#### МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

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

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

# ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА В РАМКАХ МЕРОПРИЯТИЙ ГОДА НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Материалы международной научно-практической конференции, ВНИИМЗ, г. Тверь, 30 сентября 2021 года

УДК 631.6(082) ББК П065я431 П 78

#### Ответственные за выпуск: О.Н. Анциферова – кандидат сельскохозяйственных наук; Т.Н. Пантелеева

П 78 «Проблемы эффективного использования мелиорированных земель и управление плодородием почв Нечерноземной зоны в условиях изменяющегося климата» в рамках мероприятий Года науки и технологий: Материалы международной научно-практической конференции, ВНИИМЗ. – Тверь: Издательство Тверского государственного университета, 2021. – 280 с.

ISBN 978-5-7609-1683-9

В сборнике представлены материалы международной научно-практической конференции «Проблемы эффективного использования мелиорированных земель и управление плодородием почв Нечерноземной зоны в условиях изменяющегося климата» в рамках мероприятий Года науки и технологий (Россия, ВНИИМЗ, г. Тверь, 30 сентября 2021г.). На конференции рассмотрены основные вопросы развития аграрной науки на мелиорированных землях в условиях изменяющегося климата, обсуждены современные направления развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия и использования инновационных агро- и биотехнологий, рассмотрены вопросы экологизации земледелия и энергоресурсосбережения, управления плодородием почв, агромелиоративным состоянием и продуктивностью мелиорированных земель, отражены актуальные проблемы эффективного использования почвенных и водных ресурсов, создания устойчивой кормовой базы.

УДК 631.6(082) ББК П065я431

#### СОДЕРЖАНИЕ

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

Рабинович Г.Ю. Технологии ВНИИМЗ, возможность и необходимость	
их экстраполяции в масштабах России. ФГБНУ ФИЦ	
«Почвенный институт им.В.В.Докучаева» (ВНИИМЗ), г.Тверь, Р $\Phi$	7
Смирнова Ю.Д. Карбоновые полигоны – одно из решений проблемы глобального	
потепления. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),	
г. $T$ верь, $P\Phi$	14
Артемьев А.Е., Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И. Основные концептуальные	
положения развития картофелеводства на мелиорированных землях	
Нечерноземной зоны. $\Phi \Gamma \overline{b} H V \Phi U U \ll \Pi$ очвенный институт	
им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г.Тверь, РФ	19
Лукашевич В.М., Желязко В.И., Константинов А.А. Физиологические	
и эколого-экономические основы орошения садов и ягодников интенсивного типа.	
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,	
г. Горки, Беларусь	23
Медведева Л.Н. Биотехнологии, направленные на повышение качества природной	
воды для развития АПК. $\Phi \Gamma Б H V B H U H U O 3$ , г. Волгоград, $P \Phi$	27
Кудрявцев Н.А., Кудряшов О.Д., Крутин А.А. Разработка проекта ограничения	21
распространения и использования гигантского борщевика в регионах России.	
ФГБНУ ФНЦ Лубяных культур, г. Торжок, РФ	33
Смирнова Т.И., Дроздов И.А., Павлов М.Н. Влияние биопрепаратов	33
на хелатирующие вещества, используемые в ремедиации почв.	
$\Phi \Gamma EOVBO$ «Тверская $\Gamma CXA$ », г. Тверь, РФ	38
Семененко С.Я. Сравнительная экологическая оценка технологий орошения дожде-	50
ванием животноводческими сточными водами. ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ,	
ванием животноводческими сточными водами. ФТВОУ ВО Волгограсский ТАУ, г. Волгоград, РФ	45
Шадских В.А., Кижаева В.Е. Основные тенденции использования ресурсного	43
потенциала для стабилизации почвенного плодородия орошаемых земель Поволжья.	
1 1	
ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники	50
и мелиорации», г. Энгельс, РФ	52
<b>Тумасьева И.Г.</b> Передовые технологии в АПК. $\Phi \Gamma EOV BO$ «Тверская $\Gamma CXA$ »,	50
г. Тверь, Р $\Phi$	58
РАЗДЕЛ II. Современные системы земледелия и инновационные	
агро- и биотехнологии	
Иванов Д.А., Тюлин В.А., Лотц Д.И. Влияние ландшафтных условий	
на урожайность зерновых культур. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт	
им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г.Тверь	63
Буряк С.М., Черникова О.В., Мажайский Ю.А. Морфологические показатели яч-	
меня, выращенного на вновь вводимых в сельскохозяйственный оборот почвах.	
ФГБОУ ВО «Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева», ФКОУ ВО «Академия права	
и управления ФСИН», г. Рязань, РФ	68
Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. Фитосанитарное оздоровление и стимулирование	
роста льна с помощью испытанных средств. ФГБНУ ФНЦ Лубяных культур, г.Тор-	
жок, $P\Phi$	72
,	

