с.-х. наук, профессор;

Попова Н.П. канд. с.-х. наук, доцент

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова», г. Москва, РФ

Нечерноземная зона объединяет 32 субъекта Российской Федерации. В экономическом делении в зону принято включать четыре федеральных округа: Северо-Западный, Центральный (частично), Приволжский (частично) и Уральский, представленный Свердловской областью.

Площадь земель сельскохозяйственного назначения Нечерноземной зоны составляет 49581,6 тыс. га или 12,9 % от площади земель сельскохозяйственного назначения страны [1]. Наиболее продуктивные земли сосредоточены в более южных субъектах (Орловская, Тульская, Рязанская и др. области), но даже в этих регионах почвенно-климатические условия считаются не вполне благоприятными для устойчивого ведения сельскохозяйственного производства. Решающее значение в повышении продуктивности сельскохозяйственных угодий принадлежит комплексной мелиорации

земель, масштабное проведение которой осуществлялось в 70-80 гг. прошлого столетия. В те годы выход продукции с мелиорированных угодий в 1,5...3,4 раза превышал продуктивность немелиорированной пашни [2]. В настоящее время, в силу различных неблагоприятных социальных экономических процессов, происходящих на протяжении более 30 лет в отрасли, многие ранее мелиорированные земли вышли из сельскохозяйственного оборота и не используются в производстве. Постепенно большая часть таких угодий утратила плодородные свойства: увеличивается кислотность почвы, наблюдается переувлажнение и подтопление, снижается содержание гумуса. Отдельной проблемой является повсеместное зарастание залежных угодий сорной, а также древесно-кустарниковой растительностью. Именно поэтому важнейшей задачей агропромышленного комплекса является предотвращение дальнейшего развития деграционных процессов на неиспользуемых землях, возвращение наиболее перспективных из них в сельскохозяйственный оборот, а также восстановление работы мелиоративных систем.

В настоящее время в производстве используется лишь 69,8% (2808,737 тыс. га) от общей площади мелиорированных земель Нечерноземья, из которых на долю осушенных земель приходится 2444,475 тыс. га, орошаемых - 364,262 тыс. га (рис. 1). На этой площади производится до 78% овощной продукции, около 27% кормов для животноводства и до 10% картофеля [2].

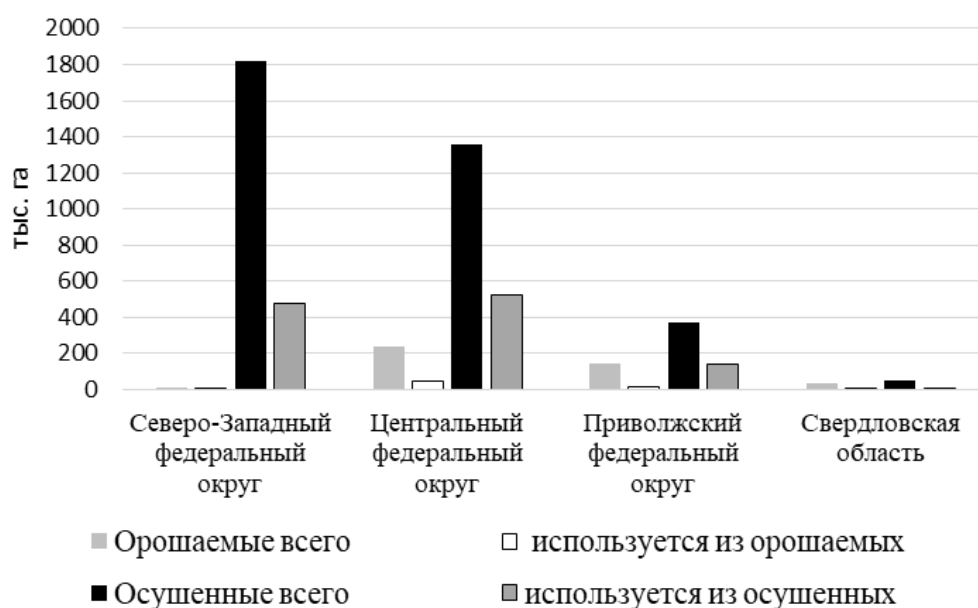


Рис. 1. Соотношение используемых и неиспользуемых мелиорированных земель Нечерноземной зоны, тыс. га (по данным Министерства сельского хозяйства РФ за 2019 г. [1])

При включении в оборот мелиорированных земель необходимо провести комплексный анализ экономической и экологической целесообразности возврата таких угодий, включающий полевое обследование территории с целью выявления степени деградационных процессов, в том числе степени зарастания древесно-кустарниковой растительностью. Площадь зарастания, а также возраст древесно-кустарниковой растительности являются важнейшим фактором экономической целесообразности возвращения неиспользуемых угодий в оборот, т. к. связан с наибольшими финансовыми и временными затратами, требует профессиональной техники и уровня подготовки специалистов [3].

Согласно исследованиям, все ранее мелиорированные земли, вовлекаемые в повторный сельскохозяйственный оборот, по степени зарастания условно можно разделить на 4 группы:

1. Земли, недавно выбывшие из производственного цикла (не более 5 лет), заросшие исключительно сорной травянистой растительностью (полынь, пырей, осот, осоки и др.). Запасы надземной травянистой биомассы не превышают на них 30 т/га. Их следует осваивать в первую очередь, поскольку они не нуждаются в ликвидации древесно-кустарниковой растительности.

2. Вновь осваиваемые земли, заросшие травянисто-кустарниковой растительностью с диаметром стеблей до 4 см и покрытые кочками, с запасами надземной биомассы до 60 т/га, не используемые в сельскохозяйственном производстве от 5 до 10 лет. Такие земли условно можно отнести ко второй очереди освоения.

3. Земли, выбывшие из сельскохозяйственного использования 10-25 лет, заросшие сорной травянистой растительностью, кустарником и молодой порослью березы, осины, ольхи, сосны с диаметром стволов до 9 см. Запас надземной биомассы – до 90 т/га, повторное введение в оборот этих земель требует значительных материальных затрат. Они относятся к третьей очереди освоения.

4. Земли, преимущественно заросшие молодым, плотно растущим мелколесьем с диаметром стволов более 10 см, выбывшие из производственного цикла более 25 лет, с запасами надземной биомассы более 100 т/га. Эту категорию вводить в оборот нецелесообразно из-за больших экономических и временных затрат на культуртехнические мероприятия и подготовительные работы по оптимизации водного, воздушного, кислот-

ного и питательного режимов почвы. Такие земли целесообразно переводить в другие категории земель.

Исходя из проведенного нами анализа данных по вовлекаемым в сельскохозяйственный оборот угодьям, следует, что в среднем по Нечерноземной зоне 29,6% (20 тыс. га) залежных, ранее орошаемых земель, относится к I категории и не требуют для освоения больших материальных затрат. Кроме этого, 29,3% (23,1 тыс. га) аналогических земель относится ко II категории, поскольку наряду с травянистой растительностью на них присутствуют кустарники. В сумме земли I и II категории занимают 58,9% (43 тыс. га) при освоении ранее орошаемых и 53,2% (609 тыс. га) при вовлечении в повторный оборот ранее осушенных сельскохозяйственных угодий. Земли III категории, условно пригодные для повторного освоения, занимают 28,1% (4,1 тыс. га) у орошаемых и 29,3% (344,8 тыс. га) – у осушаемых, а земли IV категории, которые следует переводить в другие категории – 13,0%(10,5 тыс. га) и 17,5% (184,9 тыс. га) соответственно.

Общая площадь земель I категории (орошаемые + осушаемые) в целом по Нечерноземной зоне составляет 256,7 тыс. га; II – 395,6; III – 367,6 и IV – 195,4 тыс. га, что составляет в сумме 1215,5 тыс. га. Отсюда следует, что на земли I и II категорий приходится 652,4 тыс. га (53,2 % осваиваемых залежей), а на земли III категории – 367,6 тыс. га (или 30%) (табл. 1).

Таблица 1. Возможные площади освоения ранее мелиорированных земель Нечерноземной зоны в зависимости от категории зарастания растительностью, тыс. га

№ п/п	Субъект РФ	Категории зарастания растительностью			Всего
		I	II	III	
1	2	3	4	5	6
Северо-Западный федеральный округ					
1	Республика Карелия	11,314	9,094	3,342	23,750
2	Республика Коми	14,784	13,474	4,771	33,029
3	Архангельская область	17,724	15,563	5,659	38,946
4	Ненецкий автономный округ	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Мурманская область	4,772	3,647	1,281	9,700
6	г. Санкт-Петербург	-	-	-	-
7	Ленинградская область	23,835	24,236	22,310	70,381
8	Новгородская область	9,114	15,160	14,931	39,205
9	Псковская область	13,111	19,970	19,242	52,323
10	Вологодская область	24,733	29,400	22,718	76,851
11	Калининградская область	19,297	37,021	36,899	90,217
Итого по СЗФО		135,684	167,565	131,153	434,402

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Центральный федеральный округ					
12	Брянская область	2,935	4,393	7,447	14,775
13	Владимирская область	7,249	16,298	16,678	40,225
14	Ивановская область	2,642	4,871	5,091	12,604
15	Калужская область	2,109	4,550	4,656	11,315
16	Костромская область	4,563	6,377	5,908	16,848
17	Московская область	10,347	26,976	28,138	65,461
18	г. Москва	-	-	-	-
19	Орловская область	0,287	1,311	1,812	3,410
20	Рязанская область	2,867	22,050	21,962	46,879
21	Смоленская область	25,410	25,423	27,128	77,961
22	Тверская область	16,145	47,610	48,021	111,776
23	Тульская область	0,821	2,141	2,148	5,090
24	Ярославская область	12,856	15,708	15,157	43,721
Итого по ЦФО		88,231	177,708	184,126	450,065
Приволжский федеральный округ					
25	Марий Эл	0,519	1,357	1,368	3,244
26	Мордовия	0,000	0,000	0,000	0,000
27	Кировская область	20,378	26,147	28,188	74,713
28	Нижегородская область	3,283	11,596	11,898	26,777
29	Чувашия	0,340	2,748	2,888	5,976
30	Пермский край	3,355	3,486	3,232	10,073
31	Удмуртская Республика	0,343	0,519	0,539	1,401
Итого по ПФО		28,218	45,853	48,113	122,184
Уральский федеральный округ					
32	Свердловская область	4,574	4,557	4,270	13,401
ВСЕГО:		256,707	395,683	367,662	1020,052

При освоении ранее мелиорированных земель II и III категории обязательно следует применять повышенные дозы арборицидов и увеличивать кратность обработок. В настоящее время наибольшее распространение для использования в качестве арборицидов получили гербициды на основе 2,4 Д и глифосата, наиболее эффективным из которых является «Раундап»; расход рабочего раствора составляет 50...75 л/га при авиационной обработке и 200...250 л/га при наземном опрыскивании. Необходимые объемы внесения арборицидов «Раундап» при его однократном применении с целью освоения выбывших из оборотаранее мелиорированных земель по субъектам Нечерноземной зоны представлены в табл. 2.

**Таблица 2. Необходимые объемы применения арборицида «Раундап»
при освоении выбывших из сельскохозяйственного оборота ранее
мелиорированных земель по субъектам Нечерноземной зоны, т**

№ п/п	Субъект РФ	Объемы применения по категориям зарастания земель, т			Всего, т
		I	II	III	
Северо-Западный федеральный округ					
1	Республика Карелия	42,428	39,104	16,042	97,574
2	Республика Коми	55,440	57,938	22,901	136,279
3	Архангельская область	66,465	66,921	27,163	160,549
4	Ненецкий автономный округ	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Мурманская область	17,895	15,682	6,143	39,726
6	г. Санкт-Петербург	-	-	-	-
7	Ленинградская область	89,381	104,215	107,088	300,684
8	Новгородская область	34,178	65,188	71,669	171,035
9	Псковская область	49,166	85,871	92,362	227,399
10	Вологодская область	92,749	126,420	109,046	328,215
11	Калининградская об- ласть	61,114	159,021	177,115	397,250
Итого по СЗФО		508,816	720,360	629,535	1858,711
Центральный федеральный округ					
12	Брянская область	11,006	18,890	35,746	65,642
13	Владимирская область	27,184	70,081	80,054	177,319
14	Ивановская область	9,908	20,945	24,437	55,290
15	Калужская область	7,909	19,565	22,349	49,823
16	Костромская область	17,111	27,421	28,358	72,890
17	Московская область	38,801	115,997	135,062	289,860
18	г. Москва	-	-	-	-
19	Орловская область	1,076	5,637	8,698	15,411
20	Рязанская область	10,751	94,815	105,418	210,984
21	Смоленская область	95,288	109,319	130,214	334,821
22	Тверская область	60,544	204,723	230,501	495,768
23	Тульская область	3,079	9,206	10,214	22,499
24	Ярославская область	48,210	67,544	72,753	188,507
Итого по ЦФО		330,867	764,143	883,804	1978,814
Приволжский федеральный округ					
25	Марий Эл	1,946	5,835	6,566	14,347
26	Мордовия	0,000	0,000	0,000	0,000
27	Кировская область	76,418	112,432	135,302	324,152
28	Нижегородская область	12,311	49,863	57,110	119,284
29	Чувашия	1,275	11,816	13,862	26,953
30	Пермский край	12,581	14,990	15,514	43,085
31	Удмуртская Республика	1,286	2,232	2,587	6,105
Итого по ПФО		105,817	197,168	230,941	533,926
Уральский федеральный округ					
32	Свердловская область	17,153	19,595	20,496	57,244
ВСЕГО:		962,653	1701,266	1764,776	4428,695

Арборициды вносят преимущественно с помощью сельскохозяйственной авиации, при этом обрабатываемые участки должны иметь площадь не менее 20 га. Мелкие залесенные и закустаренные участки, а также земли, заросшие травянистой растительностью, обрабатывают наземными опрыскивателями. Особенно внимательно, с соблюдением санитарных норм, следует опрыскивать вовлекаемые участки, расположенные в поймах рек и вблизи населенных пунктов. Дозы, сроки и способы внесения арборицидов зависят от степени зарастания залежных земель сорной растительностью, а также от диаметра и высоты древесных пород. Нормы внесения арборицидов увеличиваются по мере нарастания запасов надземной биомассы и высоты древесной растительности. После их применения запрещается в течение всего вегетационного периода выпасать скот, собирать ягоды и грибы. Важно, чтобы во время внесения арборицидов стояла сухая и безветренная погода: осадки не должны выпадать на протяжении 8...10 часов после опрыскивания. Скорость ветра в период обработки не должна превышать 6м/сек. При нарушении этих условий, а также при несоблюдении сроков обработки и сильном зарастании залежных участков, требуется повторная обработка на следующий год.

Объемы внесения арборицида «Раундап» распределяются между категориями вовлекаемых земель следующим образом: для I категории при дозе 3,75 кг/га – 962,6 т; для II категории при дозе 4,30 кг/га – 1701,3 т и для III категории при дозе 4,80 кг/га – 1764,8 т. При этом следует учитывать экологические ограничения, связанные с использованием фитотоксикантов.

Площади перспективного освоения ранее мелиорированных земель Нечерноземной зоны довольно значительны: в настоящее время возможно ввести в повторный оборот около 1млн га ранее мелиорированных земель, при этом на земли I категории приходится 256,7 тыс.га, на земли II – 395,6тыс. га.

В заключении следует отметить, что освоение выбывших из оборота мелиорированных земель Нечерноземной зоны потребует серьезных материально-денежных затрат, низкие темпы освоения и прогрессирующие процессы деградации залежных земель лишь увеличивают совокупные затраты на сохранение и воспроизводство плодородия почв Нечерноземья.

Библиографический список

1. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2018 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 340с. Электронный ресурс Минсельхоза: <http://mcxas.u/upload/iblock/c0c/0ccac7d40b051325fcef23aa79a3e00.pdf>
2. Шевченко В.А., Соловьев А.М., Попова Н.П. Теоретические и практические аспекты влияния разноглубинных приемов обработки почвы и севооборотов, в том числе биологизированных, на показатели почвенного плодородия мелиорированных земель Нечерноземной зоны. – М.: ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», 2019. С. 182.

3. Иванов А.И., Соколов И.В. Насущные проблемы выведенных из оборота земель в условиях Нечерноземья // Мелиорация земель – неотъемлемая часть восстановления и развития АПК Нечерноземной зоны Российской Федерации. Материалы международной конференции 24-25 октября 2018 г. – М.: ВНИИГиМ. – 2019. С. 164
4. Бедретдинов Г.Х. Расчистка закустаренных земель с использованием мульчерных технологий//Научные подходы и технические решения мелиорации земель, водообеспечения и водопользования в АПК. Сборник научных трудов – М.: Изд. ВНИИГиМ, 2019. С. 12.

УДК 338.001.36

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ПРИ ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ

П.И. Мигулев, врио ректора ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

В.А. Сурайкин, ректор ФГБОУ «Тверской ИПК АПК»

М.В. Никифоров, доцент кафедры технической эксплуатации автомобилей, к.т.н. (ФГБОУ ВО Тверская ГСХА), e-mail: mnikiforov@tvvgsha.ru

А.В. Кудрявцев, профессор кафедры технологических и транспортных машин и комплексов, к.т.н., доцент (ФГБОУ ВО Тверская ГСХА),
e-mail: akud@tvvgsha.ru

В.В. Голубев, заведующий кафедрой технологических и транспортных машин и комплексов, д-р техн. наук, доцент (ФГБОУ ВО Тверская ГСХА),
e-mail: vgolubev@tvvgsha.ru

Аннотация. Рассмотрены различные методы мониторинга участков сельскохозяйственного назначения для определения областей засоренности борщевиком Сосновского при освоении залежных земель.

Ключевые слова: цифровые технологии, мониторинг, сравнительный анализ способов мониторинга, высокостебельная сорная растительность.

Материалы статьи подготовлены в рамках внутривузовского гранта ВНГ-2019-5 от 27.09.2019 г.

В соответствии с дорожной картой развития сельскохозяйственных территорий, закреплённых за ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, территориально находящейся в том числе в границах посёлка Сахарово, а это не много не-мало 2300 га (Свидетельства о государственной регистрации права. Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Тверской области от 24 ноября 2011 г. Кадастровые номера 69:10:00000020:500, 69:10:00000020:501, 69:10:00000020:502, 69:10:00000020:503), остро встала проблема восстановления залежных зе-

мель. В рамках приоритетных направлений развития сельскохозяйственного производства, вопрос мониторинга является особенно актуальным.

В рамках решения основного вопроса по восстановлению залежных земель в сельскохозяйственный севооборот, начальной целью исследований является выработка технологии для мониторинга ландшафтов с применением цифровых технологий, а также консолидацией в рамках сетевой формы взаимодействия не только с точки зрения учебных, но и производственных процессов, с обоснованным расчётом расходов материально-технических средств и затрат труда.

Задачами исследования являются – определение границ территорий сельскохозяйственных угодий и составление картограммы с последующим наложением на лицензионные программные продукты для картографирования или на имеющиеся базы данных Google Maps [1] и других электронных ресурсов.

В соответствии с документацией межевания участков, составлена маршрутизация проезда по участкам и выделены три основных (рис. 1), на которых исследуются три различных способа мониторинга.

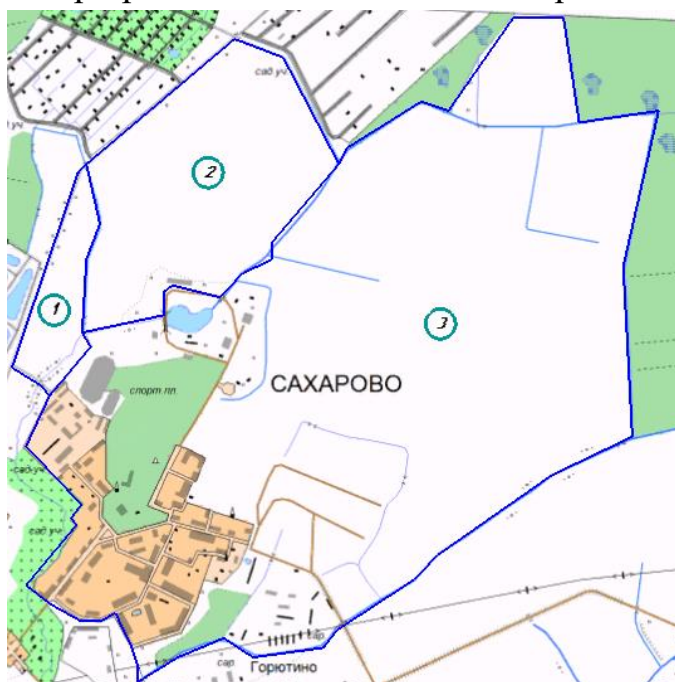


Рис. 1. Маршрутизация обследования полей различными способами с применением: 1 – БПЛА, 2 – квадроцикла с «экшн» камерой; 3 – автомобиля с ноутбуком и геолокацией

Рассмотрено три основных способа мониторинга полей – с применением БПЛА, с использованием квадроцикла марки Baltmotors Jam 100 с установленной на шлеме водителя «экшн» камерой марки X-Try XTC171

Neo Autokit 4K WiFi, с привязкой к геолокации, а также с использованием автомобиля отечественного производства повышенной проходимости, оснащённого ноутбуком с привязкой к геолокации, дополнительным видеофиксатором, пассажиром для фотограмметрии со специальным оборудованием.

Методика, апробированная на ранних исследованиях 2016...2019 гг. с использованием дополнительного оборудования – тепловизора [2, 3] при обследовании полей в процессе предпосевной обработки почвы под мелко-семенные культуры, заключается в следующем (рис. 2).



Рис. 2. Обследование с применением БПЛА

Подготовленный оператор для работы с БПЛА находится в одной точке и, используя оборудование, осуществляет видеосъёмку дистанционно. Вместе с тем, полученный материал одновременно фиксируется не только на флэш накопителе БПЛА, но и передаётся на сервер, которым является мобильный полевой ноутбук марки Panasonic Toughbook CF-31 CF-3141600T9 с привязкой к геолокации. По результатам предварительного мониторинга, с учётом подготовки оператора, для обследования площади 100 м² фиксируемое время составляет в среднем 3...5 минут.

Для участков сложной формы, на котором, при визуальном наблюдении имеются не только высокостебельная растительность, а также мелколесье, овраги, камни и различные кочки, используется

квадроцикл. Водитель квадроцикла оснащён «экшн» камерой марки X-Try XTC171 Neo Autokit 4K WiFi.

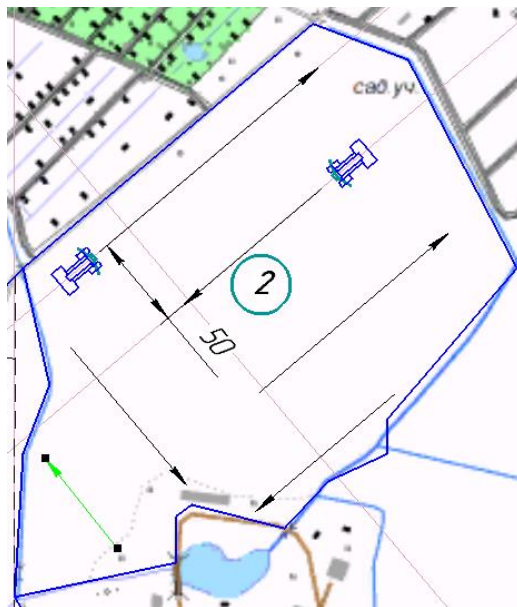


Рис. 3. Применение квадроцикла с «экшн» камерой

Недостатком данного метода является обязательное наличие удостоверения категории А 1 для эксплуатации квадроцикла. Без надлежащего навыка вождения, в том числе и в экстремальных условиях, полученный результат может иметь меньшую информативность.

Поскольку за ФГБОУ ВО Тверская ГСХА и ФГБОУ «ИПК АПК» закреплены не только площади сельскохозяйственного назначения, но и ландшафты в рамках населённого пункта посёлка Сахарово, такие как парковое и тепличное хозяйство, где не имеется возможности применить БПЛА с требуемой точностью измерений, используется автомобиль повышенной проходимости марки ВАЗ 2121, переоборудованный для полевых исследований [4], водитель которого также оснащён «экшн» камерой для осуществления видеосъёмки. На данных участках рекомендуется использовать комбинированное обследование, т.е. применять несколько типов оборудования (рисунок 4).

Наложением полученных видео и фотоматериалов возможно составление фотограмметрии имеющихся участков не только на полях сельскохозяйственного назначения, но и ландшафта населённого пункта – посёлка Сахарово с имеющейся сорной растительностью и неучтёнными деревьями. Обработка полученных информативных данных планируется осуществляться с применением методики [5, с. 971 - 973]. С середины апреля 2020 года дальнейшая апробация разработанных методик продолжена на различных стадиях роста высокостебельной растительности. Полученные

материалы, после предварительной обработки отражаются в виде фотоматериалов на электронных ресурсах [6, 7].



Рис. 4. Применение комбинированного метода видеофиксации

Положительным эффектом выполненных исследований является не только оценка эффективности введения в оборот залежных земель, но и расчёт технико-экономических показателей при реализации инновационных способов борьбы с сорной растительностью, в том числе с борщевиком Сосновского.

Следующим этапом является обоснование применения БПЛА не только на технологической операции мониторинга полей, но и подкормке культурных сельскохозяйственных растений, применения средств защиты растений при возделывании мелкосеменных культур, таких как лён – долгунец, травы, а также в целевой борьбе с высокостебельной сорной растительностью, таких как борщевик Сосновского.

Библиографический список

1. Кудряшов А.П., Соловьёв И.В. Построение рельефа при реконструкции сцены городского пространства с помощью сервисов Google Maps // Сборник трудов 27-й Международной конференции по компьютерной графике и машинному зрению «GRAFICON 2017». – Пермский ГНИУ. – 2017. – С. 312 – 314.
2. Смирнов С.Н., Голубев В.В., Никифоров М.В. Проектирование выравнивателя с учётом свойств почвы // Проблемы и направления развития предприятий АПК: Взгляд молодых учёных. Сборник трудов студентов и молодых учёных. Тверь. – ТГСХА. – 2018. – С. 130 – 132.
3. Голубев В.В., Никифоров М.В., Андреев А.Н. Методика проведения дистанционной лабораторной работы // Сборник научно-методических статей по материалам Все-

- русской научно-методической конференции 24-26 апреля 2018 г. Тверь. ТГСХА. – 2018. – С. 48 – 52.
4. Фирсов А.С., Голубев В.В., Горбачёв И.В., Никифоров М.В. Результаты проведения испытаний почвообрабатывающе-посевного агрегата для льна // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3 (47). – С. 113-117.
 5. Болодурина И.П., Парфёнов Д.И. Разработка интеллектуальных методов анализа состояний сельскохозяйственных полей на основе обработки изображений поверхности земли // Материалы международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2019». – М.: Институт проблем управления им. В.М. Трапезникова РАН. – 2019. – 1297 с.
 6. Карта РИВР URL <https://ib.komisc.ru/add/rivr/> (дата обращения: 04.05.2020).
 7. Есть борщевик. Нет борщевика! URL: https://vk.com/vesti_tvgscha?w=wall-33986788_8976%2Fall (дата обращения: 02.05.2020).

УДК 631.51

ФОРМИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ОСУШАЕМОЙ ПОЧВЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МИНИМИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор, **Митрофанов Ю.И.**, к.с.-х.н.
*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

Возрастающее внимание к проблеме минимизации обработки почвы вызвано тем, что применяемая в настоящее время в Нечерноземной зоне, в том числе и на осушаемых землях, отвальная система обработки почвы связана с большими энергетическими, материальными и трудовыми затратами. На обработку почвы приходится до 40% энергетических и 25% трудовых затрат от общего их количества, необходимого для возделывания полевых культур. К достоинствам минимизации обработки почвы относятся, прежде всего, снижение расхода ГСМ и затрат труда на единицу обрабатываемой площади, сокращение набора почвообрабатывающих машин, повышение производительности труда [1]. Кроме того, совершенствование системы обработки почвы в направлении ее минимизации рассматривается в качестве важнейшего фактора экологизации земледелия, регулирования режима органического вещества и активизации почвенной микрофлоры, улучшения структурного состояния почвы [2].

Возможности осуществления минимизации обработки почвы определяются почвенными условиями – свойствами почв, биологическими особенностями культур, их требованиями к сложению почвы. Как элемент современных ресурсосберегающих технологий, минимизация обработки

почвы возможна при высокой культуре земледелия, в освоенных сбалансированных севооборотах, при очищении полей от наиболее злостных сорняков, при достаточной обеспеченности удобрениями и пестицидами. При последовательной интенсификации земледелия, возрастающей обеспеченности производства ресурсами, возможности реализации принципов минимизации обработки почвы поступательно расширяются [2].

Одним из направлений минимизации затрат на обработку почвы является уменьшение глубины ее обработки. На осушаемых минеральных землях замена вспашки мелкой обработкой возможна при подготовке почвы под озимую рожь после однолетних бобово-злаковых трав. В условиях постоянного дефицита времени такая замена позволяет в лучшие сроки и более качественно провести подготовку почвы под озимые культуры. Мелкая обработка наиболее эффективна в сухие годы, обеспечивая в этих условиях лучшее крошение почвы, меньшую глыбистость, более равномерную заделку семян и появление дружных всходов. По сравнению с обычной вспашкой затраты труда на обработку почвы сокращаются на 65%, расход горючего – на 35-75%, общая стоимость основной обработки в расчете на 1 га снижается на 30-50%.

Наши исследования связаны с оценкой влияния мелкой обработки почвы, применяемой в качестве приема минимизации, на биологическую активность почвы под озимой рожью. Предшественник озимой ржи – однолетние бобово-злаковые травы. Варианты опыта: 1) вспашка на глубину 20-22 см (контроль); 2) мелкая обработка почвы на глубину 10-12 см лемешным луцильником ППЛ – 10-25 см. Опытный участок осушен гончарным дренажем в 1983 г., расстояние между дренами 20-22 м, глубина заложения – 0,9-1,2 м. Тип водного питания – атмосферный. Почва – дерново-подзолистая, глееватая, легкосуглинистая, пахотный слой – 23-25 см. Агрохимические показатели почвы перед закладкой опыта: пахотный слой – рН 5,5-6,5, P_2O_5 – 15,1-18,4, K_2O – 5,8-8,5 мг/100 г почвы, насыщенность основаниями – 92-95%, гумус – 2,77%; подпахотный слой – рН 5,0-5,8, P_2O_5 – 10,5-13,0, K_2O – 3,3-6,5 мг/100 г почвы, насыщенность основаниями – 87-93%, гумус – 0,7-0,9%. Удобрения: в паровом поле общим фоном вносились органические удобрения – 60,0 т/га, минеральные – под рожь $N_{100} P_{80} K_{80}$.

Приемы обработки почвы, вызывая определенные изменения в водном, воздушном и тепловом режимах почвы, оказывали влияние и на ее биологическую активность, состояние и динамику почвенного микробо-

ценоза, активность тех или иных групп почвенной микрофлоры. Биологическая активность почвы определялась по динамике выделения углекислоты из почвы, количеству микроорганизмов на агаризованной почвенной вытяжке (АПВ), развитию целлюлозоразрушающих бактерий, по численности грибов (на СА), содержанию ферментов каталазы и дегидрогеназы.

Одним из основных и обобщающих показателей активности почвенной микрофлоры, интенсивности и направленности микробиологических процессов в почве является "дыхание" почвы, характеризующееся выделением ею углекислоты и поглощением кислорода. При мелкой обработке продуцирование углекислоты, по сравнению со вспашкой, заметно уменьшалось (на 0,5-3,0 кг/час), что указывает на замедление активности микробиологических процессов в почве этого варианта (рис. 1).

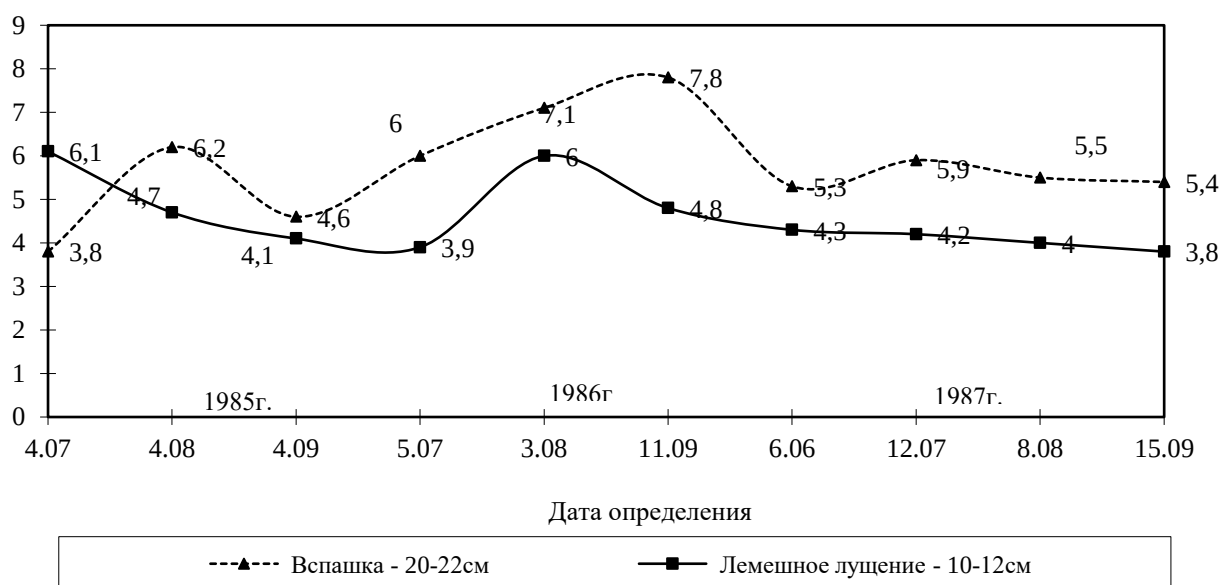


Рис. 1. Влияние приемов обработки почвы на выделение ею углекислого газа, кг/га в час

Определение микробиологической активности почвы по интенсивности разложения льнополотна показало, что мелкая обработка снижает активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в пахотном слое в среднем на 4,9%. Следует отметить, что на активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов большое влияние оказывали погодные условия. Более интенсивно процесс разрушения льнополотна протекал во влажные годы. После выпадения осадков скорость этого процесса в отдельные периоды вегетации возрастала более чем в 2 раза.

При определении в почве численности разных групп микроорганизмов путем их культивирования на соответствующих средах установлено, что различия между вариантами были неоднозначными. На ага-

ризованной почвенной вытяжке (АПВ) наибольшее количество микроорганизмов на варианте со вспашкой было в середине лета, причем их количество с начала вегетации здесь увеличилось более чем в 2 раза. Во второй половине вегетационного периода количество микроорганизмов стало плавно уменьшаться с 21,0 – в июле, до 10,1 тыс./г – в октябре (рис. 2).

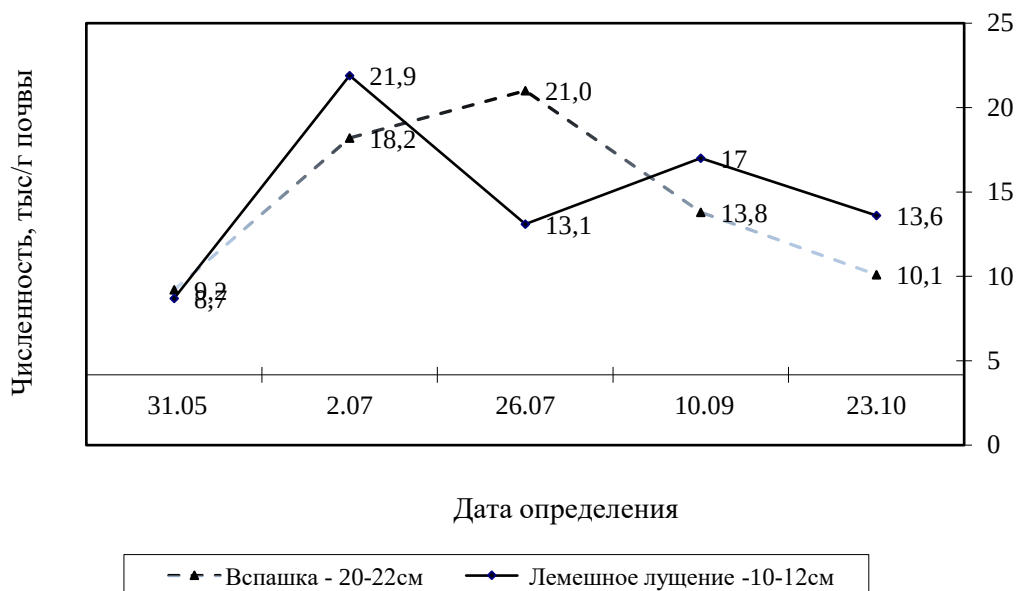


Рис. 2. Влияние приемов обработки почвы на количество микроорганизмов (на агаризованной почвенной вытяжке - АПВ)

Связано это было, по-видимому, с ухудшающимися гидротермическими условиями для жизнедеятельности микроорганизмов в осенний период. При мелкой обработке динамика численности микроорганизмов, выявляемых на АПВ, в течение вегетации не была такой плавной, как по вспашке. Отмечено два пика численности микроорганизмов. По лемешному лущению в первой половине вегетационного периода численность микроорганизмов нарастала быстрее, чем при вспашке, однако в середине лета произошло заметное снижение их количества, в том числе и по отношению к вспашке. Новое увеличение количества микроорганизмов на АПВ при лемешном лущении было отмечено после обработки почвы под рожь и после ее посева. В сентябре и в октябре количество микроорганизмов при лемешном лущении, как и в первой половине вегетации, было больше, чем по вспашке.

Такая динамика численности микроорганизмов в почве варианта с лемешным лущением может быть связана с глубиной заделки растительных остатков и навоза – источников энергии для этой группы микроорганизмов. При их размещении в верхней части пахотного слоя активизация

процесса разложения органического вещества наступала несколько раньше, чем по вспашке, где навоз и растительные остатки заделываются в почву значительно глубже. Различия в динамике микроорганизмов связаны также с особенностями агрофизического состояния пахотного слоя, различиями в водно-воздушном и температурном режимах в зонах концентрации органического вещества.

Близкие по динамике результаты были получены при изучении углеродотрансформирующих аэробных и анаэробных микроорганизмов (рис. 3).

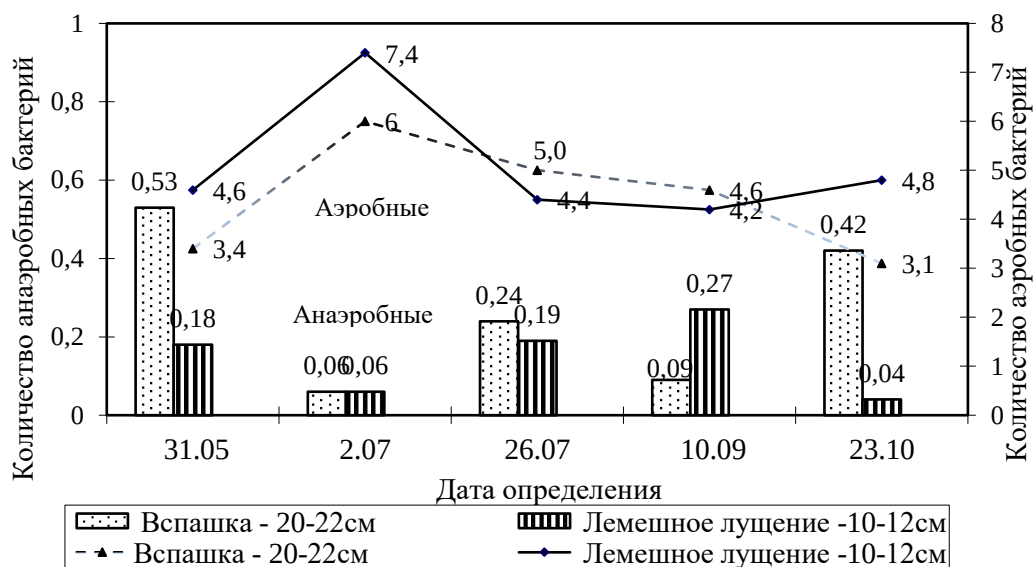


Рис. 3. Влияние приемов основной обработки почвы на развитие целлюлозоразрушающих бактерий

Динамика развития этих групп целлюлозоразрушающих микроорганизмов имеет, как правило, противоположную направленность. Интенсивность их жизнедеятельности определяется агрофизическим состоянием почвы, поэтому по мере ее уплотнения и снижения порозности наблюдается усиление анаэробного процесса разрушения клетчатки и ослабление активности аэробных микроорганизмов. После мелкой обработки, когда растительные остатки размещаются в верхнем слое почвы, увеличение количества аэробных микроорганизмов происходит быстрее, чем по вспашке, где энергетический материал расположен в условиях худшей аэрации в более глубоких слоях пахотного горизонта. Но при мелкой обработке в результате более быстрого уплотнения почвы к концу вегетации, происходит и более быстрое снижение активности аэробных микроорганизмов, чем по вспашке. Динамика анаэробных микроорганизмов была противоположной динамике аэробных целлюлозоразрушителей.

Определение грибов в почве показало, что их общее количество в течение вегетации увеличивалось. Изменялся и качественный состав грибов – снижалось количество фитопатогенов рода Фузариум и увеличивалось количество грибов рода Триходерма – антогонистов р. Фузариум. Грибов было значительно больше в варианте почвы с мелкой обработкой – в 1,5-3,3 раза, по сравнению со вспашкой (рис. 4).

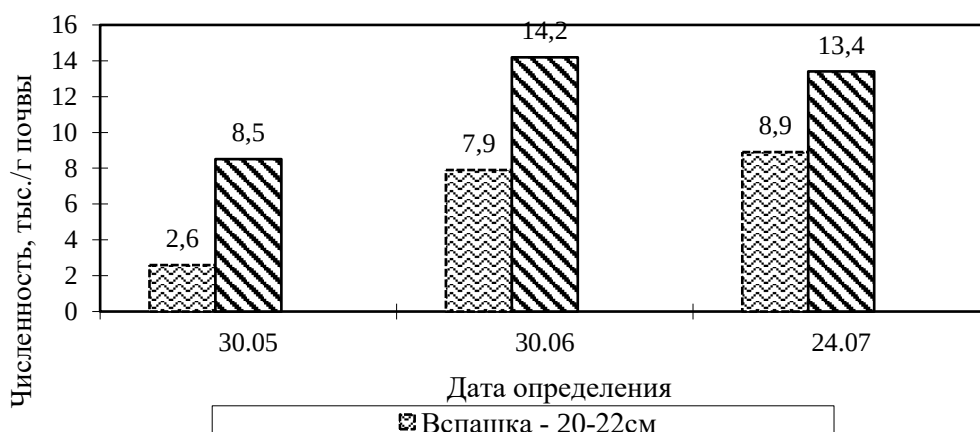


Рис. 4. Влияние приемов обработки почвы на численность грибов, на СА

Важнейшим диагностическим показателем плодородия почвы является ее ферментативная активность. В нейтральных почвах активность окислительно-восстановительных ферментов должна быть достаточно высокой. В нашем опыте почва характеризуется средним уровнем каталазной активности – 2...3мл O_2 /г/мин. (по шкале обогащенности почвы ферментами, предложенной Звягинцевым Д.Г.); по активности дегидрогеназы почва бедная – 0,5...2,5 мг ТФФ/10г/24 ч. Мелкая обработка почвы снижала каталазную активность в период вегетации по сравнению со вспашкой на 4,3-22,7% и повышала активность дегидрогеназы на 10,0-56,0% (рис. 5, 6).

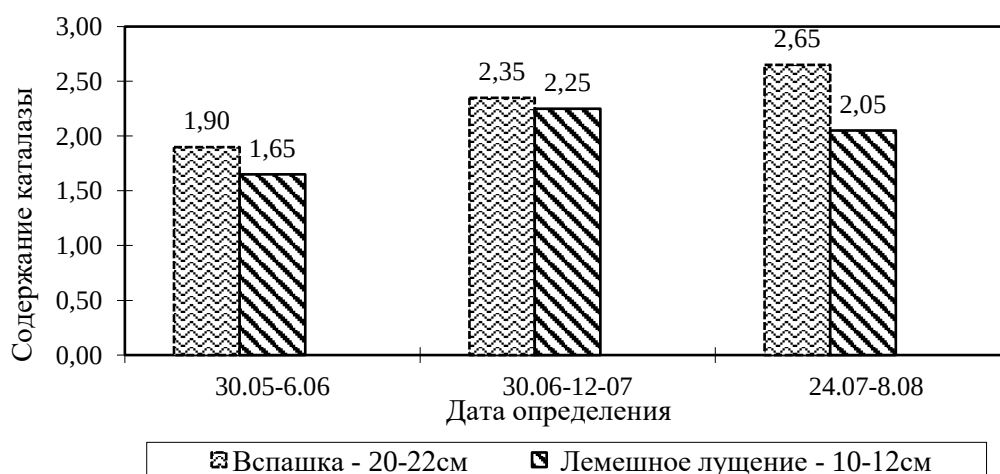


Рис. 5. Влияние приемов обработки на содержание фермента каталазы в почве под озимой рожью, мл O_2 /г/мин.

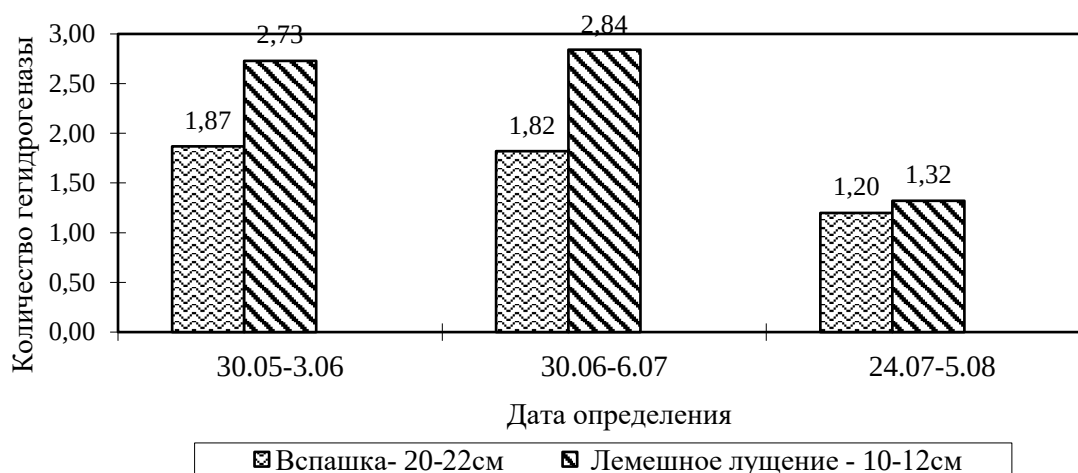


Рис. 6. Влияние приемов обработки на содержание фермента дегидрогеназы в почве под озимой рожью (мг ТФФ/10 г/24ч.)

Динамика содержания каталазы в почве совпадает с динамикой выделения углекислоты. Отмеченные изменения в почвенном микробоценозе при мелкой обработке почвы отразились на урожайности озимой ржи. В среднем за 3 года по вспашке урожайность составила 4,16 т/га зерна, по лемешному лушению – 3,88 т/га, урожайность ржи при этом снизилась на 0,28 т/га (НСР₀₅ 0,24 т/га). Эффективность мелкой обработки почвы в этом опыте повышалась при проведении в паровом поле (предшественник ржи) полосного мелиоративного рыхления на глубину 50-60 см. В этом случае различия в урожайности между вариантами средней и мелкой вспашки становились незначительными.

Таким образом, замена средней по глубине вспашки (20-22 см) под озимую рожь на менее интенсивную мелкую обработку почвы лемешным лушительником (10-12 см) оказывает существенное влияние на интенсивность и направленность почвенно-микробиологических процессов: уменьшается выделение из почвы углекислого газа, снижается целлюлозоразрушающая способность (по льнополотну) и каталазная активность почвы, увеличивается количество микроскопических грибов (на СА) и содержание дегидрогеназы. По количеству микроорганизмов на агаризованной почвенной вытяжке (АПВ), по количеству анаэробных и аэробных бактерий различия между обычной вспашкой и лемешным лушением были незначительными и зависели от агрофизического состояния пахотного слоя почвы и времени вегетационного периода. Эффективность мелкой обработки почвы под озимую рожь повышалась при проведении в паровом поле севооборота полосного мелиоративного рыхления на глубину 50-60 см.

Библиографический список

1. Кирюшин В.И., Дридигер В.К., Власенко А.Н. и др. Методические рекомендации по разработке минимальных систем обработки почвы и прямого посева. М.: ООО «Издательство МБА», 2019. – 136с.
2. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие, 2006. -№5. С.12...14.

УДК 631.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА ПО ДАННЫМ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЕВОГО ОПЫТА В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**К.О. Прокопьева¹, В.А. Романенков^{1,2}, д.б.н., профессор,
П.В. Красильников¹, д.б.н., профессор**

*¹Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова,
г. Москва, Россия*

²ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, г. Москва, Россия

Аннотация. В ходе данной работы оценивалась динамика запасов почвенного углерода в пахотном горизонте дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы с использованием углеродной модели RothC в длительном опыте ДАОС в Московской области, проводимом в течение 76 лет. Варианты включали абсолютный контроль, внесение органических удобрений и различных форм минеральных удобрений, в процессе проведения опытов происходила планируемая смена севооборотов. Моделирование показало удовлетворительные результаты, которые были оценены с помощью таких статистических показателей как среднеквадратичная ошибка, коэффициент детерминации, систематическая ошибка, эффективность моделирования. Значения запасов углерода в вариантах опыта колеблются в диапазоне 22–30 т/га. К концу проведения опыта только в варианте с внесением навоза были достигнуты исходные значения запасов почвенного органического углерода (30 т/га), в то время как у контрольного варианта и вариантов с минеральной системой удобрения не произошло стабилизации запасов. Прирост С увеличивался, а потери снижались в ряду органические > минеральные удобрения > контроль.

Ключевые слова: органический углерод почвы, длительный полевой опыт, Ротамстедская углеродная модель

Введение

Поглощение почвенного углерода в глобальном углеродном цикле играет важную роль в глобальных биогеохимических процессах, смягчении последствий изменения климата, а также в обеспечении устойчивости урожайности пахотных земель.

Возможность накопления углерода пахотными почвами зависит от нескольких факторов, включая его исходное содержание, гранулометрический состав почвы, качественный состав органического веще-

ства, климатические условия и элементы системы земледелия, как в прошлый, так и в современный период.

Существует несколько ключевых проблем, которые необходимо учитывать, чтобы понять сложность процесса накопления углерода пахотными почвами.

Во-первых, количество накапливаемого углерода конечно, что продемонстрировано в ряде длительных полевых опытов. Сам процесс накопления углерода в почве нелинейный, большая скорость секвестрации, как правило, наблюдается вскоре после осуществления изменений в системе земледелия либо землепользования, замедляясь при достижении состояния, близкого к равновесному.

Во-вторых, накопленный запас углерода в почве непостоянен. Секвестрация происходит до тех пор, пока поддерживается определённая система управления земельными ресурсами. При их изменении почва теряет, либо накапливает дополнительное количество углерода.

Кроме того, почвенные свойства в значительной степени влияют на возможность связывания углерода пахотными почвами. Требуется обеспечить не только хорошую продуктивность и возвращение в почву растительных остатков, но и достаточное количество элементов минерального питания, поскольку для оптимальной секвестрации С требуются дополнительные питательные вещества, по сравнению с тем количеством, которое необходимо для создания оптимального урожая.

Данные обстоятельства обуславливают необходимость в точном учете влияния специфических взаимодействий между климатом, почвой и системами земледелия на секвестрацию углерода, которые могут быть получены при длительных полевых наблюдениях и гораздо менее заметны при оценках на региональном уровне. В значительной мере данная задача облегчается при моделировании динамики запасов почвенного углерода на основе получаемых экспериментальных данных. Использование верифицированных моделей облегчает анализ взаимосвязей между названными выше факторами.

В настоящей работе стояла задача оценить, каким образом изменялись и от каких факторов зависели запасы углерода (С) в условиях длительного полевого опыта, проводимого в Московской области.

Объекты и методы

Объектом исследования является длительный полевой опыт Долгопрудной агрохимической опытной станции (Долгопрудный, Московская

область), включённый в Географическую сеть полевых опытов с удобрениями (Геосеть). Почва дерново-среднеподзолистая тяжелосуглинистая на покровном суглинке, слабокультуренная.

Длительный опыт «Эффективность балластных и концентрированных форм минеральных удобрений» был заложен в 1933 г. Участок находился под естественной лесной растительностью до 1925 г., до проведения опыта удобрения не вносились. Пятипольный севооборот клевер – озимая рожь – картофель – кормовая свекла – овес с подсевом трав проводился в 5 полях. В 1978 г., с 10 ротации, севооборот изменен на четырехпольный: клевер – озимая пшеница – картофель – ячмень с подсевом трав. Начальное содержание углерода составляло в слое 0-20 см 1,0-1,3%, что соответствовало запасу С 30,3-32,4 т/га. За период опыта 8 раз определялось содержание органического углерода в слое 0-20 см. Для моделирования использованы данные 1935-2011 гг. первого поля по следующим вариантам: абсолютный контроль; навоз 50 т/га за ротацию (с 1978 - 40 т/га (навоз), NPK – вариант с балластными удобрениями – сульфат аммония, простой суперфосфат, калийная соль (NPK1) и эквивалентное внесение диаммофоса и хлористого калия (NPK2). Под пропашные культуры и озимую пшеницу вносили $N_{90}P_{90}K_{90}$, с 10 ротации под картофель – $N_{90}P_{90}K_{120}$, под овес и травы – $N_{45}P_{45}K_{45}$, ячмень – $N_{60}P_{80}K_{80}$.

Для исследования динамики органического углерода почвы использована модель Ротамстедской опытной станции RothC версия 26.3, исследующая круговорот органического вещества в пахотном слое автоморфных минеральных почв с месячным шагом, учитывающая влияние типа почвы, температуры, влажности почвы и растительного покрова (Coleman and Jenkinson, 1996). В модели RothC ОБП разделяется на 5 пулов: углерода быстро разлагаемых растительных остатков DPM, устойчивого растительного материала RPM, микробной биомассы BIO, гумифицированного HUM и инертного IOM органического вещества, имеющих различные скорости минерализации, описываемые уравнениями первого порядка. Для запуска модели была создана БД стандарта EuroSOMNET – Европейской сети полевых опытов по изучению органического вещества почвы, в который входит описанный выше опыт Геосети (Franko et al., 2002). Количество ежемесячно поступающего С в почву было рассчитано с использованием зависимости от урожайности (Левин, 1977) и справочных данных по качеству навоза. Начальное распределение углерода по пулам для запуска модели смоделировано для условий равновесного содержания С. Предва-

рительно вычислялось содержание пула IOM по Falloon et al. (1998). После расчета пула IOM модель RothC запускали в режиме расчёта распределения C по пулам путём подбора среднесноголетней величины поступления C в почву таким образом, чтобы полученный с помощью моделирования запас C соответствовал экспериментально определённом на момент закладки опыта. Рассчитанная таким образом среднесноголетняя величина поступления C соответствовала 880-940 кг/га. Настройка модели RothC проводилась по контрольному варианту, с использованием остальных вариантов в качестве независимых для проверки качества настройки. Проверка соответствия экспериментальных и расчётных данных проводилась на основе модели статистической оценки результатов моделирования Modeval. Она представляет собой компьютерную программу, которая рассчитывает комплекс показателей для адекватного статистического анализа (Smith et al., 1996; Smith et al., 1997).

Результаты и обсуждение

Статистическая оценка результатов моделирования обнаружила удовлетворительную сходимость экспериментальных данных опыта с расчетными для всех исследуемых вариантов (Smith et al., 1997). Среднеквадратичная ошибка модели (RMSE), показывающая расхождение между моделируемыми и фактическими значениями, составила 3,56-7,74 (таблица 1).

Таблица 1 – Статистическая оценка результатов моделирования по RothC

Вариант опыта	Коэффициент корреляции (r)	Среднеквадратичная ошибка модели (RMSE)	Эффективность моделирования (EF)	Коэффициент детерминации (CD)	Систематическая ошибка (M)
Контроль	0,90	7,60	0,71	2,88	-0,15
Навоз	0,76	3,56	0,51	1,39	0,38
NPK1	0,86	6,43	0,73	1,75	-0,12
NPK2	0,82	7,74	0,63	1,57	0,72

По четырем вариантам опыта значение коэффициента корреляции составило от 0,82 до 0,90. Значение эффективности моделирования (EF) в четырех вариантах опыта варьировало от 0,51 до 0,73 (наилучшее равно 1). Во всех вариантах опыта достигнуто лучшее описание экспериментальных данных моделью, чем графиком, построенным по средневзвешенным экспериментальным значениям, что показывает величина коэффициента детерминации, превышающая 1.

На рисунке 1 представлена динамика запасов углерода на основании рассчитанных по модели и экспериментальных данных. В первые 30 лет проведения опыта наблюдалось постепенное снижение первоначальных

запасов углерода до 22-27 т/га. У контрольного варианта и вариантов с минеральной системой удобрения скорость падения была больше, чем у варианта с внесением навоза, где запас углерода стабилизировался к 60-м гг.

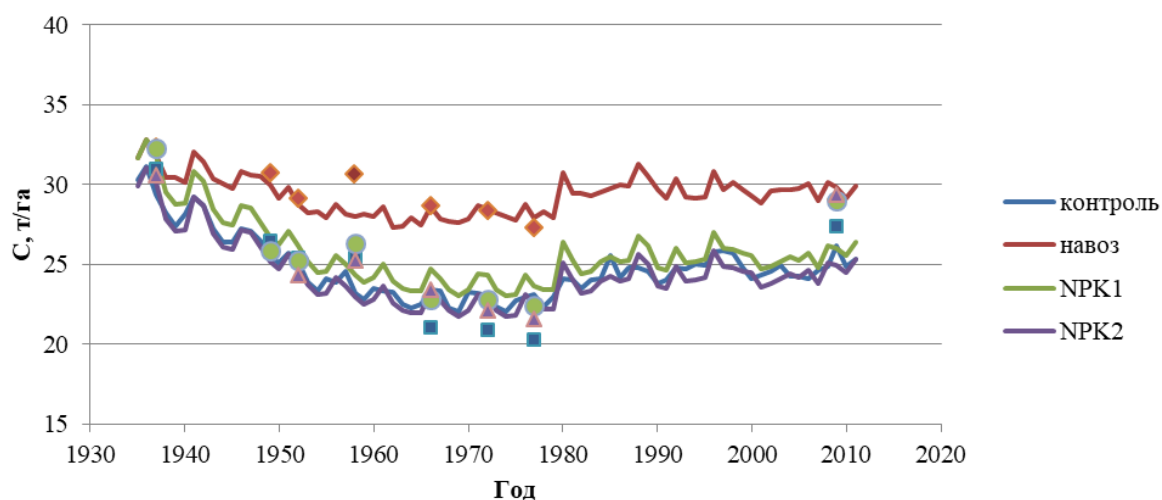


Рис. 1. Динамика запасов (т/га) органического углерода почвы, рассчитанных по модели RothC (линии) и определенных экспериментально (точки) в пахотном слое почвы длительного опыта

В дальнейший период наблюдалось колебание около нового стационарного состояния до 80-х гг., при этом межгодовое варьирование составляло 5-6% от общего запаса С, а в последние годы наблюдался некоторый рост запасов С. К 2011 году во всех вариантах, кроме варианта с внесением навоза не было достигнуто исходных запасов почвенного органического углерода (30 т/га).

За время проведения опыта прирост С увеличивался, а потери снижались в ряду навоз>NPK1>NPK2>контроль. Количество поступающего С растительных остатков снижалось в период 60-70-х гг. по сравнению с первоначальным тридцатилетием, но скорость потерь С замедлилась почти в три раза, что иллюстрирует замедление скорости потерь начальных запасов С при достижении состояния, близкого к равновесному.

Смена севооборота в конце 70-х гг. позволила увеличить поступление С до 1,88-2,1 т/га ежегодно, что обусловило рост запасов С в последующие двадцать лет, причем скорость секвестрации С в минеральных вариантах, в которых было потеряно к этому времени больше углерода, чем в варианте с внесением органического удобрения, была вдвое выше, чем в последнем. Достижение к концу данного периода запасов С 25 т/га на минеральном питании, а в органическом варианте – 30 т/га снова привело к состоянию рав-

новесия, когда при сохранении уровня поступления С в почву в последний период наблюдений дальнейших существенных изменений не происходило.

Несмотря на то, что внесение минеральных удобрений обеспечивало повышение урожая и 43-53% увеличение поступления С по сравнению с контролем в течение всего периода проведения опыта, этого количества оказалось недостаточно для поддержания исходных запасов С, что может быть связано с необходимостью внесения дополнительного количества питательных веществ по сравнению с теми дозами, которые обеспечивают оптимизацию урожая. Внесение органических удобрений позволило обеспечить дополнительное поступление 23-36% С по сравнению с контролем, что обусловило сравнительное постоянство содержания С -длительные колебания его запаса не превышали 2-3 т/га. Для поддержания исходных запасов С необходимо вносить ежегодно в 2,13 т/га С. Близкое к данной величине поступление С обеспечивалось только в варианте с органической системой удобрения при смене севооборота.

Заключение. Моделирование динамики почвенного углерода в пахотных дерново-подзолистых почвах Московской области с использованием модели RothC в течение 76 лет показало, прирост С увеличивался, а потери снижались в ряду навоз> NPK1> NPK2> контроль. Период установления нового состояния, близкого к равновесию, оценивается в 30 лет после смены землепользования. В течение этого периода было потеряно 10-25% от первоначальных запасов углерода, несмотря на двукратное увеличение количества С, поступающего с растительными остатками в вариантах с внесением удобрения. Скорость потерь С замедлилась почти в три раза при достижении состояния, близкого к равновесному. Смена севооборота способствовала увеличению запасов С, наблюдавшегося в течение следующих 20 лет, при этом в вариантах с минеральным удобрением, где первоначальные потери углерода были максимальными, скорость секвестрации была вдвое выше, чем в варианте с органическим удобрением. К концу данного периода на варианте с органическим удобрением достигнуто исходное содержание органического С, в то время как на вариантах с внесением только минеральных удобрений новое состояние равновесия достигалось при сниженных, на 17%, запасах С, по сравнению с исходными. Межгодовое варьирование запасов С при достижении равновесного сможет составлять 5-6%.

Благодарность. Исследование проводилось в рамках проекта Горизонт 2020 Координация международного исследовательского сотрудничества по поглощению углерода почвами в сельском хозяйстве (CIRCASA). Финансовая поддержка исследований

была получена в рамках проекта «Управление депонированием атмосферного углерода пахотными почвами России» Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы». Уникальный идентификатор проекта: RFMEFI61618X0105.

Библиографический список

1. Coleman K., Jenkinson D.S. RothC-26.3 - a model for the turnover of carbon in soil // Evaluation of soil organic matter models using existing long-term datasets (eds. D.S. Powlson, P. Smith and J.U. Smith). Proceedings of the NATO Advanced Research workshop. NATO ASI Series I. Berlin: Springer Verlag, 1996. Vol. 38. P. 237-246.
2. Franko U, Schramm G., Rodionova V., Körschens M., Smith P., Coleman K., Romanenkov V., Shevtsova L. EuroSOMNET - a database for long-term experiments on soil organic matter in Europe // Computers and Electronics in Agriculture. 2002. Vol. 33. P. 233-239.
3. Levin F.I. Quantity of plant residues in crops of field crops and its determination on the yield of main products // Agrochemistry. 1977. No.8. P.36-42.
4. Falloon P., Smith P., Coleman K., Marshall S. Estimating the size of the inert organic matter pool from total soil organic carbon content for use in the Rothamsted carbon model // Soil Biol. Biochem. 1998. Vol. 30. P. 1207-1211.
5. Smith, J.U., Smith, P. & Addiscott (1996) Quantitative methods to evaluate and compare soil organic matter (SOM) models. In: Evaluation of soil organic matter models using existing, long-term datasets. (eds: D.S. Powlson, P. Smith & J.U. Smith), NATO ASI Series I, Volume 38, Springer-Verlag, Berlin: 181-200.
6. Smith, P., Smith, J.U. & Powlson et al. (1997) Evaluation and comparison of nine soil organic matter models using datasets from seven long-term experiments. In: Evaluation of soil organic matter models using datasets from seven long-term experiments. (eds: P. Smith, D.S. Powlson, J.U. Smith & E.T. Elliott) Geoderma 81: 153-225.

УДК 631.633

ОСНОВНЫЕ СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И РАСТЕНИЕВОДСТВА АПК ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Артемьев А.Е., канд.с.-х. наук, **Петрова Л.И.**, канд.с.-х. наук
*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

В ближайшей перспективе на агропромышленный комплекс возлагается задача создания объективных экономических условий возрождения деревни, существенного улучшения социального положения сельских жителей, стабилизации дальнейшего развития конкурентоспособного агропромышленного производства, повышения уровня продовольственной безопасности области.

Ключевыми проблемами сегодня стали убыточность производства, большая задолженность сельхозтоваропроизводителей перед бюджетами всех уровней и поставщиками материально-технических ресурсов. При сохранении сложившегося в настоящее время экономического положения в АПК, объемы производства основных видов сельскохозяйственной продукции довольно сложно стабилизировать даже на достигнутом за последние годы уровне вследствие деструктивных процессов в земледелии, падения плодородия почвы, обеспеченности техникой, квалифицированными кадрами, нарушения агротехнологических параметров и ряду других причин.

Устойчивое производство сельскохозяйственной продукции на этапе реформирования агропромышленного комплекса может быть обеспечено за счет перехода на качественно новый уровень интенсификации, основанный на более эффективном использовании трудовых, материальных и энергетических ресурсов, биологического потенциала продуктивности современных сортов растений и агроэкологических ресурсов. Приоритетными направлениями развития земледелия и растениеводства в агропромышленном производстве Тверской области на среднесрочную перспективу будут являться:

1. Для поддержания плодородия почв, восполнения органического вещества, элементов питания необходимо шире использовать все доступные источники. При сложившемся дефиците минеральных и органических удобрений необходимо осваивать севообороты, построенные на принципах плодосмена с введением в них полей многолетних трав с преобладанием бобовых компонентов. В качестве источников восполнения органического вещества и элементов питания в почве так же целесообразно использовать сидеральные культуры, различные растительные остатки.

В условиях ограниченных материально-технических ресурсов, стратегия рационального землепользования в области должна быть прежде всего ориентирована на интенсификацию использования лучших, более плодородных земель, на обеспечение мер по предотвращению деградации их почвенного плодородия. Повышение продуктивности лучших пахотных угодий дает возможность для вывода из активного сельскохозяйственного оборота низкопродуктивных земель (низкоплодородных, переувлажняемых, закамененных) с последующим их залужением и переводом в кормовые угодья. Это создает предпосылки для более рационального использования имеющихся материально-технических ресурсов, сокращения ежегодного дефицита гумуса.

Для предотвращения деградации плодородия пахотных земель и его воспроизводства должна постепенно восстанавливаться система применения минеральных и органических удобрений, проведения необходимых культуртехнических и мелиоративных работ, осуществляться перевод земледелия на системы нового поколения, ландшафтные системы земледелия, обеспечивающие высокую продуктивность сельскохозяйственных угодий, ресурсо- и энергосбережение, экологическую безопасность.

2. Одним из важных направлений повышения плодородия земель является и мелиорация. Учитывая, что возможности федерального и областного бюджетов в части мелиорации земель в настоящее время очень ограничены, приоритетными направлениями в предстоящие годы будут:

- сохранение и повышение продуктивности имеющегося в области фонда мелиорированных земель посредством поддержания мелиоративных систем в технически исправном состоянии и частичного окультуривания почв;
- реконструкция оросительных и осушительных систем;
- культуртехнические работы с организацией поверхностного стока и строительства простейших подъездных путей к объектам мелиорации;
- первичное окультуривание мелиорированных земель.

Осушение, по-видимому, будет проводиться в крайне ограниченных объемах (включая реконструкцию). Конкретные же объемы мелиоративных работ будут зависеть от выделения средств из федерального и областного бюджетов.

3. По-прежнему, основной проблемой в земледелии области на последующие годы остается увеличение производства зерна. Минимальная потребность области в зерне на продовольственные и фуражные цели в перспективе составляет до 250-300 тыс.т. Производство собственного зерна в таких объемах должно осуществляться как за счет расширения (восстановления) посевных площадей, так и за счет повышения урожайности при условии внесения необходимых доз удобрений.

Наличие хороших предшественников, таких как многолетние травы с ежегодной распашкой 50% пласта, а так же чистых и занятых паров позволит довести удельный вес посева зерновых до 20-22% (сейчас 15%) к пашне.

С учетом окультуренности полей, агроклиматических условий региона в структуре посевов зерновых культур доля озимых зерновых, как более урожайных хлебов, в перспективе должны составлять до 20%. Озимая рожь в связи с ее лучшей адаптированностью к агроэкологическим условиям области должна занимать 70-75% площадей озимых.

Увеличение производства зерна ржи и улучшение хлебопекарских качеств будет осуществляться за счет использования сортов с высоким «числом падения», посева высококачественными семенами переходящего фонда, подбора лучших предшественников, соблюдения передовых технологий, внесения минеральных удобрений не менее 100 кг действующего вещества на гектар (при ныне существующих менее 10 кг/га). Это позволит получать урожаи зерна на продовольственные цели по 2 и более т/га, что позволит, таким образом, создать надежный внешний рынок зерна.

4. Для удовлетворения потребностей в концентрированных кормах (на имеющееся поголовье животных и птицы) требуется не менее 150 тыс. т зерна фуражных культур (ячменя, овса, зернобобовых). Получение такого количества зерна возможно обеспечить за счет расширения посевных площадей этих культур, повышения средней урожайности до 1,7 т/га. Увеличение урожайности необходимо осуществить за счет использования преимуществ пласта многолетних бобовых трав в повышении плодородия почв и накопления питательных веществ, сортового семеноводства, применения передовых ресурсосберегающих технологий возделывания, в том числе смешанных посевов с зерновыми бобовыми (горохом, викой), удовлетворения потребностей в недостатке питательных веществ посредством применения минеральных удобрений в требуемых количествах.

5. Кроме концентрированных для полноценного кормления животных требуется производство кормов не менее 500-600 тыс. т кормовых единиц. Основная роль в создании кормовой базы должна принадлежать травянистым кормам, в основном из клевера и смесей со злаковыми травами. Продуктивность многолетних трав должна быть увеличена в среднем до 3,5-4,0 т/га сена или до 1,6-1,8 т/га кормовых единиц за счет создания системы высокопродуктивных травостоев применительно к конкретным условиям возделывания в разных по назначению севооборотах, соблюдения оптимальных сроков использования трав (клевера лугового различных групп спелости и его смесей с тимофеевкой не более 2-х лет).

На высококультуренных полях (при наличии соответствующей системы машин, средств защиты растений) в прифермерских кормовых севооборотах для производства сочных кормов высокопродуктивному поголовью коров планируется расширение посевов ультраскороспелых гибридов кукурузы и кормовых корнеплодов с получением урожайности не менее 35-40 т зеленой массы и корнеплодов с гектара.

Развитие кормопроизводства должно быть сосредоточено на корен-

ном улучшении и рациональном использовании природных кормовых угодий; улучшении видовой и сортовой структуры посевов полевых кормовых культур и увеличении их продуктивности; сокращении потерь выращенного урожая за счет внедрения прогрессивных технологий заготовки кормов; укрепления материально-технической базы хранения кормов; обеспечения опережающего роста производства зернобобовых культур; повышения питательной ценности грубых и сочных кормов; увеличения производства концентрированных кормов.

6. Большую роль в повышении продуктивности и рентабельности растениеводства должно отводиться промышленному семеноводству, необходимо продолжить поиск наиболее продуктивных сортов зерновых культур, картофеля, трав, наиболее адаптированных к агроэкологическим условиям области, обеспечивающих получение продукции высокого качества. Следует сохранить и укрепить существующую систему семеноводства, создание переходящих и страховых фондов семян зерновых культур в полном объеме, надлежащего качества, позволяющих значительно повысить урожайность и обеспечить гарантированное производство зерна на случай экстремальных условий погоды.

7. Выращивание овощей и картофеля в целях обеспечения ими населения области в течение всего года является важной и необходимой задачей агропромышленного комплекса Тверской области. В настоящее время в общей структуре посевных площадей овощей на долю общественного сектора приходится около 20%. Однако, известно, что высокоэффективное производство овощей обеспечивается в специализированных крупных предприятиях, где имеются необходимые условия для возделывания, уборки, хранения и реализации продукции. В 2020 году посевные площади в них под овощами прогнозируются на уровне 4,5 тыс. га (с определенной тенденцией к снижению), что недостаточно для удовлетворения потребностей населения области.

За последние годы по основным категориям хозяйств произошли существенные изменения в соотношении объемов производства картофеля. Значительно расширились посевные площади в индивидуальном секторе и сократились в общественном производстве из-за высокой затратности его производства. И на перспективу основными производителями картофеля, так же как и овощей, останутся личные подсобные хозяйства населения.

Актуальной задачей стало решение проблемы сервисного обслуживания населения путем обеспечения качественным сертифицированным

семенным материалом современных высокоурожайных сортов, оказания квалифицированных консультаций через периодическую печать или непосредственно обращающимся гражданам.

Основными направлениями решения этих задач будут меры по внедрению прогрессивных агротехнологических систем и приемов возделывания этой культуры (семеноводство, агротехника, борьба с болезнями и вредителями, технология хранения урожая и др.)

8. Низкая рентабельность и убыточность производства продукции растениеводства и животноводства в настоящее время обусловлена высокой себестоимостью производства основных продуктов сельского хозяйства и низкой ценой их реализации. Повышение рентабельности отрасли растениеводства должно происходить как за счет повышения урожайности и качества продукции, так и за счет урегулирования цен на сельскохозяйственную продукцию. Необходимо принятие усиления комплекса мер по защите отечественного производителя на региональном и федеральном уровнях, включая государственную поддержку сельского товаропроизводителя.

В числе первоочередных задач для достижения намеченных целей должны решаться вопросы обновления парка сельскохозяйственных машин, обеспечения минеральными удобрениями хотя бы в минимально необходимой потребности, средствами защиты растений от сорняков, вредителей, болезней, а так же развития социальной инфраструктуры на селе, обеспечения производственной сферы квалифицированными кадрами.

УДК 631.154: 612.014.4

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕГРИРОВАННОГО ОГРАНИЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГИГАНТСКОГО БОРЩЕВИКА, ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИИ

Кудрявцев Н.А., д.с.-х.н., главный науч. сотр., зав. сектором
Крутин А.А., Кудряшов О.Д., Имамеев М.Р., Хрыпов А.А.,
практиканты, авторы публикаций с РИНЦ

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Торжок, РФ

Реферат. Предложен биометод ограничения распространения опасного для адаптивно-ландшафтного земледелия (в целом для жизни и трудовой деятельности человека) растения борщевика, - совместно с природоподобной технологией получения деликатесных моллюсков, рационализацией средоулучшения и экологической норма-

лизацией больших территорий России. Проведены эксперименты по использованию гигантского борщевика, как сырья для получения моторного топлива и других полезных веществ. Разработаны меры интегрированного и дифференцированного ограничения распространения борщевика в регионах России.

Ключевые слова: Биометод, борщевик, природоподобная технология, деликатесный моллюск, рационализация средоулучшения, экологическая нормализация, сырье для получения моторного топлива, интегрированное ограничение распространения гигантского борщевика.

Введение

Острая актуальность темы исследований определяется:

- катастрофическим распространением гигантского борщевика в России, особенно в Московской, Ленинградской и Тверской областях, масштабностью его опасности для жизни и трудовой деятельности населения регионов и всей страны, для их экологического благополучия, баланса природных ландшафтов и агробиоценозов;

- с другой стороны, недостаточным обеспечением потребностей жителей всей Земли продукцией животноводства, в частности, полноценной пищей, ограниченностью невозобновляемых природных ресурсов (нефти, газа) и возможностью использования гигантского борщевика как сырья для получения моторного топлива и других необходимых народному хозяйству материалов.

Цель НИР – разработка мер интегрированного и дифференцированного ограничения распространения борщевика биологическими и многими другими способами, совместно с природоподобной технологией получения дефицитных продуктов животного происхождения (моллюсков и их икры), с предложением рациональных элементов средоулучшающих инновационных технологий, с нормализацией экологического благополучия РФ и даже всей Земли, с подходом к использованию гигантского борщевика, как сырья для получения моторного топлива и других полезных веществ.

Материалы и методы

Профильный экологический мониторинг природных ландшафтов и агробиоценозов при изучении растений (борщевика и другой флоры) и животных (видов моллюсков, насекомых и другой фауны) - проводился в соответствии с его трактовкой в монографиях «Экология» [3, 407 с.] и «Агроэкология» [4; 5, 356 с.]. Площади распространения борщевика и его повреждений моллюсками – определялись по «Методике учета засоренности» [1, 384 с.]. Моллюски-фитофаги этого растения исследовались с использованием определителей видов животных организмов. Изучая моллюсков, мы помнили о первой научной работе великого биолога Н.И. Ва-

вилова, еще в начале прошлого века показавшего слизней и улиток, как очень серьезных фитофагов. Опыты по разработке мер ограничения вредоносности борщевика, а параллельно – по вскармливанию этим растениям моллюсков, проведены в соответствии с классическими методическими рекомендациями по биологическим и сельскохозяйственным наукам [2, с. 14].

Результаты исследований и их обсуждение

Мы ведем мониторинг распространения ядовитого растения – гигантского борщевика на территории Тверской области. Научное родовое название этого растения, которое стало «украшением» многих наших дорог и полей *Heracleum*, произошло от имени героя древнегреческих мифов – Геракла. Борщевик, подобно античному мифологическому титану, обладает огромной живучестью и быстро растет (в сутки до 10 сантиметров). Он достигает поистине гигантских размеров. Борщевик превратился в природное бедствие. Он выдерживает большие заморозки, стоек к большинству известных гербицидов, неприхотлив к условиям роста.

Опасным для человека и всей природы борщевик делают ядовитые вещества, которые содержатся в его соке и выделяются в атмосферу. Это – кумарины и эфирные масла, вызывающие ожоги у человека после контакта с растением под действием солнечных лучей. Реакция от контакта проявляется не сразу, а по прошествии некоторого времени – от нескольких часов до нескольких суток. При попадании сока борщевика Сосновского на кожу человека под влиянием света пораженные участки тела через несколько часов краснеют, ощущение зуда и жжения достигает максимума через 2-3 суток. Позднее кожа шелушится, на ней остаются пигментные пятна. Особенно страдают дети. Самые сильные ожоги борщевик может вызвать при соприкосновении с влажным телом в жаркие солнечные часы. Это сопровождается повышением температуры, появлением озноба, слабости, головной боли. В течение 5-6 суток на теле образуются пузыри с серозным содержимым, обширные признаки химического ожога, коричневая корка. В тяжелых случаях возможны летальные исходы.

Катастрофическое распространение борщевика в ряде регионов России вызывает чрезвычайную тревогу. Его семена переносят люди (на одежде и на колесах транспортных средств), животные, ветер, течение воды. В связи с этими особенностями борщевик заселяет все новые и новые территории. Например, в Тверской области в 2019 г. он занимал пространства по обочинам дорог, в населенных пунктах, вблизи более 500 бывших

животноводческих ферм, силосных траншей и мест компостирования навоза, а также на полях и других сельскохозяйственных угодьях. В области им было занято более 90 тыс. га. В т.ч. земли сельскохозяйственного назначения засорены на 50 тыс. га, в населенных пунктах – 12 тыс. га, возле дорог – более 15 тыс.га. В Торжокском районе борщевик особенно распространен в окрестностях населенных пунктов, особенно таких, как пос. Славный, д. Селихово. Он часто встречается на обочинах дорог.

Для уточнения ареала борщевика Сосновского необходимо проведение масштабных обследований на выявление растений данного вида, учет их численности, массы и занимаемой площади на различных территориях. Например, в г. Торжке прошлым летом обнаружены его большие заросли – в окрестностях завода «Марс», мясокомбината, предприятия «Горэнерго».

При массовом зарастании угодий и территорий проживания людей борщевиком и другой нежелательной растительностью, при явной деградации многих сельских поселений) мы предлагаем, например, природоподобную технологию получения моллюсков, как деликатесных продуктов питания (используемых так же в медицине, в т.ч., как афродизиак /что будет способствовать решению демографической проблемы/) на базе использования образовавшихся в нашей стране невероятно огромных зарослей борщевика Сосновского. Одновременно, питание, например, улиток рода *Helix* борщевиком – это биологическая мера ограничения его распространения. Предварительные эксперименты по разработке регламентов этой технологии дали положительные результаты.

Совместно с авторами патента на способ получения биоэтанола из борщевика (Д.С. Скребков, С.С. Доржиев, И.Б. Патеева, Е.Г. Базарова) мы подошли в возможности использования гигантского борщевика как сырья для получения моторного топлива и других необходимых народному хозяйству материалов. Это направление тоже позволяет извлечь пользу из факта существования в России огромного количества борщевика.

Из других мер биологического ограничения распространения гигантского борщевика мы обратили особое внимание на применение против него топинамбура и кипрея (иван-чая). Посадка топинамбура – трудоемкий и затратный процесс, являющийся разновидностью растениеводства. Для его реализации требуется большое количество корнеплодов. В этом плане кипрей (при его размножении мелкими семенами) явно более предпочтителен. Образуя густые и относительно высокие заросли, это растение может конкурировать с борщевиком за территорию произрастания (рис. 1).



Рис. 1. Кипрей, успешно конкурирующий с борщевиком за территорию произрастания

Обнадёживающие результаты получены нами для разработки более эффективных механических мер (с применением эксклюзивных орудий и материалов), электрофизических и, даже, квантово-энергетических способов ограничения распространения борщевика.

Полевые испытания показали высокую эффективность гербицидов (Анкор 85, ВДГ, сульфометурон-метил, 850 г/кг /в нормах применения 100-300 г/га/ и др.) по уничтожению, остановке роста и снижению массы

растений борщевика. Показатели биологической эффективности по различным срокам обработки при учетах через 45 суток составляла 92-100%. При учетах в конце периода вегетации борщевика (осенью) полученный эффект, как правило, усиливался.

По поручению Правительства Тверской области «О мерах борьбы с неконтролируемым распространением борщевика...» проведена работа по уничтожению очагов распространения этого ядовитого растения, опасного для жизни человека, на отдельных участках территории области. Например, для демонстрации эффективных мер его уничтожения были обработаны опасные заросли борщевика в Торжке на улице Белинского (между торговым зданием и ВОС /д. 10/) по разработанной Институтом льна технологии. Обработанные в мае месяце растения сразу прекратили рост. Через две недели они начали желтеть и увядать. Спустя месяц растения борщевика практически погибли. До конца периода вегетации (года обработки) возобновления его роста не отмечено. За три последующих периода вегетации на этом участке не обнаружено ни одного экземпляра растений борщевика, следовательно, демонстрационная обработка показала возможность высокоэффективного уничтожения и сдерживания отрастания борщевика.

Кроме того, эффективное химическое уничтожение борщевика проведено при нашем участии в окрестностях завода «Марс», мясокомбината, предприятия «Горэнерго» Торжокского района, на территории г. Кимры и Центрального сельского поселения Кимрского района.

Во всем мире уже очевиден дефицит еды животного происхождения. В связи с этим, некоторые ученые предлагают увеличить объем использования в рационе питания человека блюд из насекомых. Известно, что они гораздо эффективнее, чем млекопитающие и птицы, преобразуют растительную массу в животную. Однако предложение кормить россиян насекомыми, на наш взгляд, пока требует более глубокого обоснования и разработки. В некоторых странах (в Греции, Италии, Франции и других) не только гурманы, но и широкие круги населения традиционно с древних времен употребляют в пищу моллюсков, в частности улиток. Такой полноценный продукт животного происхождения, деликатес и афродизиак, вероятно, может качественно дополнить меню наших соотечественников. Кроме того, улитки могут быть сырьем для производства различных медицинских препаратов.

На территориях Тверской области мы обнаружили несколько видов брюхоногих моллюсков, особенно часто – сетчатый слизень (*Agriolimax reticulatus* Müll.) (сразу отметим, что он сильно повреждает опасные растения борщевика и ограничивает их распространение). Употребление человеком голых слизней – в качестве непосредственной пищи, разумеется, вызывает вопросы, хотя, как говорится, – «слизень – это улитка, которая не выплатила ипотеку». Может быть, особым деликатесом для гурманов окажется «икра» – яйца моллюсков.

В ландшафтах Тверской области РФ после дождей мы нередко встречали и улиток, аналоги которых являются признанной сверхпищей для греков, французов и других народов. Улитки вида большой завиток */Helix aspersa L./* питаются и растениями борщевика. Размеры моллюсков, вскормленных на этом гигантском растении, по сравнению с питавшимися на других травах, в среднем были достоверно выше. Первоначально возможен сбор улиток и «икры» моллюсков-аборигенов, переселенных на борщевик. На перспективу реально организовать своего рода фермы вблизи борщевика и пастбища для выращивания «стандартных улиток», которые уже признаны деликатесом.

Непосредственное ограничение распространения борщевика кроме вышеназванной технологии, на наш взгляд, реально при системном многоплановом применении других мер, изучаемых нами (-использование этих растений, как сырья для получения моторного топлива и других ценных веществ; -интегрированное /и дифференцированное/ применение оригинальных организационных /в т.ч. мониторинговых/, механических, биофизических /биоэнергетических/, химических факторов и средств).

Заключение

Мы показали возможность ограничить распространение борщевика биологическим методом – с помощью моллюсков. То есть, мы используем борщевик, как кормовое растение для улиток, разводимых для пищевых и медицинских целей.

Применительно к сельскому хозяйству и многовековому (в прошлом) крестьянскому укладу жизни (при больших трудностях современного традиционного животноводства, при массовом зарастании угодий и территорий проживания людей борщевиком и другой нежелательной растительностью, при явной деградации многих сельских поселений) мы предлагаем природоподобную технологию получения моллюсков, как деликатесных продуктов питания (используемых так же в медицине, в т.ч., как афродизи-

ак /что будет способствовать решению демографической проблемы/) на базе использования образовавшихся в нашей стране неимоверно огромных зарослей борщевика. Одновременно, питание, например, улиток рода *Helix* борщевиком – это биологическая мера ограничения его распространения. Предварительные эксперименты по разработке регламентов этой технологии дали положительные результаты.

Изучаем мы и другие меры биологического ограничения распространения гигантского борщевика. Реальные результаты в этом плане получены в связи с применением против него топинамбура и кипрея (иван-чая) и других растений. Вызывает интерес биотехнологическое усиление таких способов (например, при использовании фитопатогенов борщевика).

Обнадеживающие результаты получены нами для разработки более эффективных механических мер (с применением эксклюзивных орудий и материалов), электрофизических и, даже, квантово-энергетических способов ограничения распространения борщевика.

Колоссальные количества растительного корма (огромные заросли борщевика, образовавшиеся в России) было бы грандиозно использовать для широкомасштабного разведения деликатесных моллюсков. Такое «улитководство» – получение натурального животного ценного белкового продукта, валютного товара – при попутном ограничении распространения опасных растений борщевика – заинтересовало деловых людей. Однако, тема требует продолжения системного изучения с привлечением к экспериментам специалистов по пищевым производствам и экологической безопасности.

С учетом этой информации, предлагается новый научно-практический проект – разработка природоподобных способов получения дефицитных продуктов животного происхождения, с новыми рациональными элементами средоулучшающих инновационных технологий при достижении высокого уровня эффективности и малозатратности экологизированных методов ограничения распространения борщевика гигантского в связи с системным исследованием, мониторингом совокупности организмов, опасных и полезных для населения России, в частности, Тверской области.

Библиографический список

1. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. - М.: Агропромиздат. - 1987. - 384 с.
2. Кудрявцев, Н.А. Исследования Н.И. Вавилова в его студенческие годы и наши эксперименты по теме «Голые слизи (улитки) ...» / Н.А. Кудрявцев, Л.А. Зайцева, Е.Н. Кудрявцева, Н.О. Воронина, Т. Е. Рогачева // Тезисы докладов Международной

научно-практической конференции «Идеи Н.И. Вавилова в современном мире». ФАНО, ФГБНУ ВИР, 20-24 ноября 2017 г. Санкт-Петербург, 2017. ISBN 978-5-905954-48-1. С. 14

3. Тотай, А.В. Экология / А.В. Тотай (и др.). - М.: Юрайт. - 2011. - 407 с.
4. Черников, В.А. Агроэкология / В.А. Черников, А.И. Чекерес, Р.М. Алексахин и др. М.: Колос. - 2000. - 536 с.
5. Черников, В.А. Агроэкология. Методология, технология, экономика / В.А. Черников, А.И. Чекерес и др. - М.: Колос. - 2004. - 356 с.

УДК 004.67

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИЯХ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

**Позднякова А.Д.¹, канд. биол. наук, Поздняков Л.А.^{1,2}, канд. биол. наук,
Анциферова О.Н.¹, канд. с.-х. наук**

¹*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

²*МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*

В последнее время все больше исследователей применяют в своей работе компьютерные программы геоинформационных систем (ГИС) для картирования тех или иных свойств почв (Савин, 2020; Мартыненко О.В. и др., 2019; Максимова А.Н. и др. 2016). Карты распределения этих свойств позволяют наглядно представить изменение их во времени и в пространстве и выполнять анализ данных обследования.

Методы цифровой почвенной картографии уже введены в курсы подготовки специалистов МГУ им. М.В. Ломоносова, РГАУ-ТСХА им. К.А. Тимирязева, в Аграрно-технологическом институте РUDН (Цифровая почвенная картография, 2017).

Существует множество ГИС-программ: ArcGIS, MapInfo, Surfer, QGIS и другие. Каждая из этих программ имеет свои достоинства и недостатки. Критерием выбора той или иной программы наряду с ее возможностями является и такой критерий как ее стоимость. Некоторые программы очень дорогие, но более качественные и проверенные временем, а есть бесплатные программы с открытым кодом (R, SAGA, QGIS, ILWIS, SoLIM).

В своей работе мы используем программы MapInfo Pro v.12.5 и Surfer v.13. Знакомство с программой QGIS v.3.4 (Руководство пользователя QGIS), выявило ее возможности и недостатки по сравнению с другими программами.

В MapInfo Pro, Surfer и QGIS в качестве фона можно использовать космические снимки, а сверху наложить свои данные в виде точек, линий и полигонов.

Ввод данных

Координаты точек обследования определяются с помощью приборов навигации и записываются в виде таблицы. Однако, в MapInfo Pro и Surfer можно использовать таблицу данных в формате Excel, а вот в программе QGIS табличные данные можно ввести только в текстовом формате с разделителями. Кроме того, не должно быть русских букв и пробелов в названиях таблиц и в колонках. И еще проблема: не всякий текстовый файл должным образом открывается. Если разделитель запятая или точка с запятой, то все числа воспринимаются как текст и не помещаются на карту. Приходится на подготовку данных тратить много времени. Из табличных данных в формате Excel нужно сделать текстовый файл с разделителем «табулятор». Для этого выбрать форму записи «Текст MS DOS (*.txt)».

В MapInfo Pro тоже есть особенности. При обработке данных программа автоматически присваивает вспомогательным файлам имя исходной таблицы. То есть, для каждого свойства почвы нужна новая таблица.

В программе Surfer, можно использовать одну таблицу Excel для разных свойств. Причем, можно выбрать любую страницу книги и с ней работать.

Работа с картами

Для того, чтобы работать с растровыми картами местности нужно их «оцифровать», то есть сделать так, чтобы точки обследования, координаты которых определены на местности навигатором помещались на эту карту.

Оцифровка не сложная в программах MapInfo Pro и QGIS. Выбираем в качестве базовой космический снимок местности или растровую карту и вводим координаты каждой характерной точки. После этого используя «привязанную» базовую карту легко составлять карты распределения тех или иных свойств. Можно аналогичные карты местности привязывать уже к этой карте (базовой).

В программе QGIS легко найти координату точки на привязанной карте (рис. 1). Кнопка захвата координат находится на панели инструментов.

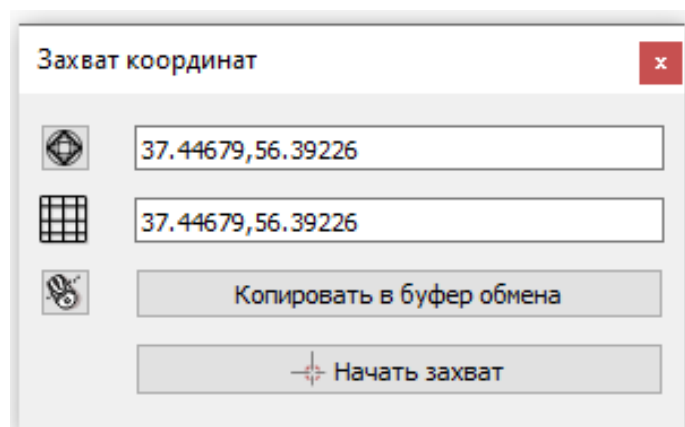


Рис. 1. Определение (захват) координат точек на привязанной карте

После нажатия на кнопку «начать захват» – щелкнуть курсором мышки на точку на карте – ее координаты появятся в ячейках сверху. Их можно скопировать в буфер обмена и тут-же записать куда-нибудь, так как значения координат точек не накапливаются.

Если нажать на кнопку мышки, то двигая по карте можно посмотреть координаты точек под курсором мышки.

В программе MapInfo, найти координаты точек на уже привязанной карте несколько сложнее. Нужно пользоваться запросами.

Программа Surfer работает с растровыми картами, то есть в пиксельных координатах. Поэтому предварительно оцифрованную карту обследования в программах MapInfo Pro или QGIS с нанесенными на нее точками обследования нужно перенести, как базовую в программу Surfer и там уже произвести оцифровку в пикселях. К координатам точек обследования добавляются граничные точки базовой карты (0.0) и (maxX, maxY) в пикселях.

Однако более удобно на растровую базовую карту в программе Surfer сразу поместить точки обследования с их географическими координатами и добавить к ним точки привязки или угловые точки базовой карты (рис. 2А).

Затем растянуть градусную сетку так чтобы контрольные точки совпали с базовой картой (рис.2Б). В нашем случае это угловые точки участков Ближнего (Б1, Б2, Б3, Б4) и дальнего (Д1, Д2, Д3, Д4). После этого точки наблюдения можно оцифровывать в пикселях или в градусах. То есть, если выделяем фоновую карту – получаем координаты в пикселях, а если градусную сетку с точками, то координаты точек будут в градусах.

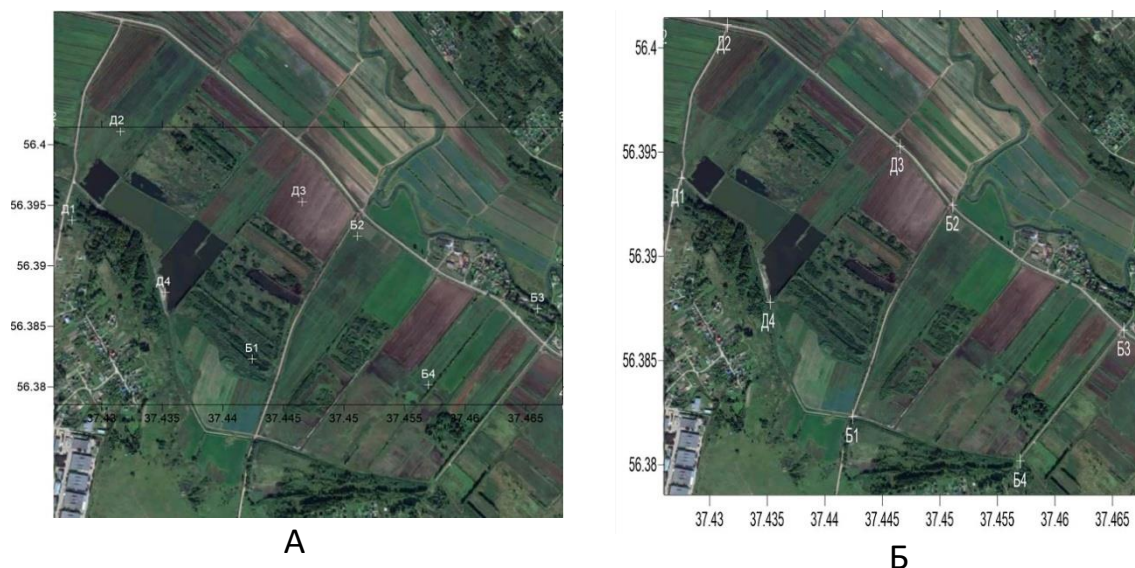


Рис. 2. Определение градусных координат точек на карте в программе Surfer

Все оцифрованные точки одним массивом через буфер обмена передаются в текстовый редактор Word, чтобы превратить их затем в файл с разделителями для дальнейшей работы.

Создание тематических карт

Удобно работать с большим количеством данных в программе Surfer. В этой программе много вариантов построения изолиний. В программах MapInfo и QGIS выбор построения тематической карты «поверхность» небольшой – всего 2 варианта: метод TIN, где поверхность строится на основе нерегулярной триангуляционной сети и метод интерполяции IDW, который заключается в использовании средневзвешенных значений с весами, обратно пропорциональными расстоянию.

Однако, если данных обследования не много, то возможно создание тематической карты в программах MapInfo и QGIS. В MapInfo имеется множество способов создания тематических карт: картограммы, круговые и столбчатые гистограммы, градуированные символы, плотность точек, отдельные значения, непрерывная поверхность, карта-призма и т.д.

Здесь вариантов несколько: Стиль и внешний вид любого набора данных легко изменить, используя методы аналитической обработки и настройки отображения. Можно использовать статистические и математические функции, для отображения рассчитанных значений на карте [СИМВОЛАМИ](#) или цветом.

Для сравнения возможностей программ MapInfo и QGIS рассмотрим построение тематической карты распределения бактерий и архей на участках Яхромской долины (поймы).

Сравнивая тематические карты для одного и того же свойства, видим, что у MapInfo учитывается и суммарное количество (круги разного размера) и доли. В QGIS учитываются только доли (круги одинаковые) (рис. 3)



Рис. 3. Тематическая карта состава прокариотных сообществ на уровне доменов (*Bacteria&Archaea*) в долине р. Яхромы: в программе MapInfo (А) и в программе QGIS (В)

Большую часть метаболически-активного прокариотного сообщества, изученного методом FISH, составляют бактерии. Доля архей составляет 5-16% в почвах притеррасной части поймы и 18-25% в центральной части. Однозначной тенденции изменения по профилю доли бактерий и архей не проявляют.

Выводы

Существующие сегодня программы ГИС, как платные, так и с открытым кодом, позволяют выполнять практически любые исследования в почвенном картографировании. Главное – понимание пользователя ГИС (исследователя) смысла рассматриваемой темы, поставленной задачи, и принятие им самостоятельного решения на выбор метода и программного обеспечения для выполнения работы.

Литература

1. Мартыненко О.В., Карминов В.Н., Югай Е.С., Мутыгуллин И.Р., Онтиков П.В. Использование ГИС для агрохимической характеристики почв и засоренности полей Гребневского питомника Щелковского учебно-опытного лесхоза. // *Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева* – 2019. – т. 99. – с.5-20.
2. Максимова А.Н., Мартыненко О.В., Карминов В.Н., Онтиков П.В., Минаков Н.М. Возможности ГИС-технологий для рационального использования лесных почв // *Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник*. 2016. – т. 20. – № 1. – с. 112–117.
3. Савин И.Ю. Пространственные аспекты прикладного почвоведения. // *Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева*. 2020. т.101. с. 5-18. URL: <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2020-101-5-18>

4. Руководство пользователя QGIS [Электронный ресурс] URL: http://docs.qgis.org/2.8/ru/docs/user_manual
5. Цифровая почвенная картография: учебное пособие / отв. ред. И.Ю. Савин, П.А. Докукин. -М.: РУДН, 2017. – 156 с.

УДК 332.1

РЕГИОНАЛЬНО–КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД В РАЗВИТИИ ОВОЩЕВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Медведев А.В., научный сотрудник

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград, РФ

Российское овощеводство – это перспективное направление и стратегический фактор социально-экономического развития регионов. В последние годы при разработке стратегий развития регионов на территориальном уровне особое внимание уделяется закономерностям формирования территориально-производственных кластеров в агропромышленном комплексе.

В связи с неравномерным распределением экономических ресурсов, в том числе природных, материальных, трудовых, в мире стали формироваться группы экономических агентов, специализирующихся в определенной отрасли. Эти группировки стали называть кластерами или агломерациями. Под понятием кластер обычно подразумевают совокупность компаний, отраслей, институтов, которые, взаимодействуя между собой, способствуют росту конкурентоспособности друг друга [8]. Построение региональной экономики на основе кластеризации во многих странах мира зарекомендовало себя достаточно хорошо.

Организация кластеров способствует устойчивому и инновационному развитию регионов с целью повышения их конкурентоспособности в усложняющихся условиях конкуренции. Основными участниками кластера являются: финансовые и инфраструктурные институты, хозяйствующие субъекты, НИИ и органы государственной власти, учитывающие закрепленные за ними мероприятия и направленность их действий.

Цель исследования – рассмотреть основные подходы к формированию регионального кластера в сфере овощеводства на примере Волгоградской области как одного из центров выращивания овощных культур. В последнее время в регионе реализуются инвестиционные проекты по выращиванию и переработки овощей в экологически-чистую продукцию, созданию орошаемых участков для дальнейшего развития овощеводческой

отрасли[7]. Ведутся активные работы по строительству и модернизации заводов по переработки овощей в Средней Ахтубе, Михайловке, Урюпинске. Основные муниципальные районы Волгоградской области, занимающиеся выращиванием около 80% овощной продукции, представлены на рис. 1.

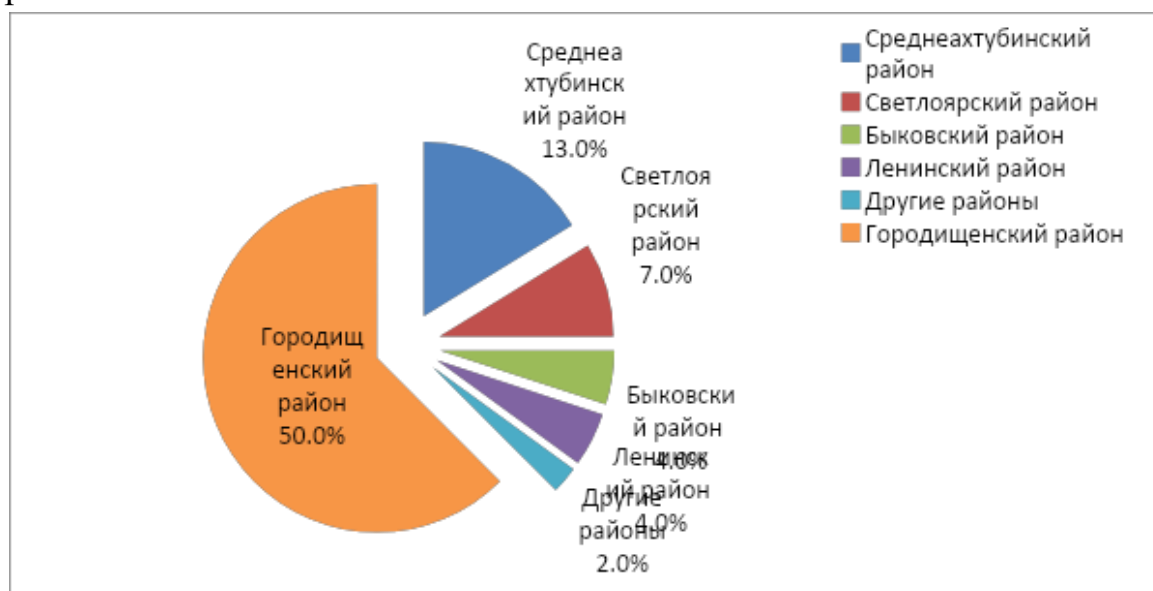


Рис. 1. Муниципальные районы Волгоградской области, занимающиеся производством овощной продукции [1]

Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур Волгоградской области представлена в таблице 1.

Таблица 1. Посевные площади сельскохозяйственных культур Волгоградской области (в хозяйствах всех категорий; тысяч гектаров) [2]

Наименование	2015	2016	2017	2018	2019
Вся посевная площадь	2989,6	3046,9	3119,2	3171,2	3146,1
<i>Зерновые и зернобобовые культуры</i>	1922,2	1925,5	2156,0	2215,9	2162,3
<i>Яровые зерновые и зернобобовые культуры</i>	953,1	851,5	726,4	787,7	611,7
<i>Технические культуры, в т.ч.</i>	835,3	901,4	755,1	770,5	796,4
<i>масличные культуры, из них</i>	830,1	896,0	751,4	767,5	793,3
подсолнечник на зерно	585,4	588,4	597,8	636,1	677,8
соя	10,9	9,5	8,2	10,6	12,4
горчица	40,1	34,1	33,8	56,2	42,6
<i>Картофель и овощебахчевые культуры</i>	109,1	103,4	91,4	82,9	71,3
в том числе:					
картофель	19,0	17,3	14,9	14,5	11,6
овощи открытого грунта ²⁾	29,6	30,9	29,8	27,7	26,7
бахчевые продовольственные культуры	60,3	55,0	46,5	40,5	32,6
<i>Кормовые культуры, в т.ч.</i>	122,9	116,5	116,7	101,9	116,2
кормовые корнеплоды	0,1	0,1	0,04	0,03	0,4

¹⁾ Данные за 2007-2017 годы приведены с учетом итогов Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года.

²⁾ Включая овощи закрытого грунта по хозяйствам населения.

В структуре посевных площадей открытого грунта Волгоградской области в 2019 году первое место занимал лук репчатый – 30,2 %, второе – морковь – 23,6%, третье – тыква (23% от общих посевных площадей овощей промышленного выращивания области), четвертое место поделили между собой помидоры (5,4%) и капуста (5,1%), далее свекла столовая (3,1%), огурцы – 2,1% и другие овощи.

Овощеводство защищенного грунта в Волгоградской области имеет положительную динамику. По результатам 2019 года сбор огурцов в регионе составил 38,6 тыс. тонн, что на 56,3% выше показателей пятилетней давности. Показатели сбора помидоров закрытого грунта за пять лет выросли на 332,4% и составили в 2019 году – 26,6 тыс. тонн. [4]. Опираясь на статистические данные, валовый сбор продукции растениеводства и овощеводства Волгоградской области (в хозяйствах всех категорий; тысяч тонн) представлен на рисунке 2.



**Рис. 2. Валовый сбор продукции растениеводства и овощеводства
в Волгоградской области за 2019 год**

Волгоградская область по производству овощей и картофеля занимает одно из ведущих мест в России, а по сборам овощей (открытого и закрытого грунта) вышла на второе место.

С волгоградских полей сельскохозяйственная продукция поступает на российские перерабатывающие предприятия и в торговые сети Южного Федерального и Центрального округов. За последнее время в регионе объемы переработки сельхозпродукции выросли почти вчетверо - с 70 тысяч тонн до 315 тысяч, а к 2021 году планируется увеличение этого показателя до 500 тысяч тонн [3, 6]. Быстрыми темпами растут мощности тепличных

хозяйств, действуют 4 современных тепличных комплекса: ООО «Агрокомплекс «Волжский», ООО «Овощевод», ГУП ВОСХП «Заря» и СПК «Тепличный». ООО «Агрокомплекс «Волжский» - это крупнейший производитель овощей защищённого грунта пятого поколения [1]. В 2019 году общая площадь всех теплиц компании составляла 18,3 гектара. В перспективе к 2021 году площадь таких теплиц планируется увеличить в три раза – до 152 га. При этом объем государственной поддержки агропромышленного комплекса составит 151 млн. рублей [4]. ООО «Овощевод», который занимается выращиванием тепличных огурцов и томатов с применением уникальной технологии «светокультура» выступает под торговой маркой «Ботаника» [2]. На развитие тепличного комплекса до 2021 года компания планирует потратить более 20 млрд. рублей. Планируется увеличить площадь теплиц с 63 га до 95 гектаров, а урожайность с 47000 тонн до 90000 тонн в год. Стремительно развивается и тепличное хозяйство ГУП ВОСХП «Заря», основанное в 1982 году в г. Волгограде [5]. Хозяйство занимается производством овощей (помидоры, огурцы) в закрытом грунте для розничной торговли в Волгоградском регионе. Площадь тепличного хозяйства составляет около 47 гектар, из них 17 гектар - теплицы закрытого грунта. На предприятии для теплиц 5 поколения используются новейшие технологии «Ультра Климат», позволяющие производить досвечивание растений овощных культур, а также специализированное программное обеспечение. СХПК Комбинат «Тепличный» имеет площади открытого и закрытого грунта – 12,5 га [10]. Ассортимент выращиваемой продукции включает более 10 наименований: томаты, огурцы, перец, баклажаны, редис, салат, различные зеленные культуры.

Эффективный рост производства продукции овощеводства связан с применением ресурсосберегающих технологий в комплексной мелиоративной системе (капельное орошение, фертигация и интегрированная система защиты растений), высокоурожайных гибридов и сортов нового поколения. Подобные мероприятия позволят к 2024 году увеличить не только производство плодовоовощной продукции на 34% (до 1,2 млн. тонн), но и экспортные поставки переработанной продукции (плодовоовощных консервов) в 4,5 раза (до 50 тыс. тонн).

Волгоградская область располагает возможностями для усиления позиций агропромышленного комплекса за счет глубокой переработки сельскохозяйственной продукции с применением инновационных наукоемких технологий и реализации принципов кластерного подхода. Достичь по-

ставленной стратегической цели, связанной с развитием территориальных кластеров, возможно путем реализации крупных инфраструктурных проектов на базе государственно-частного партнёрства. Важной областью кластерного подхода является деятельность сельхозкооперации. Группа «Сады Придонья», входящая в кластер, с учетом почвенно-климатических условий выращивает овощные культуры: морковь, тыква, свекла, кабачки, цветная капуста и брокколи и готовит из них пюре, нектары и соки, в том числе и для детского питания.

Значительная роль в формировании кластерного образования играет высшая школа и НИИ. На протяжении 60 лет ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия» занимается вопросами возделывания овощей в различных типах технологий. Исследования ученых под руководством академика РАН Кружилина И.П. показали, что в условиях Волгоградской области для ускорения наступления фазы клубнеобразования и получения стабильной урожайности молодого картофеля в 3-й декаде июня, необходимо подобрать адаптированный к аридным условиям ранний сорт, обеспечить посадку клубней в первой декаде апреля, уменьшить период посадки – всходы [9]. Доказано, что использование грядовой технологии при возделывании картофеля на светло-каштановых почвах приводит к увеличению урожайности на 63 % по сравнению с гребневой на вариантах весеннего срока посадки (рисунок 3).



Рис. 3. Возделывание картофеля сорт Жуковский на полях ОПХ «Орошаемое», ФГБНУ ВНИИОЗ, 2019 год

Основной причиной низкой продуктивности картофеля в Нижнем Поволжье являются отклонения от рекомендованной ВНИИОЗ агротехники возделывания картофеля, в том числе подбор сортов, размещение в системе севооборота, нарушение техники и технологии орошения, вне-

сение доз минеральных удобрений, не соответствующих биологическим потребностям растений [7, 9].

Важными участниками регионального овощного кластера являются: Комитет промышленности и торговли Волгоградской области, Территориальный орган Федеральной службы статистики, Комитеты финансов, земельных ресурсов, сельского хозяйства, финансовые институты, логистические центры. В дальнейшем целесообразно сформировать более крупную интегрированную структуру – агропродовольственный кластер (агрокластер), который обеспечит качественными продовольственными товарами внутренний рынок, станет эффективным инструментом для стимулирования агропроизводителей в сторону инновационного развития, стимулирования социально-экономического развития сельских территорий. Модель регионального кластера для Волгоградской области представлена на рисунке 4.

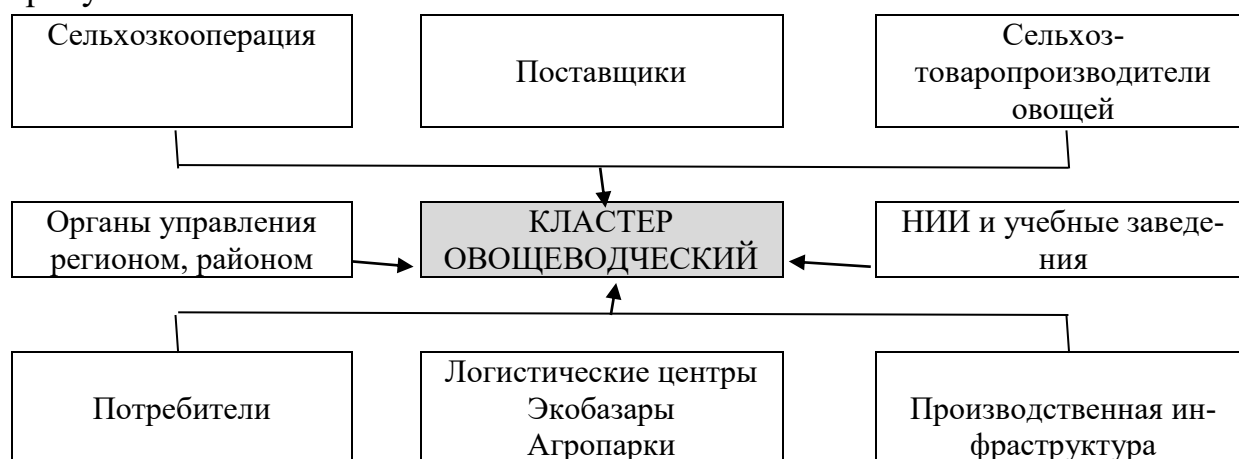


Рис. 4. Модель агропродуктового кластера Волгоградской области

Формирование и развитие агрокластера будет способствовать приросту регионального капитала, улучшению благосостояния населения, превращению сельского хозяйства экономически эффективным и конкурентоспособный сектор со специализацией в сфере овощеводства.

Формирование агропродуктовых кластеров возможно с учетом выгодного географического положения, наличия овощеводческих и перерабатывающих хозяйств, внедряющих инновационные технологии, интеграции крупных и мелких сельскохозяйственных товаропроизводителей с НИИ.