Фомичева Н.В. Гуминовый препарат для обработки клубней картофеля перед по-	
садкой. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),	78
г. Тверь, $P\Phi$	10
и биометрические показатели проростков яровой пшеницы. ФГБНУ ФИЦ	
«Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г.Тверь, РФ	83
<b>Шилова О.В.</b> Эффективность применения разных доз органоминерального	03
удобрения при возделывании картофеля на мелиорированной почве. $\Phi \Gamma EOV BO$	
удоорения при возделывании картофеля на мелиорированной почве. $\Phi T BOS BO$ «Тверская $\Gamma CXA$ », г. Тверь, $P\Phi$	88
Королёва Ю.С. Особенности роста и развития топинамбура при многолетнем	
использовании в Верхневолжье. $\Phi \Gamma EOVBO$ «Тверская $\Gamma CXA$ », г. Тверь, $P\Phi$	95
Скворцов С.С. Влияние стимуляторов роста и органоминеральных удобрений на	
продуктивность яровой пшеницы. $\Phi \Gamma FOVBO$ Тверская $\Gamma CXA$ , г. Тверь, $P\Phi$	101
Скворцов С.С. Комплексонаты микроэлементов в технологии возделывания	
льна-долгунца. $\Phi \Gamma FOVBO$ Тверская $\Gamma CXA$ , г. Тверь, $P\Phi$	105
Иванов Д.А., Лисицын Я.С. Особенности динамики коэффициента	
флористического сходства агроценоза покровного овса в мелиорированном	
агроландшафте. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»,	
$\emph{г.Тверь, } \emph{P}\Phi$	110
Шилова О.В., Смирнова Т.И. Исследование хелатов молибдена (VI)	
при возделывании гороха посевного на мелиорированной почве.	
ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, РФ	116
Иванов Д.А., Лисицын Я.С. Влияние ландшафтных условий на значение	
коэффициента Жаккара агрофитоценоза овса с подсевом трав. ФГБНУ ФИЦ	
«Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Тверь, $P\Phi$	120
Сухова Т.Н. Особенности водного режима репчатого лука при капельном поливе	
в почвенно-климатических условиях Волгоградской области.	
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, г.Волгоград, РФ	124
РАЗДЕЛ III. Управление плодородием почв, агромелиоративным состояниеми	
продуктивностью мелиорированных земель	
Ковалев И.В. Биотрансформация органического вещества осущенных агросерых	
оглеенных почв. $M\Gamma \dot{y}$ им. $M.B.$ Ломоносова, факультет почвоведения, г. Москва, $P\Phi$	127
Касатиков В.А. Влияние мелиоративных доз осадка городских сточных вод	
на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы, урожайность	
и химический состав ярового тритикале. ВНИИОУ – филиал ФГБНУ	
«Верхневолжский ФАНЦ», г. Владимир, РФ	134
Лукашевич В.М., Желязко В.И., Ракицкий О.Б. Загрязнение почв республики	
Беларусь тяжелыми металлами. УО «Белорусская государственная	
сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь	139
Анциферова О.А. Динамика запасов продуктивной влаги под озимой пшеницей	
и яровым ячменем на осушенных почвах Самбийской равнины.	
ФГБОУ ВО Калининградский ГТУ, г. Калининград, РФ	147
Шилова О.В. Влияние биологически активных соединений на свойства	
мелиорированной почвы и урожайность разных сортов картофеля.	
ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, РФ	154
Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н. Роль агрофизических условий	
в формировании эффективного плодородия осущаемых почв.	
$\Phi \Gamma Б H V \Phi U U «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Тверь, Р\Phi$	162

Кузина Е. В. Изменение структуры и влажности почвы под влиянием её обработки.	150
Самарский ФИЦРАН, Ульяновский НИИСХ им. Н.С. Немцева, г. Ульяновск, РФ	173
<b>Степанова Н.Е.</b> Экологическое состояние почв Волгоградского региона. $\Phi \Gamma EOV$ ВО Волгоградский $\Gamma AV$ , г. Волгоград, $P\Phi$	179
Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К. Вредоносность техногенного	1//
загрязнения в агроландшафтах и приемы его снижения. $\Phi \Gamma EHV \Phi MU \ll \Pi O V B EH H B B E M C B E B E B E B E B E B E B E B E B E B$	184
Рабинович Г.Ю., Подолян Е.А., Зинковская Т.С., Анциферова О.Н. Осадок	
сточных вод в земледелии Нечернозёмной зоны РФ. $\Phi \Gamma \overline{Б} H V \Phi U U \ll \Pi$ очвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Тверь, РФ	190
<b>Трешкин И.А.</b> Влияние компостов на азотный режим дерново-подзолистой почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. $\Phi \Gamma EHV \Phi MU \ll \Pi O V B EH EH E M C M C M C M C M C M C M C M C M C M$	193
<b>Велюханов И.В.</b> Зеленые удобрения на мелиорированных землях. $\Phi \Gamma EOVBO$ Тверская $\Gamma CXA$ , г. Тверь, $P\Phi$	193
РАЗДЕЛ IV. Актуальные вопросы кормопроизводства в условиях мелиорации	
<b>Алехина Ю.В.,</b> Дрозд Д.А. Суммарное водопотребление сортов клевера лугового различной скороспелости при дополнительном увлажнении земель. УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки,	
Беларусь	203
<b>Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Павлючик Е.Н.</b> Экономическая и агроэнергетическая эффективность возделывания многолетних бобовых трав на мелиорированных землях Нечерноземной зоны. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный</i>	
институт им. В.В. Докучаева», г. Тверь, $P\Phi$	207
<b>Иванов</b> Д.А., Тюлин В.А., Анциферова О.Н., Лотц П.С. Продуктивность бобово-мятликовых травостоев в различных ландшафтных условиях. <i>ФГБНУ ФИЦ</i>	
«Почвенный институт им. В.В. Докучаева», ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г.Тверь <b>Кузнецова С.Н.</b> Воздействие минеральных удобрений на рост и развитие одновидовых посевов многолетних бобовых и злаковых трав.	214
одновидовых посевов многолетних обоовых и злаковых грав. $\Phi \Gamma FOVBO$ «Тверская $\Gamma CXA$ », г. Тверь, $P\Phi$	219
Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н. Адаптивность	21)
самовозобновляющихся бобово-злаковых травостоев в условиях осущаемых земель Нечерноземной зоны. $\Phi \Gamma EHV \Phi MU \ll \Pi OUBEHH BU UHCMUMYM UM. B.B. Докучаева»,$	222
$\it 2. Tверь, \it P\Phi$	222
и кормовая ценность многолетних клеверо-люцерно-злаковых кормовых травосмесейна осущаемых землях Тверской области. <i>ФГБНУ ФИЦ</i>	
«Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Тверь, $P\Phi$	231
<b>Карасева О.В., Иванов Д.А., Рублюк М.В.</b> Продуктивность клеверотимофеечной травосмеси на осущаемых минеральных почвах гумидной зоны. <i>ФГБНУ ФИЦ</i>	
«Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г.Тверь, $P\Phi$	238
<b>Вагунин Д.А., Иванова Н.Н., Амбросимова Н.Н.</b> Продуктивные сенокосные травостои на основе козлятника восточного в осущаемых землях гумидной	
зоны. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Тверь, РФ	243
РАЗДЕЛ V. Эффективное использование почвенных и водных ресурсов	
<b>Кащенко Н.М., Ковалев В.П.</b> Расчет реконструируемых польдерных систем сельскохозяйственного назначения. <i>Балтийский Федеральный университет им.И.Канта, УО ООО «Бюро мелиоративных технологий», г. Калининград, РФ</i>	250