Список литературы

1. Агрокомплекс «Волжский» вдвое увеличит площадь ультрасовременных теплиц. Агровестник. [Электронный ресурс]. URL: <https://agrovesti.net/news/corp/agrokompleks-volzhskij-vdvoe-uvelichit-ploshchad-ultrasovremennykh-teplits.html> (дата обращения 11.06.2020)
2. Ботаника. О компании [Электронный ресурс]. URL: <https://www.botanika-only.ru/o-kompanii/> (дата обращения 11.06.2020)
3. В Волгоградской области собрали более 330 тысяч тонн овощей открытого грунта. АгроПост [Электронный ресурс]. URL: <http://agropost.ru/rastenievodstvo/ovoshnie/volgograd-330-tys-tonn-ovoshchey-otkrytogo-grunta.html> (дата обращения 10.06.2020)
4. Волгоградстат. [Электронный ресурс]. URL: https://volgastat.gks.ru/storage/mediabank/area_under_crops_vo_03032020.htm (дата обращения 10.06.2020)
5. Государственное унитарное предприятие «Волгоградское сельскохозяйственное предприятие «Заря» [Электронный ресурс]. URL: <http://gupzarya.ru/> (дата обращения 12.06.2020)
6. Дубко, О. Картофелеводство, овощеводство и бахчеводство Волгоградской области в 2007-2019 гг. Экспертно-аналитический центр агробизнеса. [Электронный ресурс]. URL: <https://ab-centre.ru/news/kartofelevodstvo-ovoshevodstvo-i-bahchevodstvo-volgogradskoy-oblasti-v-2007-2019-gg> (дата обращения 13.06.2020)
7. Мелихов, В.В. Роль орошаемого земледелия при разработке концепции национальных планов устойчивого развития агроландшафтов / В.В. Мелехов // В сборнике: АГРОЭКОЛОГИЯ, МЕЛИОРАЦИЯ И ЗАЩИТНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ: Материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 509-513.
8. Использование зеленых технологий как условие экономического роста в регионах России и возможность создания кластеров инновационного типа : монография / Под общ. ред. Л. С. Шаховской, Л. Н. Медведевой // ВолгГТУ. Волгоград. 2016. 244 с.
9. Способ выращивания картофеля на орошаемых землях /Кружилин И.П., Мелихов В.В., Кузнецов П.И., Каренгина Т.В., Мушинский А.А., Несват А.П.// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 4. С. 34-35
10. СХПК Комбинат «Тепличный» [Электронный ресурс]. URL: <http://teplich35.ru/shpk-kombinat-teplichny-j/> (дата обращения 12.07.2020)

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

УДК 631.43:631.1

ВЛИЯНИЕ МОЩНОСТИ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

Петрова Л.И., к.с.-х.н., Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., Первушина Н.К.

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

В современных условиях ведения сельского хозяйства на осушаемых землях все большее значение приобретает проблема рационального природопользования. При использовании осушаемых земель необходимо учитывать требования культур к агрофизическим свойствам почвы. К числу важнейших показателей агрофизического состояния почвы, характеризующего сложение пахотного слоя, относятся гранулометрический состав, пористость аэрации, мощность пахотного слоя, которые в большей степени коррелируют с урожайностью и определяют уровень плодородия [1-6]. Эффективная оценка агрофизического состояния осушаемых почв требует проведения регулярных комплексных исследований по изучению тесно связанных с ним почвенных генетических и динамических свойств.

В 2019 г. в опыте на осушаемой легкосуглинистой глееватой почве (междренное расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м) провели наблюдения за состоянием водно-воздушного режима пахотного слоя почвы и развитием растений озимой тритикале при гребешковом способе посева при различной мощности пахотного слоя почвы 32 и 26 см. По погодным условиям период весенне-летней вегетации с начала ее возобновления с середины второй декады апреля и по июнь был теплым и сухим, температура выше нормы на 1,2-2,8°C, количество осадков составило 26-66% от нормы. Июль был прохладный и сухой, температура ниже нормы на 2,2°C, количество осадков 31% от нормы. Первая декада августа холоднее обычного на 4,5°C, осадков выпало в 3,3 раза больше нормы.

Наиболее благоприятные условия водно-воздушного режима пахотного слоя почвы для произрастания растений наблюдаются при величине общей пористости 50-55% и порозности аэрации не менее 20% объема почвы. Для хорошего обеспечения растений водой и воздухом их соотношение в увлажненных районах на дерново-подзолистых почвах должно быть равно 1:1 [7].

Объемная масса пахотного слоя почвы при мощности пахотного слоя почвы 32 см составила 1,24 г/см³, при 26 см – несколько плотнее – 1,29, общая порозность на уровне оптимума соответственно 52,3 и 50,4% объема почвы. Во все фазы развития растений влажность пахотного слоя почвы была больше при мощности пахотного слоя почвы 26 см, но и на этом варианте в фазы трубкования и молочно-восковой спелости влаги было недостаточно, соответственно 45,6 и 17,5% наименьшей влагоемкости (НВ), что подтверждается высокими значениями порозности аэрации 36,9 и 45,2% объема почвы (табл. 1). В варианте с мощностью пахотного слоя почвы 32 см во все фазы влагообеспеченность была низкой, а порозность аэрации выше оптимальных значений от 35,4 до 47,8% объема почвы.

Таблица 1. Влажность (% НВ) и порозность аэрации (% объема почвы) при различной мощности пахотного слоя почвы

Мощность пахотного слоя, см	Показатели	21/05 кущение	28/05 трубкование	26/06 молочно-вос- ковая спелость	7/08 восковая спелость
32	влажность	47,8	37,0	15,8	59,1
	порозность аэрации	38,9	41,8	47,8	35,4
26	влажность	79,6	45,6	17,5	77,8
	порозность аэрации	26,8	36,9	45,2	27,3

Наблюдения за формированием биомассы растений озимой тритикале в течение вегетации показали, что при мощности пахотного слоя почвы 32 см оно проходило более активно. Показатели биомассы растений озимой тритикале в этом варианте были выше, в фазу кущения количество растений и стеблей в 1,6 и 1,3 раза, высота – на 7 см, воздушно-сухая масса – в 1,5, а площадь листьев – в 1,6 раза; в фазу колошения соответственно показателям в 1,8 и 2,1 раза, на 17 см, в 1,5 и 1,6 раза (табл. 2).

Таблица 2. Показатели биомассы растений озимой тритикале при различной мощности пахотного слоя почвы

Мощность пахотного слоя, см	Показатели	Фаза кущения	Фаза колошения
32	высота, см	41	104,0
	воздушно-сухая масса, г/м ²	437	154,0
	площадь листьев, тыс. м ² /га	20,9	36,4
26	высота, см	34	97,0
	воздушно-сухая масса, г/м ²	299	102,0
	площадь листьев, тыс. м ² /га	12,9	22,1

При анализе структуры урожая озимой тритикале было выявлено, что увеличение мощности пахотного слоя почвы до 32 см благоприятно отразилось на формирование густоты стояния растений – больше на 55 шт./м² (или на 31%) и количества продуктивных стеблей – на 183 шт./м² (или на 47%), масса 1000 зерен меньше на 4,43 г (на 10%), количество зерен в колосе одинаковое, выше общая и продуктивная кустистость (табл. 3).

Таблица 3. Урожай озимой тритикале и его структура при различной мощности пахотного слоя почвы

Мощность пахотного слоя, см	Количество, шт/м ²			Кустистость, %		Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен, г	Урожай, т/га	
	растений	стеблей		общая	продуктивная			сноповой	биологический
		всего	продуктивных						
32	235	598	570	2,54	2,43	45,8	46,60	10,7	12,2
26	180	417	387	2,32	2,15	45,8	51,03	9,53	9,04

В итоге в этом варианте урожай сформировался по сноповому учету выше на 1,17 т/га или на 12%, биологический – на 3,06 т/га или на 13%.

Библиографический список

1. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н., Первушина Н.К. Агрофизическое состояние и плодородие осушаемых почв. // Российская сельскохозяйственная наука. №5. 2015. С. 36-39.
2. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н., Петрова Л.И. Особенности регулирования плодородия осушаемых почв. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. №5.2016. С. 35-39.
3. Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Кухарина В.Н., Лукьянов С.А. Влияние предшественников и приемов основной обработки на урожайность зернофуражных культур на осушаемых землях. //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. №6(61). 2017. С.25-29.
4. Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Лукьянов С.А. Прием комбинированной обработки осушаемых почв. //Мелиорация и водное хозяйство. №5. 2018. С 25-29.
5. Бондарев А.Г. Теоретические основы и практика оптимизации физических условий плодородия почв. // Почвоведение. №11. 1994. С. 10-15.
6. Моисеев К.Г. К оценке физического состояния дерново-подзолистых почв. // Агрофизика. № 1. 2011. С.38-43.
7. Румянцев В.И., Коптева З.Ф., Сурков Н.Н. Земледелие с основами почвоведения. М.: Колос. 1979. С. 52-53.

УДК 631.6; 631.4; 631.5; 911.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ АГРОЛАНДШАФТА НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

Д.А. Иванов, д-р с.-х. наук, проф., чл.-корр. РАН,

М.В. Рублюк, канд. с.-х. наук, **О. В. Карасева**, канд. с.-х. наук,
*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

Для разработки проектов ландшафтно-мелиоративного земледелия конкретных хозяйств необходимо использовать данные мониторинга продуктивности культур, полученные на агроэкологическом полигоне. При организации агроэкологических полигонов важным методическим вопросом является проблема расположения опытных делянок в пределах агроландшафта, так как, очевидно пространственно-временная изменчивость урожаев будет в немалой степени зависеть от их ландшафтного адреса [1].

Для решения этой методической проблемы во ВНИИМЗ в 1996 г. был образован агроэкологический полигон, расположенный в пределах средневысотного конечно-моренного холма московского возраста, с относительной высотой 15 м, состоящего из межхолмных депрессий (северной и южной), южного склона крутизной 3-5°, плоской вершины и северного склона крутизной 2-3°. Почва опытного участка дерново-сильнопodzolistая остаточно-карбонатная глееватая. Гранулометрический состав на южном склоне и вершине – песчано-супесчаный, на северном склоне – супесчано-легкосуглинистый. Почвообразующие породы имеют двучленный характер. На южном склоне средняя глубина морены превышает 1 м, а на северном она залегает на глубину 0,5-0,6 м, местами выходя на поверхность.

Изучение адаптивных реакций растений на ландшафтные условия проводились в пределах агроэкологических трансект длиной 1300 м. пересекающие основные микропозиции – агромикрорландшафты (АМЛ) конечно-моренного холма: транзитно-аккумулятивные (Т-А) агромикрорландшафты межхолмных депрессий и нижних частей склонов, в которых преобладает аккумуляция питательных веществ из грунтовых и намывных вод; транзитные (Т) местоположения центральных частей склонов, характеризующиеся боковым током влаги; элювиально-транзитные (Э-Т) позиции верхних частей склонов, где наряду с боковым током влаги наблюдается вертикальное промывание почвенного профиля и элювиально-аккумулятивные

(Э-А) АМЛ плоской вершины, где происходит, как вертикальный нисходящий ток влаги, так и ее локальная аккумуляция в микропонижениях.

Опытный участок осушен закрытым дренажем, глубина залегания дрен 1 м. Междреннее расстояние в элювиальных вариантах составляет 40 м, в транзитных – 30 м, в транзитно-аккумулятивных – 20 м.

В пределах трансект был развернут плодосменный севооборот со следующим чередованием культур: 1) Овес; 2) Картофель; 3) Лен; 4) Озимая рожь; 5) Ячмень + многолетние травы; 6-7) Злакобобовая травосмесь 1-2 г пользования. В опыте изучалось влияние агроландшафтных условий на водно-физические свойства почвы при возделывании клеверотимофеечной травосмеси второго года пользования. Поле разбито на 30 одинаковых участков, в которых определялась урожайность трав 2 г.п. сплошным методом. Учетная площадь участка 23,3 м², повторность 4-х кратная.

Несмотря на то, что трансекты располагаются в пределах одного агроландшафта, их почвенно-ландшафтные условия существенно различаются. Пятьдесят два процента площади первой трансекты, пересекающей центральные части холма, приходится на элювиальные местоположения, характеризующиеся нисходящим током веществ и их отрицательным балансом. Транзитные микроландшафты, с боковым (латеральным) током веществ, здесь занимают 30% площади, транзитно-аккумулятивные, характеризующиеся преобладанием аккумулятивных процессов – 7,5%. Трансекта характеризуется слабой пересеченностью рельефа ($V (\%) = 22,5$) и незначительной площадью глеевых почв (15%), в то время как слабооглеенные разности здесь занимают 28,5 %.

Вторая трансекта, проходя по окраинной части конечно-моренного холма, при меньшей средней высоте, характеризуется большей пересеченностью рельефа ($V (\%) = 41$). В ее пределах значительно больше транзитных (57%) и транзитно-аккумулятивных (24%) микроландшафтов, в то время как элювиальные местоположения занимают меньше трети площади. Соответственно здесь намного больше глеевых почв (60%) и очень мало слабооглеенных (12 %),

Анализ статистических параметров в основном подтверждает сделанные ранее выводы. Трансекта № 2, проходя по более пересеченной территории, характеризуется значительно большей вариабельностью параметров большинства агроландшафтных компонентов, по сравнению с трансектой № 1. Достоверные различия (на 95 % уровне значимости) по плотности пахотных горизонтов объясняются близостью залегания морены на северо-

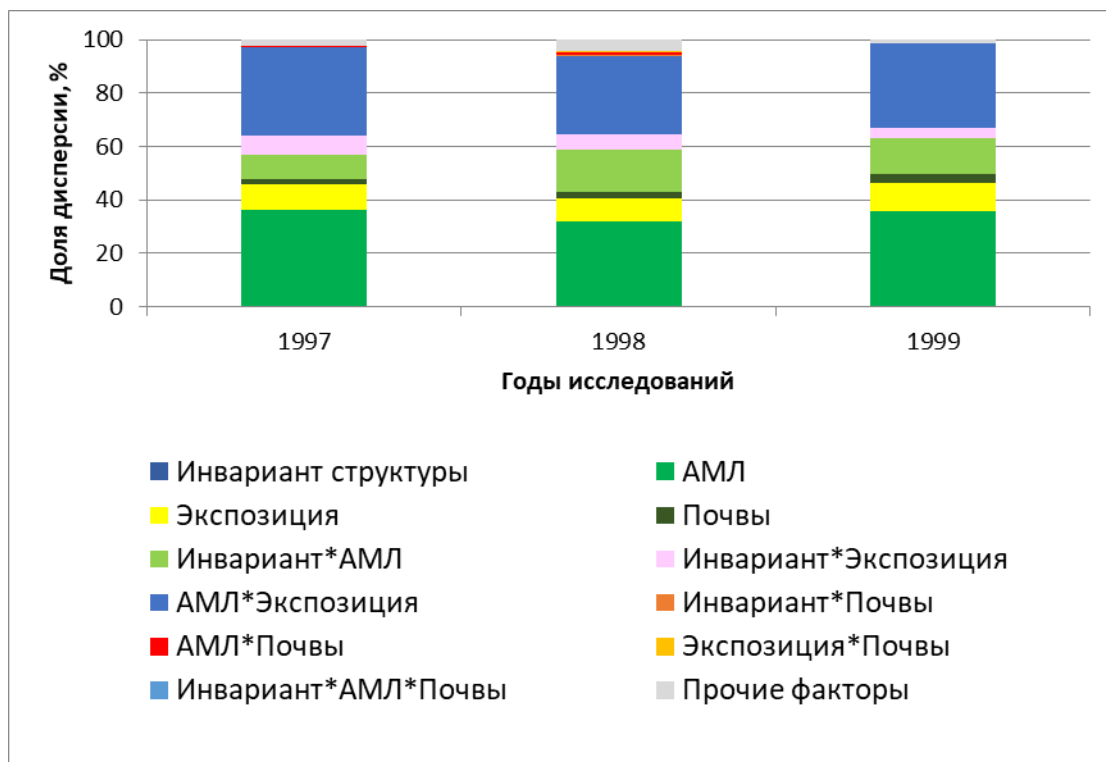
восточном склоне в пределах трансекты №2. Это же является причиной достоверных различий по общей пористости и пористости аэрации пахотных горизонтов, а также по запасам гумуса. Можно сделать вывод о том, что различная заболоченность трансект обусловлена, прежде всего, особенностями сложения почв, а не условиями увлажнения.

Небольшая, но достоверная разница высоты снежного покрова объясняется гипсометрическими особенностями трансект. Снег в пределах трансекты № 1, расположенной в среднем на более высоких отметках, в большей степени испытывает уплотняющее воздействие ветра, чем в условиях трансекты № 2, расположенной несколько ниже. Более интенсивное развитие элювиальных процессов в пределах трансекты № 1 привело к достоверному снижению здесь содержания обменных оснований в поглощающем комплексе почв [2].

Для определения влияния факторов ландшафтной среды на продуктивность картофеля, данные за каждый год обрабатывались методом четырёхфакторного дисперсионного анализа, в котором фактором «А» являлись инварианты ландшафтной структуры (трансекта №1 и трансекта №2); фактор «В» – склоны разной экспозиции (северная и южная); фактор «С» – агромикрорландшафты (Т-Аю, Тю, Э-Тю, Э-А, Э-Тс, Тс, Т-Ас, Тю2, Э-Тю2); фактор «D» – почвы разного гидроморфизма (слабооглеенные, глееватые и глеевые). Степень влияния ландшафтных факторов на урожайность трав вычислялась на основе метода Н. А. Плохинского путем деления частной факториальной суммы квадратов на общую [3].

Результаты дисперсионного анализа представлены на рис. 1.

Исследования показали, что максимальное воздействие на пространственно-временную динамику урожайности картофеля оказывают природные условия агромикрорландшафтов. Суммарно непосредственное их воздействие на картофель и влияние взаимодействий «АМЛ* Экспозиция» и «Инвариант*АМЛ» определяет 78% вариабельности его урожайности. Можно предположить, что основным фактором, влияющим на развитие картофеля, являются эрозионные процессы, наиболее интенсивно протекающие при культивации пропашных культур. Подтверждением этому тезису является сильное влияние на урожай экспозиции, которая, совместно с взаимодействием «Инвариант*Экспозиция» определяют 15% вариабельности продуктивности культуры. Гидроморфизм почв и его взаимодействие с другими факторами совокупно объясняют не более 3% вариабельности урожайности.



Следует отметить, что ландшафтные различия трансект (фактор «Инвариант») сами по себе не оказывают значительного воздействия на урожай, однако однотипные АМЛ, склоны и почвенные тела, расположенные в различных частях агроландшафта по разному влияют на продуктивность картофеля.

Несмотря на сильные различия годов наблюдений по климатическим условиям, факторное пространство формирования урожайности картофеля существенно не меняется вследствие того, что основным условием ландшафтной среды, определяющим продуктивность этой культуры, является напряженность эрозионных процессов, которая в свою очередь зависит от стабильных во времени факторов – крутизны и экспозиции склонов, гранулометрического состава почв и технологических приемов возделывания.

Исходя из вышеизложенного, можно рекомендовать, при разработке адаптивных способов возделывания картофеля в условиях конечно моренных гряд, прежде всего учитывать оро-литогенные особенности этих агрогеосистем.

Библиографический список

1. Иванов Д.А., Ковалев Н.Г. Ландшафтно-мелиоративные системы земледелия (прикладная агрогеография). Монография, Тверь: издатель А.Н. Кондратьев. 2017. -310 с.
2. Иванов Д.А., Корнеева Е.М., Салихов Р.А., Петрова Л.И., Пугачева Л.В., Рублюк М.В. Создание ландшафтного полигона нового поколения. // Земледелие. № 6. 1999. С. 15-16.
3. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ. 1970. – 367 с.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ СОРТА ГАЛА

Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор, Тихомирова Д.В., Казьмин А.Е.
*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

Получение высоких урожаев картофеля на осушаемых землях Нечерноземной зоны зависит от сбалансированного внесения элементов питания с учетом их содержания в почве, а также от погодных условий вегетационного периода при возделывании данной культуры. Перспективной технологией, удовлетворяющей все требования, является выращивание картофеля на грядах. Технология способна обеспечить благоприятный водно-воздушный и тепловой режимы почвы, достаточную освещенность и хорошую продуваемость посадков, позволяя снизить риск поражения растений различными заболеваниями [1]. Следует отметить, что высокая потребность картофеля в питательных веществах обуславливает необходимость внесения под него повышенных доз удобрений с учетом их содержания в почве.

В проведенном нами трехгодичном исследовании определялись влажность почвы и количество питательных веществ, оказывающих естественное воздействие на формирование урожайности картофеля при его возделывании на грядах с различными схемами применения удобрений. Объектом исследований служил картофель столового назначения Гала, включенный в Госреестр по Северо-Западному региону.

Опыты проводились на стационарном полигоне ВНИИМЗ в 2016-2018 годах в четырехкратной повторности на участках, осушаемых закрытым гончарным дренажом (междреннее расстояние – 20 м, глубина заложения дрен – 0,9-1,2 м). Общая площадь делянки – 29,4 м², учетная – 10,0 м². Почвы опытов дерново-подзолистые, легкосуглинистые, глееватые, среднекислые с высоким содержанием обменного фосфора и калия, особенно на участке опыта, выполненном в 2018 году (табл. 1).

Таблица 1. Агрохимическая характеристика участков, 2016-2018 гг.

Год	Агрохимические показатели почвы, мг на 1 кг почвы				
	pH _{КС}	N _{лг.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус, %
2016	5,3	43,0	157,0	93,0	2,2
2017	4,2	42,4	182,2	211,2	2,5
2018	4,5	41,7	262,0	328,9	2,5

Под картофель вносили органическое удобрение КМН (компост многоцелевого назначения) и минеральные удобрения (аммиачную селитру, суперфосфат двойной и хлористый калий) либо совместно, либо по отдельности – лентой или вразброс (табл. 2). Расчет внесения минеральных удобрений проводился в эквивалентных КМН дозах, рассчитываемых по содержанию в нем подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову), а также по содержанию в почве гумуса.

Таблица 2. Схема опыта

№ варианта	Наименование варианта
1	Без удобрений (контроль)
2	КМН (12 т/га) – вразброс
3	НРК – доза, эквивалентная КМН (12 т/га) – вразброс
4	КМН (12 т/га) + НРК – планируемый урожай 45,0 т/га – вразброс
5	КМН (12 т/га) + НРК – планируемый урожай 45,0 т/га – лентой в гряде
6	КМН (6 т/га) + НРК 50 % от варианта 5 – лентой в гряде

Норма посадки картофеля – 45 тыс. клубней на гектар. Возделывание культуры осуществлялось по рекомендованной ВНИИМЗ грядовой технологии в плодосменном четырехпольном севообороте со следующим чередованием культур: яровая пшеница + клевер – клевер 1 г. п. – озимая рожь – картофель.

Потребности растений картофеля, как во влаге, так и в тепле в разные периоды развития неодинаковы. А поскольку метеорологические условия в годы проведенных исследований различались, они, безусловно, оказали существенное влияние на рост и развитие этой культуры.

Так, вегетационный период 2016 года в целом был теплым и влажным. Сумма средних активных положительных температур (больше +10°C) за вегетационный период составила 110,9 % нормы, сумма осадков – 292 мм, или 106 % от нормы. Но в течение вегетации и подекадно периоды переувлажнения чередовались с периодами недостатка влаги в почве. ГТК за период вегетации составил 1,48. В фазы бутонизации и цветения при максимальной испаряющей поверхности листьев картофеля влагообеспеченность растений претерпевала резкие колебания от 200 до 34 % от нормы соответственно. В начале фазы бутонизации (I декада июля) влажность почвы была ниже нормы и составила 69 % от нормы, или 43,6 % от наименьшей влагоемкости (НВ), в фазу цветения сумма осадков в 2 раза превысила норму, в конце фазы цветения (III декада июля) – 34 % от нормы. Всего за июль выпало 88 % месячной нормы осадков.

Вегетационный период 2017 года в целом по температурному режиму был близким к норме и влажным. Сумма средних активных температур составила 97,7 % от нормы. Сумма осадков в целом за вегетацию составила 335 мм, или 118 % от нормы. Особенно переувлажненным был период от посадки до начала ветвления стебля. Количество осадков в этот период в 1,2–2,3 раза было выше нормы, достигая либо максимальных значений (до 228 %), либо также превышающих норму, но в «минимуме» – 167%. ГТК данного вегетационного периода был равен 1,88.

Вегетационный период 2018 года оказался в целом теплым (108,7 % активных температур от нормы) и засушливым. За вегетационный период выпало 188 мм осадков, или 67,5 % от нормы. И только в первой декаде июля и в начале фазы бутонизации влажность оказалась выше оптимальной и достигала 93,9 % от НВ. ГТК за вегетационный период составил всего 0,96. На рис. 1 отражена средняя за сезон вегетации динамика влажности почвы по каждому году исследования.

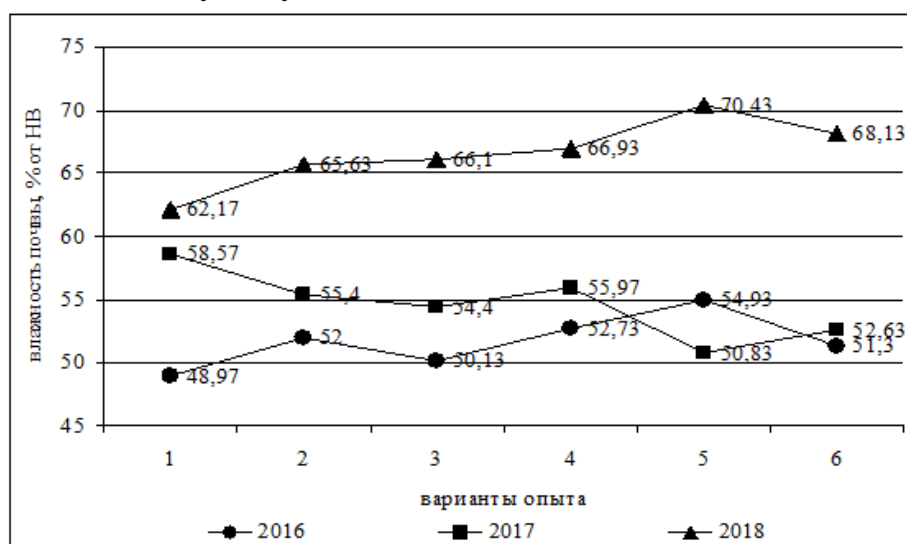


Рис. 1. Динамика влажности почвы, 2016-2018 гг.
 (НВ – 23 % от абсолютно сухой почвы)
 Варианты опыта – см. табл. 2

Литературные данные свидетельствуют, что более благоприятное состояние водно-воздушного режима пахотного слоя почвы влияет на эффективность применения вносимых удобрений и на получение максимального урожая картофеля [2,3]. А в нашем исследовании математическая связь между влажностью почвы и урожайностью картофеля была подтверждена высокими коэффициентами корреляции в более благоприятные по погодным условиям 2016 и 2017 годы ($R = 0,97$ и $R = 0,79$, при $p \leq 0,05$ соответственно).

В связи с различиями в метеоусловиях урожайность вариантов опыта существенно различалась по годам. Однако на ее уровень оказали влияние не только описанные выше погодные условия, но и вносимые в почву удобрения. Так, в варианте-контроле без использования удобрений (б/у) урожайность оказалась самой низкой. В то же время в вариантах с применением и органических, и минеральных удобрений прибавка урожая составила в среднем от 7,6 до 13,3 т/га (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность картофеля (т/га), 2016–2018 гг.

Год Вариант	2016	2017	2018	Среднее за 3 года	± к контро- лю, т/га
1	19,30	20,20	26,00	21,83	–
2	25,00	33,20	30,10	29,43	+7,6
3	24,00	33,80	32,60	30,13	+8,3
4	28,20	44,70	28,60	33,83	+12,0
5	30,10	47,30	28,00	35,13	+13,3
6	23,50	41,20	25,30	30,00	+8,17
НСР _{0,5}	2,7	3,5	3,1	–	–

Примечание: варианты опыта – см. табл. 2.

В вариантах с планируемым урожаем 45 т/га (варианты опыта № 4 и № 5) независимо от способа внесения удобрений в среднем за три года исследований была получена самая высокая урожайность. В остальных вариантах опыта с использованием удобрений урожайность картофеля была несколько ниже.

В результате обменных реакций, происходящих в почве под воздействием содержащихся в ней ферментов, происходила мобилизация элементов питания растений. На высокое содержание элементов питания в почве вариантов опыта оказывали влияние не только их изначально повышенный уровень (табл. 1), но и внесенные органические (КМН) и минеральные удобрения.

На рис. 2 представлено среднее за три года количество азота (в виде суммы $N-NO_3 + N-NH_4$), а также подвижных форм калия и фосфора в почве вариантов опыта под картофелем.

Среднее за три года содержание минерального азота и обменной формы калия в почве оказалось тесно связанным с влажностью, что подтверждалось высокими коэффициентами корреляции между ними: $R = 0,84$ и $R = 0,91$ соответственно при $p \leq 0,05$.

В результате проведенных трехлетних исследований было выявлено, что урожайность картофеля сорта Гала зависела не только от сбалансиро-

ванного внесения элементов питания с учетом их содержания в почве, но и от погодных условий, определивших серьезные различия почв опыта по влажности, которая, очевидно, и сработала как лимитирующий фактор роста и развития, а также накопления будущего урожая.

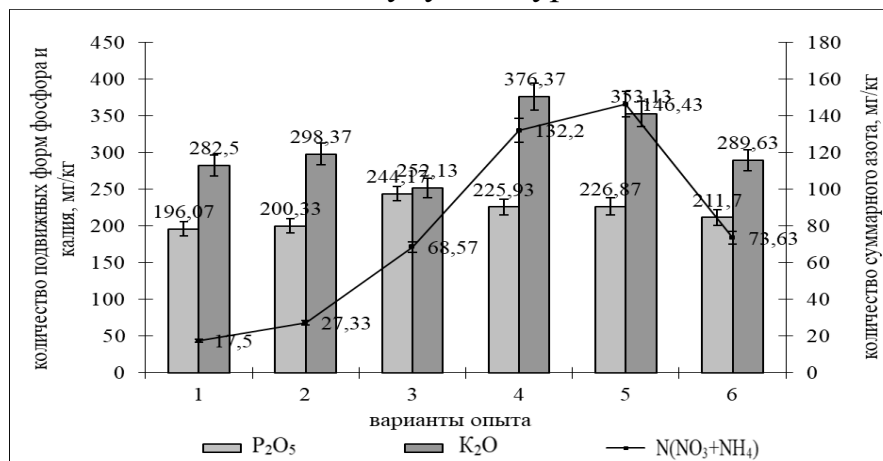


Рис. 2. Среднее (2016-2018 гг.) содержание элементов питания в почве
Варианты опыта – см. табл. 2

Кроме этого, проведенная статистическая обработка данных за три года проведенных опытов позволила обнаружить достоверно высокие связи урожайности картофеля всех вариантов с влажностью почвы ($R = 0,87$ при $p \leq 0,05$) и с содержанием минерального азота в почве ($R = 0,88$, при $p \leq 0,05$).

Было установлено, что наибольшая урожайность картофеля сорта Гала при его возделывании на грядах была получена в вариантах с совместным внесением органических и минеральных удобрений, что подтверждает литературные данные последних лет, посвященных этой проблеме [4, 5].

Библиографический список

1. Митрофанов Ю. И., Анциферова О. Н., Лукьянов С. А. Обработка осушаемой почвы при грядовой технологии возделывания картофеля // Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях: материалы научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ. Тверь, 2016. С. 56-61.
2. Гаспарян И. Н., Дыйканова М. Е. Как повысить урожай раннего картофеля // Картофель и овощи. 2018. № 2. С. 29-31.
3. Молявко А. А., Марухленко А. В., Еренкова Л. А., Борисова Н. П. Резервы местных удобрений под картофель // Плодородие. 2017. № 2. С. 22–25.
4. Pospíšil, A., Pospíšil, M. & Švencbir, M. Influence of organic and mineral fertilizers on agronomic traits of potato // Poljoprivreda. 2017. No.23. Pp.11-16. DOI: 10.18047/poljo.23.1.2.

5. Чеботарев Н. Т., Конкин П. И., Юдин А. А. Эффективность комплексного применения органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве севера // Аграрная наука. 2018. № 6. С. 56-59.

УДК. 631.616

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ПРИ ОРОШЕНИИ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Майер А.В., к.с.-х.н., старший научный сотрудник

*ВФ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидро-
техники и мелиорации им. А.Н. Костякова, г. Волгоград, Россия*

При возделывании овощных и зерновых культур в южных регионах Российской федерации особое внимание придается технологиям орошения. В одних климатических зонах предпочитают орошать сельскохозяйственные культуры с применением передвижной поливной техники, в других регионах поливы осуществляют стационарными системами орошения, в третьих поливы производят по бороздам или с затоплением поливных чеков [1, 5]. Для экономии энергетических и водных ресурсов в Волгоградском филиале разработан агротехнический прием проведения вегетативных поливов на фоне очагового щелевания. Орошение поливного массива проводят после проведения агротехнического приема нарезки узких щелей с очаговыми резервуарами. Такая технология поделки щелей и введение вместе с ними очагов для накопления влаги, позволит аккумулировать оросительную воду с целью ее экономии. Агротехнический прием предполивной обработки почвы направлен на эффективное использование поливной воды в основном при дождевании [2, 3].

Размещение посевов зерновых и овощных культур в засушливых условиях Нижнего Поволжья экономически и экологически оправданно. В данном регионе сумма среднемесячных температур свыше 10⁰С составляет 3200...3800⁰, а продолжительность вегетационного периода 165...175 дней. Такие показатели, несомненно, позволяют возделывание зерновых и овощных культур с вегетативной группой созревания ФАО до 300. Сумма приходящей фотосинтетически активной радиации (ФАР) составляет около 11· 10⁹ кДж/га. Это значит, что при КПД использования ФАР сельскохозяйственные культуры формируют урожайность до 127 центнеров сухого зерна и до 120 тонн овощной продукции с орошаемого гектара [1]. Главным сдерживающим фактором реализации потенциала продуктивности с-х культур является незначительное количество выпадающих осадков. Кроме

того для региона характерно постоянное или периодическое воздействие засух и суховеев, что приводит к заметному снижению, а порой и к полной гибели урожая. Поэтому весьма актуально решение вопросов оптимизации условий роста и развития растений, как важнейшей составляющей наиболее полного генетического потенциала культуры на орошаемых землях. Решение этих задач в условиях нарастания водного дефицита должно основываться на совершенствовании оросительной техники рациональном расходовании поливной воды, что может быть достигнуто как за счет регулирования водного режима почвы, так и микроклиматических условий посева [4, 6]. Особую значимость приобретают применение агротехнических приемов и изучение растений в тесной связи не только с окружающей средой в целом, но и с теми физиологическими процессами, которые протекают в самом растении.

Исследования и апробация разработки выполнены в Волгоградском филиале ВНИИГиМ. Основные результаты по разработке опытного образца обсуждались на ученых советах филиала и ВНИИГиМа по ходу испытаний. Использовались методические рекомендации по определению экономической и энергетической эффективности орошения.

С целью эффективного использования поливной воды разработанный нами и внедренный в производство агротехнический прием предусматривает обязательное проведение весной и к середине вегетации растений щелевания агрегатом ЩН-2-100 с экспериментальными рабочими органами (рис. 1).

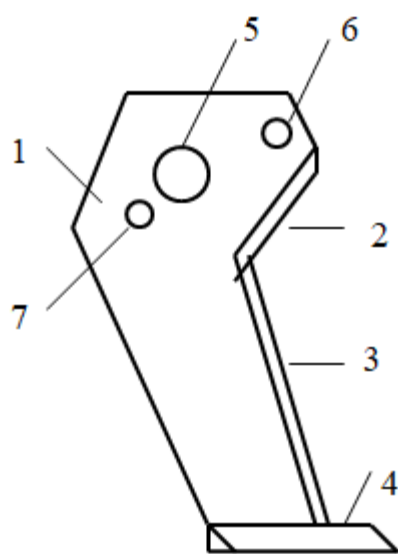


Рис. 1. Агрегат для щелевания ЩН-2- 100.

1 – щелерез; 2 - малое лезвие; 3 - большое лезвие; 4 – долото; 5 – упорное гнездо;
6, 7 – крепежные кольца

Весной щелевание проводят перпендикулярно направлению последующего посева, совмещая операции культивация + щелевание междурядий, направленных на поделку водоперехватывающих щелей с очаговыми резервуарами нарезанных долотом, расположенном в нижней части щелереза (рис. 2).

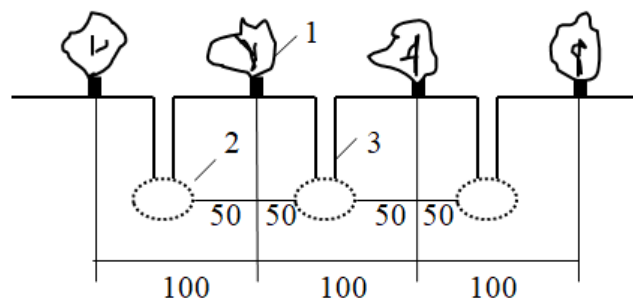


Рис. 2. Расположение нарезанных щелей с очаговыми резервуарами в почве.
1 – растения; 2 – очаговый резервуар; 3 – нарезанная щель

Оснащение ЩН-2-100 экспериментальными рабочими органами позволило обеспечить ширину щели в пределах 2...3 см., глубину 35...40 см., расстояние между щелями 100 см. Рабочие органы для поделки сверх узких щелей обеспечивают высоту прищелевого валика не более 10 см. Рекомендованный агротехнический прием предполивной обработки почвы можно обосновать как технологическую модель поддержания предполивных порогов влажности почвы. Увлажнение почвы при орошении складывается из инфлюкции, инфильтрации и фильтрации. Интенсивностью таких процессов служит показатель водопроницаемости почвы. Водопроницаемость зависит от количества воды поступившей в почву за единицу времени, которая является коэффициентом водопроницаемости. Такие процессы описываются формулой А.Н. Костюкова ($K=K_0t^{-a}$).

При поливе появление на поверхности почвы, не впитавшейся воды, зависит от интенсивности расхода при подаче воды на протяжении всего полива и интенсивности ее впитывания в почву. При орошении дождеванием заданной интенсивностью дождя (i) вся поступающая на поле вода впитывается в течение времени (t). Рассуждая о водопроницаемости можно показать, что при поливе с одинаковой интенсивностью часть расхода Q_1 воды будет впитана почвой, а объем V_1 может стать причиной ирригационного стока.

На основании математических преобразований поливная норма, при которой образуется неуправляемый сток из-за ряда причин, от которых зависит скорость водопроницаемости, может быть рассчитана по формуле:

$$m_{\text{Э*д}} = \sqrt[a]{K_0 * i^{2a-1}}$$

Полученная зависимость для расчета возможного ирригационного стока представлена на рис. 3

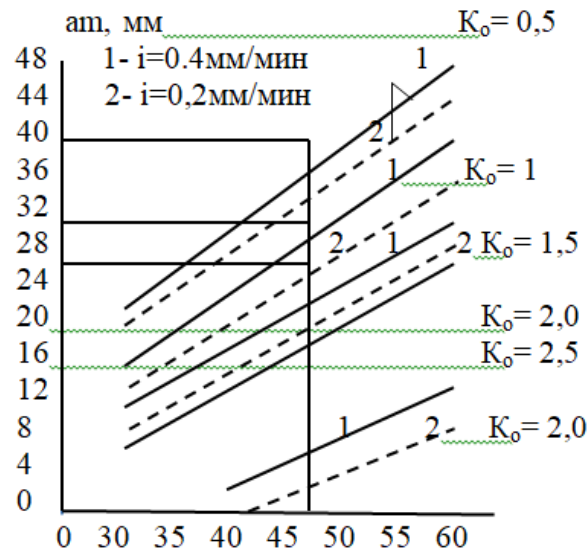


Рис. 3. Зависимость расчета возможного ирригационного стока

Исходя из вышеизложенного материала, после обоснования оптимальной поливной нормы m_s , рассчитанной для конкретных почвенных условий. Если оптимальная поливная норма больше бесстоковой, то рассчитывают эрозионно-допустимую норму и сравнивают ее снова с оптимальной. При меньшем значении эрозионно-допустимой нормы в сравнении с номинальной рассчитывают слой возможного ирригационного стока.

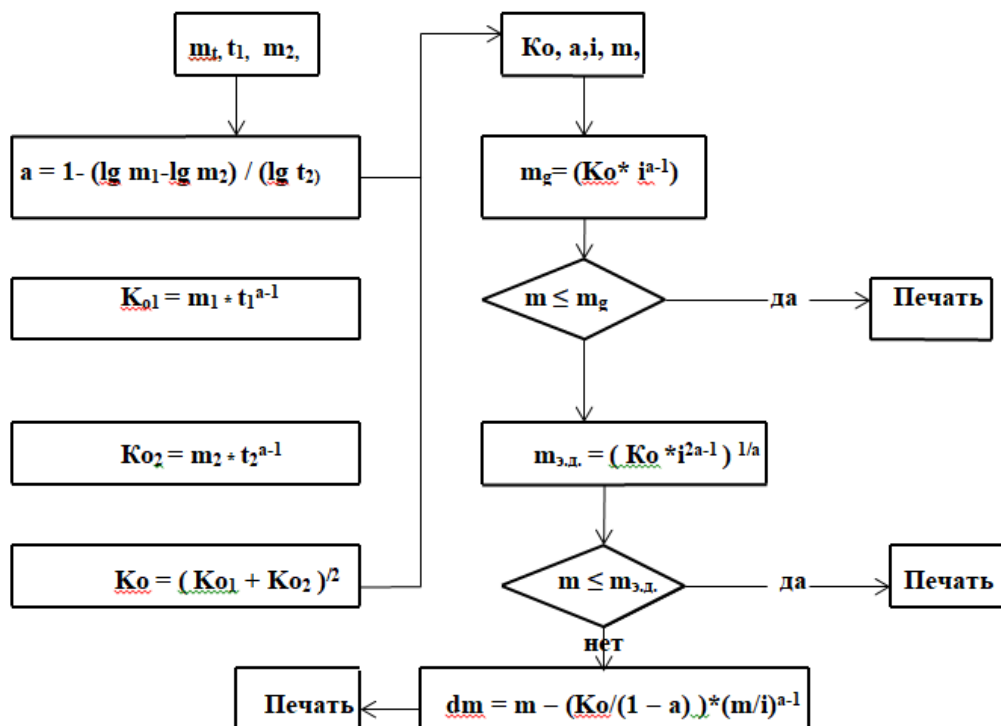


Рис. 4. Блок-схема алгоритма расчета эрозионно - допустимой поливной нормы
 K_0 – скорость впитывания м/ч, a – параметр характеризующий динамику изменения скорости впитывания, i – уклон поверхности почвы, $m_m^{3/час}$ – поливная норма, $m_{эд}$ – эрозионно-допустимая норма, dm – слой возможного эрозионного стока.

Численные значения рассчитанных величин являются основой при обосновании параметров технологических приемов предполивной обработки почвы повышающих рациональное использование водных ресурсов.

Заключение: Впервые разработан и усовершенствован агротехнический прием предполивной нарезки сверх узких щелей с очаговыми резервуарами, для аккумуляции в них почвенной влаги. Сверх узкие щели шириной 2...3см способствуют снятию энергетической нагрузки на тяговый агрегат, что, несомненно, приведет к экономии топливных ресурсов. Полученные результаты исследований могут быть использованы как производственными организациями, так и фермерскими хозяйствами, где применяют для орошения дождевальную технику. Особенно эффективен разработанный прием щелевания на склоновых землях, когда поливная вода не смывается быстрым потоком, а проникает в нарезанные щели и почвенная влага сохраняется в нарезанных очаговых резервуарах на нужный расчетный период времени. Такая технология орошения приводит к сдвигам сроков и даты очередного вегетативного полива, а в конечном итоге сокращая оросительную норму примерно на один полив, что приводит к экономии поливной воды.

Библиографический список:

1. Бородычев В.В. Оптимальное управление поливами на основе современных вычислительных алгоритмов / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.С. Овчинников, В.С. Бочарников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. -№4 – С. 21-28.
2. Бородычев В.В. Научные разработки ВФ ВНИИГиМа / В.В. Бородычев, Конторович И.И., Лытов М.Н. //Мелиорация и водное хозяйство. 2014. № 5-6. С. 8-10.
- 3.Бочарников В.С. Новые приемы возделывания овощных культур в системе водосберегающего орошения /В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков// Овощеводство и тепличное хозяйство. 2014 г. № 4 – с.54.
4. Дубенок Н.Н. Разработка систем комбинированного орошения для полива сельскохозяйственных культур /Дубенок Н.Н. Майер А.В. // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. С. 9-19.
5. Майер, А.В. Разработка технических средств и метод определения интервала времени между увлажнениями в системе комбинированного орошения/ А.В. Майер, В.С Бочарников, Е.А. Долгополова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса //Наука и профтехобразование , № 1. 2012 – С. 150-155.
- 6.Овчинников А.С. Перспективная система управления водным режимом почвы и микроклиматом [Текст]/ А.С. Овчинников, В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров, В.М. Гуренко.// Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. –С. 6-12.

**К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА
И ОКУПАЕМОСТИ УДОБРЕНИЙ В ПОЛЕВОМ
И ОВОЩЕКОРМОВОМ СЕВООБОРОТАХ**

Иванова Ж.А., к.с.-х.н., Филиппов П.А. инж.

*ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Условия ведения земледелия на Северо-Западе России таковы, что здесь применение удобрений высоко эффективно, не только на слабо- и среднеокультуренных, но и на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах (Иванов, Иванов, Семёнова, 1996; Иванов, 1999). И это несмотря на то, что комплекс агрохимических свойств у окультуренных почв оптимизирован практически по всем показателям (Иванов, Иванов, Иванова, 1991). Однако ориентация исключительно на мобилизацию запасов питательных веществ таких почв неизбежно ведёт к их скрытой деградации, а в некоторых случаях и к обострению пестроты почвенного плодородия (Иванов и др., 2014, Конашенков и др., 2016). Всё это в конечном итоге неминуемо снижает отдачу от удобрений и их экономическую эффективность. С целью поиска средств эффективного управления продуктивностью культур и плодородием окультуренных почв в 2006-2019 гг. нами было выполнено комплексное исследование.

Для достижения этой цели в Меньковском филиале АФИ развернут длительный полевой опыт «агрофизический стационар». Его методология более подробно представлена ранее (Иванов, Иванова, Конашенков, Филиппов; 2017). Данная статья посвящена анализу агрономической эффективности систем удобрения во второй ротации полевого (ячмень + многолетние травы – многолетние травы 1 и 2 года использования – озимая рожь – картофель – однолетние травы) и овоще-кормового (картофель – озимая пшеница – люпин узколистый – свёкла столовая – капуста белокочанная – ячмень) севооборотов. Опыт заложен в 2006 году на средне-, хорошо- и высокоокультуренной дерново-подзолистых почвах супесчаного гранулометрического состава, сформированных гиперинтенсивным применением навоза и поддерживающего известкования. В 2016 году в хорошо и высокоокультуренную почвы было внесено 35 и 70 т/га птичьего помёта. Трёхвариантная схема минеральной системы удобрения в опыте рассчитывалась под каждую культуру и заданный уровень окультуренности, формируемый трёхвариантной схемой применения органических удобрений,

исходя из заданных параметров продуктивности фотосинтеза с выходом на КПД ФАР от 2 до 3-4%.

В ходе исследования было установлено, что агрономическая эффективность удобрений в течение ротации севооборота определялась совокупностью агроэкологических факторов. Наиболее весомый вклад в неё вносили биологические особенности культур, уровень эффективного плодородия почвы, погодно-климатические условия, фитосанитарное состояние посевов и посадок и др.

Как и предполагалось научной гипотезой максимальным откликом на окультуривание почвы отличались более требовательные овощные культуры, средней – озимые зерновые, однолетние травы и картофель, низкой – яровые зерновые и многолетние травы (табл. 1). При этом изученные культуры сформировали следующий убывающий ряд отзывчивости на окультуривание среднеокультуренной дерново-подзолистой почвы: капуста белокочанная (8,00 т/га з.ед.) > люпин узколистный (2,08 т/га з.ед.) > озимая рожь (1,81 т/га з.ед.) > однолетние травы (1,75 т/га з.ед.) > картофель (1,63 т/га з.ед.) > озимая пшеница (1,46 т/га з.ед.) > ячмень (1,14 т/га з.ед.) > многолетние травы (1,13 т/га з.ед.). Достоверными прибавками продуктивности на дальнейшее окультуривание почвы до высокого уровня из объектов исследования отличались свёкла столовая, картофель и зерновые культуры. Все виды трав и капуста в условиях эксперимента в высоких затратах формирования высокоокультуренной почвы не нуждались.

Оценка энергетических параметров эффективности возделывания полевых и овощных культур по показателю коэффициента полезного действия фотосинтетически активной радиации (КПД ФАР, %) в среднем по вариантам опыта позволила выявить их следующий убывающий ряд: озимая рожь (4,26%) > капуста белокочанная (3,70%) > многолетние травы 1г.п. (3,64 %) > многолетние травы 2г.п. (2,89 %) > однолетние травы (2,87%)> картофель (2,85%)>люпин узколистный (2,85%) > ячмень (2,57%) > свёкла столовая (1,85%). На фоне максимальной интенсификации системы воспроизводства почвенного плодородия и применения удобрений практически все культуры (за исключением столовой свёклы) оказались способными преодолеть трёхпроцентный уровень КПД ФАР, означающий фундаментальную возможность формирования по настоящему высоких урожаев на уровне в 7-10 т/га з.ед. При этом убывающий ряд культур приобрел следующий вид: озимая рожь (4,99%)>капуста белокочанная (4,72%) > многолетние травы 1 г.п. (4,69%) > однолетние травы (3,39%) >

Таблица 1. Агрономическая эффективность систем удобрения в полевом севообороте

Вариант опыта			Продуктивность культур севооборотов, т/га з.ед.						Продук- тивность севообо- рота, т/га з.ед.	Прибавка продуктивно- сти		КПД ФАР фактиче- ский, %	Окупае- мость 1 кг НРК, з.ед.
			2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.					
окультуре- ность почвы (фактор А)	минеральная система удобрения (фактор Б)		Овоще-кормовой севооборот						з.ед.	т/га з.ед. %			
	вариант	КПД ФАР, %	картофель	озимая пше- ница	люпин узко- листный	свёкла столовая	капуста бе- локочанная	ячмень					
Средняя	Контроль – 0	2,0	7,05	2,70	3,14	2,28	4,00	5,25	24,42	-	-	1,74	-
	НРК1	2,5	9,38	3,84	3,70	3,40	4,90	6,08	31,30	6,88	28	2,21	5,59
	НРК2	3,0	9,63	3,92	3,70	3,89	3,87	6,75	31,76	7,34	30	2,26	3,95
Хорошая	Контроль – 0	2,5	8,80	4,16	5,22	3,50	12,00	6,73	40,41	15,99	65	2,85	-
	НРК1	3,0	9,38	5,20	5,77	4,88	13,26	6,78	45,27	20,85	85	3,20	3,95
	НРК2	3,5	10,73	5,80	6,47	5,76	13,09	7,11	48,96	24,54	100	3,47	4,60
Высокая	Контроль – 0	3,0	10,23	6,25	4,98	4,18	12,37	7,26	45,27	20,85	85	3,19	-
	НРК1	3,5	10,58	6,53	5,82	5,56	13,06	7,40	48,95	24,53	100	3,46	2,99
	НРК2	4,0	11,73	7,01	5,66	6,17	12,64	7,46	50,67	26,25	107	3,57	2,90
НСР ₀₅ фактор А фактор Б			0,55	0,36	0,33	0,30	1,18	0,25		2,97			
			0,70	0,46	0,42	0,42	Fфакт<F ₀₅	0,32		3,80			
			Полевой севооборот										
			ячмень	многолетние травы 1г.п.	многолетние травы 1г.п.	озимая рожь	картофель	однолет- ние травы					
Средняя	Контроль – 0	2,0	2,33	4,35	3,80	6,28	4,48	2,81	24,05	-	-	2,04	-
	НРК1	2,5	4,18	5,75	5,70	8,07	6,27	3,65	33,62	9,57	40	2,84	14,07
	НРК2	3,0	4,79	5,90	5,40	8,94	7,04	4,31	36,38	12,33	51	3,06	11,42
Хорошая	Контроль – 0	2,5	3,13	5,95	4,45	8,19	5,92	4,56	32,20	8,15	34	2,74	-
	НРК1	3,0	4,95	5,45	4,70	9,33	7,37	4,87	36,67	12,62	52	3,06	6,57
	НРК2	3,5	4,75	5,95	5,50	10,21	8,02	5,24	39,67	15,62	65	3,32	6,91
Высокая	Контроль – 0	3,0	3,54	7,05	4,55	9,01	6,32	4,92	35,39	11,34	47	3,01	-
	НРК1	3,5	5,01	7,20	4,85	10,27	7,02	5,19	39,54	15,49	64	3,34	6,10
	НРК2	4,0	5,33	7,95	5,20	10,5	7,49	5,36	41,83	17,78	74	3,54	5,96
НСР ₀₅ фактор А фактор Б			0,18	0,49	0,27	0,40	0,67	0,21		2,22			
			0,23	Fфакт<F ₀₅	0,35	0,57	0,86	0,27		2,84			

картофель (3,34 %) > люпин узколистый (3,26 %) > многолетние травы 2г.п. (3,07 %) > ячмень (2,99 %) > свёкла столовая (2,59 %).

Окультурирование дерново-подзолистой почвы до хорошего и высокого уровня позволило увеличить КПД ФАР в овощекормовом и полевом севооборотах на 64 и 83, 26 и 48 % соответственно. Применение двух уровней минеральной системы удобрения, базирующейся, главным образом, на улучшении условий азотного и калийного питания, позволило увеличить эффективность фотосинтеза сельскохозяйственных культур на 14-20% в овощекормовом севообороте и на 18-27% – в полевом севообороте. И это несмотря на то, что уровень их применения в интенсивновоевощекормовом севообороте был в 1,8 раза выше (205 и 310 кг/га против 112 и 180 кг/га в год). Одной из главных причин такого различия в эффективности стало существенное снижение отдачи от минеральных удобрений на среднеокультуренной почве, особенно, на требовательных к плодородию культурах. Если в полевом севообороте повышение дозы полного удобрения до 180 кг/га оказалось оправдано на всех видах почвы опыта, то в овощекормовом – до 310 кг/га только на хорошо и высокоокультуренных почвах. Это стало следствием обострения марганцевого токсикоза под действием азотного компонента минеральных удобрений. Важным фактором снижения отдачи от минеральной системы удобрения стало также внесение птичьего помёта в хорошо и высокоокультуренные почвы (35 и 70 т/га). В результате вопреки гипотетическим ожиданиям натуральная окупаемость минеральных удобрений оказалась в 2,1 раза выше в менее интенсивном полевом севообороте (8,51 против 3,99 з.ед. на 1 кг NPK).

Таким образом, эффективность фотосинтеза и продуктивность полевых культур под действием органических и минеральных удобрений определяется сочетанием биологических особенностей культур севооборотов с комплексом агроэкологических условий их возделывания. Продуктивный потенциал интенсивного овощекормового и неинтенсивного полевого севооборотов на среднеокультуренной почве практически одинаков и составляет 4,1 т/га з.ед. Окультурированием почвы и применением минеральных удобрений его удастся увеличить в 2 и 1,7 раза соответственно. В увеличение КПД ФАР наибольший вклад вносит фактор окультуривания почвы, тогда как значимость минеральной системы удобрения уступает ему в среднем в 2,8 раза. Снижению окупаемости минеральных удобрений в современных условиях способствует и выраженное подкисление почв, способствующее быстрому росту подвижности марганца вплоть до выраженных токсических последствий при оптимизации азотного режима.

Библиографический список

- 1.Иванов, А.И. Особенности применения удобрений на окультуренных почвах [Текст] / А.И. Иванов // Картофель и овощи. 1999. № 2. С.5.
- 2.Иванов, А.И. Оценка параметров пространственной неоднородности показателей почвенного плодородия [Текст] / А.И. Иванов и др. // Агрохимия. 2014. № 2. С. 39-49.
- 3.Иванов, А.И. Особенности методологии полевых исследований на современном этапе [Текст] / А.И. Иванов, Ж.А. Иванова, А.А. Конашенков, П.А. Филиппов // Агрофизика. 2017. № 2. С. 9-19.
- 4.Иванов, И.А. Совершенствование агрохимической классификации почв [Текст] / И.А. Иванов, А.И. Иванов, В.Ф. Иванова // Химизация сельского хозяйства. 1991. №12. С. 24-25.
- 5.Иванов, И.А. Применение удобрений на дерново-подзолистых почвах с высокими запасами фосфора и калия [Текст] / И.А. Иванов, А.И. Иванов, Н.И. Семёнова // Агрохимия. 1996. №4. С. 9-14.
- 6.Конашенков, А.А. Агротехнические аспекты реализации биоклиматического потенциала Северо-Запада России [Текст] / А.А. Конашенков и др. // Агрофизика. 2016. № 2. С. 35-44.

УДК 631.674.6:631.8

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ОГУРЦА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ

Акулинина М.А., к.с.-х.н.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»,
г. Волгоград, Россия*

Характерной особенностью климата Волгоградской области является активный ветровой режим в течение всего года. Также имеют место особо опасные метеорологические условия, которые по своей интенсивности, продолжительности или площади распространения превосходят средние и критические показатели и наносят значительный ущерб сельскому хозяйству и населению. Для области характерны засухи, причем, если ранее засуха наблюдалась один раз в 3-5 лет, то в 2009-2013гг. в Волгоградской области засуха носила ежегодный характер, а в связи с сильнейшей почвенной засухой в 2018г. в регионе был введен режим чрезвычайной ситуации. В связи с этим, важнейшим условием эффективного ведения сельского хозяйства на Юге России, и в частности в Волгоградской области, является орошение. На современном этапе высокоэффективное использование орошаемых земель возможно только при внедрении новой прогрессивной ресурсосберегающей техники и технологий полива [1, 2].

Несмотря, на сложные климатические условия, регион традиционно является крупным производителем овощей в стране. По размеру посевных

площадей овощей открытого грунта (включая закрытый грунт по хозяйствам населения) под урожай 2019 года в хозяйствах всех категорий Волгоградская область занимала третье место в Российской Федерации и второе место в Южном федеральном округе. Сельхозпроизводители Волгоградской области в 2019 г. собрали 1015,7 тыс. тонн овощей открытого и закрытого грунта и заняли 3 место в Российской Федерации по объемам производства, после Республики Дагестан и Астраханской области. Регион является крупнейшим производителем лука репчатого (21% всего российского производства), моркови столовой (16%), тыквы (8%), томатов, огурцов, свеклы и кабачков (4-5%), капусты (2%). По объемам производства моркови столовой и лука репчатого сельхозпроизводители региона занимают 1 место в стране, тыквы и огурцов – 2 и 3 место соответственно [5, 6].

По итогам Всероссийской сельскохозяйственной переписи в структуре овощеводства Волгоградской области (рис.1) по объемам занимаемых площадей в хозяйствах всех категорий огурец открытого грунта занимал 5 место (1772 га) после лука, моркови, томатов и капусты.

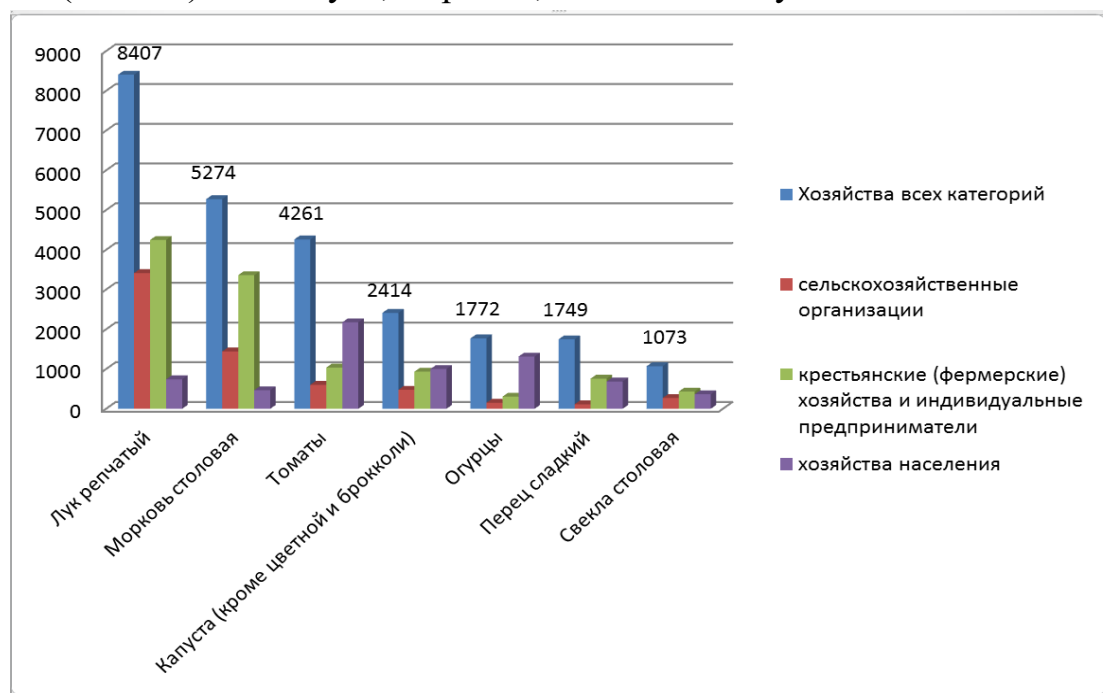


Рис. 1. Посевная площадь овощных культур Волгоградской области под урожай 2016 г. в открытом грунте, га

А в секторе промышленного производства, к которому относятся сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели по объемам посевных площадей огурец занимал лишь 7 место. При этом, в хозяйствах населения по размерам посевных площадей в Волгоградской области огурец занимал 2 место после томатов (1314 га) [3].

В силу своих органогенетических особенностей огурец входит в группу теплолюбивых культур и не переносит заморозков. Прорастание семян начинается при температуре почвы, равной 12-13⁰С. Наиболее быстро (через 5-7 дней) выходы появляются при температуре почвы 25-30⁰С, оптимальная дневная температура в фазу вегетации «всходы – цветение» составляет 24-28⁰С в ясную погоду и 18-22⁰С в пасмурную. Благоприятной ночной температурой в этот период считается уровень не ниже 12-15⁰С. Растения огурца формируют разветвленную корневую систему в основном в пределах пахотного слоя (0-30 см), хотя отдельные корни могут достигать глубины 60-70 см и более. Огурец легко образует придаточные корни из подсемядольного колена и узлов стебля. Для него характерно значительное опережение роста корневой системы по сравнению с надземными органами с начала прорастания семян. Для быстрого роста корней необходима хорошая аэрация почвы. Плодообразование огурца интенсивнее всего осуществляется при дневной температуре 24-30⁰С и ночной – выше 16⁰С. При температуре воздуха в дневное время 12-15⁰С угнетаются ростовые процессы, ухудшается образование пыльцы, уменьшаются размеры листьев. Большое значение для огурца имеет температура почвы: при температуре меньше 16⁰С задерживается появление всходов, ослабевает поглощение воды и питательных веществ, активизируется патогенная микрофлора, что приводит к гибели проростков и растений. Таким образом, температурные условия вегетационного периода следует считать основным фактором урожайности огурца в открытом грунте. В то же время поступление солнечной радиации не лимитирует продуктивность этой культуры, недостаток света отмечается только при очень загущенных посевах. Огурец – растение короткого дня, но селекционерами созданы весенне-летние сорта огурца для открытого грунта и тепличной культуры, которые способны обильно плодоносить в условиях длинного дня. Особенность современных сортов – интенсивное использование большого количества приходящей солнечной радиации в летние месяцы. Огурец весьма требователен к влажности почвы и относительной влажности воздуха (оптимальная влажность почвы – 80% наименьшей влагоемкости и относительная влажность воздуха – 90%). Недостаток влаги в почве приостанавливает ростовые процессы, вызывает потерю тургора в дневные часы, способствует смещению пола в мужскую сторону и появлению горечи в плодах (накопление кукурбитацинов). Переувлажнение почвы вызывает гибель корней. Огурец очень сильно и отрицательно реагирует даже на кратковременное затопление [7].

Огурец является ценным, диетическим, широко потребляемым продуктом, пользующимся неограниченным спросом в течение всего года.

В связи с этим, необходимо увеличивать посевные площади огурца, совершенствовать технологию возделывания данной культуры, повышать продуктивность посевов, при установлении закономерностей формирования урожая с оценкой его качества.

Полевые и лабораторные исследования проводили в КФХ «Выборнова В.Д.» Ленинского района Волгоградской области. На посевах огурца исследования проводили с 2011 года, расширив и продолжив ранее проводимые исследования на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья [4].

Опытный орошаемый участок расположен в подзоне светло-каштановых почв. Гранулометрический состав почв опытных участков средне- и легкосуглинистый. Плотность твердой фазы почвы в пределах слоя мощностью 1,0 м изменяется от 2,39 до 2,57 т/м³. В прямой зависимости от гранулометрического состава находятся водно-физические свойства почвы. Влажность почвы при наименьшей влагоемкости изменялась от 25,9-24,8% в пахотном слое, до 21,3% от массы сухой почвы на глубине 1,0 м. В расчетном слое 0,5 м наименьшая влагоемкость составила 24,3% от массы сухой почвы. Влажность устойчивого завядания растений в пахотном слое равна 14,4% от сухой почвы. Почвы характеризуются низким содержанием гумуса с колебанием в пределах пахотного слоя от 0,95 до 2,28%. Реакция почвенной среды близка к нейтральной с тенденцией в сторону увеличения рН с увеличением глубины взятия образцов от 6,4-6,7 в пахотном слое, до 7,5 на глубине 1,0 м. Обеспеченность почв опытных участков легкогидролизуемым азотом низкая (39 мг/кг сухой почвы), подвижным фосфором средняя и обменным калием высокая (35,6 и 331,3 мг/кг сухой почвы соответственно).

Трехфакторная схема опытов включала в себя: три режима капельного орошения (фактор А) – 70, 80 и 90% НВ; три варианта дозы минеральных удобрений (фактор В) – рассчитанных на получение уровней урожайности 40, 60 и 80 т/га; изучение трех раннеспелых гибридов огурца (фактор С) – Маша F1; Меренга F1; и Герман F1, характеризующиеся высоким потенциалом продуктивности и качества плодов, устойчивостью к болезням и стрессовым факторам окружающей среды.

В период от посева до начала фазы цветения растений заданный предполивной порог влажности почвы поддерживался в слое 0,3 м, а с фазы цветения до последнего сбора в слое 0,5 м.

Система капельного орошения опытного участка включала в себя открытый водоисточник, дизельную насосную станцию, емкость для подготовки питательного раствора, трехступенчатый фильтр, манометры, запорную арматуру в виде вентиля, магистральный трубопровод, сеть распределительных и поливных трубопроводов и индивидуальные капельницы, с расходом воды 1,6 л/ч.

Удобрения при капельном поливе вносили в два этапа: основное внесение и с поливной водой.

Для основного внесения удобрений применяли аммиачную селитру, нитроаммофос, моноаммонийфосфат. Принимая во внимание схему расположения капельных линий, удобрения вносили ленточным способом в зону будущих рядов овощных культур. При разработке модели фертигации учитывали высокую корреляцию между нарастанием вегетативной массы и количеством потребляемых элементов питания растениями в течение вегетационного периода с учетом особенностей отдельных фаз вегетации. Оросительные поливы проводили при достижении запланированной предполивной влажности почвы. При совпадении графика орошения и фертигации подкормку осуществляли в конце оросительного полива. Для внесения с поливной водой использовали только хорошо растворимые удобрения без вредных примесей: аммиачную и калиевую селитру, моноаммонийфосфат.

Нормы удобрений для фертигации в кг/га физической массы разделяли на следующие периоды выращивания овощных культур: посев – цветение, цветение-завязывание плодов, рост-плодов – первый сбор, плодоношение (табл. 1).

Таблица 1. Технология фертигации посевов огурца по фазам развития

Период внесения минеральных удобрений	Доза внесения минеральных удобрений, кгд.в./га	Масса удобрения, кг/га			
		нитроаммофос (15:15:15)	аммиачная селитра (34,4)	калиевая селитра (13,6:46)	моноаммонийфосфат (12:61)
1	2	3	4	5	6
Годовая доза внесения минеральных удобрений под планируемый урожай на уровне 40 т/га					
Под вспашку	N ₂₅ P ₂₅ K ₁₅	100	23	-	16
С поливной водой:	N ₆₀ P ₂₅ K ₁₅	-	148	33	41
Посев-цветение	N ₉ P ₆ K ₂	-	20	4	10
Цветение-завязывание плодов	N ₁₈ P ₇ K ₄	-	46	9	11
Рост плодов – первый сбор	N ₁₈ P ₆ K ₅	-	45	11	10

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Плодоношение	N ₁₅ P ₆ K ₄	-	37	9	10
Итого	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	100	171	33	57
Годовая доза внесения минеральных удобрений под планируемый урожай на уровне 60 т/га					
Под вспашку	N ₃₇ P ₃₅ K ₂₅	167	29	-	16
С поливной водой:	N ₈₈ P ₃₅ K ₂₅	-	215	54	57
Посев-цветение	N ₁₄ P ₈ K ₄	-	35	8	12
Цветение-завязывание плодов	N ₂₆ P ₉ K ₆	-	65	13	15
Рост плодов – первый сбор	N ₂₆ P ₉ K ₉	-	62	20	15
Плодоношение	N ₂₂ P ₉ K ₆	-	53	13	15
Итого	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	167	244	54	73
Годовая доза внесения минеральных удобрений под планируемый урожай на уровне 80 т/га					
Под вспашку	N ₅₀ P ₄₅ K ₃₅	233	38	-	16
С поливной водой:	N ₁₁₅ P ₄₅ K ₃₅	-	279	76	74
Посев-цветение	N ₁₇ P ₁₁ K ₅	-	40	11	18
Цветение-завязывание плодов	N ₃₅ P ₁₁ K ₉	-	87	20	18
Рост плодов – первый сбор	N ₃₅ P ₁₂ K ₁₃	-	84	28	20
Плодоношение	N ₂₈ P ₁₁ K ₈	-	68	17	18
Итого	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	233	317	76	90

Поддержание по вариантам опыта заданного уровня влажности почвы в сочетании с внесением минеральных удобрений обеспечило формирование статистически достоверного урожая на примере гибрида Маша F1 (табл. 2).

Таблица 2. Продуктивность посевов огурца гибрида МашаF1

Уровень предполивной влажности почвы, % НВ	Доза внесения минеральных удобрений, кг.дв./га	Урожайность, т/га					
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015г.	Средняя
70	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	32,3	39,6	34,2	35,0	34,1	35,0
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	57,7	58,5	56,4	57,0	57,8	57,5
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	69,5	70,6	71,1	73,8	70,6	71,1
80	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	36,3	40,8	36,2	43,6	41,4	39,7
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	63,5	59,3	57,0	66,2	65,7	62,3
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	77,5	82,3	80,5	81,4	85,6	81,5
90	N ₈₅ P ₅₀ K ₃₀	35,8	40,9	38,4	44,2	39,0	39,7
	N ₁₂₅ P ₇₀ K ₅₀	62,6	61,1	57,8	64,7	60,3	61,3
	N ₁₆₅ P ₉₀ K ₇₀	76,4	79,7	79,0	79,5	82,6	79,4
НСР ₀₅ для фактора А		1,76	1,48	1,52	1,53	1,62	
НСР ₀₅ для фактора В		1,76	1,48	1,52	1,53	1,62	
НСР ₀₅ для частных средних		3,05	2,56	2,64	2,65	2,80	

Таким образом, при поддержании порога предполивной влажности почвы на уровне 80% НВ при внесении минеральных удобрений дозой $N_{165}P_{90}K_{70}$ урожай огурцов в 2015 году был максимальный и составил 85,6 т/га, что на 15,0 т/га больше в сравнении с вариантом А1В3. Поддержание заданного порога предполивной влажности почвы и внесение $N_{165}P_{90}K_{70}$ на варианте А3В3 обеспечило также получение статистически достоверного урожая огурцов, однако урожай огурцов был на 3,0 т/га меньше в сравнении с аналогичными показателями на варианте А2В3. Аналогичные закономерности отмечены и по другим вариантам.

Библиографический список:

1. Агроклиматический справочник по Волгоградской области [Текст]. -Л.: Гидрометеопиздат, 1987.- 143 с.
2. Акулинина, М.А. Продуктивность посевов лука и огурца при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья // Акулинина М.А, Сухова Т.Н. Материалы Международной научно-практической конференции «Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса» - ФГБНУ «ПНИИАЗ». — с. Соленое Займище, С.490-496 / [электронный ресурс]/ <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38598012>
3. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по Волгоградской области: В 6 т./Терр. орган Фед. службы гос. статистики по Волгоград.обл.[Текст] — Волгоград: Волгоградстат, 2018 Т.4: Посевные площади сельскохозяйственных культур, площади многолетних насаждений и ягодных культур: кн. 1.: Площади сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений. - 183 с.
4. Овчинников, А.С. Технология возделывания огурца при капельном орошении [Текст] / Овчинников А.С., Акулинина М.А. - Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. -252 с.
5. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области (Волгоградстат) [электронный ресурс]/ <https://volgastat.gks.ru/news/document/59578>
6. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области (Волгоградстат) [электронный ресурс]/ <https://volgastat.gks.ru/news/document/83125>
7. Филин, В.И. Практическое руководство по фертигации овощных культур [Текст] / В.И.Филин, Ю.Н. Плескачев. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. – 94 с.

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ НА ПИТАТЕЛЬНУЮ ЦЕННОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ГОРОХООВСЯНОЙ СМЕСИ

Буряк С.М.¹; Черникова О.В.², к.б.н.;

Мажайский Ю.А.² д.с.-х.н., профессор

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

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

В период поиска оптимальной модели хозяйственного развития агропромышленного комплекса России, когда разрабатываются основы национальной инновационной системы, способной генерировать и коммерциализировать научные идеи, достаточно остро встает проблема разработки и внедрения новых высокоэффективных, экономически и экологически целесообразных технологий. От масштабов и результатов инновационной деятельности, развития высоких технологий зависит будущее России [1].

Для повышения урожайности и качества посевов за счет оптимизации питания и защиты помимо современных методов агротехники [2, 3] широко используются достижения селекции и генетики, а также современные наноматериалы нанотехнологии.

Интерес к использованию наночастиц (НЧ) в практике сельского хозяйства, в частности в растениеводстве связан с уникальными их свойствами. Многолетние исследования дисперсных систем НЧ позволили выявить следующие особенности их биологического действия: НЧ металлов имеют в 7-50 раз меньшую токсичность в сравнении с металлами в ионной форме; биологическая активность связана с физико-химическими характеристиками частиц и особенностью их строения; обладают полифункциональным и пролонгированным действием; легко проникают в ткани и органы; стимулируют обменные процессы; проявляют синергидный эффект с природными сахарами [4, 5].

Показано, что предпосевная обработка семян водными растворами НЧ металлов повышает всхожесть, линейный рост, бутонизацию, а также урожайность многих кормовых культур, таких как картофель, огурцы, пшеница, рожь, бобовые, томаты и т.д.

Для обеспечения животных в достаточном количестве зелеными кормами, а также для приготовления сена, силоса, травяной муки и резки в хозяйстве необходимо возделывать многолетние и однолетние травы.

Горохоовсяная смесь представляет собой однолетние бобово-злаковые растения, обладающие отличными качествами при использовании в виде зеленого корма, удобрения, в качестве фитосанитарных культур и гороха, как медоносного растения. После разложения в земле биомасса становится легкоусвояемым для растений удобрением. Почва пополняется органикой, гумусом, азотом, фосфором, калием и полезными микроэлементами. Корневая система горохоовсяной смеси отлично разрыхляет почву, улучшая воздухо- и влагообмен, создает благоприятные условия для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, что приводит к уменьшению заболеваемости растений и повышению урожайности. Подавляет развитие нематоды в почве, эффективно заглушает и вытесняет сорняки, защищает культурные растения от вредителей. Три кг зеленой массы горохоовсяной смеси равнозначны 1-1,5 кг навоза. Отличный предшественник для пропашных культур, которым нужно много азота. За счет обильной зеленой массы смеси с единицы площади дают значительно больший сбор питательных веществ, чем злаки и бобовые отдельно.

Опыт по изучению влияния наночастиц меди на питательную ценность зеленой массы горохоовсяной смеси на зеленый корм был заложен на дерново-подзолистой почве, почвообразующая порода которой супеси и пески, подстилаемые суглинками и глинами валунными и галечниковыми.

Вегетационные сосуды были наполнены дерново-подзолистой почвой, которая характеризовалась следующим показателями: гумус 2,6%, подвижный фосфор 206 мг/га, обменный калий 83 мг/га, кислотность почвы 4,9. Почва была отобрана с земельного участка сельскохозяйственного назначения, который расположен в Егорьевском районе Московской области. Участок находится в залежном состоянии и для сельскохозяйственного производства не использовался более пяти лет. Данные агрохимического анализа показали слабую обеспеченность питательными веществами и высокую ее кислотность.

Вегетационный опыт закладывался в четырехкратной повторности и предусматривал четыре варианта: контроль – замачивание семян в дистиллированной воде, Z_{HnCu} – замачивание семян в растворе наночастиц меди, P_{HnCu} – замачивание в дистиллированной воде и полив раствором наночастиц меди, $Z+P_{HnCu}$ – замачивание семян и полив раствором наночастиц меди. Используемые наночастицы имеют следующие характеристики: Cu – 40-60 нм, фазовый состав: Cu^0 – 100%. Суспензия наночастиц была получена путем диспергирования ультразвуком в водном растворе. Нано-

порошки меди в растворе содержали 0,01 г на гектарную норму высева семян. Семена замачивали за 30 минут перед посевом.

Горохоовсяная смесь состояла из овса – сорт Яков (категория элита) и гороха – сорт Софья (категория суперэлита).

Сено является одним из самых питательных грубых кормов для крупного рогатого скота, овец, лошадей, кроликов и других животных в зимний период. Для определения кормового баланса в хозяйстве важно учитывать не только количество заготовленного сена, но и его качество.

В 1 кг хорошего сена содержится в среднем 0,4-0,5 кормовых единиц, 60-70 г перевариваемого протеина, 40-50 мг каротина (провитамина А). Кроме того, сено богато витаминами группы В, Е и К, минеральными веществами, биологически активными веществами.

Качество и урожайность сена во многом зависят от типа кормового угодья, сроков уборки трав, ботанического состава травостоя, техники и технологии приготовления сена, условий его хранения и многих других факторов.

Общая оценка корма производится на основании органолептических и биохимических показателей. Сено по внешнему виду должно соответствовать доброкачественному, не иметь признаков горелости, а также не содержать затхлого, плесневого, гнилостного и других посторонних запахов. Цвет сена в зависимости от состава может быть от зеленого и зелено-желтого до светло-бурого.

Полученные нами данные показали, что применение наночастиц меди при предпосевной обработке семян горохоовсяной смеси не оказало заметного положительного влияния на повышение показателей обменной энергии и сырого протеина по сравнению с контролем (табл. 1).

Таблица 1. Питательная ценность зеленой массы горохоовсяной смеси

Варианты	Показатели		
	Обменная энергия, МДж/кг	Кормовые единицы, кг	Сырой протеин, г
Контроль	8,74	0,62	11,57
З _{НЧCu}	8,88	0,63	11,34
П _{НЧCu}	8,87	0,63	11,78
З+П _{НЧCu}	8,12	0,52	11,26

Так, значение обменной энергии варьировались от 8,12 МДж/кг (вариант З+П_{НЧCu}) до 8,87 МДж/кг (вариант П_{НЧCu}) МДж/кг и 8,88 МДж/кг (вариант З_{НЧCu}). При этом следует отметить, что все варианты за исключением З+П_{НЧCu} по данному показателю относятся ко второму классу сена. Вари-

ант, который предусматривал одновременный полив и за замачивание семян по показателю обменной энергии ниже третьего класса (табл. 2).

Содержание сырого протеина, составило от 11,26 г (вариант З+П_{нчCu}) до 11,78 (вариант П_{нчCu}). Все варианты по нормам содержания сырого протеина относят ко второму классу.

Повышение значения кормовых единиц в вариантах замачивание и полив, составило 1,5% в сравнении с контролем. При этом одновременное использование наночастиц меди и в замачивании семян, и в поливе, привело к уменьшению данного показателя на 16% (табл. 1).

Таблица 2. Нормы классности для сена сеяного бобово-злакового

Наименование показателя	Классы		
	1	2	3
1. Массовая доля в сухом веществе сырого протеина, %, не менее	14	11	9
2. Питательность 1 кг сухого вещества:			
обменной энергии, МДж/кг, не менее	9,1	8,6	8,2
или			
кормовых единиц, не менее	0,67	0,60	0,54

Исходя из норм классности для сена сеяного бобово-злакового варианты контроль, З_{нчCu}, П_{нчCu} относятся ко второму классу. В варианте З+П_{нчCu} ниже третьего класса.

Таким образом, результаты исследований показали, что применение наночастиц меди при предпосевной обработке семян горохоовсяной смеси практически не отразилось на изменении показателей обменной энергии и сырого протеина. Уменьшение числа кормовых единиц наблюдалось в варианте при одновременном замачивании и поливе дисперсным раствором наночастиц.

Библиографический список

1. Зинковская, Т.С. Значение и применение нанопрепаратов и нанотехнологий в растениеводстве / Т.С. Зинковская, В.Н.Сорокина, Л.А. Шахпаронян, Е.А. Подолян //Высокопродуктивное и экологически чистое агрохозяйство на мелиорированных землях: Материалы международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 30 сентября 2019 г. – Тверь, 2019. – С. 81 – 85.
2. Евтюхин, В.Ф. Влияние систем удобрений на продуктивные функции сельскохозяйственных культур в условиях смоделированного загрязнения чернозема тяжелыми металлами / В.Ф. Евтюхин, А.В. Ильинский, О.В. Черникова // Агрохимический вестник. 2011. – № 3. С. 24-26.
3. Евтюхин, В.Ф. Влияние агрохимической мелиорации загрязнённого тяжёлыми металлами оподзоленного чернозёма на урожайность сельскохозяйственных культур /

- В.Ф. Евтюхин, О.В. Черникова, А.Н. Карпов // Мелиорация и водное хозяйство. 2015. №2. – С. 17-19.
4. Ольховская, И. П. Показатели урожайности ярового ячменя после предпосевной обработки семян наночастицами металлов / И. П. Ольховская, О. А. Богословская, А. Г. Яблоков, Н. Н. Глуценко // Российские нанотехнологии. – 2019. 14(1-2). – С. 55–62.
5. Seregina, T. Feature sof the influence of copper nanoparticles and copper oxide on the formation of barley crop / T. Seregina, O. Chernikova, Y. Mazhaysky, L. Ampleeva // Agronomy Research. 2020. – T. 18. № Special Issue 1. – С. 1010-1017.

УДК 631.6; 631.4; 631.5; 911.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ АГРОЛАНДШАФТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА

Д.А. Иванов, д-р с.-х. наук, проф., чл.-корр. РАН,
М.В. Рублюк, канд. с.-х. наук, **О. В. Карасева**, канд. с.-х. наук,
*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

Знание характера пространственно-временной variability урожайности культур в пределах территории хозяйства позволяет уверенно прогнозировать их продуктивность и, следовательно, располагать посевами в его наиболее оптимальных местах. Для разработки проектов ландшафтно-мелиоративного земледелия конкретных хозяйств необходимо использовать данные мониторинга продуктивности культур, полученные на агроэкологическом полигоне. При организации агроэкологических полигонов важным методическим вопросом является проблема расположения опытных делянок в пределах агроландшафта, так как, очевидно пространственно-временная изменчивость урожаев будет в немалой степени зависеть от их ландшафтного адреса [1].

Для решения этой методической проблемы во ВНИИМЗ в 1996г. был образован агроэкологический полигон, расположенный в пределах средне-высотного конечно-моренного холма московского возраста, с относительной высотой 15 м, состоящего из межхолмных депрессий (северной и южной), южного склона крутизной 3-5°, плоской вершины и северного склона крутизной 2-3°. Почва опытного участка дерново-сильнопodzolistая остаточно-карбонатная глееватая. Гранулометрический состав на южном склоне и вершине – песчано-супесчаный, на северном склоне – супесчано-легкосуглинистый. Почвообразующие породы имеют двучленный характер. На южном склоне средняя глубина морены превышает 1 м, а на северном она залегает на глубину 0,5-0,6 м, местами выходя на поверхность.

Изучение адаптивных реакций растений на ландшафтные условия проводились в пределах агроэкологических трансект длиной 1300 м. пересекающие основные микропозиции – агромикрорландшафты (АМЛ) конечно-моренного холма: транзитно-аккумулятивные (Т-А) агромикрорландшафты межхолмных депрессий и нижних частей склонов, в которых преобладает аккумуляция питательных веществ из грунтовых и намывных вод; транзитные (Т) местоположения центральных частей склонов, характеризующиеся боковым током влаги; элювиально-транзитные (Э-Т) позиции верхних частей склонов, где наряду с боковым током влаги наблюдается вертикальное промывание почвенного профиля и элювиально-аккумулятивные (Э-А) АМЛ плоской вершины, где происходит, как вертикальный нисходящий ток влаги, так и ее локальная аккумуляция в микропонижениях (рис. 1).

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.

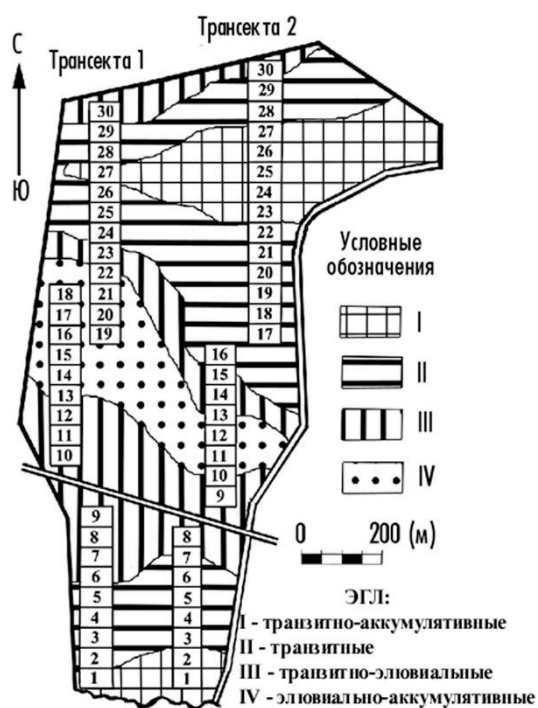


Рис. 1. Ландшафтное устройство агроэкологического полигона ВНИИМЗ и расположение на нем трансект

В пределах трансект был развернут плодосменный севооборот со следующим чередованием культур: 1) овес; 2) картофель; 3) лен; 4) озимая рожь; 5) ячмень + многолетние травы; 6-7) злакобобовая травосмесь 1-2 г. пользования. В опыте изучалось влияние агроландшафтных условий на водно-физические свойства почвы при возделывании клеверотимофеечной травосмеси второго года пользования. Поле разбито на 30 одинаковых делянок, в которых определялась урожайность трав 2 г.п. сплошным методом. Учетная площадь делянки 23,3 м², повторность 4-х кратная.

Взаиморасположение элементарных геохимических ландшафтов в пределах агроэкологического стационара показано на рис. 1. Его анализ показывает, что, несмотря на то, что трансекты располагаются в пределах одно-

го агроландшафта, их почвенно-ландшафтные условия существенно различаются. Пятьдесят два процента площади первой трансекты, пересекающей центральные части холма, приходится на элювиальные местоположения, характеризующиеся нисходящим током веществ и их отрицательным балансом. Транзитные микроландшафты, с боковым (латеральным) током веществ, здесь занимают 30% площади, транзитно-аккумулятивные, характеризующиеся преобладанием аккумулятивных процессов – 7,5%. Трансекта характеризуется слабой пересеченностью рельефа ($V(\%) = 22,5$) и незначительной площадью глеевых почв (15 %), в то время как слабооглеенные разности здесь занимают 28.5 %.

Вторая трансекта, проходя по окраинной части конечно-моренного холма, при меньшей средней высоте, характеризуется большей пересеченностью рельефа ($V(\%) = 41$ %). В ее пределах значительно больше транзитных (57 %) и транзитно-аккумулятивных (24 %) микроландшафтов, в то время как элювиальные местоположения занимают меньше трети площади. Соответственно здесь намного больше глеевых почв (60%) и очень мало слабооглеенных (12 %).

Анализ статистических параметров в основном подтверждает сделанные ранее выводы. Трансекта № 2, проходя по более пересеченной территории характеризуется значительно большей вариабельностью параметров большинства агроландшафтных компонентов, по сравнению с трансектой № 1. Достоверные различия (на 95 % уровне значимости) по плотности пахотных горизонтов объясняются близостью залегания морены на северо-восточном склоне в пределах трансекты №2. Это же является причиной достоверных различий по общей пористости и пористости аэрации пахотных горизонтов, а также по запасам гумуса. Можно сделать вывод о том, что различная заболоченность трансект обусловлена, прежде всего, особенностями сложения почв, а не условиями увлажнения.

Небольшая, но достоверная разница высоты снежного покрова объясняется гипсометрическими особенностями трансект. Снег в пределах трансекты № 1, расположенной в среднем на более высоких отметках, в большей степени испытывает уплотняющее воздействие ветра, чем в условиях трансекты № 2, расположенной несколько ниже. Более интенсивное развитие элювиальных процессов в пределах трансекты № 1 привело к достоверному снижению здесь содержания обменных оснований в поглощающем комплексе почв [2].

Для определения влияния факторов ландшафтной среды на продук-

тивность овса, ее усредненные за 4 года данные обрабатывались методом четырехфакторного дисперсионного анализа, в котором фактором «А» являлись инварианты ландшафтной структуры (трансекта №1 и трансекта №2); фактор «В» – склоны разной экспозиции (северная и южная); фактор «С» – агромикрорландшафты (Т-Аю, Тю, Э-Тю, Э-А, Э-Тс, Тс, Т-Ас, Тю2, Э-Тю2); фактор «D» – почвы разного гидроморфизма (слабооглеенные, глееватые и глеевые). Степень влияния ландшафтных факторов на урожайность трав вычислялась на основе метода Н. А. Плохинского путем деления частной факториальной суммы квадратов на общую [3].

Результаты дисперсионного анализа представлены на рис. 2.

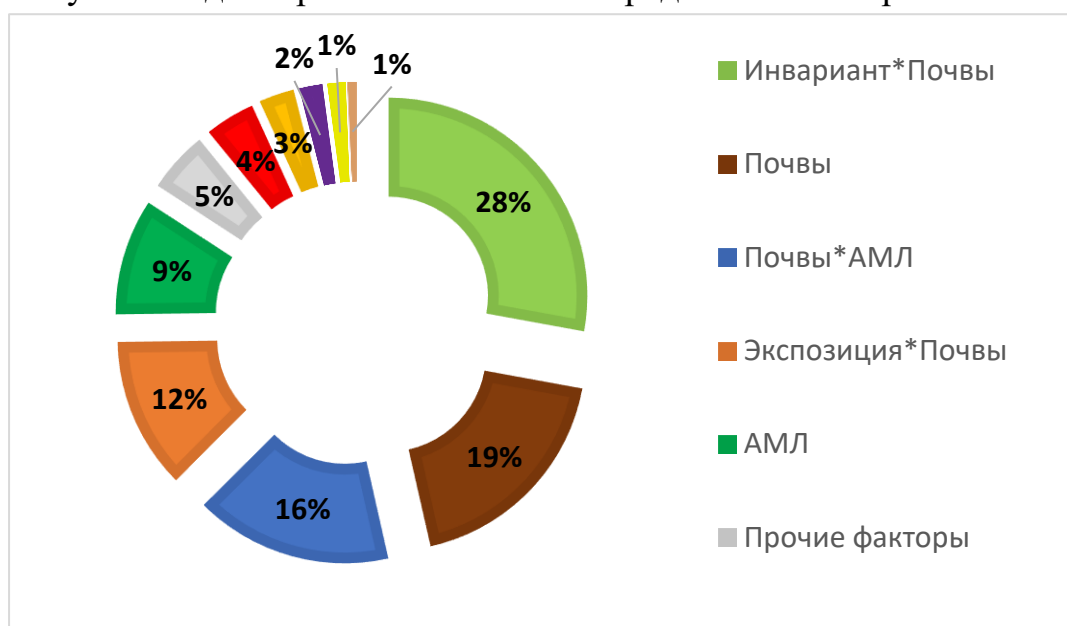


Рис. 2. Доли variability урожайности овса, определяемые факторами ландшафтной среды стационара

Ландшафтные различия трансект обуславливают около 1% variability урожайности овса. Немногим более на изменчивость продуктивности этой культуры воздействует экспозиционный фактор. Мощными факторами пространственной изменчивости урожайности является гидроморфизм почв и условия микрорландшафтов. Значительное влияние на продуктивность овса оказывают почвы разной степени заболоченности, расположенные в разных АМЛ и на склонах разной экспозиции. Однако максимальное воздействие на продукционный процесс овса в агроландшафте конечно-моренной гряды оказывают почвы, расположенные в различных частях стационара. В зависимости от инварианта ландшафтной структуры почвы одинаковой степени заболоченности влияют на урожайность овса по-разному, вследствие их различий по гранулометрическому составу, геологическому строению, агрофону и т.д. В целом гидромор-

физм почв и его сочетания с другими факторами ландшафтной среды определяют около 75% вариабельности урожайности овса.

Исследования показывают, что характер почвенного покрова территории во многом определяет вариабельность продуктивности культуры. Однако, для прогнозирования урожайности в пределах агроландшафта генетические описания почв необходимо дополнить такими характеристиками ландшафта как крутизна и экспозиция склона, геохимические особенности местоположения, геологические и литологические свойства профилей почв. Характер адаптивных реакций растений на совокупность ландшафтно-почвенных условий является интегральным показателем пригодности территории к выращиванию конкретной культуры и должен быть учтен при разработке ландшафтно-мелиоративной системы земледелия.

Библиографический список

1. Иванов Д.А., Ковалев Н.Г. Ландшафтно-мелиоративные системы земледелия (прикладная агрогеография). Монография. Тверь: издатель А.Н. Кондратьев. 2017. 310с.
2. Иванов Д.А., Корнеева Е.М., Салихов Р.А., Петрова Л.И., Пугачева Л.В., Рублюк М.В. Создание ландшафтного полигона нового поколения. // Земледелие. № 6. 1999. С.15-16
3. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ. 1970. - 367с.

УДК 633.11:631.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОРМ УДОБРЕНИЙ, РАССЧИТАННЫХ НА ПЛАНИРУЕМЫЙ УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РАЗЛИЧНЫМ МЕТОДАМ

Петрова Л.И., к.с.-х.н., Митрофанов Ю.И., к.с.-х.н., Первушина Н.К.
*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

Применение удобрений является основным средством, обеспечивающим повышение урожайности сельскохозяйственных культур, при своевременном и качественном выполнении других агротехнических агроприемов. Особенно это важно для дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны России, отличающихся невысоким естественным плодородием [1-6]. Одним из основных путей увеличения производства растениеводческой продукции на дерново-подзолистых почвах является применение минеральных удобрений. Однако их ограниченные ресурсы и высокая стоимость обуславливают необходимость проведения исследований по установлению экономически и экологически целесообразных норм их внесения и максимально возможного использования питательных элементов из почвенных ресурсов.

На базе отдела мелиоративного земледелия и опытного полигона ВНИИМЗ в 2019 году проводились экспериментальные исследования в опыте, заложенном на осушаемой легкосуглинистой глееватой почве (междреннее расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м), по изучению эффективности влияния вариантов удобрений на формирование урожая яровой пшеницы, рассчитанных по различным методам на планируемую урожайность 4 т/га.

Схема опыта

№ п/п	Вариант опыта, метод расчета	N	P	K
		кг д.в./Га		
1	Без удобрений	0	0	0
2	По многолетним данным опыта	90	90	90
3	Балансовый с учетом использования NPK из почвы	120	-	-
4	Нормативный с учетом поправочных коэффициентов по содержанию NPK в почве	90	60	30
5	По окупаемости удобрений	120	90	60
6	По возмещению выноса NPK с урожаем зерна	120	30	30

Опыт заложен в 3-х кратной повторности с размещением вариантов методом рендомизации, общая площадь делянок 65 м². Содержание в пахотном слое почвы перед закладкой опыта составляло P₂O₅ 230 мг/кг почвы, K₂O – 340, легкогидролизуемого азота – 3,15, гумуса – 2,58%, pH – 4,28. В опыте выращивался районированный в Тверской области сорт яровой пшеницы Иргина. Возделывание культуры осуществлялось по рекомендованным в зоне технологиям за исключением изучаемых приемов.

Система эксплуатации осушаемых агроландшафтов эффективна только при оптимальном использовании почвенно-климатических ресурсов и учете особенностей возделываемых культур. Погодные условия в течение вегетации различались. По Г.Т. Селянинову за период вегетации яровой пшеницы ГТК составил 1,55 и относится к влажным, на что повлияли условия первой и второй декады августа (ГТК 4,88 – избыточно влажный), так как в наиболее активный период формирования урожая за май-июль ГТК был равен 0,85, который относится к засушливым. Так май по температурным условиям оказался на 2,8°С теплее обычного, осадков выпало 66% от нормы. Июнь был теплее на 1,6°С, осадки составили 51% от нормы. В июле преобладала прохладная погода на 2,2°С холоднее с кратковременными дождями 54 % от нормы. Первая декада августа была холоднее на 4,5 °С, вторая теплее на 1,1, осадков выпало соответственно 333 и 317% от нормы.

Неравномерное выпадение осадков в течение вегетации отразилось на влажности почвы. Наблюдения за водным режимом по фазам развития растений показали, что влажность пахотного слоя почвы в начале, середине и конце вегетации была недостаточной, за период от всходов до фазы трубкования от 52,2 до 25,7% (в среднем 41,3) наименьшей влагоемкости (НВ), в фазу восковой спелости 56,1, порозность аэрации высокая соответственно от 38,5 до 45,9% объема почвы (в среднем 41,6) и 37,4 (табл. 1). После выпадения значительного количества осадков в фазы колошения, молочно-восковой спелости влажность поднялась до оптимального уровня, а порозность аэрации значительно снизилась.

Таблица 1. Водно-воздушный режим пахотного слоя почвы в течение вегетации яровой пшеницы (% от НВ)

Показатель	Фаза развития растений					
	всходы	кущение	выход в трубку	колошение	молочно-восковая спелость	восковая спелость
Влажность, % от НВ	52,2	46,1	25,7	70,2	67,4	56,1
Порозность аэрации, % объема почвы	38,5	40,3	45,9	33,6	34,2	37,4

Величины объемной массы пахотного слоя почвы и общей пористости находились на оптимальном уровне, соответственно составляли 1,22 г/см³ и 53,1% объема почвы.

В результате наблюдений за питательным режимом, в частности содержанием нитратного и аммиачного азота в пахотном слое почвы было выявлено, что в фазу всходов на вариантах при внесении до посева одинаковой дозы азота 90 кг д.в./га и отличающимися дозами фосфора и калия, их суммарное содержание (с преимуществом нитратного) было на уровне высокого и составляло от 107 до 163 мг/кг почвы, (табл. 2). В варианте без применения удобрений было значительно меньше 59 мг/кг.

Таблица 2. Суммарное содержание NO₃ и NH₄ под посевами яровой пшеницы в зависимости от вариантов опыта, мг/кг почвы

№ варианта	Вариант опыта	Фаза развития растений						В среднем
		всходы	кущение	выход в трубку	колошение	молочно-восковая спелость	восковая спелость	
1	Без удобрений	59	20	11	11	9	6	19
2	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	150	61	68	38	13	8	56
3	N ₁₂₀ (90+30+30)	126	86	71	57	16	11	61
4	N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	163	76	66	22	9	9	58
5	N ₁₂₀ (90+30+30)P ₉₀ K ₆₀	107	71	80	40	9	9	53
6	N ₁₂₀ (90+30+30)P ₃₀ K ₃₀	128	52	81	37	12	8	53

В фазу кущения снижается на всех вариантах, без применения удобрений до уровня среднего 20 мг/кг почвы, на остальных вариантах оставаясь на уровне высокого от 52 до 86.

В фазу трубкования на контроле их содержание снижается до нижней границы низкого уровня, в остальных вариантах остается на уровне высокого, но с нормой азота 90 кг/га д.в. составляет 66-68 мг/кг почвы, с нормой 120 выше – 71-81.

В фазы молочно-восковой и восковой спелости снижается на всех вариантах до уровня очень низкого и низкого и в среднем за вегетацию кроме варианта без удобрений остальные имеют близкие значения в пределах 53-61 мг/кг почвы.

По накоплению воздушно-сухой массы, фотосинтетической деятельности посевов в отдельные фазы развития можно отметить, что наиболее высокие показатели биомассы растений яровой пшеницы в фазу кущения - высота, воздушно-сухая масса, площадь листьев были во 2-ом варианте с внесением до посева полной нормы NPK по 90 кг д.в./га, соответственно элементам составили 22,5 см, 167,2 г/м², 23,6 тыс. м²/га, самые низкие на контроле – 17,5 см, 88,3 г/м², 11,0 тыс. м²/га. Среди других вариантов с удобрениями значения этих показателей ниже у варианта 3 без внесения фосфорных и калийных удобрений, у остальных близкие, соответственно в пределах 20,0-21,0 см, 121,3-161,2 г/м², 17,3-18,6 тыс. м²/га. В фазу трубкования и далее значения показателей биомассы растений в зависимости от вариантов удобрений распределились аналогично (табл. 3). Ближе ко 2-ому варианту значения этих показателей были на 5 и 6 вариантах.

Таблица 3. Показатели биомассы растений яровой пшеницы по фазам развития в зависимости от вариантов опыта

№ варианта	Высота растений, см				Воздушно-сухая масса растений, г/м ²			
	кущение	выход в трубку	начало колошения	молочно-восковая спелость	кущение	выход в трубку	начало колошения	молочно-восковая спелость
1	17,5	48,0	71,0	80,0	88,3	715,3	592,1	1061,5
2	22,5	58,0	90,0	92,0	167,2	1036,8	1067,7	1571,5
3	19,0	57,5	79,2	80,0	115,8	779,5	772,1	1244,0
4	20,0	58,0	80,0	82,8	121,3	924,6	815,2	1468,0
5	21,0	54,5	82,0	84,2	161,2	979,4	991,3	1704,5
6	20,5	58,0	87,2	89,0	143,8	834,8	884,8	1590,5

Аналогично сложилась и величина фотосинтетического потенциала (табл. 4). Выше его значения были во 2-м варианте, затем в 5 и 6-м, самые низкие при применении удобрений на 3-м.

Таблица 4. Показатели фотосинтетической деятельности посевов яровой пшеницы в зависимости от вариантов удобрений

№ вари- анта	Вариант опыта	Площадь листьев, тыс. м²/га					ФПП, млн. м²/га дн
		Фаза развития растений					
		куще- ние	выход в трубку	начало коло- шения	молочно- восковая спелость	в среднем за вегета- цию	
1	Без удобрений	11,0	38,5	17,6	8,2	18,8	1,01
2	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	23,6	55,2	28,1	20,0	31,7	1,80
3	N ₁₂₀ (90+30+30)	14,4	44,5	20,4	12,0	22,8	1,22
4	N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	18,6	45,1	29,8	18,0	27,9	1,51
5	N ₁₂₀ (90+30+30)P ₉₀ K ₆₀	17,8	54,2	29,8	23,6	31,4	1,66
6	N ₁₂₀ (90+30+30)P ₃₀ K ₃₀	17,3	46,5	30,7	20,8	28,8	1,67

Более высокий урожай 4,29-4,52 т/га без существенных различий получили на 2, 5 и 6-ом вариантах при внесении удобрений в норме соответственно N₉₀P₉₀K₉₀ кг д.в./га, N₁₂₀P₉₀K₆₀, N₁₂₀ P₃₀K₃₀, самый низкий при применении удобрений на 3-ем – 3,50 (табл. 5).

Таблица 5. Урожай яровой пшеницы и основные элементы его структуры в зависимости от вариантов удобрений

Вариант опыта	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожай, т/га	Биологический урожай, т/га
Без удобрений	405	0,91	19,2	35,6	2,27	2,77
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	415	0,95	31,5	36,8	4,29	4,81
N ₁₂₀ (90+30+30)	418	0,90	23,8	35,2	3,32	3,50
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	400	0,90	29,8	37,5	3,80	4,47
N ₁₂₀ (90+30+30)P ₉₀ K ₆₀	432	0,94	30,9	37,4	4,52	4,99
N ₁₂₀ (90+30+30)P ₃₀ K ₃₀	433	0,92	28,5	36,9	4,31	4,55
НСР ₀₅					0,40	

В 5 и 6-м вариантах по сравнению с другими удобренными вариантами выше урожай сформировался в основном за счет большего количества продуктивных стеблей на 15-33 шт./м², во 2-ом – большего количества зерен в колосе – на 0,6-7,7 г. Более высокая окупаемость удобрений 1 кг д.в. NPK прибавкой урожаем зерна среди этих вариантов получена в 6-м 11,3 кг зерна, рассчитанном на возмещение выноса NPK с урожаем зерна, во 2-м – 8,8, в 5-м – 8,3. Учет полученных данных позволяет использовать более выгодные ресурсоэкономичные технологические варианты возделывания яровой пшеницы в зависимости от производственных условий.

Библиографический список

1. Лекомцева Е.В. и др. Удобрение картофеля //Картофель и овощи. 2015. №4. С. 34-35.
2. 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.
3. Лошаков В.Г. Эффективность совместного использования севооборота и удобрений // Плодородие. 2016. № 2. С. 37-41.
4. 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.
5. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., Лапушкина В.Н. Влияние удобрений и погодных условий на формирование урожая яровой пшеницы на осушаемых землях. // Земледелие. № 4. 2020. С. 12-15.
6. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., Лапушкина В.Н. Эффективность удобрений в зависимости от погодных условий при возделывании картофеля на осушаемых землях // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. №2. 2020. С. 17-20.

УДК 631.8

ВЛИЯНИЕ ЖИДКОГО ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА БОГУМ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Фомичева Н. В., к.б.н., Булычева В.О.

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

Гуминовые препараты широко применяют при выращивании различных сельскохозяйственных культур. При этом большей популярностью пользуется жидкая их форма, поскольку позволяет применять препарат и для обработки семенного материала, и для корневой и некорневой подкормки вегетирующих растений конкретной фазы развития.

После обработки семян гуминовыми препаратами, как правило, повышается их энергия прорастания, лабораторная всхожесть, у растений формируется более развитая корневая система [1, 2]. В условиях полевых опытов обработка семян перед посевом способствует увеличению урожайности возделываемой культуры. В частности, использование гуминового препарата Гумостим для предпосевной обработки семян яровой пшеницы, возделываемой на агросерой оподзоленной почве стационара СибНИИС-ХиТ Лучаново, увеличило продуктивность культуры на 8 %, а также положительно повлияло на качество зерна [3].

При некорневых обработках гуминовые препараты способны стимулировать рост растений, регулировать поступление элементов питания в

растения, активизировать почвенную микрофлору, что также отражается на продуктивности возделываемой культуры и ее качестве [4]. Так, двукратная обработка посевов яровой пшеницы, возделываемой на дерново-подзолистой почве опытного поля Марийского НИИСХ, гуминовым препаратом Экорост способствовала получению наибольшей урожайности (на 2 % выше, чем при однократной обработке и на 10 % по сравнению с контролем) лучшего качества (содержание общего азота, фосфора и клейковины повышалось до 0,3 % по сравнению с контролем) [5].

Наиболее эффективным способом применения гуминовых препаратов часто отмечают сочетание предпосевной и некорневой обработки [2, 6]. Например, применение препарата гуминового Росток в полевых и производственных опытах при возделывании зерновых, овощных культур и трав, способствовало получению значительных прибавок урожая на фоне улучшения качества полученной продукции. В частности, совмещение технологических приемов применения препарата Росток при выращивании яровой пшеницы приводило к увеличению ее продуктивности на 14-83 % в зависимости от условий произрастания культуры [6].

В последние годы гуминовые препараты производят многие предприятия из разнообразного сырья, используя разные способы и технологические режимы извлечения гуминовых веществ. Очевидно, что готовые препараты при этом разнятся по составу, свойствам и отличаются степенью воздействия на растения и почву.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель разработан способ получения жидкого гуминового препарата (рабочее название БоГум) из побочного продукта производства жидкофазного биопрепарата для роста и развития растений [7]. Основной характеристикой БоГум является наличие гуминовых кислот (ГК) – 10 г/л, также в его состав входят макро- и микроэлементы, рН препарата 9,0. Гуминовый препарат БоГум в 2017–2019 гг. использовали в полевом опыте при выращивании яровой пшеницы сорта Иргина.

Полевой опыт с посевом яровой пшеницы проводили на дерново-подзолистой почве мелиоративного объекта «Губино» ВНИИМЗ. Почва на опытных участках дерново-подзолистая легкосуглинистая, среднекислая ($\text{pH}_{\text{КСИ}}$ 4,8-5,0), с содержанием гумуса 2,1-2,5 % (по Тюрину), подвижного фосфора (P_2O_5) – 176-190 мг/кг (по Кирсанову), подвижного калия (K_2O) – 234-247 мг/кг (по Кирсанову), Нлг. 35-38 мг/кг (по Тюрину и Кононовой). Технология возделывания яровой пшеницы принятая

для культуры. В качестве фона основного минерального удобрения вносили 2 ц нитроаммофоски ($N_{32}P_{32}K_{32}$).

Двухфакторный полевой опыт включал следующие варианты: обработка семян (фактор А) – без обработки, обработка рабочим раствором БоГум с содержанием 0,01 % гуминовых кислот, обработка рабочим раствором БоГум с содержанием 0,02 % гуминовых кислот; некорневая обработка (фактор В) – без обработки, двукратная обработка рабочим раствором БоГум с содержанием 0,003 % гуминовых кислот. Семена яровой пшеницы обрабатывали гуминовым препаратом за 2 часа до посева из расчета 20 л рабочего раствора на 1 т семян. Некорневые обработки гуминовым препаратом проводили в фазы кущения и колошения, норма расхода рабочего раствора – из расчета 300 л/га. Опыты заложены в четырёхкратной повторности, расположение делянок систематизированное. Общая площадь делянки составила 30 м².

Все исследуемые варианты использования гуминового препарата БоГум при выращивании яровой пшеницы в той или иной степени способствовали получению прибавки урожая. В 2017 и 2019 гг. статистически значимые различия в величине урожайности отмечены во всех опытных вариантах по сравнению с контролем, а в 2018 г. – только в вариантах с использованием для обработки семян рабочего раствора БоГум с меньшим содержанием гуминовых кислот (как в случае совмещения обработки семян с некорневой обработкой растений, так и без него). В среднем за три года исследований наибольший урожай яровой пшеницы отмечен в тех же вариантах, как в 2018 году, причем со статистически незначимой разницей между собой (табл.). Использование более концентрированного раствора БоГум в конечном итоге давали менее значимые результаты.

Использование гуминового препарата БоГум способствовало достоверному увеличению отдельных элементов структуры: числа общих и продуктивных стеблей, числа зерен в колосе и длины колоса (табл.).

Наибольшее статистически значимое увеличение числа продуктивных стеблей отмечено в варианте совместного применения обработки семян (0,01 % ГК) и опрыскивания вегетирующих растений – 9,4 %. Статистическая обработка экспериментальных данных позволила установить, что именно обработка семян яровой пшеницы перед посевом гуминовым препаратом повлияла на увеличение данного показателя. Кроме этого, корреляционный анализ выявил очень сильную связь между урожайностью и числом продуктивных стеблей ($r = 0,99$, $p < 0,05$).

Таблица. Биологическая урожайность яровой пшеницы и отдельные элементы структуры урожая (2017–2019 гг.)

№	Вариант	Биологическая урожайность, т/га		Число стеблей, шт./м²		Число зёрен в колосе, шт.	Длина колоса, см
		средняя за 3 года	прибавка к контролю, %	общих	продуктивных		
Без обработки семян							
1	Без некорневой обработки	3,25	–	521,0	481,7	30,7	8,4
2	Некорневая обработка	3,45	6,2	525,0	500,0	32,7	8,8
Обработка семян рабочим раствором БоГум с содержанием 0,01 % ГК							
3	Без некорневой обработки	3,67	12,9	545,7	520,3	32,3	8,7
4	Некорневая обработка	3,73	14,8	552,3	527,0	32,7	8,8
Обработка семян рабочим раствором БоГум с содержанием 0,02 % ГК							
5	Без некорневой обработки	3,48	7,1	533,3	506,7	32,0	8,6
6	Некорневая обработка	3,55	9,2	531,7	508,3	32,2	8,7
	НСР ₀₅ по фактору А	0,136		14,79	12,78	0,71	0,20
	НСР ₀₅ по фактору В						
	НСР ₀₅ частных различий	0,202		20,31	18,08	1,24	0,34

Применение БоГум при выращивании яровой пшеницы способствовало достоверному увеличению числа зерен в колосе, однако статистически значимой разницы между отдельными опытными вариантами не наблюдалось – данный показатель в среднем составил 32,4 шт., что на 5,5 % выше контрольного варианта (табл.). Указанное увеличение сформировано, главным образом, за счет прироста длины колоса на минимальную статистически значимую величину (при $p < 0,05$). Необходимо отметить, что по данным статистической обработки увеличение длины колоса и числа зерен в колосе обусловлено дополнительными некорневыми обработками вегетирующих растений пшеницы.

Замачивание семян и/или некорневая обработка растений гуминовым препаратом практически не повлияли на массу 1000 зерен – все различия недостоверны, в том числе по отношению к контрольному варианту.

Среди показателей качества зерна оценивали содержание белка и натуру. Содержание белка во всех вариантах опыта достаточно высокое –

более 15 %, что согласно ГОСТ 9383-16 позволяет отнести зерно к 1-му классу. При этом применение гуминового препарата БоГум статистически значимо (при $p < 0,05$) повлияло на увеличение белка только в вариантах, предусматривающих совмещение обработки семян и некорневой подкормки (рис.).

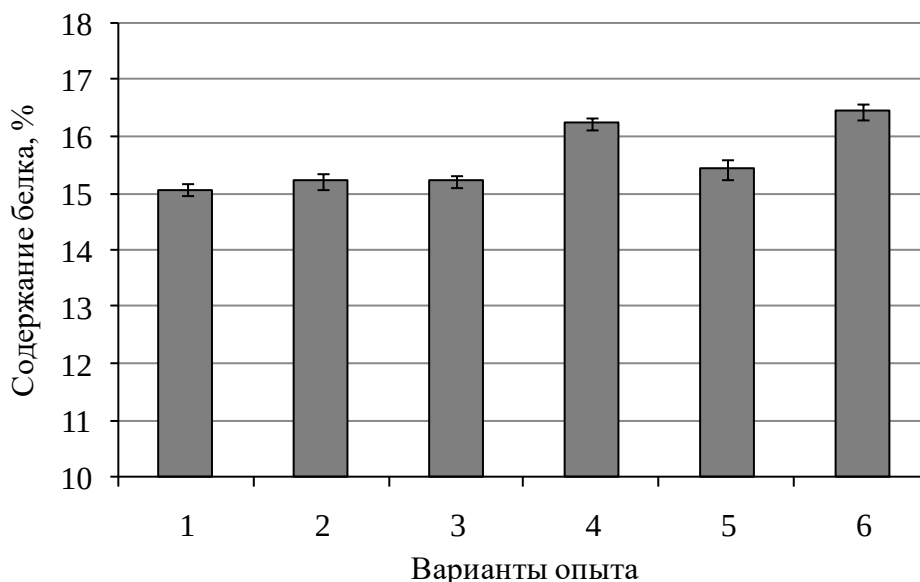


Рисунок. Содержание белка в зерне яровой пшеницы
варианты опыта – см. табл.

Натура зерна во всех вариантах составляла 730-740 г/л, что в конечном итоге определило зерно к третьему классу качества. Статистически значимых различий между вариантами не выявлено, однако при анализе средних результатов за три года отмечена тенденция увеличения натуры при совмещении обработки семян и опрыскивания растений гуминовым препаратом. При этом значение указанного показателя выше в случае использования для обработки семян рабочего раствора БоГум с содержанием гуминовых кислот 0,01 %.

Таким образом, в трёхлетнем полевом опыте установлено, что использование гуминового препарата БоГум для обработки семян и/или вегетирующих растений при выращивании яровой пшеницы сорта Иргина позволило получить статистически значимую прибавку урожая, сформированную за счёт увеличения числа продуктивных стеблей (от 3,8 до 9,4%) и числа зёрен в колосе (в среднем на 5,5%).