Самбуу А.Д., Оксюлюк А.О. Восстановление залежных земель в Тувинской	
котловине. Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО	
РАН, г.Кызыл, Тува, РФ	258
Рублюк М.В., Иванов Д.А., Карасева О.В., Хархардинов Н.А. Влияние	
агроландшафтов гумидной зоны на водопроницаемость и влагоемкость почвы	
при возделывании клеверотимофеечной травосмеси. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный	
институт им. В.В. Докучаева», г.Тверь, РФ	261
Насонов С.Ю. Обоснование использования клин-планировщика в комплексе	
планировочных работ. $\Phi \Gamma F O V B O P \Gamma A V - M C X A$ им. К.А. Тимирязева, г. Москва, $P \Phi$	266
Уланов Н.А. К методике замера грунтовых вод на гидроморфных почвах. Кировская	
лугоболотная опытная станция – филиал ФГБНУ «ФНЦ кормопроизводства	
и агроэкологии им. В.Р. Вильямса», п.Юбилейный, Кировская обл., РФРФ	269
Хархардинов Н.А. Динамика уровня почвенно-грунтовых вод осушаемых земель.	
ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г.Тверь, РФ	273
Смирнов А.И., Рязанцев А.И., Антипов А.О., Евсеев Е.Ю. К вопросу уменьшения	
колее-образования многоопорными дождевальными машинами кругового действия.	
Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева, г. Рязань, ФГБНУ ВНИИ «Радуга»,	
пос. Радужный, Коломенского г.о., Государственный социально-гуманитарный	
университет, г.Коломна, РФ	276
yr,,	

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

УДК 631.147; 631.17

## ТЕХНОЛОГИИ ВНИИМЗ, ВОЗМОЖНОСТЬ И НЕОБХОДИМОСТЬ ИХ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ В МАСШТАБАХ РОССИИ

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

В августе 2022 года Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель (ВНИИМЗ) (ныне филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева») отметит свое 45-летие. На протяжении столь длительного времени институт занимался разработкой технологий, предназначенных для различных направлений сельскохозяйственного производства. Собственно, именно этот аспект работы института, принявшего эстафету от Калининской сельскохозяйственной опытной станции, и был основным, поэтому к разработкам ВНИИМЗ проявляли и проявляют интерес не только ученые, но и специалисты-аграрии разного профиля, работающие в сельском хозяйстве.

С первых дней своей деятельности институт функционировал на мелиорированных (осущаемых) землях, разрабатывая, апробируя и внедряя технологии, в которых были заинтересованы сельхозтоваропроизводители, прежде всего, Тверской области. Перечисление и краткое описание всех разработок ВНИИМЗ займет немало страниц, поэтому остановимся на тех из них, которые были высоко оценены научным сообществом и приняты для практического использования специалистами аграрного сектора.

Заметим также, что разработанные институтом технологии, предлагаемые к реализации в рамках функционирующей системы земледелия, условно делятся на два вида — агротехнологии и биотехнологии. Первые в последние годы разрабатывались в рамках работы отделов мелиоративного земледелия и кормопроизводства, вторые — отдела биотехнологий. Ниже дадим характеристику некоторых технологий института, которые были оценены по достоинству и получили всеобщее одобрение, при этом часть из них

была широко внедрена, а часть позиционируется в настоящее время как технологии, перспективные для внедрения.

#### Агротехнологии ВНИИМЗ

- 1) Ресурсосберегающие технологии обработки почвы на осущаемых землях. В данной разработке рассматривается спектр технологий, составляющих системы земледелия, представлены приемы и способы почвообработки комбинированными агрегатами, особенно эффективными на легких песчаных и супесчаных слабооглеенных почвах, позволяющие сократить расход горюче-смазочных материалов на 15 л/га, снизить затраты труда на 1,57 чел.-ч/га по сравнению с традиционной почвообработкой, повысить при этом урожайность, в частности зерновых культур, на 11%.
- 2) Энергоресурсосберегающая технология возделывания яровых зерновых культур на осущаемых землях. Технология предусматривает использование современных блочно-модульных комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, обеспечивающих высокое качество обработки почвы по сравнению с традиционной, создание оптимальных уровней увлажнения, плотности пахотного слоя и качественную заделку семян. Она направлена на оптимизацию производительности труда, повышение урожайности яровых зерновых культур на 0,6-0,8 т/га до уровня 3-4 т/га, снижение денежных затрат на 18,0-21,0%.
- 3) Технология возделывания озимой ржи на профилированной поверхности, включающая оптимальное размещение озимой ржи в адаптивных севооборотах, ресурсосберегающие приемы обработки почвы, посев на профилированной поверхности и применение удобрений с целью повышения урожайности. Благодаря данной технологии улучшается водно-воздушный режим почвы, повышается устойчивость посевов к переувлажнению, вымоканию, образованию ледяной корки, улучшается развитие растений в осенний период, их сохранность при перезимовке. Реализация технологии обеспечивает снижение затрат труда на основную обработку (на 10,8-33,9%) и позволяет получить урожай зерна озимой ржи на уровне 4-6 т/га.
- 4) Адаптивные технологии создания сеяных сенокосов и пастбищ на мелиорируемых землях в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ. Технологии предназначены для формирования высокопродуктивных пастбищных травостоев с использованием перспективных сортов трав на осущаемых луговых угодьях и включают в себя подбор травосмесей на основе

отечественных сортов райграса пастбищного и клевера ползучего, адаптивные приемы и способы их создания, ухода и использования. Технологии действенны в течение 7-8 лет и обеспечивают продуктивность сеяных пастбищ 5,5 т/га кормовых единиц, получение пастбищных кормов с содержанием в 1 кг сухой массы 16-18% сырого протеина и 10,3-10,8 МДж обменной энергии, а также снижение энергетических затрат на 17-20%.

- 5) Ресурсоэкономичная технология возделывания козлятника восточного на осущаемых землях. Технология предусматривает основную обработку почвы на глубину 20-22 см с дискованием на 10-12 см, комбинированную предпосевную обработку (10-12 см), внесение органических удобрений (КМН) до 10-15т/га и стартовой дозы азотных удобрений (N<sub>30</sub> кг/га д.в.), посев иннокулированными семенами в смеси с тимофеевкой луговой, что уменьшает норму высева семян дорогостоящей бобовой культуры на 5-8 кг, защиту растений от сорняков в первый год жизни растений. Срок использования полученных травостоев 10-12 лет, режим скашивания 2-х кратный. Технология обеспечивает продуктивность травостоев 8-11 т/га к.ед., энергонасыщенность 1кг сухой массы до 9,4-10,5 МДж, содержание сырого протеина 20-23%, экономию дорогостоящих азотных удобрений, сохранение и повышение плодородия почв.
- 6) Типовые агротехнологии выращивания многолетних трав в составе овощекормовых севооборотов на мелиорированных торфозёмах. Агротехнологии направлены на восстановление плодородия почв после выращивания овощных культур и получение сена более 10 т/га с содержанием, в частности, сырого протеина 1,2-1,7 т/га, кормовых единиц 6,0-9,0 т/га. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения составляет 5,0-7,0 тыс. руб./га [1].