Наиболее эффективным технологическим приемом применения БоГум при возделывании яровой пшеницы следует признать предпосевную обработку семян рабочим раствором с содержанием 0,01 % гуминовых кислот (прибавка урожая составила 12,9 %). Использование БоГум по схе-

ме, предусматривающей предпосевную обработку в сочетании с двукратной некорневой обработкой вегетирующих растений пшеницы, представляется экономически нецелесообразным вследствие статистически незначимого увеличения урожайности относительно выбранного варианта.

Библиографический список

1. Вербицкая, Н.В. Использование препарата гуминовой природы для предпосевной обработки семян пшеницы / Н.В. Вербицкая, Е.П. Кондратенко, О.М. Соболева // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2014. № 3 (103). С. 128–132.
2. Наими, О.И. Эффективность использования гуминового препарата ВЮ-Дон при возделывании зерновых / О.И. Наими // Инновации природообустройства и защиты окружающей среды: мат. I науч.-практ. конф. Саратов: ООО Издательство «КУБиК», 2019. С. 566–568.
3. Кравец, А.В. Предпосевная обработка семян яровой пшеницы гуминовым препаратом из торфа / А.В. Кравец, Д.Л. Бобровская, Л.В. Касимова и др. // Вестник Алтайского государственного университета. 2011. № 4(78). С. 22–24.
4. Безуглова, О.С. О механизмах влияния внекорневой обработки растений гуматами на процессы мобилизации элементов питания в почве О.С. Безуглова, А.В. Горовцов, Е.А. Полиенко и др. // Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты: мат. XIV Междунар. науч.-практ. конф. Минск: Белорусский государственный университет, 2018. С. 36–38.
5. Замятин, С.А. Влияние жидкого гуминового удобрения «Экорост» на урожай зерна яровой пшеницы и его качество / С.А. Замятин, В.М. Измestьев, В.Р. Габдуллин // Вестник Марийского государственного университета. Серия: сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2017. Т 3. № 3(11). С. 23–28.
6. Грехова, И.В. Гуминовый препарат из низинного торфа / И.В. Грехова // Теоретическая и прикладная экология. 2015. № 1. С. 87–90.
7. Фомичева, Н.В. Способ получения жидкого гуминового удобрения / Н.В. Фомичева, Г.Ю. Рабинович // Патент РФ № 2691693, 17.06.2019.

УДК 633.111.1

УРОЖАЙНОСТЬ И ВЫНОС ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПШЕНИЦЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОПРЕПАРАТА ЖФБ

Смирнова Ю.Д., к.б.н.

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

Интенсификация производства зерновых культур является приоритетным направлением агропромышленного комплекса, обеспечение насе-

ления страны на прямую зависит от показателей урожайности и качества сельхозтоваропроизводителей зерна [1].

В последние годы отмечается нарастание валового сбора зерна, но в первую очередь это связано с увеличением площадей, занятых зерновыми культурами и только затем ростом продуктивности. В тоже время качество зерна по-прежнему остается низким. По данным «Россельхозцентра» доля пшеницы 1–4-го классов составляет 84,3 %, в том числе на 3-й класс приходится 36,0 % обследованного зерна, на 4-й – 47,4 %, пшеницы 1-го класса выявлено не было (последний раз данный класс присутствовал в 2012 году) [2].

Наиболее перспективными приемами повышения урожайности и улучшения качества собранного зерна является активное внедрение препаратов химической и биологической природы для обработки посевного материала и некорневой подкормки. Предпосевная обработка семян активно используется различными производителями зерна, но чаще всего применяют фунгицидные средства защиты, которые не стимулируют рост растений, а только защищают от болезней. В связи с этим наиболее перспективными являются препараты комплексного действия, к которым относятся биопрепараты. Применение последних позволяет стимулировать ростовые процессы растений, защитить от болезней, увеличить коэффициент использования питательных элементов из удобрений и почвы [3].

Применение некорневых обработок приводит к усилению физиолого-биохимических процессов растений, направленных на активизацию роста и развития растений, что также направлено на повышение урожайности зерновых культур и, что немаловажно, на улучшение качества зерна [4]. Всё чаще внедряется комплексная обработка – инокуляция семян с некорневой обработкой [5], такой агротехнический приём позволяет оперативно воздействовать на растения и снижать дозы вносимого минерального удобрения и средств химической защиты растений.

Рынок биологических средств защиты растений с каждым годом всё расширяется и популяризируется. ВНИИМЗна протяжении последнего десятилетия активно апробирует и продвигает на рынок, разработанный в отделе биотехнологий биопрепарат микробной и биогенной природы – ЖФБ. Состав ЖФБ представлен агрономически полезной микрофлорой продуктами их жизнедеятельности, физиологически активными веществами, макро- и микроэлементами, гуминовыми веществами [6].

Цель настоящей работы – определить наиболее эффективный технологический приём применения биопрепарата ЖФБ на посевах яровой пшеницы.

Полевые опыты с посевом яровой пшеницы сорта Иргина проводили на дерново-подзолистой почве мелиоративного объекта «Губино» ФГБНУ ВНИИМЗ в 2017-2019 гг. Почва опытных участков дерново-подзолистая легкосуглинистая, агрохимическая характеристика: pH_{KCl} 4,8-5,0, P_2O_5 208-223 мг/кг, K_2O 234-251 мг/кг, гумус 2,1-2,5 %. Технология возделывания яровой пшеницы принятая для культуры. В качестве фона основного минерального удобрения вносили 2 ц нитроаммофоски ($N_{32}P_{32}K_{32}$).

Исследование проводили в двухфакторном полевом опыте: фактор А – некорневая обработка вегетирующих растений, фактор В – обработка семян перед посевом. Семена яровой пшеницы обрабатывали ЖФБ за 2 часа до посева из расчета 20 л рабочего раствора на 1 т семян, используя две концентрации биопрепарата – 1 и 2 %. Некорневые обработки проводили по фазам роста пшеницы кущение и колошение из ручного опрыскивателя в дозе 3 л/га при норме расхода рабочего раствора 300 л/га. Опыты заложены в четырехкратной повторности, расположение делянок систематизированное. Общая площадь делянки составила 45 м², учетная – 24 м².

Яровая пшеница хорошо отзывается, что отмечается различными исследователями, на применение в агротехнологии их возделывания препаратов биологической, гуминовой или синтетической природы. Положительное их воздействие отмечено на биометрических показателях, урожайности культуры, снижении поражения растений болезнями и вредителями, увеличении содержания белка и улучшении других качественных характеристик.

Применение биопрепарата ЖФБ на посевах яровой пшеницы в полевых опытах 2017-2019 гг. способствовало формированию повышенного урожая зерна по сравнению с контрольным фоновым вариантом. Наибольшая урожайность в среднем за три года исследований получена при совмещении приёмов – обработка семян 1%-ным раствором ЖФБ + некорневая обработка – 2,96 т/га (табл. 1). Урожайность пшеницы практически во всех опытных вариантах между собой различалась не значимо, но была достоверно выше контрольного варианта.

Анализ отдельных элементов структуры урожая яровой пшеницы показал непосредственное влияние изучаемых агротехнических приемов на формирование урожая. Все приёмы благоприятно отразились на формиро-

вании продуктивных стеблей, особенно в вариантах, где применялось опрыскивание вегетирующих растений (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность и элементы структуры урожая яровой пшеницы (2017-2019 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Число продукт. стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Высота растения, см	Масса соломы, т/га	Зерно/солома
Без некорневой обработки						
Без обработки семян	2,63	483	30,8	93,2	5,04	1:1,5
Обработка семян 1% ЖФБ	2,89	503	32,7	96,2	6,70	1:1,8
Обработка семян 2% ЖФБ	2,81	501	32,4	95,4	7,28	1:2,0
Некорневая обработка ЖФБ						
Без обработки семян	2,84	507	32,5	93,2	5,11	1:1,4
Обработка семян 1% ЖФБ	2,96	515	32,8	95,3	5,43	1:1,4
Обработка семян 2% ЖФБ	2,73	503	32,0	93,3	5,31	1:1,5
НСР _{0,5} А	—	9	—	3,7	0,17	
НСР _{0,5} В	0,12	11	0,6	3,9	0,21	
НСР _{0,5} АВ	0,16	18	1,0	4,4	0,29	

Максимальная продуктивность стеблей отмечена в варианте с обработкой зерновой пшеницы 1% раствором ЖФБ + опрыскивание вегетирующих растений – 95% от общего числа стеблей, что способствовало формированию наибольшего урожая зерна. Применение препарата также оказало активное влияние на высоту растения – в среднем за три года исследований наибольший прирост длины растения отмечено от обработки семян 1% раствором ЖФБ (табл. 1). Рост указанных показателей привел к увеличению сбора соломы пшеницы. Обработка семян пшеницы оказала более сильное влияние на увеличение массы соломы, по сравнению с некорневой обработкой, которая способствовала более активному формированию зерновки и отразилась на продуктивности колоса. Во всех вариантах отмечалось достоверное увеличение числа зёрен в колосе: в среднем на 1,2-2,0 шт. Также наблюдали положительную динамику в увеличении массы 1000 зёрен в опытных вариантах по сравнению с контролем, хотя существенных различий между вариантами не отмечали.

Химический анализ зерна и соломы на содержание основных элементов питания показал, что воздействие биопрепарата на накопление отдель-

ных элементов было не однозначным (табл. 2). Отмечали увеличение содержания азота в зерне пшеницы во всех вариантах опыта, содержание фосфора и калия изменялось не значимо. Наибольшее содержание азота и калия в зерне пшеницы было в варианте с обработкой семян 1 %-ным раствором ЖФБ. В этом же варианте наблюдали максимальное содержание азота и в соломе – на 0,18 % выше, чем в фоновом варианте. В остальных вариантах количество азота в соломе достоверно относительно контроля не изменялось. Все технологические приёмы применения ЖФБ способствовали накоплению содержания калия в соломе пшеницы, при этом дополнительная некорневая обработка увеличила его накопление. Максимальное содержание калия отмечено при совмещении обработки семян 1%-ным ЖФБ с некорневой обработкой – на 0,41 % выше по сравнению с контролем. Такое высокое содержание может быть связано с повышенным количеством калия в биопрепарате.

Таблица 2. Содержание элементов питания в яровой пшенице, %
(2017-2019 гг.)

Вариант	Зерно			Солома		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без некорневой обработки						
Фон	2,58	0,96	0,74	1,17	0,47	0,89
Фон + обработка семян 1% ЖФБ	2,75	0,95	0,81	1,35	0,53	1,05
Фон + обработка семян 2% ЖФБ	2,65	0,89	0,68	1,09	0,51	0,93
Некорневая обработка ЖФБ						
Фон	2,61	0,90	0,73	1,15	0,42	1,06
Фон + обработка семян 1% ЖФБ	2,68	0,91	0,65	1,14	0,40	1,30
Фон + обработка семян 2% ЖФБ	2,65	0,89	0,74	1,08	0,40	1,22

Содержание фосфора в соломе при обработке семян пшеницы перед посевом несколько увеличивалось, а дополнительная некорневая обработка привела к тенденции снижения его содержания (табл. 2).

Применение всех технологических приёмов способствовало увеличению выноса основных элементов питания (табл.3). Применение ЖФБ значительно увеличило вынос азота, как зерном, так и побочной продукцией – соломой.

Вынос фосфора и калия с зерном пшеницы изменялся по вариантам не значимо в отличие от выноса данных элементов соломой. Вынос калия соломой значительно увеличился по всем вариантам опыта на 9,3-25,7 кг/га, фосфора – только в вариантах с обработкой семян на 11,4-13,2 кг/га.

Таблица 3. Вынос основных элементов питания яровой пшеницей, кг/га (2017-2019 гг.)

Вариант	Зерном			Соломой		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без некорневой обработки						
Фон	67,8	25,2	19,5	59,0	23,9	44,9
Фон + обработка семян 1% ЖФБ	79,6	27,6	23,4	90,5	35,3	70,4
Фон + обработка семян 2% ЖФБ	74,4	25,1	19,1	79,4	37,1	67,7
Некорневая обработка ЖФБ						
Фон	74,2	25,6	20,6	58,6	21,5	54,2
Фон + обработка семян 1% ЖФБ	79,5	26,9	19,1	61,9	21,5	70,6
Фон + обработка семян 2% ЖФБ	72,3	24,3	20,2	57,2	21,4	64,8

Таким образом, проведенные полевые опыты с различными способами применения биопрепарата ЖФБ на посевах яровой пшеницы, показали наибольшую эффективность совмещения приёмов обработки: предпосевная обработка семян 1 %-ным раствором ЖФБ + двукратная некорневая обработка вегетирующих растений. Данный технологический приём способствовал достоверному приросту урожайности зерна на 12,2 %, увеличению продуктивных стеблей на 6,6 % и числа зерен в колосе на 2,0 шт. Наибольшее содержание элементов питания, как в зерне, так и в соломе пшеницы отмечали при применении только обработки семян яровой пшеницы 1 %-ным раствором ЖФБ.

Библиографический список

1. Зюкин Д.А. Оценка устойчивости урожаев зерна по различным видам в России // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2018. Т.7. №4. С.113-115.
2. Дятловская Е. Доля продовольственной пшеницы нового урожая оценивается в 79 %. [Электронный ресурс] // Агроинвестор: [сайт]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/32233-dolya-prodovolstvennoy-pshenitsy-novogo-urozhaya-otsenivaetsya-v-79/> (дата обращения 26.02.2020).
3. ПлатонычеваЮ. И., Полякова Н. В., Володина Е. Н. Изменение продуктивности яровой пшеницы содержания элементов питания в темно-серой лесной почве при использовании различных форм удобрений // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 1 (44). С. 41–46.
4. Пашкова Г.И., Кузьминых А.Н. Влияние растворов молочной сыворотки и стимуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 2 (51). С. 9–14.
5. Муравьев А.А. Зависимость урожайности яровой пшеницы от обработки биопрепаратом// Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. №3(23). С. 142–147.
6. Рабинович Г. Ю., Смирнова Ю. Д., Васильева Е. А., Фомичева Н. В. Инновационная технология для решения проблем агроэкологии // Региональная экология. 2015. № 6(41). С. 7–15.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОЧЕТАНИЙ БИОПРЕПАРАТА ЖФБ И РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПРОРАЩИВАНИЕ СЕМЯН ЛЬНА

Любимова Н.А., к.х.н., **Рабинович Г.Ю.,** д.б.н., профессор
*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

Введение

Не смотря на неудовлетворительное в плане плодородия состояние пахотных земель России, купировать данную проблему удастся путем использования удобрений, позволяющих получать приемлемую по качеству сельскохозяйственную продукцию. Однако интенсивное применение различных традиционных удобрений в течение длительного времени может вызывать серьезные экологические проблемы, связанные с попаданием их избытков в окружающую среду. Например, использование больших доз фосфорных и азотных удобрений стало основным антропогенным фактором, способным, в частности, зафосфачивать большие участки сельскохозяйственных угодий, усугубив к тому же проблемы эвтрофикации в близлежащих водоемах, либо из-за использования навоза или некачественного компоста увеличить в несколько раз уровень нитратов в неглубоких подземных водах.

В связи с вышеизложенным, необходимы исследования, направленные на разработку инновационных удобрений, повышающих эффективность использования питательных веществ и одновременно с этим экологически безопасных. В этом контексте применение нанотехнологий в сельском хозяйстве (включая разработку удобрений) рассматривается как один из многообещающих подходов, позволяющих в конечном итоге значительно увеличить урожайность различных сельскохозяйственных культур [1]. Нанотехнологии представляют большой интерес для сельского хозяйства из-за высокой реакционной способности, повышенной биодоступности и биологической активности наночастиц [2].

Нанодобрения более эффективны по сравнению с обычными удобрениями не только из-за наноразмера, но и вследствие большого объема поверхности. В последние годы были разработаны различные типы удобрений, содержащие наночастицы серебра, железа, цинка, титана, углеродные нанотрубки, молибден, оксид кремния. Проведенные исследования позволили определить их влияние на развитие различных культур.

Было обнаружено, что наноудобрения при оптимально подобранных концентрациях оказывают положительное влияние на длину корней и побегов, растительную биомассу, содержание хлорофилла и всхожесть семян [3]. Например, R. Sheykhbaglou с соавт. [4] показали, что применение наноксида железа в качестве удобрения для сои в концентрации 0.75 г/л привело к увеличению массы сухого стручка, а также суммарной массы сухих листьев и стручков [4].

J.A. Mazumder с соавт. [5] синтезировали наночастицы ZnO *in vitro* с использованием фермента альфа-амилазы и апробировали их в качестве удобрения на культуре *Brassica juncea* (горчица индийская). В результате было обнаружено, что при добавлении наночастиц ZnO концентрацией 20 мкг/мл энергия прорастания семян увеличивалась на 7% по сравнению с контролем. Кроме того, также увеличивалась длина корня и стебля и содержание хлорофилла в листьях [5].

Также важно отметить, что помимо позитивного воздействия на рост растений одних только наночастиц, их сочетание с биоудобрениями, позиционируемыми, как наноудобрения, свидетельствовало о появлении синергетического эффекта [3].

Анализ литературы показал, что наиболее оптимальным способом синтеза наночастиц металлов для нужд сельского хозяйства является метод зеленого синтеза, который включает в себя применение различных микроорганизмов и ферментов, а также растительных экстрактов. Метод зеленого синтеза имеет ряд преимуществ с точки зрения экологии и экономики по сравнению с традиционными физическими и химическими методами синтеза наночастиц, так как он не предполагает использование дорогостоящего оборудования и токсичных химикатов и не требует жестких условий для синтеза частиц, таких, как высокое давление и температура [6].

Настоящая работа посвящена исследованию влияния различных концентраций разработанного во ВНИИМЗ жидкофазного биопрепарата (ЖФБ), преобразованного путем введения наночастиц цинка, меди, марганца, магния и железа, на энергию прорастания, всхожесть, а также на среднюю массу и длину проростков семян льна.

Методы и методики

В рамках данной работы, в первую очередь, были синтезированы наночастицы цинка, меди, марганца, магния и железа с использованием экстрактов коммерчески доступного зеленого чая. Экстракт чая был приготовлен следующим образом: дистиллированную воду (объем 2 литра) до-

водили до кипения, высыпали чай (100 г) и продолжали кипятить в течение 30 минут. После этого полученный экстракт остужали, листья чая отделяли с помощью марли, а затем отфильтровывали с помощью вакуумного насоса через фильтровальную бумагу.

Для синтеза наночастиц цинка, меди, марганца, магния и железа использовали растворы соответствующих металлам солей $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (концентрация 0.5 моль/л), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (концентрация 1.0 моль/л), $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (концентрация 0.5 моль/л), $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (концентрация 1.0 моль/л), $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (концентрация 0.5 моль/л). Растворы солей смешивали с зеленым чаем в объемном соотношении 1:4 (в случае $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ объемное соотношение было 1:1) и нагревали на водяной бане в течение 20 минут. В результате проведенных манипуляций отмечалось изменение цвета растворов и наличие осадка. Кроме того, при использовании $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ полученные частицы слабо реагировали на магнит, что свидетельствовало о получении магнитных наночастиц оксида железа. После этого растворы были обработаны ультразвуком и смешаны с ЖФБ в соотношении 1:50.

Семена поливали готовыми препаратами объемом 5 мл. Концентрация препаратов составила 0.1, 0.3 и 1.0%. В каждом варианте было задействовано 4 повторности по 35 семян в каждой. Проращивание семян льна осуществлялось в течение семи суток в стеклянных чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре $22 \pm 1^\circ\text{C}$ в темноте согласно ГОСТ 12038-84. Оценка эффективности ЖФБ с наночастицами металлов проводилась путем определения энергии прорастания семян, их всхожести, а также определения длины и массы проростков. В качестве контроля использовался ЖФБ без добавления наночастиц.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования показали, что ЖФБ, содержащее наночастицы различных металлов, оказывает положительное влияние как на энергию прорастания семян (рисунок 1 а), так и на всхожесть семян (рисунок 1 б) льна. Стимулирующий эффект наночастиц при прорастании семян находился в зависимости от концентрации полученных препаратов.

Также важно отметить, что ЖФБ с наночастицами металлов повлиял на среднюю массу проростков семян льна (таблица 1). Так максимальная масса проростка ($574 \cdot 10^{-4}$ г) была получена при использовании 0.3% Mg-ЖФБ, что на $36 \cdot 10^{-4}$ г было больше, чем в контрольном эксперименте.

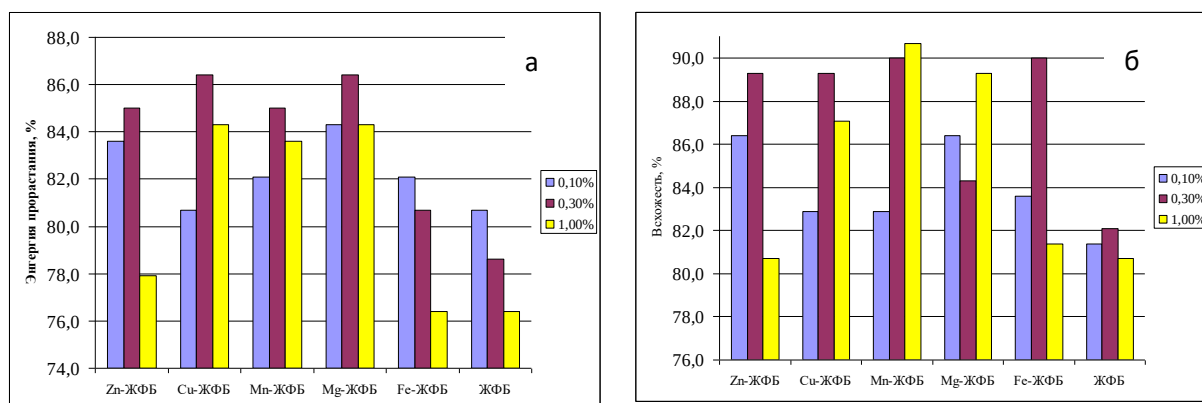


Рисунок 1 – Зависимость энергии прорастания (а) и всхожести (б) семян льна от вида и концентрации препаратов

Средняя длина проростков (таблица 1) практически не отличалась при использовании различных видов препаратов, взятых в одной концентрации. Однако в случае использования Zn-ЖФБ, Mn-ЖФБ, Mg-ЖФБ, Fe-ЖФБ и контрольного варианта (ЖФБ) наблюдались существенные отличия в длине проростков в зависимости от концентрации. Во всех случаях были получены максимальные значения длин проростков при концентрации 0.3%, тогда как значения длин проростков при концентрации 0.1% и 1.0% оказались практически равными. Кроме того, масса проростков семян льна также существенно снижалась при использовании препаратов в концентрации 1.0% по сравнению с 0.3%. Таким образом, более высокие концентрации препаратов ЖФБ с наночастицами металлов способны оказывать ингибирующее влияние на длину и массу проростков, что будет учтено в дальнейших исследованиях.

Таблица 1. Влияние вида и концентрации препаратов на массу и длину проростков льна

Препарат	Средняя масса проростков, г · 10 ⁻⁴			Средняя длина проростков, ± стандартное отклонение, см		
	0.1%	0.3%	1.0%	0.1%	0.3%	1.0%
Zn-ЖФБ	483	550	461	11.4 ± 3.5	13.0 ± 3.5	11.5 ± 4.7
Cu-ЖФБ	521	495	479	12.1 ± 4.4	12.1 ± 4.0	11.0 ± 3.5
Mn-ЖФБ	518	557	466	12.6 ± 4.0	13.7 ± 4.4	11.2 ± 4.2
Mg-ЖФБ	522	574	464	12.2 ± 4.0	13.4 ± 4.0	11.0 ± 4.3
Fe-ЖФБ	460	551	477	10.8 ± 3.8	12.5 ± 4.3	10.9 ± 4.3
ЖФБ	480	538	481	11.9 ± 4.0	13.4 ± 4.1	11.3 ± 3.7

Заключение

В проведенном нами исследовании было показано, что ЖФБ в сочетании с наночастицами таких металлов как цинк, медь, марганец, магний и

железо, получаемых методом «зеленого синтеза», может обеспечить позитивное влияние на энергию прорастания, всхожесть и среднюю массу проростков семян льна. Однако стоит принять во внимание, что повышенные концентрации препаратов сказываются негативно на средней длине и массе проростков.

Выполненное исследование свидетельствует, что разработка препаратов с наночастицами металлов для использования в сельском хозяйстве весьма перспективна, но должна в обязательном порядке предваряться лабораторными исследованиями, в том числе на семенном материале.

Библиографический список

1. Liu R., Lal R. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions // Science of the Total Environment. 2015. Vol. 514. P. 131 – 139. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.104.
2. Agrawal S., Rathore P. Nanotechnology Pros and Cons to Agriculture: A Review // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2014. Vol. 3. No. 3. P. 43-55. doi: нет
3. Chhipa H. Applications of nanotechnology in agriculture // Methods in Microbiology. 2019. Vol. 46. P. 115 – 142. doi: 10.1016/bs.mim.2019.01.002.
4. Effects of Nano-Iron Oxide Particles on Agronomic Traits of Soybean / R. Sheykhbaglou, M. Sedghi, M.T. Shishnevan, R.S. Sharifi // Notulae Scientia Biologicae. 2010. Vol.2. No. 2. P.112-113. doi: 10.15835/nsb224667.
5. Exposure of biosynthesized nanoscale ZnO to *Brassica juncea* crop plant: morphological, biochemical and molecular aspects / J.A. Mazumder, E. Khan, M. Perwez, M. Gupta, S. Kumar, K. Raza, M. Sardar // Scientific Reports. 2020. Vol. 10. P. 8531 – 8543. doi: 10.1038/s41598-020-65271-y.
6. Metal nanoparticles synthesis: An overview on methods of preparation, advantages and disadvantages, and applications / P.G. Jamkhande, N.W. Ghule, A.H. Bamer, M.G. Kalaskar // Journal of Drug Delivery Science and Technology. 2019. Vol. 53. P. 101174 – 101185. doi: 10.1016/j.jddst.2019.101174.

УДК 633.521: 631.527: 632. 43

ИСПЫТАНИЯ НОВЫХ ГЕРБИЦИДНЫХ И ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ В ПОСЕВАХ ЛЬНА

Кудрявцев Н.А., д.с.-х.н., **Зайцева Л.А.,** к.с.-х.н., **Курбанова З.К.,** аспирант

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,

г. Торжок, Россия

Реферат. Гербицид Шансти и его смесь с препаратом Шанстрел 300 в опытах 2018-2019 гг. продемонстрировали относительно высокую биологическую эффективность защиты льна от двудольных сорняков. Добавка к противодвудольным гербицидам граминицидов Галошанс или Клетошанс, регулятора роста Артафит или фунгицида Зимошанс не снизила эффективности действия смесей препаратов на двудольные сорняки и уничтожила в посевах злаковые сорняки. Дополнительно – Артафит и Зимошанс

– эффективно защищали лен от пасмо и других болезней, закономерно повышали урожайность льнопродукции. Ее максимальные в опыте показатели получены в варианте применения Артафита совместно с гербицидами.

Ключевые слова. Гербицид, регулятор роста, фунгицид, лен, повышение урожайности, эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Площадь посева российского льна-долгунца в 2020 г. составила 51,3 тыс. га. Поле масличного льна в стране – на порядок больше. При возделывании льна – меры защиты растений должны обеспечивать в достаточной степени чистые от сорняков, здоровые и неповрежденные фитофагами посевы, формирующие урожай культуры необходимого уровня качества. С другой стороны, требуется их соответствие экономическим и особенно экологическим критериям современных агротехнологий. Арсенал гербицидных и защитно-стимулирующих средств, удовлетворяющих требованиям технологии возделывания льна, необходимо систематически расширять, испытывать его новые составные образцы. Тогда будет обеспечиваться объективная альтернатива выбора наиболее приемлемых в конкретных условиях (по цене, эффективности и безопасности) пестицидов и агрохимикатов. Следует тестировать их фитофизиологическую совместимость при возможном смешивании в процессе применения, мультидисциплинарно изучать эффективность полифункциональных гербицидных и защитно-стимулирующих композиций [1].

Рекомендуемые для применения на культуре льна гербициды должны обеспечивать достаточную биологическую эффективность (гибель чувствительных сорняков не менее 70%) и быть безопасными для культурных растений (в конечном счете, повышать их продуктивность). Кроме того, важно соответствие применения этих средств экономическим и особенно экологическим критериям современных агротехнологий. Обеспечение этих требований достигается за счет поиска новых препаратов и экологизации, рационализации их использования, в частности при комбинировании с другими гербицидами в сниженных нормах внесения, с защитно-стимулирующими и антистрессовыми средствами. В наших предыдущих исследованиях, наряду с различиями влияния гербицидов на сорняки, отмечено их неоднозначное действие и на растения льна-долгунца [2]. Наиболее благоприятное действие, повлекшее за собой некоторое увеличение показателей общей высоты растений и технической длины их стебля (по сравнению с контролем, где лен был угнетен сорняками), оказали некоторые сульфонилмочевинные препараты, в частности, Хармони. Его смеси с противопошироколиственным гербицидом Лонтрел и граминицидами (Тарга Супер, Ми-

ура и др. в оптимально-минимальных нормах применения) – на высоту культурных растений практически не повлияли. Масса культурных растений и, в конечном счете, урожайность льнопродукции в связи с применением гербицидов в таких вариантах была достоверно выше контрольных показателей. Относительно более высокое качество льнопродукции было получено тоже в связи с применением вышеназванных средств. Но некоторые гербицидные смеси, например, сульфонилмочевинных препаратов, МЦПА при высоких нормах применения – со злакоцидом Зеллеком, заметно угнетали лен-долгунец, вызывая снижение высоты растений. Это максимально проявлялось в засушливые годы.

Для льноводства особенно важны экологизация и рациональное сочетание защиты культурных растений не только от сорняков, но и от болезней и других стрессовых факторов – за счет разрабатываемого нами обоснованного комбинирования гербицидов с фунгицидными, бактерицидными и защитно-стимулирующими, антистрессовыми средствами. Нам следовало проверить, что, как правило, лучше совмещаются в смесях аналогичные препараты единой фирмы-разработчика. Например, имеющий аналогичное с гербицидом Хармони (регистрант – ООО «Дюпон Наука и Технология») д.в. (тифенсульфурон-метил) – Шансти (ООО «Шанс») целесообразнее сочетать не с Лонтрелом (Дау АгроСаенсес ВмбХ), а с содержащим аналогичное д.в. (клопиралид) – Шанстрелом (ООО «Шанс»); не с Зеллеком-супер (Дау АгроСаенсес ВмбХ), а с подобно ему содержащим д.в. – галоксифоп-Р-метил – Галошансом (ООО «Шанс»). Поэтому, для своей экспериментальной работы мы выбрали препараты ООО «Шанс» [3]. Этому выбору дополнительно способствовало наладившееся надежное снабжение пестицидами и агрохимикатами нашего семеноводческого хозяйства – ООО «Родниковое Поле» – поставщиком названных средств – ООО «Шанс».

Цель работы – модернизация арсенала, экологизация и рационализация применения при возделывании льна-долгунца в РФ – гербицидных и защитно-стимулирующих средств, их испытание, как новых элементов агротехнологии для льноводства.

Объекты и методы исследований

По действию на наиболее распространенные в России сорняки и болезни льна – изучали следующие средства защиты растений:

Хармони – СТС, тифенсульфурон-метил – 750 г/кг [4]

Шансти – ВДГ, тифенсульфурон-метил – 750 г/кг. Шанстрел 300 – ВР, клопиралид – 300 г/л. Галошанс – КЭ, галоксифоп-Р-метил, 104 г/л [3].

Артафит – ВРК, полидиаллилдиметиламмоний хлорид, 100 г/л - по-

лифункциональный полимер, водорастворимый концентрат, предназначенный для предпосевной обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений [5].

Зимошанс – КС, карбендазим – 500 г/л. Клетошанс – КЭ, клетодим – 240 г/л. Шанс 90 – ПАВ [3].

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: ЛАНДШАФТ и STADIA.

Результаты исследований и их обсуждение

Видовой состав сорняков в посевах льна на делянках опыта был представлен преимущественно двудольными и злаковыми растениями. Их общая плотность на делянках контрольного варианта в начале и в конце вегетационного периода составляла в среднем за 2018-2019 гг., соответственно: 67 и 120 стеблей/м². Кроме них проявился хвощ полевой – 3 и 5 стеблей/м².

Гербицидный эффект различных вариантов применения изучаемых препаратов иллюстрирует таблица 1. Установлено действие различных средств и их смесей на наиболее распространенные в опытном посеве льна виды нежелательной растительности.

Таблица 1. Общая гербицидная эффективность различных препаратов и их композиций в среднем за 2018-2019 гг.
(снижение массы сорняков через 30 суток после обработки посевов)

№ п/п	Наименование варианта (обработка посевов)	Масса (г/м ²)	Эффективность (%)
1	Контроль (без обработки)	284,7	-
2	Стандарт – Хармони – ВДГ, тифенсульфурон-метил – 750 г/кг (25 г/га)	19,9	93,0
3	Шансти–ВДГ, тифенсульфурон-метил – 750г/кг (25 г/га)	10,4	96,3
4	Шансти (20 г/га) + Шанстрел 300 – ВР, клопиралид – 300 г/л (0,3 л/га)	10,4	96,3
5	Шансти (20г/га)+Шанстрел 300 (0,3л/га)+ Галошанс – КЭ, галоксифоп-Р-метил, 104 г/л (0,7 л/га)	8,6	97,0
6	Шансти (15г/га)+Шанстрел 300 (0,25л/га) + Галошанс (0,5 л/га) + Артафит – ВРК, полидиаллилдиметил-аммоний хлорид, 100 г/л (0,2 л/га)	7,3	97,4
7	Шансти (20г/га)+Шанстрел 300 (0,3л/га)+ Галошанс – КЭ, галоксифоп-Р-метил, 104 г/л (0,7 л/га) + Зимошанс – КС, карбендазим – 500 г/л (0,5 л/га)	7,3	97,4
8	Шансти (20г/га)+Шанстрел 300 (0,3л/га)+ Клетошанс – КЭ, клетодим – 240 г/л (0,7 л/га) + ПАВ Шанс 90 (0,2 л/га)+ Зимошанс (0,5 л/га)	8,6	97,0

Гербицид Шансти и его смесь с препаратом Шанстрел 300 продемонстрировали относительно высокую биологическую эффективность защиты льна от двудольных сорняков, в частности, от наиболее часто встречавшегося из них вида - торицы полевой. Показатели эффективности снижения численности растений торицы в результате применения Шансти в норме расхода 25 г/га и смеси его в сниженной норме расхода (20 г/га) с препаратом Шанстрел 300 (0,3 л/га) – в среднем за 2018-2019 гг., по данным учетов – через 30 суток после применения и перед уборкой льна – составила 100% (при эффективности условного стандартного гербицида – Хармони (25 г/га) – 95,0-95,7).

Добавка к вышеназванным противодвудольным гербицидам дополнительно граминицидов Галошанс или Клетошанс, регулятора роста Артафит, фунгицида Зимошанс не снизила эффективности действия смесей препаратов на двудольные сорняки (все варианты смесей и один препарат Шансти (25 г/га) обеспечили приближающуюся к 100% гибель, например, торицы. Дополнительно композиции, включающие регулятор роста Артафит (0,2 л/га) и фунгицид Зимошанс (0,5 л/га) защищали посевы льна от пасмо и других болезней (практически на 100%).

Смесь противодвудольных гербицидов Шансти (20 г/га) + Шанстрел 300 (0,3 л/га) была эффективна не только против торицы, но и против бодяка и осота. Композиция этой смеси с противозлаковыми гербицидами /Галошанс (0,7 л/га) или Клетошанс (0,7 л/га) + ПАВ Шанс 90 (0,2 л/га) - практически на 100% уничтожила в посевах злаковые сорняки.

Снижение общей массы нежелательной растительности всех двудольных и злаковых видов, засорявших опытный посев льна в 2018-2019 гг., вследствие применения изучаемых смесей препаратов составило через 30 суток после обработки – до 97,4% (табл. 1).

Вследствие применения Шансти (20 г/га) + Шанстрел 300 (0,3 л/га) + Клетошанс – КЭ, клетодим – 240 г/л (0,7 л/га) + ПАВ Шанс 90 (0,2 л/га) + Зимошанс (0,5 л/га) – отмечена тенденция увеличения количества коробочек и количества семян в коробочках, в сравнении с контрольным вариантом. Применение нового регулятора роста растений Артафит для обработки посевов льна обеспечило наиболее достоверное повышение урожайности льносоломой (при средней НСР₀₅ за 2 года – 2,4 ц/га) и льносемян (при средней НСР₀₅ за 2 года – 0,3 ц/га) (табл. 2). Во всех вариантах опыта, где в гербицидную смесь добавляли Артафит или Зимошанс, закономерно повышалась урожайность соломы и семян. Максимальные в опыте показате-

ли урожайности льнопродукции были получены в случае применения Артафита совместно с гербицидами.

Таблица 2. Влияние применения гербицидных и защитно-стимулирующих средств на урожайность соломы и семян льна-долгунца (ц/га, в среднем за 2018-2019 гг.)

№ п/п	Наименование варианта (обработка посевов)	Урожайность льносоломы	Урожайность льносемян
1	Контроль (без обработки)	28,7	1,9
2	Стандарт – Хармони – ВДГ, тифенсульфурон-метил – 750 г/кг (25 г/га)	40,4	3,7
3	Шансти – ВДГ, тифенсульфурон-метил – 750 г/кг (25 г/га)	40,6	3,8
4	Шансти (20 г/га)+ Шанстрел 300 – ВР, клопиралид – 300 г/л (0,3 л/га)	43,3	4,4
5	Шансти (20 г/га) + Шанстрел 300 (0,3 л/га) + Галошанс – КЭ, галоксифоп-Р-метил, 104 г/л (0,7 л/га)	46,8	5,3
6	Шансти (15 г/га) + Шанстрел 300 (0,25 л/га) + Галошанс (0,5л/га)+Артафит–ВРК, полидиаллилдиметил-аммоний хлорид, 100г/л (0,2 л/га)	54,5	6,4
7	Шансти (20 г/га) + Шанстрел 300 (0,3 л/га) + Галошанс – КЭ, галоксифоп-Р-метил, 104 г/л (0,7 л/га)+ Зимошанс – КС, карбендазим – 500 г/л (0,5 л/га)	52,4	5,9
8	Шансти (20 г/га) + Шанстрел 300 (0,3 л/га) + Клетошанс – КЭ, клетодим – 240 г/л (0,7 л/га) + ПАВ Шанс 90 (0,2 л/га)+Зимошанс (0,5 л/га)	52,7	6,0
НСР ₀₅		2,4	0,3

Применение препарата Артафит оказало также положительное влияние на качество льносоломы - повысило его на 1 сортономер (с 2,00 до 2,50).

Выводы

1. Гербицид Шансти и его смесь с препаратом Шанстрел 300 в опытах 2018-2019 гг. продемонстрировали относительно высокую биологическую эффективность защиты льна от двудольных сорняков (по данным учетов – через 30 суток после применения и перед уборкой льна их эффективность составила практически 100% (при показателях эффективности условного стандартного гербицида – Хармони – 95,0-95,7%).

2. Добавка к противодвудольным гербицидам дополнительно граминицидов Галошанс или Клетошанс, регулятора роста Артафит или фунгицида Зимошанс не снизила эффективности действия смесей препаратов

на двудольные сорняки и практически на 100% уничтожила в посевах злаковые сорняки. Снижение общей массы нежелательной растительности всех двудольных и злаковых видов, засорявших опытный посев льна в 2018-2019 гг., вследствие применения изучаемых смесей препаратов составило через 30 суток после обработки – до 97,4%.

3. Дополнительно композиции, включающие регулятор роста Артафит или фунгицид Зимошанс – защищали посевы льна от пасмо и других болезней (практически на 100%).

4. Во всех вариантах опыта, где в гербицидную смесь добавляли Артафит или Зимошанс, закономерно повышалась урожайность соломы и семян. Максимальные в опыте показатели урожайности льнопродукции были получены в случае применения Артафита совместно с гербицидами.

Исследования по данной теме продолжаются.

Работа выполняется при финансовой поддержке Минобрнауки России (ГЗ № 075-00 853119-00)

Библиографический список

1. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. Инновации в мониторинге болезней, вредителей и сорняков льна, в использовании против них высокомолекулярного препарата // Владимирский Земледелец. 2018. № 2 (84). С. 32-37. DOI: [10.24411/2235-2584-2018-00017](https://doi.org/10.24411/2235-2584-2018-00017). <https://elibrary.ru/item.asp?id=35424251>.
2. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Курбанова З.К., Савоськина О.А. Перспективные средства защиты льна // Защита и карантин растений. 2020. №4. С. 24-26.
3. ООО «Шанс», ГК МТС «Агро-Альянс». Средства защиты растений. Воронеж. 2017. 48 с.
4. «ДюПон де Немур». Хармони. Рекламный проспект. 2010. С.1-4.
5. Шаповал О.А., И.П. Можарова, А.А. Коршунов. Регуляторы роста растений в агротехнологиях. // Защита и карантин растений. 2014. №6. С. 18.
6. ВНИИЛ. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. // Торжок: ВНИИЛ. 1978. 72 с.

УДК 635.132:631.674

КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ СТОЛОВОЙ МОРКОВИ НА ГРЯДАХ

Мартынова А.А., к.с- н, с.н.с., **Шумакова Р.А.,** аспирант

Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова,

г. Волгоград, Россия,

В Российской Федерации столовая морковь возделывается на площади 23,2 тыс. га, из них 15,9% площадей находятся в Волгоградской области. В стране валовые сборы в крестьянско-фермерских хозяйствах составляют порядка 343 тыс. т, а в сельскохозяйственных предприятиях –

467 тыс. т. Следует отметить, что средняя урожайность корнеплодов моркови в Волгоградской области редко превышает 26 т/га [1].

Причинами низкой урожайности моркови в области является нарушение агротехнических приемов возделывания, включая качество подготовки почвы, необходимость формирования гряд или гребней, нарушение сроков и норм полива, отсутствие программы фертигации посевов, необходимость использования перспективных сортов и гибридов.

В связи с этим нами с 2014 года по настоящее время в Городищенском районе Волгоградской области на опытных полях КФХ «Зайцева В.А.» проводятся исследования по совершенствованию технологии возделывания перспективных гибридов столовой моркови на грядах при управлении водным режимом светло-каштановой почвы проведением капельных поливов с фертигацией посевов.

Анализ опубликованных ранее исследований [2, 3, 4, 5] позволил нам в соответствии с поставленными задачами заложить по 3 факторной схеме полевой опыт [6, 7, 8]. Полевой опыт включает следующие варианты: фактор А (управление водным режимом почвы), фактор В (режим минерального питания, включая фертигацию), фактор С (перспективные гибриды моркови).

Варианты по первому фактору: А1 – поддержание предполивного порога влажности почвы 80 % НВ в слое 0,4 м в течение всего периода вегетации моркови; А2 – поддержание предполивного порога влажности почвы 80 % НВ в слое 0,2 м в период от посева до образования 2-го листа, и в период от образования 2-го листа до уборки моркови в слое 0,4 м; А3 – поддержание предполивного порога влажности почвы 80 % НВ в слое 0,2 м в период от посева до образования 4-го листа, и в период от образования 4-го листа до уборки моркови в слое 0,4 м.

Варианты по второму фактору: В1 – внесение минеральных удобрений $N_{140}P_{60}K_{175}$ на получение 80 т/га корнеплодов, В2 – внесение $N_{190}P_{75}K_{245}$ на получение 100 т/га корнеплодов и В3 – $N_{240}P_{90}K_{315}$ на получение урожайности 120 т/га корнеплодов моркови.

Варианты по третьему фактору: фактор С – гибрид Каскад F1, фактор С2 – гибрид Тангерина F1. Гибриды относятся к сорто типу Шантане.

На всех вариантах опыта соблюдалась четырехкратная повторность.

Почвы опытного участка светло-каштановые, среднесуглинистые, типичные для региона исследований. Наименьшая влагоемкость пахотного горизонта составляет 24,1-25,2 % от массы сухой почвы. При порозности

почвы в пахотном слое 21,9-23,9%, плотность сложения не превышала 1,17-1,25 т/м³. Содержание гумуса в почве, в слое 0,25 м составило 1,6-1,7%. Реакция почвенной среды в слое до 0,3 м слабокислая (рН – 6,2-6,6), в слое 0,3-0,5 м – нейтральная (рН – 6,9-7,1). Содержание в пахотном слое легкогидролизуемого азота – 29-33 мг/кг сухой почвы, обменного калия – 312-343 мг/кг сухой почвы, подвижного фосфора 29-38 мг/кг сухой почвы.

Для проведения предпосевной обработки почвы использовали вертикальный фрезерный культиватор, который позволил обрабатывать почву до 0,3 м. Использование такого культиватора позволяет вести обработку почвы без активного перемешивания ее горизонтальных слоев, с последующим выравниванием и прикатыванием.

Посев моркови проводили на глубину 0,02 м в четыре ряда по три строчки пневматической сеялкой точного высева Agricola. Расстояние между строчками 6,48 см, расстояние между растениями в строчке 6,79 см. Норма высева семян 1,3 млн. шт./га. Технология возделывания моркови включает схему посева 3х4 (12 строчек), поэтому центре строчки посевы разрежены для лучшего проветривания и аэрации почвы.

Поддержание заданного предполивного порога почвы на посевах моркови обеспечивалось проведением капельных поливов. Использовали капельную линию российского производства (г. Липецк). Расстояние между капельными водовыпусками 0,3 м, расход капельницы 1,6 л/ч. Вопросы управления водным режимом почвы под посевами моркови решали с учетом требований изучаемой культуры к водообеспеченности по межфазным периодам развития растений.

В среднем за годы исследований урожайность корнеплодов моркови Каскад F1 при поддержании предполивного порога влажности почвы 80% НВ в слое почвы 0,2 м в период от посева до формирования 2го листа и далее в слое 0,4 м до технической спелости превышала 109,7 т/га, что на 29,5 т/га корнеплодов больше в сравнении с контролем, где влажность почвы поддерживали в слое 0,4 м весь период вегетации (таблица 1). Разница по вариантам опыта статистически достоверна: НСР₀₅ по фактор А 1,50, фактору В 1,50, для частных средних 2,59.

Максимальная урожайность корнеплодов на посевах моркови Тангерина F1 -95,6 т/га (таблица 2). (НСР₀₅ фактору А 1,08, по фактору В 1,08, для частных средних 1,87.

Оценка качества корнеплодов моркови показала, что корнеплоды моркови Каскад F1 содержат большое количество каротина 21 мг/100 г, са-

хара от 7,8 до 8,2%, 14,3 % сухих веществ. Выход товарной продукции до 95 - 97%. Высоким качеством отличаются корнеплоды моркови Тангерина F1, однако товарность продукции не более 89%.

Таблица 1. Продуктивность моркови Каскад F1 , т/га

Внесение удобрений, кг д.в./га	Горизонт увлажнения почвы	Годы исследований						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	среднее
N ₁₄₀ P ₆₀ K ₁₇₅	0,4 м	76,6	77,3	74,2	78,5	79,1	80,2	77,7
	0,2-0,4 м (2 лист)	83,4	86,5	80,9	88,4	89,7	91,2	86,7
	0,2-0,4 м (4 лист)	75,5	76,1	73,2	77,2	78,5	79,8	76,7
N ₁₉₀ P ₇₅ K ₂₄₅	0,4 м	88,3	90,4	87,7	91,8	93,3	93,8	90,9
	0,2-0,4 м (2 лист)	97,5	98,2	95,7	99,3	101,8	102,5	99,2
	0,2-0,4 м (4 лист)	86,1	87,1	84,9	88,3	90,3	91,2	88,0
N ₂₄₀ P ₉₀ K ₃₁₅	0,4 м	98,1	98,7	96,4	99,2	102,2	103,4	99,7
	0,2-0,4 м (2 лист)	101,3	105,5	100,3	107,3	109,2	109,7	105,6
	0,2-0,4 м (4 лист)	96,1	96,7	94,4	97,1	98,8	99,5	97,1

Таблица 2. Урожайность моркови Тангерина F1 по вариантам опыта, т/га

Внесение удобрений, кг д.в./га	Горизонт увлажнения почвы	Годы исследований						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	среднее
N ₁₄₀ P ₆₀ K ₁₇₅	0,4 м	69,4	70,7	67,3	71,5	72,9	73,4	70,9
	0,2-0,4 м (2 лист)	76,8	77,2	75,5	78,1	79,4	81,3	78,1
	0,2-0,4 м (4 лист)	67,3	68,1	65,8	69,3	70,4	71,6	68,8
N ₁₉₀ P ₇₅ K ₂₄₅	0,4 м	81,7	82,2	79,5	83,1	84,5	85,3	82,7
	0,2-0,4 м (2 лист)	87,2	88,4	86,7	89,4	91,7	93,2	89,4
	0,2-0,4 м (4 лист)	79,2	80,4	77,4	81,4	82,3	83,4	80,7
N ₂₄₀ P ₉₀ K ₃₁₅	0,4 м	89,1	90,4	88,6	92,2	94,6	96,1	91,8
	0,2-0,4 м (2 лист)	95,1	96,2	93,8	97,4	99,2	100,6	97,1
	0,2-0,4 м (4 лист)	87,7	88,3	85,8	90,6	92,8	94,4	89,9

При разработке модели формирования урожая моркови методом множественной нелинейной регрессии нами были включены в анализ раз-

личные нелинейные преобразования аргументов регрессионной модели. Использован пакет Statistica v.10. Статистическая значимость включаемых в модель линейных и нелинейных компонентов оценена по методу Парето с исключением несущественных компонентов. При этом компоненты, значимость которых, согласно оценкам Парето, несущественна, из модели исключаются.

Учитывая, что данные имеют достаточно выраженный характер распределения по параболе, нами в качестве исходного уравнения разрабатываемой модели принят полином n -ой степени, где n была принята равной четырем. В результате форма модели с включением только статистически существенных компонентов свелась к уравнению полного полинома второй степени:

$$Y = a + b \cdot T_h + c \cdot R_d + d \cdot T_h^2 + e \cdot R_d^2 + f \cdot R_d \cdot T_h$$

где Y – урожайность стандартных корнеплодов моркови, т/га; R_d – показатель, характеризующий уровень минерального питания моркови, численно равный дозе вносимого минерального азота, - лимитирующего элемента плодородия почвы, кг д.в./га; T_h – продолжительность периода в течение которого поливы проводятся из расчета регулирования влажности в слое почвы 0,2 м (стартовый режим орошения), сут.

На рисунке 1 приведен график поверхности отклика урожайности столовой моркови, построенный в соответствии с приведенным выше уравнением.

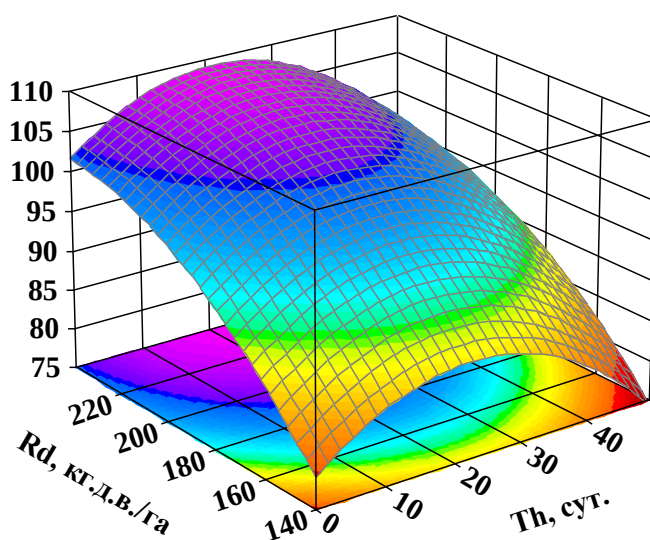


Рис. 1. График поверхности отклика урожайности столовой моркови (Каскад F1) в зависимости от продолжительности поддержания стартового режима орошения и условий минерального питания

В качестве примера график приведен для зависимости урожайности гибрида моркови Каскад F1. Параметры уравнения, определенные методом регрессионного анализа, для гибрида имеют значения: $a=19,8$, $b=0,77$, $c=0,53$, $d=-0,016$, $e=-0,0008$, $f=-0,00034$. Коэффициент детерминации зависимости, $R=0,93$, характеризует хорошую согласованность теоретической поверхности отклика с опытными данными.

Форма и параметры модели коэффициента водопотребления моркови были определены аналогичным образом. Как показали расчеты, уравнение полинома второй степени позволяет объективно описать изменение коэффициента водопотребления моркови при разных сочетаниях, поставленных к изучению факторов:

$$K_e = a + b \cdot T_h + c \cdot R_d + d \cdot T_h^2 + e \cdot R_d^2 + f \cdot R_d \cdot T_h$$

где K_e – коэффициент водопотребления столовой моркови, т/га; R_d – показатель, характеризующий уровень минерального питания моркови, численно равный дозе вносимого минерального азота, - лимитирующего элемента плодородия почвы, кг. д.в./га; T_h – продолжительность периода в течение которого поливы проводятся из расчета регулирования влажности в слое почвы 0,2 м (стартовый режим орошения), сут.

Параметры уравнений поверхности отклика по всей совокупности зависимостей коэффициента водопотребления моркови от продолжительности поддержания стартового режима орошения и условий минерального питания приведены в таблице 3. Коэффициент детерминации оцененных зависимостей составляет 0,87-0,94, что характеризует сильную связь между включенными в уравнение показателями.

Таблица 3. Параметры уравнений поверхности отклика по группе зависимостей коэффициента водопотребления моркови от продолжительности поддержания стартового режима орошения и условий минерального питания

Гибрид столовой моркови	Параметры уравнения						Коэффициент детерминации, R^2
	a (свобод- ный член)	b (T_h)	c (R_d)	d (T_h^2)	e (R_d^2)	f ($R_d \cdot T_h$)	
Каскад F1	96,9	-0,33	-0,37	0,007	0,0007	0,00014	0,87
Тангерина F1	105,5	-0,28	-0,40	0,007	0,0007	-0,0001	0,94

На рисунке 2 представлена поверхность отклика коэффициента водопотребления моркови в зависимости от продолжительности поддержания стартового режима орошения и условий минерального питания для гибрида Каскад F1. Параметры приведенного выше уравнения для этого ги-

брида имеют значения: $a=96,9$, $b=-0,33$, $c=-0,37$, $d=0,007$, $e=0,0007$, $f=0,00014$, а коэффициент детерминации зависимости $R = 0,87$.

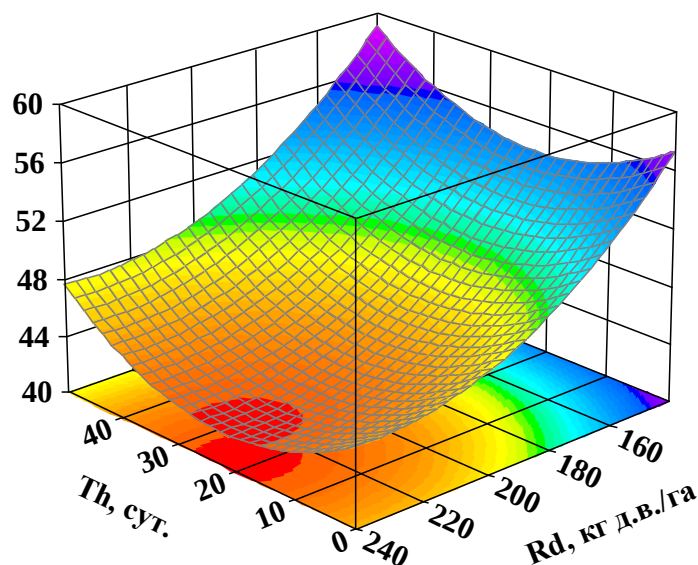


Рис. 2. График поверхности отклика коэффициента водопотребления моркови (Каскад F1) в зависимости от продолжительности поддержания стартового режима орошения и условий минерального питания

Совместное решение регрессионных моделей позволяет оценить область оптимальных значений обеспеченности регулируемых факторов, с позиций формирования наиболее продуктивных посевов при рациональном на формирование урожая. По этим двум критериям для гибрида Каскад F1 выгодным оказалось поддержание стартового режима орошения моркови, ориентированного на увлажнение расчетного, 0,2-м слоя почвы до фазы образования 2-го листа внесением минеральных удобрений дозой $N_{240}P_{90}K_{315}$. Максимальная урожайность 109,7 т/га была получена в 2019 году.

Урожайность моркови Тангерина F1 изменялась на данном варианте по годам исследований от 93,8 до 100,6 т/га.

Библиографический список

1. Бородычев В.В. Возделывание моркови в условиях орошения: от эксперимента к технологии: монография/В.В. Бородычев, А.А. Мартынова, М.Н. Лытов. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. – 204 с.
2. Бородычев В.В. Водопотребление и продуктивность моркови при капельном орошении / В.В. Бородычев, А.А. Мартынова, А.А. Шуравилин //Агро XXI. 2010. №7-9. С.34.
3. Бородычев В.В. Управление реализацией продуктивности моркови/В.В. Бородычев, А.А. Мартынова//Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекс2011. - № 1(21). – С. 17-23.

4. Ovchinnikov A.S. Oil tillage, irrigation, and carrot yield in the lower Volga region/ A.S. Ovchinnikov., S.A. Lisichenko., V.V. Borodychev., A.A. Martynova // Плодородие. 2015. - № 3(84). – С. 30-32.
5. Дубенок Н.Н. Минеральное питание – важный резерв повышения продуктивности посевов моркови при орошении / Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев. А.А. Мартынова // Достижения науки и техники АПК. 2010. - № 7. – С.24-27.
6. Доспехов Б.А. Методика опытного дела: (С основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] - Изд. 4-е, перераб. и доп.//Б.А. Доспехов/ – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве [Текст] /А.А. Литвинов /ГНУ Всероссийский НИИ овощеводства, 2011. – 648 с.

УДК 631.674:635.25

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ РЕПЧАТОГО ЛУКА В ВОЛГОГРАДСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

Выборнов В.В., к.с-х. н., с.н.с.

*Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова,
г. Волгоград, Россия*

По средним многолетним данным в условиях неустойчивого увлажнения в Волгоградском Заволжье пополнение почвенных запасов влаги за счет осадков, выпадающих в период вегетации, недостаточно для получения высоких и стабильных урожаев лука. Потенциал продуктивности лука определяет возможность использования орошения. Применение капельного полива на посевах лука позволяет не только управлять водным режимом почвы, но и своевременно обеспечивать растения питательными веществами проведением фертигации [1, 2, 3].

Полевой опыт был заложен по плану полного факториального эксперимента, который включал следующие варианты: водный режим почвы (фактор А), режим минерального питания (фактор В), гибриды лука (фактор С).

Схемой опыта по фактору А были предусмотрены три уровня поддержания предполивной влажности почвы с использованием системы капельного орошения:

А₁ – поддержание предполивного порога влажности почвы не ниже 70% НВ в течение вегетационного периода в расчетном слое 0,4 м;

А₂ – поддержание предполивного порога влажности почвы не ниже 80% НВ в течение вегетационного периода в расчетном слое 0,4 м;

А₃ – поддержание предполивного порога влажности почвы 90 % НВ в течение вегетационного периода в расчетном слое 0,4 м;

Схемой опыта по пищевому режиму почвы (фактор В) было предусмотрено три варианта доз внесения удобрений, рассчитанных на получение следующей урожайности лука:

В₁ – внесение $N_{150}P_{30}K_{30}$ на планируемый урожай лука 40 т/га;

В₂ – внесение $N_{180}P_{60}K_{100}$ на планируемый урожай лука 60 т/га;

В₃ – внесение $N_{210}P_{90}K_{170}$ на планируемый урожай лука 80 т/га;

Схема опыта по изучению перспективных гибридов лука (фактор С) включала варианты: С1 – Кэнди F1; С2 – Сьерра Бланка F1.

Закладка полевого опыта и проведение экспериментов проводились по общепринятым методикам [4, 5].

Особенности агротехники. На рост и развитие растений лука в первую очередь оказывает температурный фактор. Поэтому определили время посева весной, это третья декада марта – первая декада апреля. Если нарушим эти сроки, то при более поздних сроках посева остается мало времени для нормального развития растений, что, несомненно, приведет к недобору урожая. Следует учитывать длительный период высоких температур, что характерно для Волгоградского Заволжья. Этот стрессовый температурный фактор приводит к слишком быстрому развитию растений, а в итоге низкий выход товарной продукции. Предшественниками лука в годы исследований были картофель, огурцы, бахчевые культуры. Глубина посева семян 1,5-2 см, норма высева семян 4-5 кг/га. В нашем случае применяли разреженный посев 800 тыс. растений на 1 га. Схема посева широкополосная, на одной полосе укладывали две капельные трубки. Благодаря использованию для посева сеялки АГРИКОЛА мы добились высокой точности высева, что значительно в итоге увеличило выход товарной продукции. Схема опытов была поставлена таким образом, чтобы учитывать высокую требовательность лука к обеспечению водой. Поэтому при нашей четырехрядной грядке капельные линии располагались междупервый и вторым и между третьим и четвертыми рядами

Опытами доказано, что, управляя водным режимом почвы и уровнем минерального питания посева, мы добиваемся значительного изменения в формировании урожайности раннего лука по вариантам опыта (таблица 1). При внесении минеральных удобрений дозой $N_{150}P_{30}K_{30}$ урожайность стандартных лукович возрастала в среднем с 38,8-44,5 т/га при поддержании предполивного порога влажности почвы 70% НВ в слое 0,4 м до 63,0-84,0 т/га при поддержании влажности почвы в расчетном слое 80 или 90% НВ. Разница по вариантам опыта статистически достоверна. При капельном оро-

шении при поддержании влажности почвы на уровне 90% НВ и внесении $N_{210}P_{90}K_{170}$ устойчиво обеспечивается продуктивность раннего лука на уровне 80 т/га, изменяясь по годам исследований от 85,2 до 86,7 т/га. Только в 2018 году на этом фоне был получен урожай лука на уровне 77,6 т/га (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность репчатого лука КэндиF1 в зависимости от изучаемых факторов, 2016-2020 гг)

Режим орошения	Доза удобрений	Урожайность т/га					Средняя, т/га
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
A1	B1	38,0	41,6	35,7	39,7	38,4	38,8
A1	B2	43,7	45,2	41,2	44,2	45,7	43,6
A1	B3	44,4	46,3	43,0	44,3	46,2	44,5
A2	B1	57,7	57,8	54,1	56,4	56,7	56,5
A2	B2	61,0	63,3	59,4	62,5	61,3	61,6
A2	B3	62,9	64,5	60,8	63,8	64,1	63,0
A3	B1	63,5	61,2	57,3	60,6	63,6	60,7
A3	B2	81,6	79,4	71,4	78,3	77,4	77,7
A3	B3	86,7	86,3	77,6	85,2	85,2	84,0
НСР ₀₅	фактор А	0,73	0,75	0,91	1,26	1,48	
	фактор В	0,73	0,75	0,91	1,26	1,48	
	для частных средних	1,26	1,31	1,57	2,18	2,56	

Следует отметить, что во все годы наблюдений на посевах репчатого лука Сьера Бланка F1 урожайность была ниже в сравнении с показателями на посевах КэндиF1. Как показали результаты статистической обработки материала, разница по вариантам водного и пищевого режимов достоверна. Например, для данных 2020 года НСР₀₅=1,38 т/га (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность репчатого лука Сьера Бланка F1 в зависимости от изучаемых факторов, 2016-2020 гг.)

Режим орошения	Доза удобрений	Урожайность т/га					Средняя, т/га
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
A1	B1	36,5	42,9	31,8	37,7	37,2	37,2
A1	B2	41,3	46,1	42,4	41,5	40,7	42,4
A1	B3	43,6	47,3	41,1	41,0	43,1	43,2
A2	B1	55,4	58,2	48,7	51,3	53,7	53,5
A2	B2	59,2	62,8	53,4	59,6	60,5	59,1
A2	B3	63,3	65,1	58,8	61,7	62,3	62,2
A3	B1	61,7	61,7	56,1	58,4	58,6	59,3
A3	B2	78,6	80,3	68,3	71,7	74,1	74,6
A3	B3	82,4	87,4	72,2	81,9	80,2	80,8
НСР ₀₅	фактор А	0,95	1,12	0,98	1,12	1,38	
	фактор В	0,95	1,12	0,98	1,12	1,38	
	для частных средних	1,64	1,95	1,70	1,93	2,38	

Результаты многолетних наблюдений на посевах репчатого лука подтвердили высокую эффективность капельного орошения в сочетании с внесением минеральных удобрений с поливной водой. Оценивая изучаемые два гибрида, следует отметить, что гибрид Кэнди Съера Бланка очень близки по продолжительности вегетационного периода, по прекрасному товарному виду и великолепной форме, отличному сладкому вкусу. Желтый окрас Кэнди F1 и белоснежная окраска чешуи Съера Бланка F1 позволяют фермерским хозяйствам самостоятельно сделать выбор с коммерческой точки зрения для возделывания изученных гибридов.

Библиографический список

1. Бородычев В.В. Режим орошения и продуктивность репчатого лука/В.В. Бородычев, В.С. Казаченко//Мелиорация и водное хозяйство, 2011. – №2. – С. 31-33.
2. Бородычев В.В. Современные технологии капельного орошения сельскохозяйственных культур: научное издание/В.В. Бородычев. Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2010. – 241 с.
3. Выборнов В.В. Эффективность использования воды при капельном орошении репчатого лука/В.В. Выборнов, Т.Н. Сухова, Н.Н. Дубенок //Научная жизнь, 2018. - № 12. – С. 120-130.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985.
5. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве /С.С. Литвинов/ Россельхозакадемия, М.: 2011. – 648 с.

УДК 634.75:631.674.6:631.95

ВЛИЯНИЕ ДОЗ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ИХ ВНЕСЕНИЯ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ НА АККУМУЛЯЦИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

Коновалов С.Н., вед. научный сотрудник, зав. лабораторно-

аналитическим центром агрохимии, почвоведения и агроэкологии,

Помякшева Л.В., мл. научный сотрудник

ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», г. Москва, Россия

Аннотация. Особенности морфологии растений земляники садовой повышают ее отзывчивость на капельное орошение и фертигацию. Целью исследований было установить влияние доз и способов внесения минеральных удобрений в плодоносящих насаждениях на уровень содержания в почве и в растениях тяжелых металлов. Исследования, проведенные в многолетнем агрохимическом опыте, заложенном на плодоносящих насаждениях земляники садовой на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, показали, что фертигация с капельным поливом не способствовала повышению в почве уровня тяжелых металлов до значений, близких к ОДК, кроме содержания доступных форм кадмия Фертигация полной дозой удобрений способствовала снижению

доступных форм цинка в почве. Барьерные свойства растений земляники садовой сорта Троицкая по отношению к поглощению тяжелых металлов выше, чем у растений сорта Хоней. Сниженные дозы минеральных удобрений не влияли на содержание в почве и в плодах земляники садовой тяжелых металлов.

Ключевые слова: тяжелые металлы, капельное орошение, фертигация, земляника садовая, минеральные удобрения, агроэкология.

Земляника садовая является одной из самых распространенных ягодных культур в нашей стране и в мире. Из-за особенности морфологии растений земляника чувствительна к изменениям в почве. Капельный полив и фертигация в этом случае являются оптимальными способами регуляции водного и питательного режимов почвы [3]. При возделывании земляники садовой в защищенном грунте на химически инертных грунтах растение получает питательные элементы из гидропонного раствора, вносимого с поливной водой, однако в открытом грунте избежать влияния почвы невозможно [8]. По данным исследований, на почвах, загрязненных тяжелыми металлами, фертигация хелатными формами минеральных удобрений и капельный полив могут способствовать росту биодоступности тяжелых металлов и повышению их содержания в выращиваемой продукции, что негативно влияет на агроэкологическое состояние почвы и представляет угрозу для человека [1, 6].

В исследованиях отмечены барьерные свойства многих плодовых и ягодных растений по отношению к тяжелым металлам, возможность сохранять низкий уровень содержания в товарной продукции [5, 7].

В некоторых случаях минеральные удобрения могут вызывать накопление тяжелых металлов в растениях, в большей степени это зависит от генотипа и свойств изучаемого элемента [3], по данным других исследований, комплексное сбалансированное применение удобрений может способствовать снижению поступления в растение тяжелых металлов [2].

С целью установления возможности повышения содержания доступных для растений форм в почве и в растениях тяжелых металлов при различных уровнях и способах минерального питания с капельным поливом были проведены исследования в полевом агрохимическом опыте.

Предварительный мониторинг опытного поля не выявил превышения уровня ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) в почве содержания тяжелых металлов, но уровень их содержания был достаточно высоким из-за вносимых на поле в качестве удобрений осадков сточных

вод в начале 2000-х годов, которые в существенной степени могут являться источником тяжелых металлов [2].

Схема насаждений – однострочная, схема посадки 0,2 x 0,8 м. Применялись поверхностный капельный полив, фертигация, внесение минеральных удобрений в виде туков локально в запас (корневая подкормка). Сорта земляники садовой – Хоней, Троицкая. Сроки проведения – 2014-2018 гг. Дозы минеральных удобрений для фертигации и в запас рассчитывались по рекомендациям ЦИНАО, с учетом обеспеченности почвы доступными формами фосфора и калия. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1. Схема полевого опыта, 2014-2018 гг.

Фактор А (внесение в запас)	Фактор Б (фертигация)	Вариант	Описание
0 (без внесения)	0 (без удоб- рений)	1	Капельный полив (без удобрений), без внесения в запас (контроль)
	0,5 дозы	2	Фертигация, ½ дозы удобрений, без внесения в запас
	полная доза	3	Фертигация, полная доза удобрений, без внесения в запас
0,5 дозы	0 (без удоб- рений)	4	Капельный полив (без удобрений), РК ½ дозы в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации (в запас)
	0,5 дозы	5	Фертигация, ½ дозы удобрений, РК ½ дозы в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации (в запас)
	полная доза	6	Фертигация, полная доза удобрений, РК ½ дозы в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации (в запас)
Полная доза	0 (без удоб- рений)	7	Капельный полив (без удобрений), РК полная доза в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации и ½ дозы после плодоношения (в запас)
	0,5 дозы	8	Фертигация, ½ дозы удобрений, РК полная доза в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации и ½ дозы после плодоношения (в запас)
	полная доза	9	Фертигация, полная доза удобрений, РК полная доза в начале вегетации, N ½ дозы в начале вегетации и ½ дозы после плодоношения (в запас)

Всего за время проведения опыта было внесено с фертигацией и в запас: полная доза – N 210 кг д.в./га, P₂O₅ 125 кг д.в./га, K₂O 190 кг д.в./га, ½ дозы – N 105 кг д.в./га, P₂O₅ 62,5 кг д.в./га, K₂O 95 кг д.в./га.

Отбор проб почвы проводился с глубины 0-20 см, с четырех деленок каждого варианта, анализировали объединенную пробу. Содержание тяжелых металлов в почве (1M HNO₃ вытяжка) и в растительных образцах

определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на атомно-абсорбционном анализаторе «Спектр-5,4» [4]. Статистическая обработка результатов анализов проводилась с использованием пакета анализа данных Microsoft Excel. Результаты определения тяжелых металлов в почве представлены в таблице 2.

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в почве, мг/кг,
в среднем за 3 года

Вариант	Cu	Cd	Pb	Zn	Ni
1. Ф 0; Запас 0	29,3	1,0	17,6	52,9	9,8
2. Ф 0,5; Запас 0	29,0	1,1	16,8	50,8	9,6
3. Ф 1; Запас 0	27,9	0,9	19,9	45,4	8,9
4. Ф 0; Запас 0,5	27,0	1,1	17,0	56,6	9,9
5. Ф 0,5; Запас 0,5	27,7	0,9	16,6	48,1	8,9
6. Ф 1; Запас 0,5	29,5	1,0	19,1	50,4	9,8
7. Ф 0; Запас 1	29,1	1,1	16,1	51,6	10,8
8. Ф 0,5 Запас 1	27,9	0,9	18,7	55,3	9,1
9. Ф 1; Запас 1	26,3	0,9	17,0	48,4	8,2
сред.	28,19	0,99	17,63	51,03	9,46
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	7,3	$F_{\phi} < F_T$
ОДК	66,0	1,0	65,0	110,0	40,0

Из таблицы 2 видно, что изменение доз и разные способы внесения минеральных удобрений в насаждения земляники садовой не способствовали увеличению доступных для растений форм тяжелых металлов в почве. Исследования почвы показали, что различий содержания доступных форм тяжелых металлов под разными сортами нет. При фертигации полной дозой минеральных удобрений отмечено статистически достоверное снижение содержания доступных форм цинка в почве. Уровень всех исследуемых тяжелых металлов в почве ниже ОДК, кроме кадмия, содержание которого варьирует в пределах 0,9-1,1 мг/кг при ОДК равном 1,0 мг/кг. По данным исследований, содержание кадмия может быть высоким на почвах с высоким содержанием фосфора [2], на данном участке содержание доступных форм фосфора в продолжение опыта было высоким (0,20-0,50 мг/100 г почвы).

В результате исследований растительных образцов земляники садовой установлено, что дозы и способы внесения минеральных удобрений оказали влияние на валовое содержание тяжелых металлов в товарной продукции (таблицы 3, 4), статистически не подтвердилось различие в содержании никеля у растений сорта Хоней и меди и свинца – у сорта Троицкая.

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов в плодах земляники садовой, сорт Хоней, мг/кг

Вариант	Cu	Cd	Pb	Zn	Ni
1. Ф 0; Запас 0	7,6	0,361	0,5	11,3	2,71
2. Ф 0,5; Запас 0	5,1	0,172	0,8	8,7	2,82
3. Ф 1; Запас 0	6,5	0,123	0,2	9,7	1,58
4. Ф 0; Запас 0,5	5,3	0,109	0,4	9,5	2,49
5. Ф 0,5; Запас 0,5	9,2	0,360	0,6	7,3	2,30
6. Ф 1; Запас 0,5	5,6	0,104	1,0	22,9	2,16
7. Ф 0; Запас 1	7,2	0,227	0,2	12,1	2,05
8. Ф 0,5 Запас 1	7,2	0,263	0,3	11,5	2,31
9. Ф 1; Запас 1	6,2	0,171	0,4	9,8	1,54
сред.	6,7	0,213	0,5	11,4	2,2
НСР ₀₅	1,4	0,110	0,4	3,2	$F_{\phi} < F_T$
ПДК (на сухую массу)	50,0	0,300	4,0	100,0	10,50

Таблица 4. Содержание тяжелых металлов в плодах земляники садовой, сорт Троицкая, мг/кг

Вариант	Cu	Cd	Pb	Zn	Ni
1. Ф 0; Запас 0	5,3	0,167	0,4	8,9	1,78
2. Ф 0,5; Запас 0	4,4	0,095	0,2	9,8	0,77
3. Ф 1; Запас 0	4,8	0,075	0,3	8,2	0,74
4. Ф 0; Запас 0,5	3,9	0,095	0,4	8,6	0,82
5. Ф 0,5; Запас 0,5	4,9	0,063	0,2	8,9	0,52
6. Ф 1; Запас 0,5	4,8	0,056	0,5	6,8	0,86
7. Ф 0; Запас 1	5,7	0,063	0,4	12,2	0,60
8. Ф 0,5 Запас 1	4,8	0,070	0,3	8,0	0,85
9. Ф 1; Запас 1	5,1	0,117	0,5	8,9	1,41
сред.	4,9	0,089	0,3	8,9	0,93
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_T$	0,046	$F_{\phi} < F_T$	2,1	0,95
ПДК (на сухую массу)	50,0	0,300	4,0	100,0	10,50

Превышение ПДК наблюдалось в уровне содержания кадмия в плодах земляники сорта Хоней в контрольном варианте и варианте с комбинированным внесением полной дозы удобрений. В остальных вариантах содержание кадмия было существенно ниже. Общий уровень содержания тяжелых металлов в плодах земляники был выше у растений сорта Хоней, чем у Троицкой (таблицы 3, 4).

Ранее проведенные исследования показали, что уровень доступных форм тяжелых металлов в почве под растениями разных сортов не различался, поэтому можно предположить, что барьерные свойства растений сорта Троицкая в некоторой степени выше.

Содержание меди в плодах земляники садовой при внесении минеральных удобрений с фертигацией и в запас увеличилось в варианте с комбинированным способом внесения полной дозы удобрений, в остальных вариантах наблюдалось снижение количества тяжелого металла. В большей части вариантов с удобрением снизилось содержание кадмия у обоих сортов, статистически подтверждено на 95%-м уровне. Минимальное значение наблюдалось в варианте с фертигацией полной дозой и внесением 1/2 дозы в запас (вариант 6). В этом же варианте наблюдалось наибольшее содержание в плодах свинца (таблицы 3, 4), у сорта Хоней отличие от контроля статистически достоверно. Содержание цинка в плодах выше в отдельных вариантах у обоих сортов, в среднем – на уровне контроля. Содержание никеля в плодах земляники садовой сорта Хоней не снижалось в вариантах с применением минеральных удобрений в отличие от сорта Троицкая, где в вариантах с внесением минеральных удобрений почти в 2 раза снижалось содержание никеля (до 0,58 мг/кг по сравнению с контролем – 1,78 мг/кг).

Таким образом, фертигация с капельным поливом не способствовали повышению в дерново-подзолистой почве уровня тяжелых металлов до значений, близких к ОДК. Фертигация полной дозой удобрений способствовала снижению доступных форм цинка в почве. Барьерные свойства растений земляники садовой сорта Троицкая по отношению к поглощению тяжелых металлов выше, чем у растений сорта Хоней. Высокое содержание доступных форм кадмия в почве вызывало рост его содержания в плодах, при этом минеральные удобрения, независимо от способа внесения, повышали барьерные свойства растений по отношению к кадмию. Сниженные дозы минеральных удобрений не влияли на содержание в почве и в плодах земляники садовой тяжелых металлов.

Библиографический список

1. Батманов А.В., Скворцова М.Н. Агроэкологический анализ плантаций земляники садовой, возделываемой в условиях капельного орошения / «Перспективы развития АПК в работах молодых ученых»: сборник трудов конференции. – 2014. – С. 24-30.
2. Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф., Моисеенко Ф.В., Драганская М.Г. Влияние различных систем удобрения на накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции // Вестник Брянской ГСХА. – 2006. – С. 22-29.
3. Куликов И.М., Коновалов С.Н., Бобкова В.В., Петрова В.И., Помякшева Л.В. Эффективность технологий прецизионной агрохимии в промышленном садоводстве и ягодоводстве // Плодородие. – 2016. – №5. – С. 13-16.
4. Практикум по агрохимии / Московский государственный университет; под ред. Минеева В.Г. – М.: Изд. Московского университета, 2001. – 689 с.

5. Сенновская Т.В., Зарубин А.Н., Сашко Е.К. Особенности накопления тяжелых металлов в плодах и листьях некоторых сортов смородины // Плодоводство и ягодоводство России. – 2003. – Т.10. – С. 366-375.
6. Battilani A. Manipulating Quality of Horticultural Crops with Fertigation // Acta Horticulturae. – 2008. – №.792. – Pp. 47-60.
7. Lin L., Zhou T., Tang F., Hu H., Fu Q. Effects of Phosphorus on Growth and Uptake of Heavy Metals in Strawberry Grown in the Soil Contaminated by Cd and Pb [Электронный ресурс] // Journal of Agro-Environment Science. – 2013. – №.3. – Режим доступа: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotat-NHBH201303017.htm (20.08.2020)
8. Tanaskovik V., Cukaliev O., Romic D., Ondrasek G. The influence of drip fertigation on water use efficiency in tomato crop production // Agriculturae conspectus scientificus. University of Zagreb. – 2011. – Vol.76, No.1. – Pp. 57-63.

УДК 634.75:631.674.6:631.95

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ФЕРТИГАЦИИ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ НА АККУМУЛЯЦИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ

Помякшева Л.В., мл. научный сотрудник,

Коновалов С.Н., вед. научный сотрудник, зав. лабораторно-аналитическим центром агрохимии, почвоведения и агроэкологии
ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», г. Москва, Россия

Аннотация. Капельный полив и фертигация способствуют повышению продуктивности сельскохозяйственных растений, однако могут оказывать влияние на содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве. Исследования, проведенные в многолетнем агрохимическом опыте, заложенном на плодоносящих насаждениях земляники садовой на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, показали, что при фертигации происходит увеличение содержания меди в почве, а также незначительное увеличение содержания в плодах земляники садовой меди, свинца и кадмия. При этом ни в одном из исследуемых вариантов опыта содержание тяжелых металлов в почве и в плодах не превышало ОДК и ПДК, соответственно, что свидетельствует об экологической безопасности применения фертигации с капельным поливом на дерново-подзолистой почве.

Ключевые слова: тяжелые металлы, капельное орошение, фертигация, земляника садовая, минеральные удобрения, агроэкология

Одним из элементов интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур открытого грунта в мире являются капельный полив и фертигация, с помощью которых возможно поддержание питательного и водного режимов почвы насаждений [4]. Растения земляники садовой чувствительны к недостатку влаги и элементов минерального питания, большая часть корневой системы расположена в верхнем слое па-

хотного горизонта. Применение капельного полива и фертигации в насаждениях земляники садовой способствуют повышению продуктивности растений и сохранению плодородия почвы, но, по данным исследований, на почвах, загрязненных тяжелыми металлами, фертигация и капельный полив могут способствовать в некоторой степени росту биодоступности тяжелых металлов и повышению их содержания в выращиваемой продукции, особенно при использовании хелатных форм удобрений [1, 6]. В малых количествах некоторые тяжелые металлы являются микроэлементами (железо, медь, цинк, молибден, кобальт), необходимыми растениям для роста и развития, но повышение их концентрации в почве и органах растений может быть опасно для окружающей среды и человека [1].

В некоторых случаях минеральные удобрения могут способствовать накоплению тяжелых металлов в растениях, в большей степени это зависит от генотипа и свойств изучаемого элемента [3].

С целью установления влияния капельного полива и фертигации на содержание в почве и в товарной продукции земляники садовой тяжелых металлов (медь, свинец, кадмий, цинк) были проведены исследования в полевом агрохимическом опыте.

Предварительный мониторинг опытного поля не выявил превышения уровня предельно допустимых концентраций (ОДК) в почве содержания тяжелых металлов. Схема плодоносящих насаждений – четырехстрочная, гряды шириной 1 м мульчированы черной пленкой, ширина междурядий 1 м. Раствор минеральных удобрений (РМУ) вносился регулярно, 3-4 раза в неделю, из расчета 200 мл/растение, согласно схеме опытов. Капельный полив осуществляли в объеме, необходимом для поддержания влажности почвы 70-80% НВ. Количество удобрений (состав РМУ) корректировалось с учетом фенофазы растений, результатов анализов водной и солевой почвенных вытяжек. Концентрация рабочего раствора составляла 2-3 г/см³ (4-6 г/см³ в варианте 6). Дозы удобрения для предпосадочного внесения рассчитывались по рекомендациям ЦИНАО, с учетом обеспеченности почвы доступными формами фосфора и калия. Полная схема полевого опыта представлена в таблице 1.

Всего за 3 года было внесено (по д.в.) с фертигацией в вариантах 2-7: N – 371 кг/га; P₂O₅ – 167 кг/га; K₂O – 480 кг/га; в варианте 8 (Акварин): N – 191 кг/га; P₂O₅ – 198 кг/га; K₂O – 556 кг/га. В состав РМУ (раствор минеральных удобрений) и удобрения «Акварин» входили микроэлементы, в том числе железо, медь и цинк.

Таблица 1. Схема полевого опыта

№ варианта	Название варианта	Описание варианта
Вариант 1	Контроль	Фон, мульчирование гряд пленкой, без удобрений
Вариант 2	РМУ	Фон, мульчирование гряд пленкой, фертигация РМУ
Вариант 3	РМУ, геотекстиль	Фон, мульчирование гряд тканым геотекстилем черного цвета, фертигация РМУ.
Вариант 4	РМУ, P ₄₅ K ₉₀	Фон, мульчирование гряд пленкой, предпосадочное внесение P ₄₅ K ₉₀ , фертигация РМУ.
Вариант 5	РМУ, P ₉₀ K ₁₅₀	Фон, мульчирование гряд пленкой, в запас трехлетняя доза P ₉₀ K ₁₅₀ , фертигация РМУ.
Вариант 6	РМУх2, п/2	Фон, мульчирование гряд пленкой, фертигация РМУ увеличенной в 2 раза концентрации, частота внесения снижена в 2р.
Вариант 7	РМУ, «Вива»	Фон, мульчирование гряд пленкой, фертигация РМУ, органоминеральное удобрение «Вива» с капельным поливом.
Вариант 8	Акварин	Фон, мульчирование гряд пленкой, фертигация комплексным минеральным удобрением Акварин.

Отбор проб почвы проводился с глубины 0-20 см, с трех делянок каждого варианта методом конверта, анализировали объединенную пробу. Содержание тяжелых металлов в почве (1М HNO₃ вытяжка) и в растительных образцах определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии [5]. Статистическая обработка результатов анализов проводилась с использованием пакета анализа данных Microsoft Excel.

Результаты определения тяжелых металлов в почве представлены в таблице 2.

Таблица 2. Содержание тяжелых металлов в почве, мг/кг, в среднем за 3 года

Вариант	Cu	Cd	Pb	Zn
1. Контроль	3,7	0,07	7,9	11,1
2. РМУ	3,5	0,07	8,2	11,2
3. РМУ, геотекстиль	4,2	0,09	8,2	10,9
4. РМУ, P ₄₅ K ₉₀	3,5	0,08	8,1	11,0
5. РМУ, P ₉₀ K ₁₅₀	4,2	0,07	8,1	10,9
6. РМУх2, п/2	8,5	0,06	8,4	11,3
7. РМУ, «Вива»	9,5	0,07	9,1	11,4
8. Акварин	8,6	0,07	8,7	11,4
сред.	5,7	0,07	8,4	11,4
НСР ₀₅	0,9	F _φ < F _т	F _φ < F _т	F _φ < F _т
ОДК	66,0	1,0	65,0	110,0

В результате исследований установлено, что капельный полив с фертигацией на дерново-подзолистой почве среднесуглинистого гранулометрического состава не способствовал увеличению тяжелых металлов кад-

мия, свинца и цинка, их уровень в почве ниже ОДК. Содержание меди увеличивалось в вариантах 6, 7, 8, статистически достоверно с вероятностью 95%, но также не превышало ОДК. Наибольшее увеличение отмечено в варианте с внесением органоминерального удобрения «Вива». Также в этом варианте наблюдалось наибольшее содержание свинца в почве. Ранее в исследованиях отмечена отрицательная корреляция накопления кадмия и содержанием щелочногидролизуемого азота в слое почвы 0-20 см [2]. Следует отметить, что в опыте за 4 года средний уровень щелочногидролизуемого азота увеличился с 8 до 13 мг/100 г почвы, увеличения содержания доступного кадмия не наблюдалось. Существуют данные, что в условиях капельного орошения большая часть тяжелых металлов аккумулируется в почве на глубине 120-150 см, что благоприятно для земляники садовой, однако эти исследования проводились на черноземной почве [1].

В некоторых исследованиях отмечается способность сельскохозяйственных растений проявлять барьерные свойства и не накапливать в тканях тяжелые металлы даже при наличии их достаточного количества в почве [2, 3]. Растения земляники садовой обладают барьерными свойствами по отношению к тяжелым металлам: отдельные сорта накапливают свинец и никель в корнях, но в товарной продукции (плодах) уровень тяжелых металлов оставался низким [1, 3].

Анализ содержания тяжелых металлов в плодах земляники садовой сорта Хоней не выявил превышения ПДК (таблица 3).

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов в плодах земляники садовой сорта Хоней, мг/кг сухой массы

Вариант	Cu	Cd	Pb	Zn
1. Контроль	3,9	0,10	0,74	58,1
2. РМУ	6,8	0,21	1,53	88,5
3. РМУ, геотекстиль	8,1	0,18	1,83	86,0
4. РМУ, P ₄₅ K ₉₀	2,8	0,16	0,68	55,7
5. РМУ, P ₉₀ K ₁₅₀	8,9	0,16	0,74	67,1
6. РМУх2, п/2	3,3	0,12	1,18	56,1
7. РМУ, «Вива»	4,4	0,20	2,13	53,0
8. Акварин	4,0	<u>0,06</u>	0,79	42,4
сред.	5,1	0,15	1,20	63,4
НСР ₀₅	1,1	0,04	0,48	F _φ < F _T
ПДК (на сухую массу)	50,0	0,3	4,0	100,0

В контрольном варианте содержание меди, кадмия, свинца и цинка в плодах земляники не превышает ПДК и ниже, чем в большинстве опытных вариантов. Корреляционный анализ не выявил взаимосвязи между содер-

жанием тяжелых металлов в плодах земляники и уровнем их в почве. Содержание цинка в опытных вариантах статистически не превышает контрольный вариант. В вариантах с фертигацией РМУ и применением геотекстиля в качестве мульчирующего материала (варианты 2, 3) содержание меди, кадмия и свинца было выше контрольного варианта (статистически доказано на 95%-м уровне вероятности). В вариантах 6, 7, 8, где отмечалось высокое содержание меди в почве, повышения содержания меди в плодах не наблюдалось. Низкое содержание кадмия (ниже, чем в контрольном варианте) отмечено на делянках с фертигацией удобрением «Акварин». Отмечено содержание кадмия и свинца выше контроля в варианте с применением органоминерального удобрения «Вива» (вариант 7).

Таким образом, фертигация с капельным поливом не способствовали повышению в дерново-подзолистой почве уровня тяжелых металлов до значений, близких к ОДК, но в отдельных вариантах наблюдалось увеличение содержания меди. Содержание тяжелых металлов в плодах земляники садовой не превышало ПДК, тем не менее, фертигация в некоторой степени способствовала снижению барьерных свойств растений по сравнению с капельным поливом для меди, кадмия и свинца.

Библиографический список

1. Батманов А.В., Скворцова М.Н. Агроэкологический анализ плантаций земляники садовой, возделываемой в условиях капельного орошения / «Перспективы развития АПК в работах молодых ученых»: сборник трудов конференции. – 2014. – С. 24-30.
2. Бобкова В.В., Коновалов С.Н., Толстогузова В.Г. К вопросу о способности крыжовника к усвоению кадмия из почвы // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т.50. – С. 54-59.
3. Ветрова О.А., Леоничева Е.В. Влияние минерального питания на барьерные функции растений земляники по отношению к тяжелым металлам // Плодоводство и ягодоводство России. – 2018. – Т.52. – С. 100-107.
4. Куликов И.М., Коновалов С.Н., Бобкова В.В., Петрова В.И., Помякшева Л.В. Эффективность технологий прецизионной агрохимии в промышленном садоводстве и ягодоводстве // Плодородие. – 2016. – №5. – С. 13-16.
5. Практикум по агрохимии / Московский государственный университет; под ред. Минеева В.Г. – М.: Изд. Московского университета, 2001. – 689 с.
6. Battilani A. Manipulating Quality of Horticultural Crops with Fertigation // Acta Horticulturae. – 2008. – №.792. – Pp. 47-60.

УДК 633.18:631.16

РОЛЬ ИНГИБИТОРА НИТРИФИКАЦИИ В ПОВЫШЕНИИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСТЕНИЙ АЗОТНЫМ ПИТАНИЕМ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА В СЕВООБОРОТЕ БЕЗ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Паращенко В.Н., к.с.-х.н., вед.н.с., **Чижиков В.Н.**, к.с.-х.н., вед.н.с.
ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар, Россия

В условиях полевого опыта изучено влияние ингибитора нитрификации (3,5 ди-амино – 1, 2, 4 – триазол) на содержание форм азота в лугово-болотной почве при возделывании риса в севообороте без многолетних трав. Исследования проводили в условиях полевого опыта на рисовой оросительной системе Краснодарского края. Предшественником риса в севообороте была соя. В опыте возделывали сорт риса Рапан. Минеральные удобрения вносили в основной приём, а ингибитор нитрификации опрыскиванием на поверхность удобрений и почвы. Заделку удобрений и ингибитора нитрификации осуществляли одновременно. Под влиянием ингибитора нитрификации потери нитратного азота снизились на 60 %, что связано с сохранением азота в аммонийной форме. Применение ингибитора нитрификации обеспечило повышение урожайности риса на 0,46 т/га (7,4 %) и экономически оправдано, так как условно-чистый доход составляет 3530 руб., а окупаемость единицы внесенного азота 53,4 кг зерна на кг азота.

Ключевые слова: почва, севооборот, рис, урожайность, азот.

Специфические окислительно-восстановительные условия, связанные с периодическим затоплением при возделывании риса, способствуют снижению общих запасов органического вещества почвы и обеднению легкогидролизуемыми соединениями.

В связи с этим центральным звеном системы земледелия является севооборот – система чередования культур во времени и пространстве.

Многочисленными исследованиями установлено, что многолетние бобовые травы являются лучшими предшественниками риса. Так люцерна оставляет после себя в виде корней и поукосных остатков в среднем 12-16 т/га органического вещества, в том числе азота в белковой форме 140-235 кг/га [1]. Это обеспечивает бездефицитный баланс питательных веществ в почве рисового поля в течение ротации севооборота.

Учитывая это, рекомендованные рисовые севообороты должны иметь степень насыщенности посевами многолетних трав не менее 25 %. Однако в настоящее время в связи с сокращением животноводства в рисосеющих предприятиях Краснодарского края этот показатель значительно уменьшился.

В результате ранее проведенных исследований установлено, что исключении многолетних трав из севооборота наблюдались изменения в азотном режиме почвы, связанные с потерями легкогидролизуемого азота. Это является негативным фактором, влияющим на плодородие почв [2].

К эффективным способам регулирования азотного питания риса относятся использование ингибитора нитрификации (обеспечивающего снижение потерь азота из азотных удобрений и почвы).

В связи с этим проведенная работа, направленная на повышение производительной способности почвы в рисовом севообороте без многолетних трав при внесении ингибитора нитрификации, является актуальной.

Исследования проводились в Краснодарском крае на рисовой оросительной системе в 2018-2019 гг.

Объект исследований – почва лугово-болотная в рисовом севообороте без многолетних трав. Предшественник – соя.

Схема опыта:

1. $N_{56}P_{42}K_{60}$ (основное) + N_{69} (подкормка);
2. $N_{125}P_{42}K_{60}$ + ингибитор нитрификации (1,8 л/га).

Повторность опыта – четырёхкратная, площадь учётной делянки 0,38 га, площадь каждого варианта по 1,52 га. Удобрения вносились в соответствии со схемой опыта. Ингибитор нитрификации вносился опрыскивателем на поверхность почвы и внесенных удобрений до посева риса с последующей заделкой на 10-12 см.

В опыте высевали сорт Рапан. Режим орошения – укороченное затопление. Технология возделывания риса – согласно рекомендациям ВНИИ риса [3].

Весной до внесения удобрений, а также после уборки урожая риса отбирались пробы почвы из слоя 0-20 см. В которых определяли агрохимические показатели общепринятыми методами [4].

Диагностика азотного питания растений проводилась фотометрическим методом в фазы кущения и трубкования с помощью прибора «N-тестер» (Minolta SPAD 502) [5].

В фазу полной спелости со всех делянок опыта отбирались модельные снопы (25 растений) для биометрического анализа, при котором учитывались: высота растений, длина главной метелки, продуктивная кустистость, количество колосков полных и пустых, масса зерна с метёлки и 1000 зерен, рассчитывалась пустозерность [6].

Учёт урожая проводился поделочно с приведением полученных данных к стандартным показателям по чистоте (100%) и влажности (14%)

зерна. Статистическая обработка данных полученных в результате исследований проводилась методом дисперсионного анализа в программе MS Excel [6].

Результаты исследований. Легкогидролизуемый азот относится к наиболее подвижной форме азота и является основным источником азотного питания растений риса. В проведенном опыте на вариантах без применения ингибитора нитрификации отмечено значительное снижение содержания данной формы азота на 22 %, а в вариантах с ингибитором нитрификации это не наблюдалось. Это указывает на то, что ингибитор нитрификации способствует сохранению легкоподвижного органического азота в почве, и более эффективному использованию азота из внесенного азотного удобрения (табл. 1).

Таблица 1. Содержание легкогидролизуемого азота, обменного аммония и нитратов в почве, мг/ 100 г почвы

Вариант	Азот легкогидролизуемый		Аммоний обменный		Нитраты	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень
1.	6,38	5,24	1,43	0,73	1,23	0,024
2.	6,40	6,42	1,40	0,95	1,20	0,018

Содержание обменного аммония за период вегетации было больше на 0,25 мг/100 г почвы по сравнению с вариантами без ингибитора нитрификации. Это в значительной степени связано с динамикой содержания обменного аммония и нитратов в почве.

Наибольшее потребление азота растениями риса происходило в фазе кущения. В этот период на варианте с ингибитором нитрификации содержание обменного аммония на 0,67 мг/100 г почвы превышало вариант без него. Это объясняется снижением содержания нитратного азота под влиянием ингибитора нитрификации на 0,012 мг/100г почвы (60 %). В варианте с ингибитором нитрификации отмечена такая же закономерность. К фазе трубкования содержание обменного аммония и нитратов снижалось на всех вариантах опыта, аналогичная зависимость была установленной и в фазу кущения (табл. 2).

Таблица 2. Содержание обменного аммония и нитратов в почве в фазы кущения и трубкования риса, мг/100 г почвы

Вариант	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
	кущение		трубкование	
1.	1,40	0,030	0,91	0,007
3.	2,07	0,018	1,66	0,008

Повышение содержания обменного аммония в почве при применении ингибитора нитрификации способствовало улучшению азотного питания риса, что проявилось в обеспеченности растений азотом, которая возросла на 12,6-14,4 % (табл. 3).

Таблица 3. Обеспеченность растений риса азотом, единиц

Вариант	Сроки проведения	
	кущение	трубкавание
1.	473	468
2.	541	527

Повышение обеспеченности растений риса азотным питанием при применении ингибитора нитрификации влияло на их продуктивность, на что указывают данные биометрического анализа, которые представлены в табл. 4.

Таблица 4. Биометрические показатели растений риса при применении ингибитора нитрификации

Вариант	Продуктив. куст., шт. / раст.	Масса зерна с раст., г	Масса соло- мы с раст., г	Кол-во ко- лосков с раст., шт.	Пустозер- ность, %	Масса 1000 зе- рен, г
1	1,2	2,99	2,17	126	7,7	26,0
2	1,8	4,57	3,34	214	9,1	25,8

Применение ингибитора нитрификации способствовало увеличению количества колосков на 88 шт. и массы зерна с одного растения на 1,58 г, что связано с повышением продуктивной кустистости на 0,6. Наряду с этим отмечено небольшое увеличение пустозерности на 1,4 %.

Данные таблицы 4. показали, что применение ингибитора нитрификации обеспечило повышение урожайности риса по сравнению с контролем на 7,4 % (0,46 т/га). Наибольшая прибавка зерна (0,71 т/га) была получена при применении ингибитора.

Таблица 5. Агроэкономическая эффективность риса при применении ингибитора нитрификации

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка,		УЧД*, руб.	O _N **
		т/га	%		
1 N ₅₆ P ₄₂ K ₆₀ (осн.) + N ₆₉ (подкормка)	6,21	—	—	—	49,7
2 N ₁₂₅ P ₄₂ K ₆₀ +ингибитор 1,8 л/га	6,67	0,46	7,4	3530	53,4
НСР ₀₅	0,370				

* Условно-чистый доход

** Окупаемость единицы внесенного азота, кг зерна риса на 1 кг азота

Расчёт экономической эффективности показал, что применение ингибитора нитрификации экономически оправдано. Условно-чистый доход при этом составляет 3530 руб., а окупаемость единицы внесенного азота, кг зерна риса на 1 кг азота возросла на 7,4 %.

Заключение

1. Установлено влияние ингибитора нитрификации на сохранение легкоподвижного органического азота в почве, и более эффективное использование азота из внесенного азотного удобрения. В вариантах без его применения снижение содержания легкогидролизуемого азота составляло 22 %.

2. Под влиянием ингибитора нитрификации потери нитратного азота снизились на 60%, что связано с сохранением азота в аммонийной форме.

3. Обеспеченность азотом растений риса в фазы кущения и трубкования возросла на вариантах с применением ингибитора нитрификации на 14,4 и 12,6 %.

4. Применение ингибитора нитрификации обеспечило повышение урожайности риса на 7,4 % (0,46 т/га). Прибавка урожая связана с повышением продуктивной кустистости, количества колосков и массы зерна с растения.

5. Использование ингибитора нитрификации экономически оправдано. Условно-чистый доход при этом составляет 3530 руб., а окупаемость единицы внесенного азота 53,4 зерна на кг азота.

Библиографический список

1. Шашенко В.Ф., Нестеренко В.Г. Люцерна и промежуточные культуры в рисовом севообороте. – Краснодар: Кн. изд-во, 1980. – 112 с.
2. Паращенко, В.Н. Влияние посевов люцерны на плодородие перегнойно-глеевой почвы при возделывании риса В.Н. Паращенко, А.В. Осипов, В.Н. Слюсарев, В.Н. Чижиков / Рсководство № 4 (41), 2018.
3. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / Под общ. ред. Е.М. Харитонов. – Краснодар: ВНИИриса, 2011. – 316 с.
4. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии/ В.В. Кидин.- М.: КолосС, 2008.-599 с.
5. Паращенко, В.Н., Кузнецова О. В. Адаптация метода диагностики обеспеченности риса азотом с использованием N-тестера. В.Н. Паращенко, О. В. Кузнецова // Сборник международной конференции «Современное приборное обеспечение и методы анализа почв, кормов, растений и сельскохозяйственного сырья». М.: ВНИИА, 2003. С. 123-124.
6. Дзюба, В.А. Теоретическое и прикладное растениеводство на примере: пшеницы, ячменя и риса: науч.- метод. Пособие - Краснодар 2010.- 475 с.

УДК: 633.521+631.8

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Скворцов С.С., к.с.-х.н., доцент

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

Лен – удивительная культура с широким спектром полезных и до конца не изученных свойств. Это и прекрасная защита от ультрафиолета, и отсутствие электростатики, и бактерицидные свойства, и комфортное жилье, удобная одежда, полезный пищевой продукт и многое, многое другое [1].

Льняное масло сегодня используется в качестве пищевой добавки: в его состав входят компоненты, «сжигающие» холестерин и активно способствующие омоложению организма. Из льна в большом количестве производятся изделия для современной армии, включая укрывные материалы, маскировочные сети и парашюты, а также изделия для нужд угольной, горнодобывающей, мукомольной и другой промышленности. Широкий ассортимент изделий из льняной ткани выпускается текстильной и швейной промышленностью. На Западе спрос и цена на эти изделия постоянно растут. Волокно льна-долгунца используется в медицине, в частности, для изготовления тончайших хирургических нитей, отличающихся повышенной совместимостью с тканями живого организма, волокнистых нетканых материалов, среди которых медицинская вата и перевязочные средства не уступают подобным изделиям из хлопка. Особое значение для текстильной промышленности имеет использование короткого волокна и отходов трепания для производства хлопкообразного волокна – котонина для получения смесовых пряж и тканей [2, 3, 5].

Производство пряжи из котонизированного льноволокна в смеси с хлопком дает возможность сократить потребность в нем на 20-30%. Отходы волокна применяют для изготовления прошивного ватина и как уплотнитель-утеплитель. Костру используют для изготовления мебели, упаковочной тары, бумаги, картона, технического этилового спирта [4].

Лен может быть использован для изготовления высокоэффективного сорбента для очистки воды и воздуха от вредных примесей.

Льняное масло широко используют в качестве пищевого продукта, а также в химической, авиационной и медицинской промышленности. В семенах льна содержится от 35 до 42% жира и около 23% белка. Отходы, образующиеся при

обмолоте и переработке льносемян (жмых, мякина) – ценный корм для сельскохозяйственных животных [2,3].

В условиях недостатка средств для внесения удобрений, частом нарушении севооборотов, снижении биологической активности почвы и ухудшения природоохранной обстановки, важное значение приобретают регуляторы роста естественного происхождения, положительно влияющие на устойчивость культурных растений к болезням и другим стрессовым факторам, активизирующие обмен веществ в растениях и повышающие качество урожая. Целью исследований являлось – изучить влияние стимуляторов роста и органоминеральных удобрений на урожайность льна-долгунца [1].

Для этого в 2020 году был проведён двухфакторный полевой опыт на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-средне-подзолистая остаточно карбонатная глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу.

До закладки опыта в почве содержалось гумуса – 2,02%, P_2O_5 – 270 и K_2O – 86 мг/кг, pH – 6,72

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

Таблица 1. Схема полевого опыта 2020г.

№№ п/п	Варианты	
1	Контроль	Фульвогель
2		Циркон
3	Сивид-Цинк (0,2 кг/га)	Фульвогель
4		Циркон
5	Сивид-Бор (0,2 кг/га)	Фульвогель
6		Циркон

В опыте проводили фенологические наблюдения, определяли густоту стояния и показатели структуры урожая по современным методикам. В результате исследований было выявлено, что густота стеблестоя оказывает значительное влияние на величину урожай и качество льнопродукции.

Из литературных источников известно, что в изреженных посевах лён вырастает толстостебельным и разветвлённым с большим числом коробочек. Из таких стеблей волокно получают меньше и оно более грубое. В загущенных посевах в годы с избыточным увлажнением наблюдается полегание. Изучаемые стимуляторы роста и органоминеральные удобрения значительно влияли на густоту стеблестоя льна. В фазу всходов густота стеблестоя сформировалась примерно на одинаковом уровне и состави-

ла по вариантам опыта от 1320 до 1346 шт./м². К уборке при применении органоминеральных удобрений и стимуляторов роста сформировался стеблестой культуры значительно выше, чем на контроле. Так перед уборкой на контроле было отмечено 1062 и 1074 шт./м² растений, в то время как при обработки посевов препаратом Сивид-Цинк с применением в посевах льна-долгунца стимулятора роста Фульвогеля и Циркон насчитывалось 1212 и 1184 шт./м² растений, а препаратом Сивид-Бор 1244 и 1200 шт./м² растений соответственно.

Среди изучаемых стимуляторов роста, наибольшее количество растений перед уборкой насчитывалось у стимулятора Фульвогеля по всем вариантам опыта.

Рост растений, накопление ими органического вещества являются конечными результатами взаимодействия с факторами внешней среды, итогом сложных, часто взаимоисключающих друг друга процессов, протекающих в клетках, тканях и органах. Ускоряя рост растений путем создания оптимальных условий корневого питания, мы тем самым открываем возможность более полного использования самих элементов питания.

Накопление сухой биомассы растениями льна определялось в основном теми же особенностями, что и динамика роста.

В наших исследованиях накопление надземной массы протекало более энергично у растений льна-долгунца обработанных органоминеральным удобрением Сивид-Бор, при применении обоих изучаемых стимуляторов роста.

Так, в фазу ёлочка максимальное накопление массы отмечено у стимулятора Фульвогель при обработке органоминеральным удобрением Сивид-Бор и составило 32 г., к нему оказался близок стимулятор Циркон 28 г. В фазу быстрого роста у стимулятора Фульвогель при обработке органоминеральным удобрением Сивид-Бор, отмечено максимальное накопление органической массы 86г., минимальное – у стимулятора Циркон на контроле 64г.

К фазе бутонизации, в вариантах с применением органоминеральных удобрений, накопление массы растений было выше, чем на контроле, и более высоким в 5 варианте.

Наиболее высокие темпы среднесуточного накопления сухой биомассы отмечены в период от начала интенсивного роста до конца цветения с постепенным их уменьшением к периоду созревания. С переходом к цветению и образованию коробочек рост приостанавливался, сухая же масса ра-

стений продолжала увеличиваться и в период ранней желтой спелости. При этом наиболее интенсивные среднесуточные приросты сухой биомассы отмечены при обработке посевов льна-долгунца стимулятором Фульвогель. Внедрение в производство новых, высокоурожайных сортов льна требует создание условий, при которых проявились бы все потенциальные возможности, заложенные в наследственных свойствах сорта. Физиологический механизм реализации генетически обусловленных свойств очень сложный и может изменяться в зависимости от складывающихся условий.

Влияние стимуляторов роста и органоминеральных удобрений на урожайность льна-долгунца представлено в таблице 2.

Таблица 2. Влияние сорта и органоминеральных удобрений на урожайность соломы и семян льна, ц/га

Вариант		Солома	Семена
Контроль	Фульвогель	33,9	4,3
	Циркон	32,1	4,1
Сивид-Цинк (0,2 кг/га)	Фульвогель	36,5	6,1
	Циркон	35,3	5,5
Сивид- Бор (0,2 кг/га)	Фульвогель	37,5	6,4
	Циркон	36,2	5,6

Все испытанные в опыте органоминеральные удобрения и стимуляторов роста обеспечили получение большего количества семян и соломы льна, чем контроль.

Самая низкая урожайность льносоломы (32,1 ц/га) и семян (4,1 ц/га) получены у стимулятора роста Циркон в контроле. Наибольшую прибавку по урожайности семян и соломы обеспечил стимулятор Фульвогель при обработке посевов препаратом Сивид - Бор 6,4 и 37,5 ц/га соответственно, что на 2,1 и 3,6 ц/га выше этого сорта на контроле.

Таким образом, применение органоминерального удобрения Сивид – Бор совместно со стимулятором роста Фульвогель, обеспечивает максимальную прибавку урожая, увеличивает на 2,1 ц/га урожай семян и соломы льна-долгунца на 3,6 ц/га соответственно. Урожайность в контрольном варианте при применении стимулятора роста Фульвогель составила льносоломы 33,9ц/га и льносемян 4,3 ц/га.

Применение органоминеральных удобрений увеличивает волокнистость льна-долгунца на обоих изучаемых сортах.

Библиографический список

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

2. Кудрявцев, Н.А. Новые препараты в системе защиты льна-долгунца. / Н.А. Кудрявцев, А.К. Злотников // Агро-XXI, 2005. - № 1-6. - С. 25-26.
3. Мамутова, А.А. Химия и действие регуляторов роста и развития растений / А.А. Мамутова. Алматы, 2013, 148 с.
4. Немченко, В.В. Ресурсосберегающие технологии должны быть дополнены химическими / В.В. Немченко, Л.Д. Рыбина, А.А. Замятина // Защита и карантин растений, 2008. – №4. – С. 20-21.
5. Петров В.Б., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России / В.Б. Петров, В.К. Чеботарь, А.Е. Казаков // Достижения науки и техники АПК, 2002, №10. – 11 с

УДК: 633.112.9+631.8

КОМПЛЕКСОНАТЫ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Скворцов С.С., к.с.-х.н., доцент

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

Яровая пшеница – одна из наиболее ценных продовольственных культур. Однако средняя урожайность ее невысокая и имеются острые проблемы с качеством зерна.

В связи с вышеизложенным имеется настоятельная необходимость изучения эффективности комплексонатов микроэлементов при возделывании яровой пшеницы в условиях Верхневолжья и установления наиболее их оптимальных сочетаний.

Наряду с основным и припосевным удобрением листовая подкормка занимает важное место в системе мер, способствующих получению высоких результатов в растениеводстве. Назначение подкормки – усилить питание растений в определенные периоды их роста и развития. Для подкормки растений применяются не только макроэлементы, но и микроэлементы и стимуляторы роста. Проблема микроэлементов в настоящее время приобрела большое значение. Микроэлементы нужны живому организму в очень небольших количествах, но без них растения не могут нормально развиваться. Это связано с тем, что они входят в состав ферментов, витаминов, гормонов или влияют на их активность [1]. Установлено, что применение микроудобрений на почвах, недостаточно обеспеченных микроэлементами, позволяет получить дополнительные сборы урожая сельскохозяйственных культур больше в среднем на 10-15%, а при наиболее благоприятных условиях и более [2, 3].

Научно доказано, что микроэлементы проявляют свое положительное влияние на рост и развитие растений только при внесении их в строго

определенных дозах в оптимальные сроки [4, 5]. Наибольший эффект микроэлементы оказывают на самых ранних этапах развития и в период формирования репродуктивных органов. Обработка на более поздних стадиях вегетации способствует улучшению качества продукции. Подкормки микроудобрениями, как правило, совмещают с пестицидными обработками, т.к. сроки обработок средствами защиты обычно совпадают с критическими фазами потребления микроэлементов, к тому же микроудобрения позволяют растению быстрее преодолеть «пестицидный стресс», такое совмещение обработок экономически целесообразно. В земледелии в качестве дополнительного источника микроэлементов кроме неорганических солей отдельных металлов используются комплексоны (хелаты) в чистом виде, в составе жидких и твердых минеральных макроудобрений. Микроэлементы в форме неорганических солей усваиваются растением в очень незначительных количествах, поэтому наиболее эффективной формой микроэлементов является хелатная. Перевод микроэлемента в доступную для растений биологически активную форму (в виде комплексонатов металлов) осуществляется с помощью специальных кислот-комплексобразователей.

Целью исследований являлось – изучить влияние применения комплексонатов микроэлементов на урожайность яровой пшеницы.

Для этого в 2019 году был проведён однофакторный полевой опыт на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая остаточной карбонатной глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу.

До закладки опыта в почве содержалось гумуса – 2,04%, P_2O_5 – 276 и K_2O – 92 мг/кг, pH – 6,76.

Схема опыта представлена в таблице 1, повторность в опыте четырёхкратная.

Объект исследований: сорт яровой пшеницы «Злата».

Таблица 1. Схема полевого опыта 2019 г.

№	Варианты
1	Контроль
2	Se-ЭДДЯК
3	Zn-ЭДДЯК
4	B-ЭДДЯК

Как известно, наиболее полное представление об условиях формирования урожая, влияния уровня минерального питания растений и факторов внешней среды на продуктивность посевов дает анализ элементов структуры урожая. К числу важнейших элементов структуры озимой тритикале

относятся: густота колосоносного (продуктивного) стеблестоя, озерненность колоса и выполненность зерна. В свою очередь, каждая из этих величин зависит от других элементов структуры урожая - нормы высева, полевой всхожести, выживаемости растений, продуктивной кустистости. Совокупность и соотношение указанных элементов и характеризует структуру урожая зерновых культур, изучение которой позволяет полнее выявить влияние изучаемых факторов на формирование урожая.

Изучаемые препараты оказали положительное влияние на элементы структуры урожая яровой пшеницы. Важным показателем структуры является продуктивность колоса, которая измеряется массой зерна с колоса и зависит от количества зёрен и массы 1000 зёрен. Так при обработке посева препаратом В-ЭДДЯК получена максимальная по отношению к контролю длина колоса 15,1 см, среди изучаемых препаратов минимальная длина колоса сформировалась в варианте с обработкой посева препаратом Se-ЭДДЯК 13,4 см.

Обработка посевов яровой пшеницы изучаемыми препаратами В-ЭДДЯК, Se-ЭДДЯК и Zn-ЭДДЯК увеличивает количество зёрен в колосе. Так максимальное количество зёрен в колосе получено от обработки посевов препаратом В-ЭДДЯК, и составило 52 шт., что на 3 шт. больше, чем в контрольном варианте.

Минимальное количество зёрен с 1 колоса среди изучаемых препаратов, получено при применении препарата Se-ЭДДЯК и составило 49 шт.

Максимальная масса зерна с колоса 3,69 г. и масса 1000 зёрен 61,5 г, получена в четвёртом варианте, где посев яровой пшеницы обрабатывали препаратом В-ЭДДЯК, минимальная в контрольном варианте 2,76 и 57,5 г соответственно.