#### Биотехнологии ВНИИМЗ

1) Технология ускоренной переработки навоза и помета в высокоэффективные экологически чистые удобрения (КМН), основанная на управляемой аэробной твердофазной ферментации навоза, птичьего помета и другого органического сырья в специальных камерах-биоферментаторах, поэтому ее относят к биотехнологиям. Продолжительность ферментации органического сырья с получением высокоэффективного органического удобрения — компоста многоцелевого назначения (КМН) — 6-7 суток. По результатам проведенной ФГБНУ «Росинформагротех» и Минсельхозом РФ экспертизы технология ускоренной переработки навоза и помета была отнесена

к наилучшим приоритетным апробированным базовым технологиям, поскольку благодаря ей, в частности, в агрохозяйствах Нечерноземной зоны бонитет осущаемых почв повышался на 5-10 баллов, на 20-25% увеличивалась продуктивность различных сельскохозяйственных культур при одновременном снижении себестоимости продукции на 15-20%.

- 2) Ферментационно-экстракционная технология производства и применения высокоэффективных жидкофазных биосредств (ЖФБ). Разработка обеспечивает создание биосредств, используемых в качестве землеудобрительных препаратов и стимуляторов роста и развития растений. Технология основана на переработке отходов животноводства и торфа с введением в исходную смесь различных биостимуляторов. ЖФБ характеризуются высокой численностью агрономически полезной микрофлоры (10<sup>9</sup>- $10^{12}$  КОЕ/мл), высокой питательной ценностью ( $P_2O_5$  до 15 г/л,  $K_2O$  до 12,5 г/л), наличием микроэлементов и физиологически активных веществ (сахара, аминокислоты), благоприятным уровнем кислотности (рН 7,0-8,0), санитарно-гигиенической чистотой (отсутствием тяжелых металлов, патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, цист кишечных патогенных простейших). В технологии предусмотрена корректировка и нормализация состава ЖФБ для адресного использования. Использование технологии обеспечивает утилизацию возобновляемых отходов, получение высокоэффективной продукции, позволяющей на 10-40 % увеличить урожаи, а также на 15-20 % улучшить микробиологические и агрохимические свойства почв, способствующие сохранению и восстановлению почвенного плодородия.
- 3) Технология получения нового жидкого гуминового биосредства. Биосредство БоГум, рекомендуемое в качестве биоудобрения или биопрепарата, способно стимулировать рост и развитие растений. Технология связана с конверсией отходов, получаемых в результате реализации ферментационно-экстракционной технологии производства жидкофазных биосредств (ЖФБ). Оптимальным режимом преобразования отходов является трехкратная щелочная экстракция раствором КОН, в результате чего получают концентрированное гуминовое биосредство с рН 11-13, содержанием гумата калия не менее 17 г/л, наличием биогенных элементов N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O и микроэлементов Мп, Мо, Fe, Си и др. В технологии предусмотрена корректировка и нормализация состава БоГум для адресного использования.

Преимуществом данной технологии является большой объем получаемой продукции, ее дешевизна, отсутствие стадии подготовки сырьевых ресурсов, экологичность производства, возможность его масштабирования. Апробация БоГум осуществлена на опытном поле ВНИИМЗ. Использование БоГум в качестве биоудобрения способствует росту урожаев (до 30 %), сохранению плодородия почв [2].

Итак, ВНИИМЗ разработал, апробировал и частично внедрил вышеприведенные технологии. В названии статьи упоминается их экстраполяция, т.е. возможность применения не только на землях Тверской губернии, на которых и проводилась их основная апробация, но и в масштабах всей Российской Федерации, по крайней мере, там, где функционирует полноценное сельскохозяйственное производство.