В целом применение комплексонатов микроэлементов увеличивает массу 1000 зёрен яровой пшеницы. Так применение комплексонатов микроэлементов во всех вариантах опыта увеличило массу 1000 зёрен на 3,8; 4,1 и 5,4% или на 1,2; 1,3 и 1,7 г.

В прямой зависимости от элементов структуры урожая получена урожайность яровой пшеницы (таблица 2).

В год исследования урожайность яровой пшеницы в зависимости от вида комплексонатов микроэлементов изменялась от 42,6 до 47,2 ц/га. Изучение влияния органоминеральных удобрений на урожайность яровой пшеницы показало, что независимо от вариантов применения комплексонатов микроэлементов получена достоверная прибавка урожайности.

Таблица 2. Урожай зерна яровой пшеницы в зависимости от действия комплексонатов микроэлементов, 2019 г.

№/	Содержание вариантов	ц/га	± к контролю	%
1	Контроль	42,6	-	-
2	Se-ЭДДЯК	45,7	3,1	7,2
3	Zn-ЭДДЯК	46,4	3,8	8,9
4	B-ЭДДЯК	47,2	4,6	10,7
НСР _{0,5}		0,95		

Прибавка от применения препарата Se-ЭДДЯК составляет 3,1 ц/га или (7,2%), препарата Zn-ЭДДЯК 3,8 ц/га или (8,9%), а от применения препарата B-ЭДДЯК 4,6 ц/га или (10,7%).

Таким образом, применение комплексонатов микроэлементов Se-ЭДДЯК, Zn-ЭДДЯК и B-ЭДДЯК способствовало увеличению урожайности зерна яровой пшеницы на 3,1; 3,8 и 4,6 ц/га и она составила 45,7; 46,4 и 47,2 ц/га соответственно.

Библиографический список

1. Аристархов А.Н., Сафонова К.Г., Волков А.В. Рекомендации по применению микроудобрений под озимую и яровую пшеницу в различных природно-сельскохозяйственных зонах России. – М.: ВНИИА, 2012. – 24 с.
2. Аристархов А.Н., Толстоусов В.П., Харитонов А.Ф. и др. Действие микроудобрений на урожайность, сбор белка, качество продукции зерновых и зернобобовых культур. // Агрохимия, 2010 – №9. – С. 36-49.
3. Гайсин И.А., Муртазин М.Г. Хелатные микроудобрения препараты (ЖУСС) на посевах яровой пшеницы // Агрохимический вестник. – 2006. - №4. – С. 2-4.
4. Крамарев С. М., Артеменко С.А., Куталай Д.А. и др. Хелатные удобрения и их перспективы // Зерно. – 2012. - №1. – С. 91-110.
5. Вакуленко В. В., Шаповал О. А. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. – 2001. – № 2. – С. 27-29.

УДК 631.5; 631.6; 911.2

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ СОЛОМЫ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ОТ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ

Иванов Д.А., д-р с.-х. наук, проф., чл.-корр. РАН, **Хархардинов Н.А.**
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия

Урожайность сельскохозяйственных культур является функцией многих переменных факторов, среди которых главнейшими являются почвенное плодородие и условия питания, а также наличие благоприятных гидротермических условий, влияющих как на плодородие почвы, так и на

усвоение элементов питания из удобрений. Лён представляет собой уникальную культуру, потенциал которой необычайно велик для многих отраслей промышленности. Лён-долгунец наиболее полно реализует в урожае сортовые и биологические возможности в условиях умеренного климата, без резких колебаний между температурой дня и ночи, он требователен к влаге, особенно в период бутонизации и цветения (Попеляева, Штабель, 2014). Лучшими для льна-долгунца являются хорошо окультуренные средние суглинки и супеси с невысокой степенью оподзоленности (Ковалев, 2006).

В работе приведены результаты исследования влияния водно-физических свойств почв на урожайность соломы льна-долгунца сорта «Тверской» в 2018 и 2019 гг на разных агрохимических фонах, на опытном поле Тверской ГСХА на суглинистой дерново-подзолистой глееватой почве. Было отобрано по 24 монолита пахотного горизонта на контрольном поле (без удобрений) и на массиве, удобренном азофоской в дозе 1 ц/га. Определялись следующие водно-физические показатели: плотность, полная (ПВ) и наименьшая (НВ) влагоемкость, гравитационная пористость (ГП), а также агрегатный состав почвы методом сухого просеивания. В точках отбора монолитов определялась и урожайность льна. Методом главных компонент выделялись группы показателей, наиболее близко расположенные в факторном пространстве к урожайным данным.

Годы исследования существенно различались по климатическим условиям, прежде всего, по сумме эффективных температур. В умеренно теплый 2018 г. она составляла 2260°C, а в холодный 2019 – только 1782°C. При малой разнице по суммам осадков (313 и 320 мм соответственно) они характеризуются большими различиями по ГТК – 1,15 в 2018г. и 1,33 в 2019. Расчеты производили методом парных уравнений нелинейной регрессии.

Установлено, что средняя плотность почв опытного участка – 1,39 г/см³, ПВ – 42,5 об. %, НВ – 33,8 об. %, ГП – 8,7 об.%. Скелетные фракции (>1 мм) составляют 38% веса почвы, крупного песка – 5,2%, среднего песка – 13,6%, фракции размером менее 0,25 мм составляют 43,1% веса. Таким образом, почвы опытного участка сложены опесчаненным суглинком, с большой долей скелетной фракции, они уплотнены, в них преобладает капиллярная скважность.

Было выявлено, что на не удобренном фоне, при снижении эффективных температур, степени влияния фракции среднего песка на вари-

бельность урожайности, соответствующие коэффициентам детерминации регрессионных уравнений, возрастают с 19,4 до 26,0%. Доля песка в почве, превышение которой способствует получению урожаев выше среднего значения, при этом снижается с 15 до 10%. По фону азофоски, такое же изменение климатических условий приводит к усилению воздействия степени влияния крупного песка на урожай с 17,8 до 24,0%, при этом, его доля, необходимая для получения повышенных урожаев, снижается с 5 до 3%. В холодный год пространственная вариабельность НВ определяла 18,2% изменчивости урожая, в то время как в 2018 году ее влияние на урожай было не достоверным. Полученные результаты показывают, что тяжелые почвы Тверской области не обладают достаточными термическими ресурсами для выращивания высоких урожаев льна-долгунца. Удобрение почв приводит к тому, что на урожайность начинают оказывать влияние более грубые агрегатные фракции почвы, которые более активно участвуют в процессе формирования почвенной структуры. На удобренном фоне существенное влияние на продуктивность льна оказывает также и вариабельность капиллярной скважности почв, что свидетельствует о возрастании в них напряженности окислительно-восстановительных процессов при понижении температуры. Превышение значений НВ отметки в 16% позволяет получать урожаи выше среднего.

Итак, в условиях контроля (поле без внесения удобрений) наиболее сильное положительное влияние на урожайность льна оказывала доля среднего песка в почве. На тестовом поле (по фону азофоски) на урожай оказывали наиболее заметные положительные влияния доля крупного песка и наименьшая влагоемкость почвы. Практические выводы работы заключаются в рекомендации, для получения высоких урожаев льносоломки на тяжелых почвах Нечерноземья, повсеместно применять гамму тепловых мелиораций, основным из которых является пескование. Более дешевые способы прогрева почвы, как то профилирование и мульчирование поверхности, также может оказать благоприятное воздействие на урожай. На удобренных фонах необходимо также проводить дополнительное рыхление почв.

Библиографический список

1. Попеляева Н.Н., Штабель Ю.П. Лён-долгунец в низкогорьях Горного Алтая: монография / Попеляева Н.Н., Штабель Ю.П. – Горно-Алтайский госуниверситет. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2014. – 119 с
2. Ковалев, М.М. Прогрессивные технологии и техника для производства льнопродукции / М.М. Ковалев // Техника и оборудование для села. – 2006. – №3. – С. 18-20.

УДК 631.5; 631.6; 911.2

АНАЛИЗ ФАКТОРНОЙ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ АГРОЦЕНОЗА ПОКРОВНОГО ОВСА В ПРЕДЕЛАХ АГРОЛАНДШАФТА

Иванов Д.А., д-р с.-х. наук, проф., чл.-корр. РАН, **Лисицын Я.С.**
*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

Культурные растения на полях, как правило, не произрастают в чистом виде, а образуют растительные сообщества разной степени сложности. Характер совместного развития культурных и сорных (аборигенных) видов сказывается на продуктивности угодья и качестве продукции [1].

Весьма сложные взаимоотношения между видами наблюдаются в покровных посевах культур, когда совокупность сеяных видов (зерновых и трав), конкурируя между собой, испытывает давление аборигенов, которые также участвуют в межвидовой борьбе. Динамика взаимодействия видов в покровных посевах усложняется на полях, расположенных в пестрых ландшафтных условиях, что способствует снижению точности прогнозных моделей урожайности.

Данная работа направлена на изучение влияния факторов ландшафтной среды на густоту стояния растений в агроценозе покровного овса, развивающегося в пределах агроландшафта конечно-моренной гряды.

Для достижения поставленной цели в 2019 году осуществляли мониторинг густоты стояния растений (шт./м²) ярового овса сорта «Аргамак», клевера красного сорта «ВИК 7», тимopheевки луговой сорта «ВИК 9», а также сорных видов в условиях конечно-моренной гряды на агроэкологическом стационаре ВНИИМЗ. Стационар расположен в 4-х км к востоку от г.Тверь, на моренном холме с относительной высотой 15 м. состоящим из плоской вершины, северного пологого склона, крутизной 2-3°, южных склонов (3-5°) и межхолмных депрессий (северной и южной). Почвообразующие породы на территории стационара – двучленные отложения. В его южной части мощность кроющего песчано-супесчаного наноса местами превышает 1,5 м. На вершине и северном склоне холма пахотные горизонты сложены супесью и легким суглинком, мощность легкого кроющего наноса здесь колеблется около 1 м, а в межхолмной депрессии морена местами выходит на поверхность. В нашем опыте различия в экспозиции склонов определяет не только разницу в прогреве территории, но и неоднородность гранулометрического состава почв, что во многом обусловлено генезисом конечно-моренных образований [2]. Почвенный покров пред-

ставлен вариацией-мозаикой дерново-подзолистых глееватых и глеевых почв, развивающихся на двучленных отложениях различной мощности [3]. Характерной особенностью объекта исследований является определенная зависимость гранулометрического состава пахотных горизонтов почв от мощности кроющего наноса. Как правило, почвы на мощных двучленах характеризуются пахотными горизонтами более легкого гранулометрического состава, чем в местах с близким к поверхности залеганием морены.

Исследования проводились на агроэкологической трансекте (физико-географическом профиле) – узком поле, пересекающем все микроландшафтные позиции конечно-моренной гряды: транзитно-аккумулятивные (Т-А) агромикроландшафты (АМЛ) нижних частей склонов и межхолмных депрессий, характеризующиеся аккумуляцией элементов питания из намывных и грунтовых вод; транзитные (Т) АМЛ, расположенные в центральных частях склонов, в которых господствует латеральный ток влаги; элювиально-транзитные (Э-Т) местоположения верхних частей склонов, где, наряду с латеральным током влаги, происходит ее вертикальное перемещение по почвенному профилю и элювиально-аккумулятивный (Э-А) ландшафт вершины, в пределах которого вертикальное промывание почвенного профиля чередуется с локальной аккумуляцией влаги в микропонижениях (блюдцах).

Поле, на котором проводились наблюдения, располагалось на трансекте на полосе, шириной 7,2 м., а длиной – 1300 м. Изучаемый агроценоз был образован вследствие посева овса и трав 2 мая 2019г. Покровный посев развивался без внесения удобрений, кроме одноразовой подкормки аммиачной селитрой в фазу кущения в дозе 1ц./га. Следует отметить, что 5 июня 2019 года он был обработан гербицидами (Линтаплант) – в дозе 1,5 литра на гектар, 25 августа 2019 г. произведена уборка овса. Учет густоты стояния растений осуществлялся три раза за вегетацию: 30 мая, 1 июля и 21 августа в 120 точках опробования регулярно расположенных по трансекте на расстоянии 10 м друг от друга. Площадь учетной делянки – 1 м². Мониторинговые данные по урожайности травосмеси обрабатывались методом ANOVA (STATISTICA 7).

Для определения влияния факторов ландшафтной среды на пространственную динамику густоты стояния растений, мониторинговые данные обрабатывались методом трехфакторного дисперсионного анализа, в котором фактором «А» являлась «Экспозиция» – склоны разной ориентации по сторонам света (северная и южная); фактор «В» – «Геохимия» -

геохимическая обстановка в пределах склона (Т-А, Т, Э-Т, Э-А); фактор «С» – «Почвы» – почвы разного гидроморфизма (глееватые и глеевые). Степень влияния ландшафтных факторов на густоту стояния растений вычислялась на основе метода Н.А. Плохинского путем деления частной факториальной суммы квадратов на общую [4].

В данной работе, для удобства анализа агрофитоценологических процессов, все видовое разнообразие растительного сообщества нами было сведено к двум группам растений – сеяные и аборигенные (сорные) виды. Несмотря на биологическую несхожесть компонентов в пределах каждой группы, все же можно сказать, что сеяные виды (овес и травы) являются внешним фактором формирования агрофитоценоза, который был равномерно распределен по трансекте, тогда как аборигены, на момент посева, уже имели четко сформированные ареалы распространения семян и вегетативных органов в пределах агроландшафта вследствие конкурентной борьбы, протекавшей между ними ранее.

На рис. 1. представлены результаты дисперсионного анализа данных мониторинга плотности стояния сеяных видов.

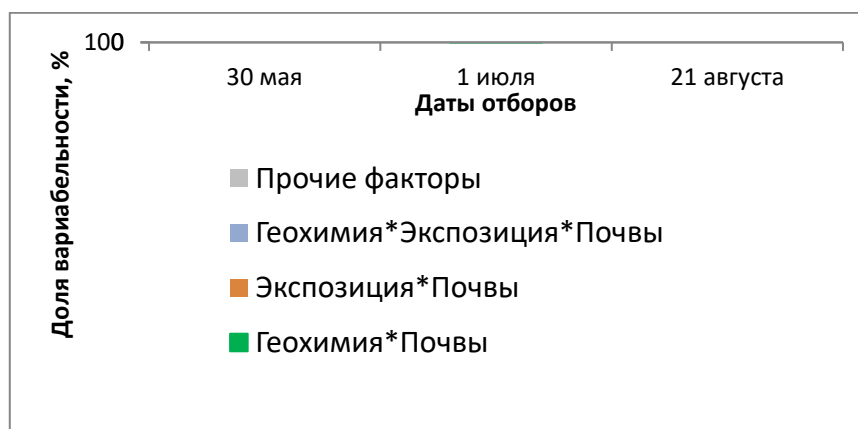


Рис. 3. Временная динамика воздействия разномасштабных ландшафтных структур конечно-моренного холма на густоту стояния сеяных видов

Прежде всего, следует отметить значительную представительность моделей – влияние факторов, не включенных в дисперсионный анализ («Прочие факторы») относительно мало (5-10%). Комплекс «прочих факторов» включает в себя большую совокупность параметров компонентов ландшафта и агроценоза (от микропестроты почв и рельефа до пространственной неоднородности подкормки и гербицидной обработки), однако, в качестве гипотезы, можно предположить об определенном вкладе в него взаимовлияния различных видов. Исходя из этого, можно предположить, что микропестрота ландшафтных условий и антропогенных воздействий, а

также межвидовая конкуренция оказывают незначительное влияние на густоту стояния сеяных видов в агрофитоценозе во все время его развития.

Максимальное влияние на густоту растений оказывает взаимодействие особенностей всех структурных уровней агроландшафта, задействованных в дисперсионном анализе – оно определяют от 30 до 42% вариативности этого параметра агроценоза. Гербицидная обработка способствовала уменьшению его влияния на густоту растений вследствие снижения давления на сеяные виды сорняков. Вариативность геохимического статуса местоположений в пределах склонов определяет от 16 до 31% вариативности густоты стояния растений. Гербицидная обработка приводит к увеличению влияния этого фактора на густоту, вследствие усиления зависимости скорости релаксации растений от химического стресса от интенсивности водообмена. Агромикрорландшафты в пределах разных склонов неодинаково влияют на густоту растений – взаимодействие «геохимия*экспозиция» определяет 15-20% пространственной изменчивости густоты. Это объясняется влиянием на особенности водообмена геологического устройства почвообразующих пород и степени прогрева территории.

На рис. 2. представлены результаты дисперсионного анализа данных мониторинга плотности стояния сорных видов.

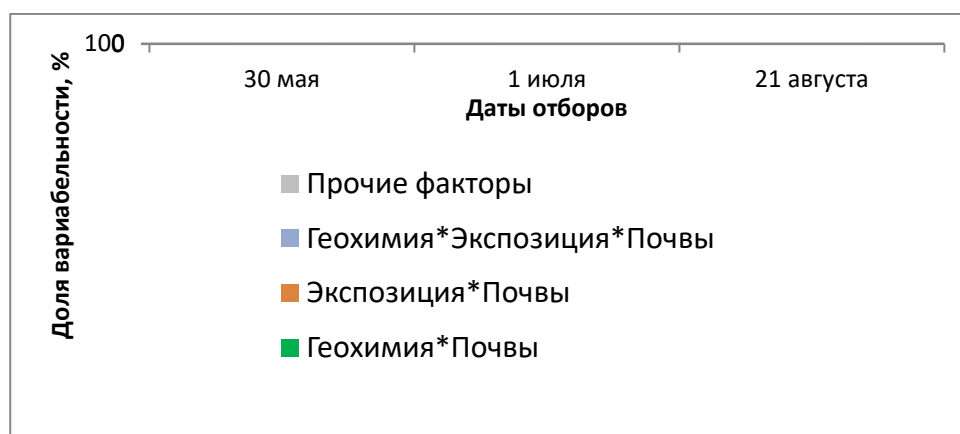


Рис. 4. Временная динамика воздействия разномасштабных ландшафтных структур конечно-моренного холма на густоту стояния сорных видов

Прежде всего, следует отметить относительно небольшую представительность моделей, описывающих динамику густоты стояния сорняков – влияние неучтенных факторов в этом случае составляет около 30%. Это объясняется: во-первых, значительной пестротой видового состава этой группы растений по сравнению с сеянными видами; во-вторых, продолжительным периодом приспособления сорняков к микропестроте почвенно-

ландшафтных условий; в-третьих, значительной напряженностью межвидовой борьбы, вследствие расположения их в нижних ярусах агроценоза.

Как и в случае с сеянными видами, максимальное воздействие на густоту стояния сорняков оказывает взаимодействие «экспозиция* геохимия*почвы» – оно определяет от 25 до 29% ее пространственной вариабельности. Гербицидная обработка практически не сказывается на ее влияние на густоту сорняков вследствие их сильной приспособленности к совокупности ландшафтных условий моренного холма. По мере развития агроценоза наблюдается уменьшение влияние геохимических особенностей агроландшафта с 20 до 13%, и взаимодействия «экспозиция* геохимия» с 12 до 1% на густоту сорняков, что объясняется развитием корневых систем растений и уменьшением их зависимости от характера водообмена. При этом возрастает влияние экспозиционного фактора до 11% вследствие усиления борьбы сорняков за свет.

В заключение можно сказать, что набор факторов, определяющих пространственную вариабельность густоты стояния растений агроценоза покровного овса, имеет как общие, так и индивидуальные черты для сеяного и сорного компонентов. Все растения агроценоза в значительной степени зависят от взаимодействия разноуровневых ландшафтных образований, однако сорные виды, вследствие длительного приспособления и хорошо развитой корневой системы менее зависимы от совокупности ландшафтных условий, чем сеяные. Вследствие более длительной истории развития сорняки сильнее реагируют на микровариабельность ландшафтно-почвенных условий и антропогенного воздействия, чем сеяные, что и сказывается на достоверности моделей, описывающих их взаимодействие с факторами ландшафтной среды.

Сеяные виды значительно сильнее откликаются на особенности характера водообмена и миграции питательных веществ в агроландшафте нежели сорные, что объясняется лучшим приспособлением сорняков к ландшафтным условиям и более интенсивному развитию у них корневой системы.

Сорняки, в свою очередь, сильнее зависят от экспозиционного фактора, что объясняется их борьбой за свет.

Исходя из вышесказанного, можно рекомендовать адаптацию нормы высева овса и трав, доз подкормки и гербицидов к ландшафтным условиям, что позволит существенно усилить конкурентные преимущества сеяных компонентов.

Библиографический список

1. Родионова А.Е., Иванов Д.А. Сорно-полевая растительность Верхневолжья. Монография. -Тверь, 2003, -188 с.
2. Борзов А.А. Геоморфология Калининской области. // Ученые записки МГУ. Вып. 23. 1938. С. 16-54
3. Иванов Д.А., Корнеева Е.М., Салихов Р.А., Петрова Л.И., Пугачева Л.В., Рублюк М.В. Создание ландшафтного полигона нового поколения. // Земледелие. № 6. 1999. С. 15-16.
4. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ. 1970. – 367 с.

УДК 634.8:631.635.674

ВЫСОКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМБИНИРОВАННОГО ОРОШЕНИЯ ВИНОГРАДНЫХ САЖЕНЦЕВ

Бородычев С.В., м.н.с.

*Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова,
г. Волгоград, Россия,*

Развитие виноградарства и виноделия являются перспективными отраслями агропромышленного комплекса страны [1, 2]. В Российской Федерации в 2019 году во всех категориях хозяйств по данным экспертно-аналитического центра агробизнеса площадь виноградных плантаций составила 95,92 тыс. га, из них в сельскохозяйственных организациях 75,2, в крестьянско-фермерских хозяйствах 6,9, хозяйствах населения 13,8 тыс. га. Дальнейшее расширение площадей под закладку виноградников сдерживается отсутствием питомниководческой базы и недостатком посадочного материала отеческого производства.

В связи с дальнейшим развитием виноградарства в стране важной остается задача обеспечения хозяйств качественными корнесобственными саженцами. В засушливых условиях Волгоградской области весной мы наблюдаем ежегодно быстрое нарастание высоких температур и снижение относительной влажности воздуха. В период закладки виноградных питомников создаются неблагоприятные условия для укоренения, роста и развития саженцев винограда. Быстро снижается содержание влаги в черенках, развитие почек опережается ростом, развитие и формирование корневой системы будущего саженца. Поэтому нами для управления параметрами микро и фитолимата на посадках виноградной школки разрабатывается технология комбинированного орошения (капельное + мелкодисперсное). Использование комбинированного орошения позволяет обеспечить растения водой, что очень важно в период активизации жиз-

ненных процессов, обеспечивая поддержание оптимальной температурой окружающего воздуха и почвенной влагой.

Проведенные нами исследования [2, 3, 4] в условиях высоких температур и низкой относительной влажности воздуха Волгоградской области показали, что выращивание корнесобственных саженцев высокого качества возможно только в условиях комбинированного орошения (капельное+мелкодисперсное. Для решения этой проблемы нами проведены исследования, направленные на разработку технологии комбинированного орошения по управлению параметрами микро и фитолимата на посадках виноградной школки [6, 7].

Исследования проводились в фермерском хозяйстве ИП «Шишлянниковой М.В.» Дубовского района Волгоградской области в 2015-2020 гг. Для исследования были отобраны виноградные черенки наиболее востребованных сортов винограда на юге Российской Федерации: Каберне фран, Мерло, Красностоп золотовский, Каберне Совиньон.

Опыты проводили на посадках саженцев винограда по двухфакторной схеме: фактор А – системы орошения, фактор В – плотность посадки виноградных черенков.

По фактору А предусмотрено два варианта: А1 – выращивание саженцев винограда на капельном орошении; А2 – выращивание саженцев винограда на комбинированном орошении. На каждом из вариантов орошения исследовали три варианта густоты посадки: В1 – посадка черенков винограда в строчке через 0,13 м (101 тыс./га); В2 – через 0,10 м (132 тыс./га); В3 – через 0,07 м (188 тыс./га).

Предполивную влажность почвы поддерживали на уровне 90% НВ в период «от посадки черенков до начала активного роста побегов». В период «от начала активного роста побегов до начала вызревания побегов» – 80%НВ. От начала вызревания побегов до уборки – 60% НВ в 0,5 м слое почвы. Уровень минерального питания поддерживался внесением минеральных удобрений дозой N60 P60 K60. Режим капельного орошения по поддержанию почвенной влажности и уровень минерального питания во всех вариантах опыта одинаков. Посадку черенков проводили на грядах в две строчки на расстоянии 0,25 м между строчками. Гряды высотой 0,20 м и шириной 0,40 м. покрывали черной полиэтиленовой пленкой. Черенки винограда до высадки хранили в поле при температуре 0-2⁰С и относительной влажности близкой к 100%. Перед посадкой черенки вымачивали в холодной (12-15⁰С) воде в течение 12 часов и нарезали длиной

0,40-0,45 м. Кильчевание, бороздование и обработка стимуляторами роста не проводились. Высадку черенков проводили, когда температура почвы прогревалась на глубине 0,20 м до 10-12⁰С.

Опыт заложен методом организованных повторений. Повторность опыта четырехкратная. В пределах повторений варианты опыта расположены рендомизированно. Площадь учетных делянок – 30 м², что соответствует 20 погонным метрам двустрочного ряда. Почва опытного участка светло-каштановая легкосуглинистая, типичная для региона. Обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом низкая, а подвижным фосфором и калием средняя. Плотность сложения в пахотном слое 1,13-1,17 т/м³.

Экспериментальный участок оснащен системой комбинированного орошения (рис. 1).



Рис. 1. Участок комбинированного орошения виноградного питомника (Дубовский район, Волгоградская область)

Критической фазой при выращивании виноградной школки является период от посадки до начала активного роста побегов. В этой связи на приживаемость черенков положительное влияние оказало регулирование параметров фитоклимата проведением мелкодисперсного орошения, которое снимало температурный стресс и повышало относительную влажность в зоне растений.

Предполивную влажность почвы поддерживали на уровне 90% НВ в период «от посадки черенков до начала активного роста побегов». В период «от начала активного роста побегов до начала вызревания побегов» – 80%НВ. От начала вызревания побегов до уборки – 60% НВ в 0,5 м слое

почвы. Уровень минерального питания поддерживался внесением минеральных удобрений дозой N60 P60 K60. Режим капельного орошения по поддержанию почвенной влажности и уровень минерального питания во всех вариантах опыта одинаков.

Посадку черенков проводили на грядках в две строчки на расстоянии 0,25 м между строчками. Гряды высотой 0,20 м. и шириной 0,40 м. покрывали черной полиэтиленовой пленкой. Черенки винограда до высадки хранили в поле при температуре 0-2⁰С и относительной влажности близкой к 100%. Перед посадкой черенки вымачивали в холодной (12-15⁰С) воде в течение 12 час и нарезали длиной 0,40-0,45 м. Кильчевание, бороздование и обработка стимуляторами роста не проводились. Высадку черенков проводили, когда температура почвы прогревалась на глубине 0,20 м до 10-12⁰С.

Опыт заложен методом организованных повторений. Повторность опыта четырехкратная. В пределах повторений варианты опыта расположены рендомизированно. Площадь учетных делянок – 30 м², что соответствует 20 погонным метрам двустрочного ряда. Почва опытного участка светло-каштановая легкосуглинистая, типичная для региона. Обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом низкая, а подвижным фосфором и калием средняя. Плотность сложения в пахотном слое 1,13-1,17 т/м³.

Экспериментальный участок оснащен системой комбинированного орошения. В комплект комбинированного орошения входит капельное и спринклерное орошение [6].

Критической фазой при выращивании виноградной школки является период от посадки до начала активного роста побегов. В этой связи на приживаемость черенков положительное влияние оказало регулирование параметров фитолимата проведением спринклерного орошения, которое снимало температурный стресс и повышало относительную влажность в зоне растений. В свою очередь, за счет капельного орошения, поддерживалась высокая относительная влажность в зоне корнеобразования. Таким образом, выявлено преимущество применения комбинированного орошения перед традиционным, капельным орошением при выращивании виноградной школки. Выявлены закономерности роста и развития саженцев и сделаны основные выводы. В вариантах опыта, как на капельном орошении, так и на комбинированном не выявлена значимая зависимость приживаемости черенков от густоты посадки. При капельном орошении во всех вариантах опыта приживаемость составила около 70% без существенных отклонений. При комбинированном орошении, в вариантах опыта так же

не выявлена зависимость приживаемости от густоты посадки, но в сравнении с капельным орошением процент приживаемости был выше (80-87%), что указывает на эффективность использования комбинированного орошения (таблица 1).

Таблица 1. Показатели приживаемости черенков и выход элитных саженцев винограда в вариантах опыта, (2015-2018 гг.)

Год ис- сле- дова- ний	Показатели	А1 (капельное орошение)			А2 (комбинированное орошение)		
		Густота посадки черенков винограда, тыс. шт/га					
		101 (В1)	132 (В2)	188(В3)	101 (В1)	132 (В2)	188(В3)
2015	Количество принявшихся саженцев, тыс. шт./га	77,36	97,5	113,52	87,46	112,28	151,72
	Доля от высаженных, %	76,60	73,8	71,00	86,60	83,00	80,70
	Количество элитных саженцев, тыс. шт./га	71,10	92,02	91,36	79,09	103,45	97,25
	Доля от высаженных, %	70,40	69,70	48,60	78,30	78,40	51,70
2016	Количество принявшихся саженцев, тыс. шт./га	74,02	95,69	131,80	90,10	112,06	152,41
	Доля от высаженных, %	73,30	72,5	70,10	89,20	84,90	81,10
	Количество элитных саженцев, шт.	71,70	91,43	90,49	84,32	91,80	94,37
	Доля от высаженных, %	70,90	69,30	48,10	83,5	71,40	50,20
2017	Количество принявшихся саженцев, тыс. шт./га	72,55	94,44	130,67	85,10	116,00	150,91
	Доля от высаженных, %	71,80	71,50	69,50	84,20	87,80	80,20
	Количество элитных саженцев, тыс. шт./га	70,20	87,70	85,97	76,22	101,13	96,80-
	Доля от высаженных, %	69,50	66,40	45,70	74,00	69,00	48,00
2018	Количество принявшихся саженцев, тыс. шт./га	75320	95050	132720	88460	117070	154220
	Доля от высаженных, %	74,5	72,8	70,6	87,6	88,7	82,0
	Количество элитных саженцев, тыс. шт./га	71160	89100	86400	78720	95040	99640
	Доля от высаженных, %	72,4	67,2	45,9	77,9	72,0	53,0

При анализе влияния густоты посадки на выход элитных саженцев выявлено следующее. Наибольший выход элитных саженцев достигнут в вариантах опыта на комбинированном орошении при густоте посадки 132 тыс. шт./га и 188 тыс. шт./га составил соответственно 92846 шт./га и 93386 шт./га. Кроме этого в этих вариантах наблюдалось наиболее продуктивное использование влаги.

При небольшой разнице выхода саженцев в этих вариантах в варианте опыта А2 – В3 с густотой посадки 188 тыс./га., перерасход черенков по

сравнению с вариантом А2 – В2 с густотой посадки 132 тыс./га составил более 40 тыс./га., что негативно повлияет на экономическую эффективность производства. Таким образом, самым эффективным вариантом оказался вариант А2 – В2 на комбинированном орошении с густотой посадки 132тыс/га. Расстояние между черенками 10 см можно рассматривать наиболее оптимальное. Более редкая посадка ведет к усилению роста и развития саженцев, что значительно повышает их качество, но приводит к снижению выхода саженцев с единицы площади и неэффективному использованию поливной воды. Более густая посадка повышает выход саженцев с единицы площади, но снижает качество саженцев и приводит к перерасходу посадочного материала.

Оценка работы системы комбинированного орошения показала, что эффективность ее работы зависит от качества водоподготовки, эффективности очистки воды от грубо и тонкодисперсных механических примесей [5,6]. Поэтому в наших исследованиях особое внимание было уделено разработке узла водоочистки, представляющего гидроциклонный аппарат. Необходимость улавливания механических примесей и органических соединений обусловлена в основном двумя причинами, во-первых, это надежностью эксплуатации оборудования оросительной сети, а во-вторых, это экологической стабильностью процессов энерго- и массообмена в орошаемых агроландшафтах [7, 8]. Необходимо было добиться удаления из воды промежуточного продукта с плотностью меньшей плотности легкого продукта и фракцией больше размера ячейки фильтрующего элемента, т.е. всплывающих примесей. Это позволит улучшить качественные свойства поливной воды.

Для системы комбинированного орошения разработан узел водоочистки, представляющий гидроциклонный аппарат, в корпусе которого смонтирован трубофилт. Цилиндрическая часть аппарата разделена на две камеры для ввода очищаемой поливной воды и дополнительного отвода осветленной поливной воды после сорбционной очистки на фильтре [6].

Графоаналитическое решение полученных регрессионных уравнений позволило установить, что гидроциклон со сплошной боковой стенкой сливного патрубка обеспечивает максимальную степень очистки воды от механических примесей на уровне 85,4% при расходе 6,5 м³/ч и диаметре пескового патрубка 12 мм. Замена сливного патрубка типовой конструкции на сливной патрубок с фильтрующей боковой поверхностью обеспечи-

вает повышение общей степени очистки воды от механических примесей до 96,4% при тех же параметрах расхода и диаметра пескового патрубка.

Библиографический список

- 1.Петров В.С. Научное обеспечение устойчивого развития отрасли виноградарства в условиях импортозамещения./Петров В.С.// Виноделие и виноградарство: научно-теоретический и производственный журнал. - М.: Пищевая промышленность, 2016. - № 4. - С. 14-20.
- 2.Овчинников А.С. Повышение эффективности комбинированных способов орошения // А.С. Овчинников, В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров, Н.Г. Колесова, С.В. Бородычев/Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. №1. С.225-236. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-31
- 3.Дубенок Н.Н. Система комбинированного орошения и эффективность производства овощной продукции. //Н.Н. Дубенок, А.В. Майер, В.М. Гуренко, С.В. Бородычев/ Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование.2019, № 2(54). С. 245-258. DOI:10.32786/2071-9485-2019-02-31
4. Дубенок Н.Н. К вопросу водоочистки в гидроциклонах на системах комбинированного орошения//Н.Н. Дубенок, А.Е. Новиков, С.В. Бородычев, М.И. Ламскова //Мелиорация и водное хозяйство. – 2019.-№ 2. – С. 21-25.
- 5.Полезная модель № 184122 РФ, МПК В04С5/00, В01D36/00. Гидроциклон / М.И. Ламскова, С.В. Бородычев, А.Е. Новиков и др. – Опубл. 16.10. 2018, бюл. 29.
- 6.Гидроциклон. А.Е.Новиков, В.Г. Плющиков, М.И. Филимонов, С.В. Бородычев и др. Полезная модель № 191914 по заявке 2019107287 от 14.03.2019 г. Опубликовано 01.08.2019, бюл. № 22.

УДК 631.674:635.63

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ РЕГУЛИРУЕМОГО МИКРОКЛИМАТА

Крутояров А.А., аспирант

*Волгоградский филиал ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова,
г. Волгоград, Россия*

Получение ранней продукции огурца в условиях Волгоградской области весьма актуально и своевременно при использовании для полива системы капельного орошения [1, 5]. Ранее проведенные исследования [2, 3, 4] подтвердили высокую эффективность капельного орошения при выращивании огурца в открытом грунте. Учитывая резко континентальный климат региона исследований (возвращение весной холодов, заморозков), получение ранней овощной продукции возможно только с использованием тоннельных укрытий с использованием разного материала [6, 7].

Полевые и лабораторные опыты в КФХ «Выборнова В.Д.» Ленинского района Волгоградской области были продолжены 2020 г. на опытном участке, оборудованном временными пленочными укрытиями тоннельного типа.

Среднесуглинистые светло-каштановые почвы опытного участка характерны для региона исследований, имеют маломощный гумусовый горизонт. Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 7.2). Почвы бедны легкогидролизуемым азотом (39 мг/кг сухой почвы) и подвижным фосфором (35,6 мг/кг сухой почвы), средней обеспеченностью обменным калием (331,3 мг/кг сухой почвы). Опыты закладывали согласно общепринятых методик [8, 9, 10] по трехфакторной схеме.

При выполнении работы основное внимание было уделено вопросам изучения формирования водного режима почвы, минерального питания, включая фертигацию посевов жидкими удобрениями. Исследования проводили в тоннельных укрытиях с целью получения ранней продукции, поэтому использовали для укрытия не только полимерные материалы, такие как полиэтиленовая пленка, лутрасил, но и формировали утепленную зону в виде нарезки щелей в почве с закладкой соломы (рис. 1).

Схема трехфакторного опыта включала следующие варианты: по фактору А (режим водообеспечения растений огурца) вариант А1 – поддержание постоянного предполивного порога влажности почвы 70 % НВ в слое 0,5 м; вариант А2 – поддержание постоянного предполивного порога влажности почвы 80 % НВ в слое 0,5 м; вариант А3 – поддержание постоянного предполивного порога влажности почвы 90 % НВ в слое 0,5 м.

По пищевому режиму почвы (фактор В) было предусмотрено 3 варианта доз внесения минеральных удобрений: вариант В1 – внесение минеральных удобрений суммарной дозой N105P60K40, для получения урожайности плодов огурца на уровне 50 т/га; вариант В2 – внесение минеральных удобрений суммарной дозой N145P80K60 для формирования урожайности плодов огурца на уровне 70 т/га; вариант В3 – внесение минеральных удобрений суммарной дозой N185P100K80 для получения урожайности плодов огурца на уровне 90 т/га.

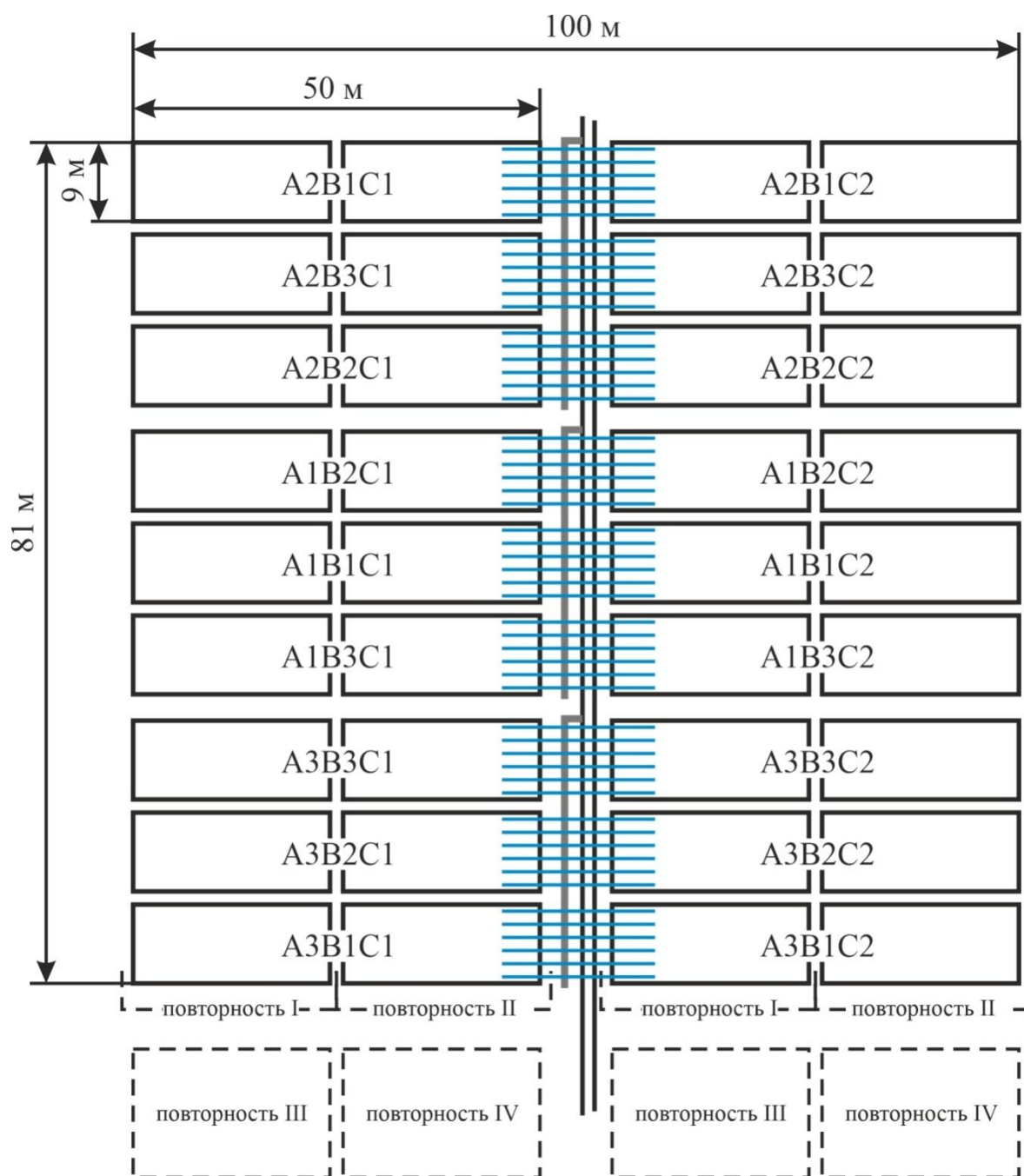
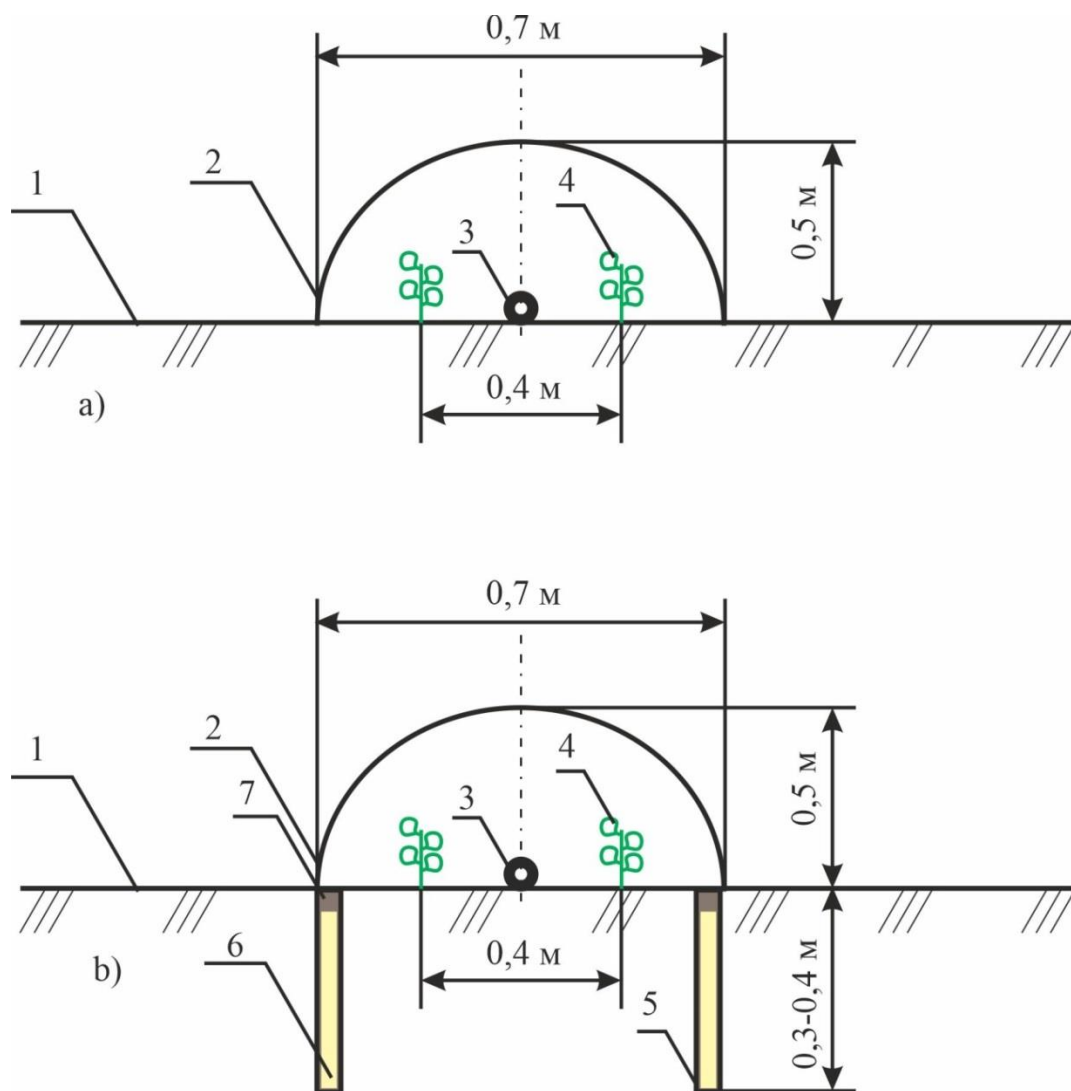


Рис. 1. Схема опыта на посевах огурца

Схемой опыта по способу организации утепленной зоны с использованием тоннельных укрытий предусматривались варианты: вариант С1 базовая технология формирования тоннельных укрытий с использованием полимерных материалов (контроль); вариант С2 – предлагаемый способ утепляющих организации утепленной зоны с использованием тоннельных укрытий и щелей в почве (рис. 2).



Условные обозначения: а - базовая технология формирования тоннельных укрытий с использованием полимерных материалов; б - предлагаемый способ организации утепленной зоны подделкой щелей в почве и наполнение их соломой.

1 – поверхность почвы; 2 – тоннельные укрытия из полимерного материала; 3 – поливной трубопровод системы капельного орошения; 4 – растения; 5 – вертикально ориентированная щель; 6 – органический утеплитель (соломенная резка); 7 – почва

Рис. 2. Схема организации утепленной зоны с использованием тоннельных укрытий из полимерных материалов

Рассчитывали дозы внесения минеральных удобрений по общепринятым методикам [7, 8]. Учитывали планируемый урожай огурцов с учетом выноса питательных веществ урожаем, содержание подвижных форм элементов минерального питания в почве, определяли степень ее обеспеченности азотом, фосфором и калием для дифференциации расчетных доз удобрений.

На каждую тонну урожая вынос элементов питания огурца на 1 т урожая составляет 3 кг азота, 1,3 кг фосфора и 3,8 кг калия, включая вынос

на вегетативную массу. При расчетах учитывали коэффициенты возмещения по азоту 0,7, по фосфору 1,0 и калию 0,25 [3, 8]. Из азотных удобрений использовали аммиачная селитру, мочевины. Для внесения с поливной водой использовали также калийные удобрения – хлористый калий, сульфат калия, калимагнезию и калийно-магнелиальный концентрат. Это лучшие калийные удобрения, которые предоставляет сельскому хозяйству наша промышленность.

На всех вариантах опыта рельеф, почвенные, гидрологические условия были идентичными. Для исключения влияния почвенных разностей опыты закладывались в четырехкратной повторности. Размещение вариантов в пределах фактора А рандомизированное. Площадь учетных делянок по вариантам опыта 225 м², площадь повторности 2025 м² (рис. 3).

Для орошения использовали систему капельного орошения «НЕТАФИМ» со встроенными через 0,4 м капельницами полукомпенсированного типа и расходом воды 1,6 л/с.

Исследования проводили на посадках огурца гибрид Герман F1, используя рассаду. Тоннельные укрытия устанавливали в поле за 15-18 дней до высадки рассады, что позволило стабилизировать температуру почвы внутри укрытий на уровне 14-15⁰ С. Это оптимальные условия для рассады. Результаты исследований 2020 года показывают, что высадка рассады при температуре почвы на уровне 15⁰ С обеспечивает успешную приживаемость рассады в до 98,5% на вариантах с поделкой щелей и утеплением тоннелей соломой, что 5,2-7,8% выше контрольного варианта С1. Водопотребление огурца за вегетационный период 2020 года по вариантам водного режима изменялось от 1650 м³/га до 2240 м³/га. Одновершинный характер среднесуточного водопотребления огурцов отмечен на всех вариантах опыта. Максимальные величины отмечены в период интенсивного плодоношения 59,8 м³/га. До фазы цветения водопотребление не превышало 23,7 м³/га. К концу вегетационного периода среднесуточное водопотребление снижалось до 43,6 м³/га. Урожайность стандартных плодов огурца по всем вариантам опыта статистически достоверна (таблица). Поддержание предположительного порога влажности почвы на уровне 90% НВ в тоннелях с утепленной зоной при внесении минеральных удобрений N185P100K80 обеспечило в текущем году получение только 87,5 т/га плодов, однако уровень рентабельности превысил 205%.

**Таблица. Урожайность стандартных плодов огурца в зависимости
от сочетания изучаемых факторов, 2018-2020 г.**

Предпо- ливной уровень влажнос- ти, % НВ	Доза удобре- ний, кг д.в./га	Способ организации утепленной зоны	Год исследований				ΔУ в зависимо- сти от способа организации утепленной зоны	
			2018	2019	2020	среднее	т/га	%
70	NPK (50 т/га)	Базовый	31,0	35,2	36,1	34,1	—	—
		Предлагаемый	36,7	46,1	48,3	43,7	9,6	28,2
	NPK (70 т/га)	Базовый	38,8	40,6	43,4	40,9	—	—
		Предлагаемый	45,8	53,2	54,1	51,0	10,1	24,7
	NPK (90 т/га)	Базовый	39,3	45,5	48,6	44,5	—	—
		Предлагаемый	44,6	63,3	62,3	56,7	12,3	27,6
80	NPK (50 т/га)	Базовый	43,5	49,9	52,6	48,7	—	—
		Предлагаемый	54,0	56,4	57,3	55,9	7,2	14,9
	NPK (70 т/га)	Базовый	52,0	62,2	63,4	59,2	—	—
		Предлагаемый	64,9	73,7	75,1	71,2	12,0	20,3
	NPK (90 т/га)	Базовый	55,7	79,1	81,6	72,1	—	—
		Предлагаемый	75,7	84,7	86,3	82,2	10,1	14,0
90	NPK (50 т/га)	Базовый	47,2	52,2	54,7	51,4	—	—
		Предлагаемый	54,4	60,0	63,2	59,2	7,8	15,2
	NPK (70 т/га)	Базовый	59,7	65,1	67,4	64,1	—	—
		Предлагаемый	70,7	78,3	80,1	76,4	12,3	19,2
	NPK (90 т/га)	Базовый	76,7	79,5	81,7	79,3	—	—
		Предлагаемый	82,6	89,2	90,7	87,5	8,2	10,3
НСР ₀₅	Фактор А		0,74	0,37	1,40	-	-	-
	Фактор В		0,74	0,37	1,40	-	-	-
	Фактор С		0,60	0,30	1,14	-	-	-
	Для частных средних		1,81	0,90	3,43	-	-	-

Библиографический список

1. Бальбеков Р.А. Новая система капельного орошения/Р.А. Бальбеков, В.В. Бородычев, А.М. Салдаев, А.В. Дементьев, Ю.В. Кузнецов//Мелиорация и водное хозяйство, 2003. - № 4. – С.6.
2. Бородычев В.В. Потребность овощных культур в минеральном питании при капельном орошении/В.В. Бородычев, А.И. Болдырь В.М. Гуренко, О.М. Дмитриенко //Картофель и овощи, 2005. - № 8. – С.32-33.
3. Дубенок Н.Н. Показатели продукционного процесса в посевах огурца при различных параметрах водного режима почвы и минерального питания/Н.Н. Дубенок, Р.В. Калининченко, В.В. Бородычев//Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2012. - № 2. С.46.
4. Овчинников А.С. Ресурсосберегающая технология капельного орошения огурца //Картофель и овощи, 2009. - № 3. – С.23.
5. Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства М.: ВНИИО, 2008. 776с.
6. Садовник, А. Укрывные материалы в овощеводстве/ А.Садовник // Вестник овощевода, 2009. - №1. – С.48-49

7. Чистякова, Л.А. Огурец под поликарбонатом: практическое руководство / Л.А. Чистякова, В.А. Прокопов, Е.И. Петра, И.К. Петра// Картофель и овощи, 2017. - № 2. - С.10-13
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)[Текст]: учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений/ Б.А. Доспехов. - 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1985.-351
9. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве [Текст]/С.С. Литвинов//Россельхозакадемия, М.: 2011. – 648 с.
10. Филин, В.И. Практическое руководство по фертигации овощных культур [Текст] / В.И.Филин, Ю.Н. Плескачев. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. 94с.

УДК 631.154: 612.014. 4

ПРИРОДОПОДОБНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИЙ ПРОДУКТОВ, ОЗДРАВЛИВАЮЩИХ ЧЕЛОВЕКА, ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ И КОНТРОЛЕ НЕГАТИВНЫХ ЯВЛЕНИЙ, ПРОЯВЛЯЮЩИХСЯ В СОВРЕМЕННОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Кудряшов О.Д., Крутин А.А., практиканты, авторы публикаций с РИНЦ

Научный руководитель работы – **Кудрявцев Н.А.,** доктор с.-х.н., к.б.н.,

главный научный сотрудник, зав. сектором

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,

ОП г. Торжок, Россия

Реферат. Предложена природоподобная технология, включающая: -способы получения проростков семян растений, в частности, льна (особенно замечательного продукта) с дополнительным предложением биосинтеза, при котором изучаемый нами микроорганизм превращает растительный материал в массу, содержащую вещества, характерные для грибов и животных (употребление семян с естественным проявлением этого организма – вместо их посева – для получения проростков, как продукта, целебного для человека – является и профилактической мерой контроля вредоносности *Oz. vinogradovi* для льноводства; -получение нерафинированного льняного масла – способом размалывания семян с их последующим холодным прессованием; -использование борщевика, как кормовое растение для улиток, разводимых для пищевых и медицинских целей (одновременно – за счет поедания улитками – ограничение распространения данного опасного для человека растения таким биологическим методом). Эти элементы технологии сочетаются в проверенных композициях.

Ключевые слова. Проростки семян, биологически активная пищевая добавка, биосинтез, микроорганизм, кровеобразная масса.

Актуальность темы исследований определяется недостаточным обеспечением потребностей людей: -натуральной целебной едой при использовании целостных растительных организмов с оздоравливающими

природными свойствами, -продукцией животноводства, в частности, полноценными белками. Объективные негативные факты наличия в России большого количества семян льна, на которых проявляется микроорганизм *Ozonium vinogradovi* Kudryavtsev и огромных зарослей гигантского борщевика – требуют их контроля (ограничения распространения).

Цель НИР – разработка природоподобной технологии, включающей: -способы получения проростков семян растений, в частности, льна (особенно замечательного продукта) с дополнительным предложением биосинтеза, при котором изучаемый нами микроорганизм превращает растительный материал в массу, содержащую вещества, характерные для грибов и животных (употребление семян с естественным проявлением этого организма – вместо их посева – для получения проростков, как продукта, целебного для человека – является и профилактической мерой контроля вредоносности *Oz. vinogradovi* для льноводства; -получение нерафинированного льняного масла - способом размалывания семян с их последующим холодным прессованием; -использование борщевика, как кормовое растение для улиток, разводимых для пищевых и медицинских целей (одновременно - за счет поедания улитками - ограничение распространения данного опасного для человека растения таким биологическим методом). Эти элементы технологии сочетаются в проверенных композициях.

Перечень использованных методов работы:

Испытывая способы получения проростков семян растений (в частности, льна) и изучая микроорганизм *Ozonium vinogradovi* – мы руководствовались классическими методами фитопатологии, определителями грибов [4; 5, 1037 с.], диссертациями и научными публикациями по биологическим и сельскохозяйственным наукам [1-3, с. 169-173].

Профильный экологический мониторинг природных ландшафтов и агробиоценозов при изучении видов моллюсков – проводился в соответствии с его трактовкой в монографиях по экологии и агроэкологии. Моллюски-фитофаги этого растения исследовались с использованием определителей видов животных организмов. Изучая моллюсков, мы помнили о первой научной работе великого биолога Н.И. Вавилова, еще в начале прошлого века показавшего слизней и улиток, как очень серьезных фитофагов [6, с. 14].

Описание некоторых исследований и их результатов:

Проростки семян – натуральная целебная еда, относящаяся к так называемым – биогенным продуктам питания и избавляющая людей от

многих недугов. Мы предлагаем «живую еду» при использовании целостных растительных организмов с оздоравливающими природными свойствами и находящихся в фазе максимальной жизненной активности. Эта фаза длится несколько суток и именно в это время проростки должны употребляться в пищу для оздоровления. Ферменты, содержащиеся в проростках, облегчают организму человека усваивать белки, жиры и углеводы, экономя его внутренние силы. При прорастании семян во много раз увеличивается содержание в них антиоксидантов и витаминов. При этом они встроены в органическую систему живой ткани растений и усиливают действие друг друга. Регулярное употребление проростков стимулирует общий обмен веществ, кроветворение, повышает иммунитет, компенсирует витаминную и минеральную недостаточность, нормализует кислотно-щелочной баланс, способствует очищению организма от шлаков, замедляет процессы его старения. Особенно полезны проростки семян растений детям и пожилым людям, беременным женщинам и кормящим грудью матерям, людям интенсивного труда.

Проростки семян льна – особенно замечательный продукт, активно повышающий сопротивляемость организма стрессам и болезням, дающий силу и бодрость при поддержании эффективной сбалансированной работы каждой клетки организма человека. Семена льна содержат: до 52% масла, много фосфора, железа, магния, цинка, кальция, витаминов Е, К, F, В₁, фолиевую кислоту, каротин. Количество витамина С при прорастании семян увеличивается от 1,35 до 22,5 мг/100 г. Суммарное содержание антиоксидантов (ССА) в процессе прорастания семян этого растения увеличивается более, чем в 9 раз и достигает на пятые сутки 526 мг/100 г. Проростки льна, как и семена, обладают уникальной слизистостью и эффективно очищают желудочно-кишечный тракт, ускоряют пищеварение, поглощают токсические вещества. Масло льна занимает первое место среди всех растительных жиров по содержанию ценнейших для организма человека линоленовой и линолевой кислот, необходимых для роста и развития организма (они участвуют в построении мембран – оболочек клеток, укрепляют структуру, восстанавливают прочность и эластичность мышц и кровеносных сосудов, устраняют отложения холестерина, поддерживают работу мозга, нервной системы и желез внутренней секреции).