Возможна ли такая экстраполяция? Безусловно, возможна. Исключая технологию ускоренной переработки навоза и помета в высокоэффективные экологически чистые удобрения (КМН), поскольку она имеет масштабное внедрение в России и сопредельных странах. Кроме того, постараемся избежать математико-статистического понимания понятия «экстраполяция» и используем его общепризнанный философский смысл, как то, что «экстраполяция – это перенос выводов, сделанных относительно какой-либо части объектов или явлений, на всю совокупность данных объектов или явлений, а также на их другую какую-либо часть» [3].

Таким образом, каковы же перспективы использования разработанных во ВНИИМЗ агротехнологий, насколько они востребованы. Широкое применение этих агротехнологий ограничено, прежде всего, их адресностью, т.к. они разработаны для осущаемых земель Нечерноземной зоны России, которых не так много в структуре земельного фонда.

Так, ресурсосберегающие технологии обработки почвы, энергоресурсосберегающая технология возделывания яровых зерновых культур, технология возделывания озимой ржи на профилированной поверхности, ресурсоэкономичная технология возделывания козлятника восточного, адаптивные технологии создания сеяных сенокосов и пастбищ на мелиорируемых землях апробированы на осущаемых землях в хозяйствах Тверской области разных форм собственности. Как показали исследования, последняя из упомянутых агротехнологий, заключающаяся в создании сеяных сенокосов и пастбищ, очень важна для Тверской области, поскольку здесь пастбищные травостои всегда имели основополагающее значение для формирования наиболее продуктивной структуры земельных угодий. Кроме того, это лучшая завершенная разработка 2008 г., удостоенная диплома Россельхозакадемии. И еще одна агротехнология, связанная с выращиванием многолетних

трав в составе овощекормовых севооборотов и апробированная в Московской области, была рекомендована к применению сельскохозяйственным предприятиям и фермерским хозяйствам, использующим осущаемые земли с торфяными почвами, размещенными в НЗ РФ.

Таким образом, в связи с изначальным ориентированием научных исследований ВНИИМЗ на мелиорированные (осущаемые) земли, разработанные в институте агротехнологии имеют четкую и неоспоримую адресность, поэтому их экстраполяция ограничена.

А теперь о перспективах и продвижении биотехнологий института. Как показывает анализ, биотехнологии не зависят от географии, ландшафтных особенностей и принадлежности почвы, однако, в случае необходимости отладки не процесса получения, а технологии применения биопродуктов, определенные ограничения могут возникать, что легко преодолевается подбором соответствующих доз биоудобрений и препаратов по месту применения биотехнологической продукции. Так, технология ускоренной переработки навоза и помета в высокоэффективные экологически чистые удобрения (КМН) в свое время была успешно внедрена в четверти регионов Российской Федерации, а также в Украине и Республике Беларусь. Потребителями КМН выступили сельскохозяйственные предприятия всех форм собственности, как в России, так и в других странах.

Ферментационно-экстракционная технология производства и применения высокоэффективных жидкофазных биосредств (ЖФБ) апробирована в агрохозяйствах Тверской, Московской и Курской областей. Изначально она была ориентирована на применение в Российской Федерации и уже имеет первичную научно-техническую документацию. Также и технология получения нового жидкого гуминового биосредства (БоГум) апробирована на опытном поле ВНИИМЗ и в Курской области. Богум также рекомендован для применения в агрохозяйствах на территории России, где есть необходимость применения гуминовых удобрений или препаратов.