Способы получения проростков семян (в т.ч. льна) испытывались нами с использованием стеклянных, пластиковых и металлических емкостей и воды, которая заливалась при замачивании на 10 час до уровня по-

крытия ею семян. Далее семена проращивались в условиях минитеплицы при наклоне емкостей под углом 45° к горизонтали в поддонах при создании фитилей из марли для дополнительного всасывания воды растениями.

Проростки льна являются хорошей пищевой биологически активной растительной добавкой к продуктам животного происхождения, приготовленным из улиток и их икры (подробнее о них – в другой нашей работе, представленной на данную конференцию). В качестве дополнения к такому деликатесу, которое явно повышает его полезные свойства, особый интерес, на наш взгляд, представляет нерафинированное льняное масло, содержащее обычно около 80% полинасыщенных жирных кислот (в т.ч. витамина F). Оно извлекается из размолотых семян льна холодным прессованием. Греки употребляют улиток с оливковым маслом. В российских условиях моллюски с проростками льна и других растений, подбираемыми по вкусу, и со свежим льняным маслом, вероятно, особо полезная и качественная пища.

Новые возможности в этом плане дает биосинтез – превращение растительного материала в кровеобразную массу, содержащую вещества, характерные для грибов и животных. Микроорганизм, позволяющий добиться этого, мы изучали преимущественно, как патоген, вызывающий «крапчатость» (кровеобразно-крапчатый озониоз) льна. Определена принадлежность исследуемого гриба к роду *Ozonium Link.* группы *Mycelia sterilia*. Видовое название – *Oz. vinogradovi* – предложено в честь В.П. Виноградова, начавшего в 30-40-е годы XX века изучение этого микроорганизма и погибшего на Великой Отечественной войне.

Описаны культурально-морфологические признаки *Oz. vinogradovi*: Грибница на подкисленной сусло-агаровой среде образует пушистые колонии (рис.). Их цвет в первые сутки роста – белый, затем становился светло-серым. На 5-7-е сутки колонии большинства изученных штаммов вида приобретают характерный синеватый оттенок окраски. На периферии колонии наблюдается зона более светлого мицелия.

Культуры десятисуточного возраста имеют серый цвет колоний и черную строму. На синтетической среде Чапека с агаром отмечена меньшая высота (“рост”) и более светлая окраска колоний, чем на сусло-агаре.

На водно-агаровой среде колонии изучаемого гриба росли значительно менее интенсивно. На семядольных листьях льна (естественном питательном субстрате) через 2-3-е суток после помещения пораженных крапчатостью проростков во влажную камеру наблюдались белые (а позд-

нее серые) нити мицелия и колонии, при достаточной влажности – пушистые, при подсыхании – стелющиеся.



Семисуточная колония *Ozonium vinogradovi* на сусло-агаре

Гифы гриба – многоклеточные, септированные, полиморфные, толщиной 3-5 мкм. При их развитии наблюдалось образование анастомозов. Это имеет особую значимость, как обмен генетической информацией (ядра клеток переходят из одних гиф в другие, а это может привести к возникновению действительно новых форм.

Не отмечено существенного влияния на *Oz. vinogradovi* света. Температурный оптимум для его развития в чистой культуре – около +20°C. При нем средний диаметр колоний пятисуточного возраста в чашках Петри на неподкисленном сусло-агаре составил 4,4 см, а на подкисленном – 6,8 см. Менее интенсивно колонии росли при температурах +10 и +30°C. При понижении температуры воздуха до 0° рост колоний изучаемого вида в чистой культуре практически прекращался. Длительное нахождение (10 суток) колоний патогена на питательной среде при температуре воздуха – 12°C (в низкотемпературном отделении холодильника) не вызвало увеличения их диаметра, однако, рост мицелия возобновился после повышения температуры до +20°C. Промораживание чистых культур возбудителя крапчатости во время зимних холодов до -20°C с последующим оттаиванием тоже не лишало его жизнеспособности. После этого отмечалось образование тяжелой мицелии *Oz. vinogradovi*.

Выявлено, что этот гриб имеет широкую биологическую специализацию, может вызывать биосинтез не только на проростках льна, но и бобовых культур, подсолнечника и других растений. Таким образом, мы можем его использовать в биосинтезе экспериментальных продуктов. Растительный материал этот микроорганизм способен превращать в кровеобразную массу, содержащую вещества, характерные для грибов и животных. Эти предложения позволяют реализовать мечту Л.Н. Толстого и других противников убийства животных для употребления их в пищу. На практике во многих случаях организовывать искусственный биосинтез не требуется – на семенах льна *Oz. vinogradovi* очень часто присутствует и проявляется, как естественное явление, считающееся вредоносным для возделывания этой культуры. Использование таких семян вместо их посева для получения проростков, как продукта, целебного для человека – является и профилактической мерой контроля вредоносности *Oz. vinogradovi* для льноводства.

Еще мы предлагаем получать из таких семян нерафинированное льняное масло, содержащее обычно около 80 % полинасыщенных жирных кислот (в т.ч. витамина F). Оно извлекается из размолотых семян льна холодным прессованием.

Кроме того, мы предлагаем использовать борщевик, как кормовое растение для улиток, разводимых для пищевых, медицинских целей. Одновременно – показываем возможность за счет поедания улитками – ограничить распространение данного опасного для человека растения таким биологическим методом.

Колоссальные количества растительного корма (огромные заросли борщевика, образовавшиеся в России) было бы грандиозно использовать для широкомасштабного разведения деликатесных моллюсков. Такое «улитководство» – получение натурального животного ценного белкового продукта, валютного товара – при попутном ограничении распространения опасных растений борщевика – заинтересовало деловых людей. Однако тема требует продолжения системного изучения с привлечением к экспериментам специалистов по пищевым производствам и экологической безопасности.

Заключение

Следовательно, разработана природоподобная технология получения композиций продуктов, оздоравливающих человека, при использовании и контроле негативных явлений, проявляющихся в современном сельском

хозяйстве, отличающаяся тем, что включает: -способы получения проростков семян растений, в частности, льна (особенно замечательного продукта) с дополнительным предложением биосинтеза, при котором изучаемый нами микроорганизм превращает растительный материал в массу, содержащую вещества, характерные для грибов и животных (употребление семян с естественным проявлением этого организма - вместо их посева – для получения проростков, как продукта, целебного для человека – является и профилактической мерой контроля вредоносности *Oz. vinogradovi* для льноводства; -получение нерафинированного льняного масла – способом размалывания семян с их последующим холодным прессованием; - использование борщевика, как кормовое растение для улиток, разводимых для пищевых и медицинских целей (одновременно, за счет поедания улитками – ограничение распространения данного опасного для человека растения таким биологическим методом).

Библиографический список

1. Кудрявцев, Н.А. Фитосанитарная стабилизация льноводства.: Дисс. доктора с.-х. наук: 06.01.07 / Н.А. Кудрявцев. – Торжок: ВНИИЛ. - 2007. – 496 с.
2. Кудрявцев, Н.А. Эффективность высокомолекулярного препарата Артафит российского производства при возделывании льна и конопли / Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Голубков Д.Н., Мигачев Д. Ю., Мигачев Ю.Н., Бородкин А.Ю. // Научно-производственный журнал о достижениях мировой науки и практики в агропромышленном комплексе «Международный сельскохозяйственный журнал», Agris, ISSN 0235-7801, №3, 2017-1. С. 40-43.
3. Кудрявцев, Н.А. Экологизированное применение высокомолекулярного препарата Артафит при возделывании льна и конопли / Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. // Международный научно-исследовательский журнал «Успехи современной науки», Agris, ISSN 2412-6608, №9, т.2, 2017-2. – С. 169-173.
4. Пидопличко, Н.М. Грибы – паразиты культурных растений (определитель). Том 1 / Н.М. Пидопличко. - Киев: Наукова думка. - 1977. - С. 84 - 86.
5. Ячевский, А.А. Определитель грибовъ. Том 2. Несовершенные грибы. / А.А. Ячевский. - Петроградъ: Типография С.Л. Кинда. - 1917. - С. 336.
6. Кудрявцев, Н.А. Исследования Н.И. Вавилова в его студенческие годы и наши эксперименты по теме «Голые слизни (улитки)...» / Н.А. Кудрявцев, Л.А. Зайцева, Е.Н. Кудрявцева, Н.О.Воронина, Т.Е.Рогачева //Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Идеи Н.И. Вавилова в современном мире». ФАНО, ФГБНУ ВИР, 20-24 ноября 2017г. Санкт-Петербург, 2017. ISBN 978-5-905954-48-1. С.14.

ТИПИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ МЕЩЁРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Медведева Е.В., н.с.
ФГБНУ ВНИИ «Радуга», г. Коломна

Введение

В последние годы основное внимание в модернизации земледелия уделялось Чернозёмной зоне России. Сельскохозяйственное производство в Нечерноземье разными темпами, но сокращалось. Многие сельскохозяйственные угодья вышли из оборота. В первую очередь выбывали «трудные» участки, требующие особого внимания, вложений и специфического подбора агротехнологий. Сокращение сельскохозяйственных угодий произошло и в Мещёрской низменности, где более половины всех земель заняты болотно-подзолистыми почвами и крайне трудны в освоении.

Именно сложные по своей структуре и строению агроландшафты требуют современного подхода к оценке территорий и проектированию систем земледелия для получения максимальной отдачи при нанесении минимального экологического урона и сохранения устойчивости ландшафта и оптимальной рентабельности производства. Такому подходу соответствуют адаптивно-ландшафтные системы земледелия.

Адаптивно-ландшафтная система земледелия – это система использования земли определённой агроэкологической группы, ориентированная на производство экономически и экологически обусловленного количества и качества, в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия [2].

Разработке системы земледелия предшествует агроэкологическая оценка земель, в ходе которой выделяются виды земель – элементарные ареалы агроландшафта (ЭАА), которые представляют собой участок на элементе мезорельефа, ограниченный элементарной почвенной структурой (реже – элементарным почвенным ареалом) при одинаковых геологических и микроклиматических условиях. Виды земель объединяются в типы земель (агроэкологически однородная территория для культуры или группы культур), а те, в свою очередь, в группы (геосистемы, выделяемые по совокупности ведущих агроэкологических факторов, функционирование которой происходит в пределах единой цепи вещества и энергии) [2].

Целью данной работы является разработка типизации земель Мещёрской низменности как основы для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Объекты и методы исследований

Исследование проводилось на территории Мещёрской низменности. Крупномасштабное исследование проводилось на территории опытного хозяйства при Всероссийском научно-исследовательском институте органических удобрений и торфа (ГНУ ВНИИОУ).

Основной метод исследования – сравнительно-географический.

Для типизации использованы картографические материалы в $M = 1:10000$ (топографическая карта), план землеустройства $M = 1:25000$, агрохимические картограммы, электронные картографические основы. Томографические основы и космоснимки масштабов $1:50\,000$ и мельче.

В ходе работы было заложено более 200 почвенных разрезов, заложены катены, вдоль которых производились опытные посевы с учётом урожайности. Исследовались данные, полученные по запросу от метеостанций, результаты обследования территории прошлых лет.

В качестве основы для данной работы была взята методика, разработанная В.И. Кирюшиным [1,2].

Результаты исследований.

Мещёрская низменность располагается в пределах Среднерусской провинции таёжно-лесной зоны, Мещёрской провинции, представленной зандровой плоской слабодренированной равниной.

Особую роль в формировании ландшафтов Мещёрской низменности играют коренные отложения, которые сформировали возвышенную северную часть низменности (это почти вся Владимирская Мещера и Тумские ландшафты Рязанской Мещеры) и заниженную южную (остальная Рязанская и Московская Мещера) [3,5].

В ходе исследований была проведена агроэкологическая оценка территории и почвенное обследование типичных участков, на основании которой были сформированы группы земель. На основании типизации земель были даны рекомендации по применению агротехнологий.

Общей чертой земель Мещёрской низменности является сложное строение структуры почвенного покрова, отзывчивость почв на известкование, внесение органических и минеральных удобрений, проведение различных видов мелиораций и высокие риски деградации.

Плакорные земли (равнинные дренированные территории с коэффициентом расчленения менее $0,5 \text{ км/км}^2$, занятые преимущественно автоморфными зональными почвами на четвертичных отложениях с ограниченным перераспределением осадков и других агроклиматических ресурсов по отношению к среднегодовым характеристикам [2]), представлены в северной части Мещёры слабоволнистыми равнинами, сложенными безвалунными песками с тонкими редкими прослоями суглинков толщиной не более 1-2 см. Подстилаются суглинистой мореной на глубине 2-3 м. Сформировавшиеся тут подзолистые (под лесами) и дерново-подзолистые (под пашней-имеют разную степень окультуренности) почвы, песчаного и супесчаного механического состава, имеют редкую для этой местности особенность – они не несут признаков оглеения и, находясь в пределах равнин, не подвергаются эрозии. Но эти почвы нельзя оставлять на длительный период летом и поздней весной без посевов, так как на открытых участках при участившихся ветрах есть риски дефляции.

Выделение плакорных земель в Мещёрской низменности является достаточно трудной задачей, по причине широкого распространения литогенных земель, которые, отчасти, подходят под параметры описания плакорных, но имеют повышенную степень миграции минеральных и органических веществ в ландшафте, резче проявляют свои, как негативные, так и положительные качества в разные по погодным условиям годы и требуют повышенного внимания к соблюдению агротехнологий.

Так же достаточно спорным является момент отнесения к плакорным землям погребённые почвы, которые достаточно сложно выявлять в сложных Мещёрских ландшафтах. Их зачастую путают с почвами, сформированными на двучленных отложениях, так как при их формировании реликтовые почвы испытывали влияние дефляции, а уже на их нижних горизонтах (чаще на иллювиальных) формировались новые почвы [5].

Нередко встречаются на севере Мещёры дерново-сильноподзолистые суглинистые почвы, которые так же можно принять за почвы, сформированные на двучленных отложениях. Их отличает мощный (более 30 см) элювиальный горизонт, тяжёлый гранулометрический состав верхних горизонтов, типичный призматический трещиноватый с кремнезёмистой присыпкой мощный иллювиальный горизонт. Общая мощность профиля превышает 1,5 м. Такие почвы характерны для возвышенных территорий с глубоким залеганием грунтовых вод. Такой типичный профиль смог сохраниться, скорее всего, за счёт того, что участки с этими почвами не во-

влекались в сельскохозяйственный оборот и не выпаживались – они обнаруживаются на лугах на окраинах населённых пунктов, около лесополос.

Пятнистости дерново-подзолистых почв разной степени окультуренности в данной зоне возможно применять в экстенсивных, нормальных и интенсивных агротехнологиях. Как негативный фактор необходимо учитывать чуть более позднее наступление физической спелости этих почв, по сравнению с соседними песчаными и супесчаными.

Эрозионные земли (земли с коэффициентом расчленения территории более 0,5 км/км² и преобладанием в почвенном покрове смытых почв [2]) встречаются на возделываемых участках. Чаще всего это выходы на поверхность различных суглинистых отложений. На литогенных землях, которые выведены из-под лесов и по разным причинам временно или длительно остаются под парами, активно развиваются дефляционные процессы. В ландшафтах, где на приводораздельной территории на поверхность выходят суглинистые отложения, а склоны выполнены песками, уже на уклонах от 2° активно развивается плоскостная эрозия, приводящая к формированию больших промоин. Форма склонов в Мещере преимущественно выпуклая, что оказывает влияние на образование глубоких вымоин начиная уже с бровки склона и на всю его длину. На севере Мещёрской низменности крутизна склонов не превышает 7°. На юге, где распространены достаточно высокие верхи под лесами, крутизна склонов достигает до 10° и выше.

Исторически в Мещёрской низменности сложился ряд факторов, влияющих на развитие довольно сильных эрозионных процессов на склонах небольшой крутизны. Во-первых, это связано с продолжительным периодом возделывания этих земель. Так как в Мещёре трудно найти незаболенные участки, то редкие пригодные для пашни земли люди нашли уже давно и возделывают до сих пор. Во-вторых, помимо водной эрозии здесь всегда активно развивались процессы дефляции на открытых участках. И, наконец, относительно неглубокое подстиление суглинистыми отложениями в верхней части выпуклых уклонов, провоцирует скопление и перенос воды по поверхности склона, формируя очаги линейной эрозии.

Слабоэрозионные земли формируются чаще на прямых склонах за счёт водной эрозии и на приводораздельных равнинных территориях с лёгкими по механическому составу почвах за счёт дефляции. Сюда можно отнести дерново-средне- и слабоподзолистые средне- и слабо окультуренные, освоенные почвы с суглинистым и супесчаным гранулометрическим

составом (степень эродированности диагностируется по вовлечению подзолистого горизонта в пахотный горизонт) и подзолистые почвы супесчаного механического состава. Для таких участков противопоказана распашка вдоль склона, сокращение посевов трав и зерновых в севообороте в пользу пропашных культур. Эти участки требуют комплексного подхода, в том числе по увеличению дренированности приводораздельных территорий для снижения объёмов стока.

Среднеэрозионные земли формируются чаще на выпуклых и вогнутых склонах крутизной 1-2° за счёт водной эрозии и, частично, за счёт дефляции на участках с лёгким по механическому составу почвах. На этих участках формируются пятнистости, где фоновыми являются слабо- и среднеэродированные дерново-подзолистые и подзолистые почвы разного механического состава. На суглинистых дерново-подзолистых почвах эти земли чаще формируются на бровках выпуклых склонов, на лёгких почвах – на склонах более 2° крутизной.

Сильноэрозионные земли характерны для уклонов крутизной более 2° и ландшафтов, у которых на приводораздельной территории и в верхней части склона на поверхность выходят суглинки. В таких ландшафтах активно развивается плоскостная эрозия. К этой группе земель относятся почвы, расположенные в верхней части склона. Обычно представлены как пятнистостями, где фоном формируются средне и, реже, слабоэродированные дерново-подзолистые слабо окультуренные и освоенные и подзолистые почвы с обширными включениями сильноэродированных почв.

Очень сильноэрозионные земли формируются в нижней части склонов крутизной более 2°, для которых характерна плоскостная эрозия с образованием широких и глубоких вымоин.

Основная причина формирования средне-, сильно- и очень сильноэрозионных земель – несоблюдение агротехники, распашка участков вдоль склонов, длительное оставление полей без посевов (под парами или временными парами). Эти агротехнические ошибки необходимо избегать. Так же важно вносить органические и минеральные удобрения, применять сидераты, снижать долю пропашных культур.

Полугидроморфные земли (не всегда даже чёткие признаки переувлажнения означают неблагоприятность эколого-гидрологических условий для роста и развития культур) занимают более половины всех земель Мещёрской низменности. В северной части Мещёры чаще встречаются на выровненных территориях, сформированных моренными суглинками. дер-

ново-подзолистые поверхностно-глееватые, в пониженных участках – поверхностно-глеевые почвы. Физическая спелость этих почв наступает значительно позже (вторая половина мая, начало июля), на поверхности долго сохраняются обширные вымочки, которые при высыхании затягиваются коркой. Эти почвы склонны к потере структуры. Но эти почвы хорошо отзываются на внесение органических и минеральных удобрений, известкование.

На юге Мещёры коренные породы находятся ниже по уровню, чем на севере и процесс опускания продолжается, что влечёт за собой увеличение площадей переувлажнённых земель.

Пониженные слабоволнистые участки, выполненные водноледниковыми суглинками, с прослоями песков, подстилаемые мореной, являются основой для формирования дерново-подзолистых глееватых, контактно-глееватых и глеевых и подзолистых-глееватых и глеевых почв (в понижениях) суглинистого механического состава. Похожие почвы формируются в зандровых долинах в верейных котловинах глубиной 0,5-0,7 м на фоне зандровых подзолов, сформированных на мощных песках. Эти почвы позже созревают, не подходят для возделывания кукурузы. Их необходимо перепахивать и глубоко рыхлить. Но из-за припахивания облегчённого элювиального горизонта, они имеют склонность к обесструктуриванию и при высыхании часто затягиваются коркой. В засушливые годы на этих почвах можно собрать на 10, максимум 20% больше урожая, чем в средний по увлажнению год. А во влажные годы возможно затягивание и вымокание посевов, особенно озимых.

Возвышенные участки перемежаются с выраженными западинами, заболоченными по низинному типу с дерново-подзолистыми-глеевыми почвами под влажнотравно-щучковыми и белоусовыми лугами, которые нередко зарастают ивняком. По краям понижения появляются перегнойно-глеевые, а в центральной части – торфянисто- и торфяно-глеевые почвы под осоковым травостоем. Эти земли чаще выведены из сельскохозяйственного оборота. И из-за специфического расположения в ландшафте, эти земли редко осушают.

Типичными для Мещёрской низменности являются плоские и слабоволнистые участки, выполненные флювиогляциальными (чаще мелкозернистыми) песками, подстилаемыми на глубине не больше 0,5-1 м суглинистыми моренами. На них формируются подзолисто-глеевые, грунтово- и контактноглеевые и дерново-подзолистые-глеевые песчаные и супесчаные

почвы. Эти участки находятся под лесами или влажными лугами, распахи-ваются редко. Использовать под естественные пастбища и сенокосы сложно, так как растительный покров склонен вымещаться щучкой, белоусом, лютиком едким, непригодными для кормления животных.

На аналогичных участках с подстилением на большей глубине – 1-1,5м формируются комплексы дерново-подзолистых глееватых и подзоли-стых глееватых песчаных и супесчаных почв, которые во влажные годы менее продуктивны – урожайность на 5-10% ниже, чем в средние по увлажнению годы, а в засушливые, напротив, за счёт близкого расположе-ния грунтовых вод и доступности почвенной влаги, являются наиболее плодородными, увеличивая свою среднюю урожайность более чем на 20%.

Гидроморфные почвы. Котловины, имеющие термокарстовое про-исхождение, характерны для Владимирской Мещёры. Они заняты как ни-зинными, так и верховыми болотами. Мощность торфяников в них колеб-лется от 0,2 м (низинные болота) и до 3 м (верховые). Торфообразование в верховых болотах – процесс молодой, мощность верховых торфяников не-велика. В нижней части котловины под верховым торфом располагается переходный, а ещё ниже – низинный. Часть таких ландшафтов ранее осу-шалось. Сейчас нельзя сказать достоверно о техническом состоянии и ка-честве работы дренажных систем под подобными ландшафтами. Крупные скопления таких котловин и похожих заболоченных территорий исполь-зуют для добычи торфа.

На плоских песчаных равнинах в западинах формируются верховые сфагnumовые верховые болота, в верхнем ярусе заполненные берёзовым и сосновым редколесьем. Эти земли так же выведены из оборота. Осушен-ные ещё во второй половине XX века, большие площади таких болот в за-сушливые годы занималось торфяными пожарами.

Отдельно нужно выделить поймы Мещёрских рек. Поймы малых рек чаще имеют сложное контрастное строение, включающее в состав болот-но-аллювиальные отложения с наносами суглинков, песков, торфа и пере-гноя, на которых формируются пойменные перегнойно-, торфянисто-, торфяно-глеевые и торфяные почвы. Большие реки формируют чаще не-сколько террас. На возвышенных участках в широких поймах распростра-нены дерново-глеевые почвы разного механического состава.

В Окских и Клязьминских поймах с середины XX века активно про-кладывались дренажные системы, организовывались обширные поля, ко-

торые и по сей день используются в интенсивном овощеводстве, с применением орошения в засушливые годы.

Эрозионно-полугидроморфные В лощинах чаще формируются перегнойно- и торфяно-глеевые почвы по днищу на аллювиально-делювиальных суглинках. А в «сырых балках» – дерново-глеевые почвы. Склоны балок выполнены делювиальными наносами, а днище – аллювием. В зависимости от крутизны и длины склона стенки балки, дерново-глеевые и дерново-глееватые почвы формируют контрастные комплексы или мозаики.

Подобные почвы начали формироваться и в конусах выноса, образовавшихся в точках сброса открытых дренажных каналов у кромок природных озёр. Данный процесс вызывает активное заиливание и зарастание большого числа задровых озёр в Мещёре. Вода из озёр вымещается и увеличивается площадь заболоченных земель по берегам водоёмов.

Большое количество гидроморфных почв, расположенных на склонах и на выходах суглинков на приводораздельных территориях, так же подвергается эрозии, снижая возможности для применения ряда агротехнических приёмов для понижения уровня влияния переувлажнения.

Литогенные земли (песчаные) широко распространены по всей Мещёре, но имеют разный генезис. Часть из них формируется на поверхности боровинок – вытянутых флювиогляциальных валов, на поверхности которых обнаруживаются не контрастные сочетания слаборазвитых слабо- и средне-подзолистых почв песчаного механического состава. Похожие почвы формируются на поверхности верей и дюн. Эти земли редко распаханы и находятся главным образом под борами. На пашне эти земли быстро высыхают, требуют постоянного внесения больших норм органических удобрений и полива в засушливые годы. Так же на мощных песчаных отложениях, находящихся под пашнями встречаются гумусо- и железисто-иллювиальные почвы. Гумусо-иллювиальные подзолистые и дерново-подзолистые слабо-окультуренные и освоенные почвы во влажные годы обеспечивают более высокую урожайность, чем другие литогенные почвы. Такой же эффект был замечен и на псевдофибровых подзолистых и дерново-подзолистых почвах.

Эрозионно-литогенные почвы характерны для Мещёрских боровинок и верей, с залеганием грунтовых вод глубже 2,5 м. Тут формируются подзолистые и подзолистые псевдофибровые песчаные почвы с разной степенью дефлирования. Обычно участки с большей степенью эродированности (и, соответственно, с меньшей степенью

оподзоливания) развиты на вершинах боровинков. По уклонам степень эродированности, напротив, снижается.

Полугидроморфные и гидроморфные литогенные почвы крайне широко распространены в Мещёре. Они связаны с обширными болотами всех типов, находятся под сосняками и борами. Большая часть именно этих земель ранее подвергали осушению, а в последствии как территории для добычи торфа и песка. В сельском хозяйстве использовались редко. И при выведении земель из оборота, первыми выбывали из использования. Формируются в ландшафтах задровых долин, на верях, боровинках.

К этой группе земель можно отнести и погребённые почвы, которые достаточно можно встретить на склонах. Под достаточно мощными песчаными наносами (иногда более 1-1,5 м глубиной), можно обнаружить остатки древнего гумусового горизонта, но ещё чаще обнаруживаются остатки иллювиального горизонта, который можно спутать с суглинистыми моренными отложениями. Но эти почвы диагностируются по более тяжёлому механическому составу верхнего суглинистого горизонта и сохранённой призматической структуре. Такое свойство повышает водоупорные качества этого горизонта, повышая степень переувлажнения перекрывающих его делювиальных песков, на которых чаще всего формируются контрастные дерново-подзолистые освоенные и подзолистые поверхностно-глееватые грунтово-глеевые почвы. Урожайность на таких участках занижена. В засушливые годы эти почвы так же менее урожайны.

Эрозионно-полгидроморфные литогенные почвы формируются на склонах боровинков, верей, в сырых балках и лощинах. В верхней части профиля активно идёт торфообразование различных типов, в зависимости от положения участка в ландшафте. Эти земли традиционно не использовались в сельском хозяйстве.

Земли овражно-балочного комплекса — чаще приурочены к склонам пойм рек, берегов глубоких естественных озёр, запруд. Так же ОБК всё чаще можно встретить в районах, где велась добыча песка и торфа, и имеются размытые стенки карьеров. Эти земли редко приурочены к сельскохозяйственным угодьям.

Необходимо так же упомянуть каменистые почвы. Для юга Мещёрской низменности повсеместно характерны участки с выходом на поверхность валунов. Размер валунов достаточно велик, порой превышает рост человека. Чаще на пахотных землях проводятся работы по уборке камней. Камни выкорчёвываются на поверхность из водно-ледниковых почвообра-

зующих пород и оказываются на поверхности. Земли с такой проблемой имеют ограничения по использованию техники (чаще сеялок, комбайнов), чувствительных к засорению камнями. На севере Мещёры в Судогодском районе Владимирской области ряд участков имеет повышенную щебнистость из-за близкого залегания известковых пород. На таких породах формируются дерново-подзолистые карбонатные почвы. Они характеризуются неплохой урожайностью, дренированностью. Различаются по степени окультуренности, формируя пятнистости.

Библиографический список

1. Кирюшин В. И. Методика разработки адаптивно-ландшафтного систем земледелия и технологий возделывания с.-х. культур. – 1995.
2. Кирюшин В. И. и др. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. – 2005.
3. Анненская Г. Н. и др. Ландшафты Московской области и их современное состояние //Смоленск: Изд-во СГУ. – 1997.
4. Кирюшин В. И., Кирюшин С. В. Агротехнологии //СПб.: Лань. – 2015.
5. Анненская Г. Н., Мамай И. И., Цесельчук Ю. Н. Ландшафты Рязанской Мещеры и возможности их освоения. – МГУ, 1983.

УДК 631.67: 634.11

ОРОШЕНИЕ ЯБЛОНЕВОГО САДА ИНТЕНСИВНОГО ТИПА

Рябичева Н.В.

*ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет
г. Волгоград, Россия*

В России развитие отрасли садоводства зависит от эффективности применяемых технологий возделывания садов промышленного типа. Поэтому актуальным является проведение исследований режимов капельного орошения интенсивного сада для дальнейшего внедрения производству, с целью повышения урожайности и расширения площадей плодово-ягодной продукции в хозяйствах Волгоградской области, так как наш регион является благоприятным для возделывания яблоневых садов [1, 2].

Яблоня нуждается во влаге в течение всего вегетационного периода. Большие колебания влажности почвы снижают их зимостойкость и урожайность. Поэтому так важно в яблоневом саду создать комфортные условия – прогрессивный способ орошения – капельный [3,4].

Исследования проводились в 2012-2014 гг. в ООО «Волга-Агросоюз» Городищенского района Волгоградской области в молодом яблоневом саду интенсивного типа на шпалерной основе. Городищенский район относится

к Волго-Донской зоне садоводства, расположенный в южной части Волгоградской области между реками Волгой и Доном, в зоне Волго-Донского судоходного канала им. В.И. Ленина.

Опыт был заложен на площади 2,56 га. В 2011 году были посажены 2-х летние саженцы на подвое М9 по схеме 4,0*0,7 м., чередуя сорта через четыре ряда для лучшего опыления в период цветения. Количество саженцев 3360 шт./га.

При посадке сада на карликовом подвое по интенсивной технологии предусматривалась установка шпалеры, как средство индивидуальной опоры каждого дерева.

Полевой опыт проводили по схеме 3-х факторного полевого опыта: фактор А – уровень предполивной влажности почвы, фактор В – горизонт промачивания почвы, фактор С – сорта. Фактор А – водный режим почвы, фактор В – горизонт промачивания почвы, фактор С – сорт. Повторность опыта четырёхкратная, в каждой повторности три учётных дерева.

Схемой опыта по фактору А (водный режим почвы) предусмотрены следующие варианты режима орошения яблони: А1 – поддержание предполивного порога влажности почвы дифференцированно в расчетном слое на уровне 80% НВ – «начало вегетации – начало цветения», 70% НВ – «цветение», 80% НВ – «конец цветения – созревание плодов»; А2 – поддержание предполивного порога влажности почвы дифференцированно в расчетном слое на уровне 90% НВ – «начало вегетации – начало цветения», 70% НВ – «цветение», 80% НВ – «конец цветения – созревание плодов»; А3 – поддержание предполивного порога влажности почвы дифференцированно в расчетном слое на уровне 80% НВ – «начало вегетации – начало цветения», 80% НВ – «цветение», 80% НВ – «конец цветения – созревание плодов»; А4 – поддержание предполивного порога влажности почвы дифференцированно в расчетном слое на уровне 90% НВ – «начало вегетации – начало цветения», 80% НВ – «цветение», 70% НВ – «конец цветения – созревание плодов».

Схемой опыта по фактору В (горизонт промачивания почвы) предусмотрены следующие варианты: В1 – мощность расчетного горизонта промачивания почвы 0,6 м; В2 – мощность расчетного горизонта промачивания почвы 0,8 м. По фактору С (сорта) исследования проводились по двум районированным сортам яблони зимнего срока созревания: С1 – Голден Делишес; С2 – Лигол.

В течение вегетационного периода минеральные удобрения вносили

с поливной водой N₇₆, P₃₅, K₈₄. Использовались только хорошо растворимые удобрения: аммиачная селитра (в составе N (азот) -34%), монокалия фосфат (P (фосфор) – 52%, K (калий) – 34%), ортофосфорная кислота (P(фосфор) – 54%), сульфат калия (K (калий) – 50%, S (сера)-18%).

Удобрения на всех вариантах опыта вносили в качестве общего агротехнического фона.

Опытный орошаемый участок представлен массивом зональной среднесуглинистой каштановой почвы тяжело и среднесуглинистого гранулометрического состава.

Содержание гумуса в пределах пахотного слоя 1,1-2,4 %. По содержанию легкогидролизуемых форм азота почвы опытного участка характеризуются как малообеспеченные (от 27,1-32,9 мг/кг в пахотном слое). По содержанию обменного калия и подвижного фосфора обеспеченность почвы средняя (269,8-291,4 мг/кг калия и до 28,3-29,7 мг/кг фосфора).

Плотность твёрдой фазы почвы опытного участка в пределах пахотного слоя меняется от 2,55 до 2,62 т/м³. Скважность почвы в пахотном горизонте колеблется в пределах (49,6-50,8). Наименьшая влагоёмкость в среднем 25,9-27,5 % от массы сухой почвы.

За годы исследований 2012-2014 гг, 2012 год характеризовался как засушливый (168,8 мм), в 2013 году – влажный (369,74 мм), в 2014 году – засушливый (111,2 мм). Сумма среднесуточных температур воздуха за вегетационный период яблони в 2012 году составила 4145,1С⁰ (жаркий), в 2013 году 3650,8С⁰, в 2014 году 3640,6 С⁰.

Для орошения интенсивного яблоневого сада использовали капельный способ. Система капельного орошения на опытном участке оборудована в 2011 году в год закладки сада. Система капельного орошения включает узел водоподготовки, сеть водораспределительных трубопроводов, запорную регулируемую арматуру и компенсационные трубки NAAN PC 16/2.2 израильской компанией Naan Dan Jain. В систему водоподготовки входят: горизонтальный песчано-гравийный фильтр, фильтр тонкой очистки, емкость для растворения удобрений. Цилиндрические, компенсирующие давление (РС) капельницы Naan PC 16/2.2, диаметром 16 мм, шагом 0,5 м и расходом капельницы 2,2 л/ч. Пределы регулируемого давления - 0,5-3,5 бар, толщина стенки капельной линии 1,15 мм.

Поливная норма составила в долях единицы для поддержания в расчетном слое почвы 0,6 м предполивной влажности почвы на уровне 70%

НВ – 125 м³/га, 80% НВ – 80 м³/га, 90% НВ – 40 м³/га и для слоя почвы 0,8 м соответственно 170, 110, 55 м³/га.

Продолжительность межполивных периодов была различна по вариантам, в зависимости от складывающихся погодных условий вегетационного периода и поддержание предполивной влажности почвы по вариантам опыта.

В первый год исследования (2012) среднесуточное водопотребление изменялось в среднем на вариантах в пределах от 41, 13 до 46,33 м³/га. При глубине расчетного горизонта увлажнения 0,6 м в первый год исследований интенсивность водопотребления выше, чем на вариантах при 0,8 м. Это связано с тем, что в первый год исследования биометрические показатели у яблоневых посадок на вариантах одинаковы, а испарение с поверхности почвы больше на вариантах с глубиной увлажнения 0,6 м и легче доступна влага с растений. На вариантах, где в самую продолжительную фазу «конец цветения – созревание плодов» предполивную влажность почвы поддерживали на уровне 80% НВ среднесуточное водопотребление изменялось от 43,20 до 46,33 м³/га, а на варианте с поддержанием предполивной влажности почвы на уровне 70% НВ от 41,13 до 43,06 м³/га (табл. 1).

Таблица 1. Осреднённые показатели среднесуточного водопотребления интенсивного яблоневого сада при капельном орошении, м³/га

Уровень предполивной влажности почвы, % НВ	Горизонт промачивания, м	Среднесуточное водопотребление, м ³ /га			
		2012 год	2013 год	2014 год	Среднее, Е
80-70-80	0,6	46,13	47,13	49,80	47,68
	0,8	43,20	47,73	51,53	47,48
90-70-80	0,6	46,20	47,13	49,86	47,73
	0,8	43,26	47,80	51,66	47,57
80-80-80	0,6	46,33	47,06	50,00	47,79
	0,8	43,33	47,80	51,73	47,62
90-80-70	0,6	43,06	43,60	46,73	44,46
	0,8	41,13	43,73	47,4	44,08

В последующие годы исследования (2013, 2014) зависимость между вариантами изменялась, и влага в яблоневых посадках наиболее активно расходовалась при глубине увлажнения почвы 0,8 м.

При увеличении предполивной влажности почвы с 70 до 80 %НВ и глубине увлажнения 0,6 м в продолжительную фазу «конец цветения – созревание плодов» среднесуточное водопотребление увеличивалось с 43,06 до 46,33 м³/га в 2012 году, с 43,60 до 47,13 м³/га в 2013 году, с 44,46 до 47,79 в 2014 году. На вариантах с глубиной увлажнения 0,8 м среднесуточное водопотребление увеличивалось по годам исследований 2012, 2013,

2014 соответственно: с 41,13 до 43,33 м³/га, с 43,73 до 47,80 м³/га, с 47,4 до 51,73 м³/га.

Среднесуточное водопотребление существенно увеличивалось в течение вегетационного периода (табл. 3.3.1-3.3.3). В первый год наибольшее количество влаги потреблялось с II декады июля по III декаду августа и достигало максимума в I декаде августа – 74-83 м³/га. Во второй год (2013) максимальное количество воды потреблялось в II декаду августа – 83-90 м³/га, в третий год исследования (2014) – 88-94 м³/га.

Значительное увеличение урожайности деревьев яблони на варианте А1В1 наблюдалось на 4 год плодоношения (2014 год) до 36,9 т/га у сорта Голден Делишес, до 38,7 т/га у сорта Лигол, что говорит о высокой хозяйственной продуктивности двух сортов (таб. 2). Масса одного плода у сорта Голден Делишес достигала 170 грамм, у сорта Лигол 400 грамм, что показало хорошее товарное качество плодов (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность интенсивного яблоневого сада

Уровень предполивной влажности почвы, % НВ	Горизонт промачивания, м	Сорт	2012 год (2 год плодоношения)	2013 год (3 год плодоношения)	2014 год (4 год плодоношения)
80-70-80	0,6	Голден Делишес	12,5	22,1	34,9
		Лигол	13,8	24,2	37,1
	0,8	Голден делишес	12,9	24,0	36,9
		Лигол	14,3	26,7	38,7
90-70-80	0,6	Голден Делишес	12,5	22,1	34,9
		Лигол	13,8	24,2	37,1
	0,8	Голден Делишес	12,9	24,0	36,9
		Лигол	14,3	26,7	38,7
80-80-80	0,6	Голден Делишес	9,5	17,1	29,3
		Лигол	10,7	19,2	30,1
	0,8	Голден Делишес	10,1	18,9	30,2
		Лигол	11,5	21,0	33,4
90-80-70	0,6	Голден Делишес	8,9	17,4	26,6
		Лигол	10,0	19,2	27,7
	0,8	Голден Делишес	9,8	19,2	27,9
		Лигол	10,6	20,9	28,7
НСР _{0,5}	А		0,32	0,23	0,30
	В		0,23	0,16	0,21
	С		0,23	0,16	0,21
	взаимодействие А*В*С		0,65	0,45	0,60

Таким образом, можно сделать вывод, что интенсивность орошения молодого яблоневого сада зависит от погодных условий года и физиологических особенностей. Благоприятный режим орошения в фазу «цветение» -

это поддержание влажности почвы на уровне 70% НВ, а в фазу «конец цветения – созревание плодов» - поддержание влажности почвы на уровне 80% НВ. В фазу «начало вегетации – начало цветения» особых отличий на всех вариантах опыта не наблюдалось. По мере роста и развития яблоневых насаждений возрастала их потребность в водных ресурсах. Так же проанализировав фактор опыта по глубине увлажнения почвы, можно сделать вывод: при поддержании влажности почвы в слое 0,8 м корневая система уходила в более глубокие слои почвы, что благоприятно повлияло на зимостойкость деревьев и устойчивость деревьев в период ветров.

Библиографический список

1. Агроклиматический мониторинг и прогноз изменения продуктивности сельскохозяйственных культур [Текст] // Вестник Российской акад. с.-х. наук. - 2014. - № 5. - С. 72.
2. Бородычев, В. В. Алгоритм решения задач управления водным режимом почвы при орошении сельскохозяйственных культур [Текст] / В. В. Бородычев, М. Н. Лытов // Мелиорация и водное хозяйство. - 2015. - № 1. - С. 8-11.
3. Водный режим почвы и продуктивность яблоневого сада [Текст] / А. В. Шуравлин, В. В. Бородычев, М. Н. Лытов [и др.] // Вестник Российского ун-та дружбы народов. - 2008. - № 4 - С. 14-18.
4. Дудникова, Л.Г. Орошение яблони [Текст] / Л.Г.Дудникова. Новочеркасск, 2011. 19 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б. А. Доспехов. - 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

УДК 631.4

ТЕХНОЛОГИЯ ВВОДА ЗЕМЕЛЬ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ ИЗ ЗАЛЕЖИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Меркучев А.В., главный агроном

ООО «Калининградская мясная компания»,

пос. Дубрава, Озерский район, Калининградская область, Россия

После распада СССР экономический кризис в сельском хозяйстве привел к широкому распространению залежных земель. Они представляли собой в основном заброшенные (необрабатываемые) пашни. Но в условиях Калининградской области в залежи превратились и культурные сенокосы и пастбища. Создание кормовых угодий в регионе подразумевает коренное улучшение почв (осушение, систему обработки почвы, известкование) и формирование улучшенных травостоев (посев определенных видов и сортов кормовых трав в зависимости от использования и почвенно-гидрологических условий) [1]. Систематический уход за сенокосами и

пастбищами заключается в поддержании в хорошем состоянии мелиоративных систем, периодическом известковании, обязательных подкормках трав минеральными удобрениями, улучшении травостоя путем подсева выпадающих с течением времени ценных кормовых компонентов. В период с середины 90-х годов XX в. до конца первого десятилетия XXI в. в связи с резким снижением поголовья крупного рогатого скота, культурные пастбища и сенокосы региона деградировали и превратились в залежи.

По данным О.А. Анциферовой [2] деградация почв на залежах выражается в подкислении (снижении величины рН ранее известкованных почв и появлении в почвенно-поглощающем комплексе ионов алюминия), выходе из строя мелиоративных систем, дифференциации по профилю элементов питания в зависимости от водного режима. Культурный травостой замещается фитоценозами, характерными для разных стадий растительных сукцессий. Спустя 10 лет большинство залежей региона представляет собой травянистые сообщества с определенной долей участия древесной и кустарниковой поросли. В условиях кислых и быстро подкисляющихся почв в основном легкосуглинистого состава преимущество получает береза (*Betula pubescens*, *Betula pendula*). При карбонатных почвообразующих породах, также на почвах со слабокислой и близкой к нейтральной реакцией среды гумусового горизонта распространяется поросль из боярышника (*Crataegus monogina*). При длительном грунтовым и поверхностном переувлажнении на залежах поселяются разные виды ив (*Salix sp.*), а также ольха черная (*Alnus glutinosa*). Таким образом, растительность залежей является своеобразным индикатором почвенных условий [3].

К началу XXI в. площадь залежных земель в Калининградской области достигала 170 тыс. га [2]. Ситуация стала меняться с началом второго десятилетия XXI в., в период подъема сельского хозяйства. Это сопровождалось повторным вовлечением залежных земель в сельскохозяйственный оборот. Одним из важных направлений в регионе стало «возрождение» животноводства. Благоприятные почвенно-климатические условия позволяют создать в регионе высокопродуктивные сенокосные и пастбищные угодья, следовательно, полностью обеспечивать животноводство местными кормами.

С 2012 г. в ООО «Калининградская мясная компания» началось планомерное освоение залежных земель с целью создания на них кормовых угодий (табл.).

За 9 лет (2012 – 2020 гг.) было освоено 47300 га залежей. Такие масштабы введения земель в сельскохозяйственный оборот потребовали больших усилий.

Таблица. Темпы ввода залежных земель в сельскохозяйственный оборот

Год	Площадь освоенных залежей, га	Год	Площадь освоенных залежей, га
2012	2700	2017	5900
2013	3500	2018	8200
2014	3800	2019	7800
2015	4200	2020	5400
2016	5800	2021 (план)	4600

Залежные площади располагались в различных физико-географических районах [4] в восточной и центральной частях Калининградской области:

- 1) Виштынецкая холмисто-моренная возвышенность (Озерский административный район, часть Гусевского и Нестеровского районов);
- 2) Шешупская озерно-ледниковая слабовсхолмленная равнина (Краснознаменский административный район, часть Неманского, Нестеровского и Гусевского районов);
- 3) Лава-Прегольская озерно-ледниковая низменность (Черняховский и Правдинский административные районы).

В почвенном покрове всех районов освоения залежей преобладают окультуренные дерново-подзолистые почвы разной степени оглеения преимущественно средне- и тяжелосуглинистого состава на перемытых ледниковых отложениях и тяжелых карбонатных озерно-ледниковых глинах [4 - 5]. Обычным является наличие двучленных отложений (в основном суглинки на глинах). Абсолютное большинство почв осушается закрытым (на Виштынецкой возвышенности и Шешупской равнине) и открытым дренажем (Лава-Прегольская низменность) и их комбинацией.

Технология введения земель в сельскохозяйственный оборот состоит из трех основных частей: культуртехнические работы, обработка почвы, посев. Несмотря на рекомендованные общие схемы [6], в каждом хозяйстве будут индивидуальные особенности, связанные как с ландшафтными условиями залежей, так и с техническими и экономическими возможностями конкретного сельскохозяйственного предприятия.

Перед началом освоения земель ООО «Калининградская мясная компания» проводилась экспертная оценка их состояния. Это касалось и густоты древесной и кустарниковой поросли (ДКР). В первую очередь (в

2012–2014 гг.) были освоены дерново-подзолистые почвы с малым процентом покрытия ДКР, низкой степенью переувлажнения в Озерском и Гусевском административных районах.

Однако большая часть залежей была покрыта древесной и кустарниковой порослью возрастом около и более 10 лет. Это создавало главную проблему. Необходимо было найти оптимальный способ корчевания ДКР, сочетающий производительность и относительно небольшие энергозатраты. Применялись три варианта корчевания. Первый способ заключался в использовании самоходного гусеничного мульчирователя Prime Tech 300 (производство Италия). Однако в почвенно-климатических условиях региона в 2015 – 2016 гг. потребовался большой расход топлива и запасных частей. Поэтому способ был признан нерентабельным и высоко затратным.

Попытка использовать для корчевания погрузчик, задачей которого была валка крупномерных деревьев, также не оправдала себя ввиду низкой производительности.

Наиболее успешным оказался способ с использованием гусеничных экскаваторов, способных наклонять, валить, корчевать ДКР и частично выравнивать образующиеся неровности. В 2020 г. темпы чистки залежей от ДКР таким способом составили около 200 га в месяц.

Вторым этапом освоения залежей является обработка почвы. Этот этап включает несколько вариантов. Если залежное поле было исходно с низким покрытием ДКР, малым количеством надземных и корневых остатков травянистой и кустарниковой растительности, небольшим количеством антропогенных неровностей (ямы, валы, канавы), малой долей (до 10-15 %) заболоченных и поверхностно переувлажненных почв, то применяли стандартную вспашку на глубину 20-22 см плугом (Kuhn, Lemken). Как правило, это происходило на почвах среднесуглинистого гранулометрического состава. Надо отметить, что для уничтожения залежной растительности гербициды (в частности, глифосат) применялись на ограниченных площадях.

Другой вариант касается залежей с предварительными трудоемкими культуртехническими работами. После корчевания ДКР на землях тяжелого гранулометрического состава и двучленах обработка почвы начиналась с прохода большой мелиоративной дисковой бороны (БМД). В хозяйстве применяли марку VSL фирмы Gregorie Besson, а также БМД белорусского производства (марки БДМ-5). При диаметре диска 810 мм бороны способна заглубляться в почву до 35 см. В связи с небольшой мощностью гумусово-

го горизонта в залежных дерново-подзолистых почвах нами устанавливалась глубина дискования 20 – 25 см.

Следующим шагом после вспашки или прохода БМД является дискование тяжелой дисковой бороной фирмы Quivogne. Обычно использовали агрегаты с шириной захвата 5 м и обработку на глубину 10-15 см. Основная задача дискования – разрушение крупных глыб на почвах тяжелого гранулометрического состава. Высокое содержание ила и/или аморфных гидроокисей железа при небольшом количестве гумуса (2-3 %) является причиной прочности почвенных глыб. Поэтому нами применялось дискование тяжелыми боронами в два следа.

Завершалась обработка почвы предпосевным дискованием легкими боронами на глубину 8 - 10 см (Amazon Catros с шириной захвата 5,2 м или Carier C500 с выравнивающей доской). Для создания оптимальных водно-воздушных свойств пахотного слоя желательно дисковать в два следа. На особенно трудных участках применялось три и даже четыре прохода легких борон.

После подготовки почвы на бывшей залежи проводили посев кукурузы или многолетних кормовых трав. Это объяснялось специализацией хозяйства – обеспечение кормами мясного животноводства. При этом кукурузу сеяли только на Виштынецкой возвышенности и Шешупской равнине, а многолетние травы во всех трех геоморфологических регионах. Предпосевным удобрением под бобово-злаковые травосмеси являлась диаммофоска в дозе 200 кг/га физического веса ($N_{20}P_{52}K_{52}$). Под кукурузу вносили Калимаг 250 кг/га ($K_{50}Mg_{20}$), аммонийную селитру 100 кг/га (N_{34}). На дерново-подзолистых почвах с низкой обеспеченность подвижным фосфором (и местами калием) после залежи осенью вносили фосфорно-калийное удобрение (P_5K_{55}) и аммофос ($N_{12}K_{52}$) весной сеялкой под посев.

В качестве органических удобрений под кукурузу использовался навоз коров в дозах 40 – 80 т/га, который вносили осенью под запашку.

При наличии сильно уплотненных подпахотных горизонтов на полях, предназначенных под посев кукурузы, использовали глубокорыхлитель Gaspardo для рыхления на глубине 30 см.

Хорошие результаты дает послепосевное прикатывание кольчато-шпоровыми катками почв среднесуглинистого состава не подверженных поверхностному переувлажнению. Выполнять прикатывание надо сразу после посева. Введение послепосевного прикатывания имеет следующее объяснение. Климат Калининградской области является в целом гумид-

ным: среднемноголетнее количество осадков для Калининграда составляет 781 мм, для Черняховска 752 мм, для Советска 805 мм [4, с. 82 - 83], коэффициент увлажнения по Высоцкому-Иванову выше 1,3. Однако распределение осадков по сезонам очень неравномерное. Наиболее сухими месяцами являются март и апрель [7]. Для апреля средние значения осадков составляют около 40 мм. Недостаток влаги именно в верхнем слое почвы представляет опасность для ярового сева весной. За последнее десятилетие особенно засушливым был апрель в 2014, 2019 и 2020 гг., когда выпадало от 0 до 12 мм осадков за месяц. Происходило очень быстрое (в течение 1 - 2 дней) пересыхание посевного ложа, что повлекло снижение урожая на 15 – 30 %. Поэтому быстрое выполнение операций посева и прикатывания позволяет сохранить капиллярную влагу для прорастания семян.

В ООО «Калининградская мясная компания» отличный результат показала схема высева озимой ржи (или тритикале) в смеси с викой на зеленый корм после распашки залежных почв. Такая смесь убиралась в июне, и после культивации легкими боронами (1 след культивации и 1 след лёгкими боронами) проводили посев бобово-злаковых трав. Озимая рожь и вика улучшают структуру почвы, снижают засоренность, способствуют усвоению труднодоступных фосфатов (рожь) и накоплению биологического азота (вика). Урожайность трав первого укоса после такого варианта была на 15-20 % выше по сравнению с посевом многолетних трав срезку после распашки залежи.

Коснемся вопроса об эффективности залежи в качестве предшественника для кукурузы и многолетних трав по сравнению с другими культурами. Несмотря на разнообразие почвенно-геоморфологических условий, для получения прибавки урожайности «по залежи» необходимо строгое соблюдение технологии возделывания и прежде всего подготовки почвы. Применение всех выше описанных агротехнических приемов в комплексе с удобрениями и гербицидами, направленными на борьбу с многолетними злаковыми сорняками обеспечивает прибавку урожая кукурузы до 20 % по сравнению с зерновыми предшественниками. Для высоких урожаев бобово-злаковых смесей также важно правильно организовать борьбу с многолетними злаковыми сорняками, потому что они являются сильными конкурентами культурных трав. На полях, где по разным причинам после раскорчевки ДКР механическая обработка выполнена не в полном объеме, не проведена борьба с многолетними сорняками, получали не прибавку урожая, а уменьшение до 70 % от плана. Сначала резко снижалось каче-

ство посева, затем на фоне разнообразных почвенных особенностей многолетние сорняки подавляли культурные всходы, перехватывали элементы питания из удобрений.

Надо отметить, что в процессе освоения залежей мы столкнулись с наибольшими трудностями на почвах двучленного строения типа средний (реже легкий) суглинок, подстилаемый плотной озерно-ледниковой глиной (или тяжелым суглинком) с глубины 30 – 40 см. Такое строение приводит к длительной насыщенности влагой верхнего слоя из-за скопления верховодки над глиной. Поэтому в климатических условиях Калининградской области проведение раскорчевки, вспашки, дискования залежных почв двучленного строения в весенний (медленное просыхание) и осенний (быстрое переувлажнение до вязкопластичного состояния) периоды малоэффективны. Происходит частое буксование техники, верхние горизонты почв покрываются колеями и в последующем сильно уплотняются, разрушается структура почвы. В летний период выпадение 10 мм осадков приводит к ожиданию техники в течение 3 - 5 дней для выхода в поле. В случае холмисто-моренного рельефа двучленные почвы быстрее просыхают, так как скопившаяся на глине влага может стекать по уклону. На Лава-Прегольской низменности с почти плоским рельефом и преобладанием тяжелых глин в качестве почвообразующих пород распашка залежей, покрытых ДКР, оказалась наиболее трудоемким и энергозатратным мероприятием. На отдельных полях с двучленами процесс освоения почв по вышеописанной технологии растянулся на 2-3 года из-за практической невозможности осуществить технологические операции.

Нередко ареалы двучленных почв встречаются пятнами на поле, заметно осложняя механическую обработку гумусового горизонта. Поэтому необходимо знать строение и свойства почв, чтобы грамотно и с наименьшими затратами и потерями проводить вовлечение залежных земель в сельскохозяйственный оборот. Остро стоит проблема улучшения мелиоративного состояния полей, вовлекаемых в сельскохозяйственный оборот. С 2017 г. началась прочистка магистральных каналов. Однако здесь трудность состоит в том, что прочистку каналов ведут только на землях сельскохозяйственного назначения. А часть открытых осушителей устроена так, что сброс дренажных вод в водоприемники происходит на территории земель Лесного фонда через старые овражно-балочные системы. Оставшиеся непрочищенными участки открытых каналов и оголовки крупных коллекторов на землях Лесного фонда частично блокируют сток и снижают

эффективность работы дренажа. Системы закрытого дренажа также пока остаются не прочищенными по причине высокой стоимости этих работ. Из-за локального переувлажнения и поверхностного застоя воды урожайность кукурузы снижается на 20 – 50 %. На сырых участках сеяных сенокосов происходит быстрое внедрение в травостой тростника, щучки, осок, что резко ухудшает качество сена и сенажа.

Заключение

В 2012-2020 гг. в ООО «Калининградская мясная компания» было повторно вовлечено в сельскохозяйственный оборот более 47 тыс. га залежных земель в пределах Виштынецкой холмисто-моренной возвышенности, Шешупской озерно-ледниковой равнины и Лава-Прегольской озерно-ледниковой низменности. Выработана технология освоения почв средне- и тяжелосуглинистого состава на тяжелых почвообразующих породах под сенокосно-пастбищные угодья и кукурузу.

Эффективность залежи как предшественника для кукурузы и многолетних бобово-злаковых трав зависит, главным образом, от соблюдения всех агротехнологических приемов.

Почвы двучленного строения с подстиланием глинами на глубине 30–40 см в пределах Лава-Прегольской озерно-ледниковой низменности являются наиболее трудоемкими при вовлечении в сельскохозяйственный оборот. Среди основных проблем освоения залежных земель остается улучшение их мелиоративного состояния.

Библиографический список

1. Докучаев Н.С. Земледелие Калининградской области / Н.С. Докучаев, О.В. Диваков, Л.С. Еремеева; под ред. Н.С. Докучаева. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2001. – 286 с.
2. Анциферова О.А. Динамика растительности и свойств почв на молодых залежах Тамбовской равнины и Замландского полуострова / О.А. Анциферова. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2005. – 304 с.
3. Анциферова О.А. Индикационное значение древесно-кустарниковой поросли на молодых залежах в Калининградской области / Анциферова О.А. // Известия КГТУ, 2005, № 8. - С. 111-116.
4. Географический атлас Калининградской области / гл. ред. В.В. Орленок. Калининград: Изд-во КГУ; ЦНИТ, 2002. – 276 с.
5. Почвенная карта Калининградской области / Руднева Е.Н. М.: Почвен. ин-т им. В.В. Докучаева, 1956.
6. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель, выбывших из активного сельскохозяйственного производства / Под ред. Г.А. Романенко. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 64 с.
7. Агроклиматический справочник по Калининградской области. Ленинград: Гидрометеиздат, 1961. 125 с.