Таким образом, некоторые разработанные институтом технологии могут быть предложены для использования в разных регионах России, характеризующихся различными агроклиматическими условиями. В первую очередь это касается биотехнологий. Однако и агротехнологии института могут с успехом применяться, особенно при сходстве почвенного покрова и ландшафта. В любом случае предлагаемые агротехнологии — это всего лишь руководство, которое в случае принятия к использованию необходимо скор-

ректировать под условия, в которых агротехнологии дадут ожидаемый эффект. Доказательство правомерности такого заключения дала сама жизнь — успешное внедрение разработок института в области биотехнологий, завершившееся государственными наградами:

- Государственная премия РФ в области науки и техники (2001) за разработку коллективом ВНИИМЗ научных основ и новых технологий биоконверсии органического сырья на предприятиях агропромышленного комплекса;
- премия Правительства РФ в области науки и техники (2013), которую сотрудники института получили как исполнители научных исследований, внедренных в овощеводство и садоводство по разработке твердофазных и жидкофазных биосредств в рамках двух выше рассмотренных биотехнологий технологии ускоренной переработки навоза и помета в высокоэффективные экологически чистые удобрения (КМН) и ферментационноэкстракционной технологии производства и применения высокоэффективных жидкофазных биосредств (ЖФБ).

Кроме того, следует отметить, что разработки, как агро-, так и биотехнологий, выполненные институтом на протяжении десятилетий и пока не получившие широкой апробации, наверняка могут быть использованы в дальнейшем при условии пересмотра и оценки возможности их использования в современных условиях.

#### Список литературы

- 1. Митрофанов Ю.И. Агрофизические основы повышения продуктивности осущаемых почв: Монография. 2017. Изд-во: LAPLambertAcademicPublishing, Германия. -197 с. ISBN-13: 978-3-330-34489-1.
- 2. Рабинович Г.Ю. Научные основы, опыт продвижения и перспективы биотехнологических разработок: монография. Тверь: ТвГУ. -196 с.
- 3. Экстраполяция // Новейший философский словарь. Сост. А. А. Грицанов. Мн.: Изд. В. М. Скакун, 1998. 896 с. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Экстраполяция. 5 сентября 2021 г.

#### КАРБОНОВЫЕ ПОЛИГОНЫ – ОДНО ИЗ РЕШЕНИЙ ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

**Смирнова Ю.Д.,** кандидат биологических наук. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Наблюдение за изменением глобальной температурой планеты экологи начали ещё в XIX веке и в 2015 г. было зафиксировано превышение средней температуры на 1,02°С, по сравнению с изначальной. Ученые-экологи сходятся во мнении, что именно факторы, обусловленные деятельностью человека, приводят к выбросу парниковых газов (углекислый газ, метан и др.), которые в свою очередь и вызывают повышение средней температуры Земли. Эксперты Всемирной метеорологической организации, отмечают, что их рекордная концентрация в атмосфере наблюдалась в 2014 г. и по сей день продолжает быть очень высокой.

Если мировое сообщество не начнёт всерьез заниматься возникшими экологическими проблемами, то к 2100 г температура на планете может подняться на 3,7-4,8°C, в то время, как климатологи предупреждают, что необратимые последствия для экологии наступят уже при потеплении более чем на 2°C (https://tass.ru/spec/climate).

Меры по регулированию уровня выбросов углекислого газа в атмосферу изложены в Парижском соглашении, которое одобрили 195 делегаций со всего мира в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата 12 декабря 2015 года. Документ развивает положения Киотского протокола 1992 года. Главная цель соглашения — добиться значительного снижения выбросов парниковых газов, в частности СО2, и, тем самым, удержать повышение средней температуры на планете в пределах 1,5-2 °C. 22 апреля 2016 года 175 стран подписали Парижское соглашение по климату, в том числе и Российская Федерация, исполнение по которому началось с 2020 г. [1].

Глобальное потепление климата, конечно, касается и России — чаще стали наблюдаться резкие изменения погоды, аномально высокие и низкие температуры. По данным Минприроды РФ с 1990 по 2010 гг. количество природных катастроф, таких как паводки, наводнения, сели и ураганы, возросло почти в четыре раза и продолжает увеличиваться примерно на 6-7% в

год. Из-за географического положения у России есть некоторые преимущества перед другими странами, связанные с потеплением — это расширение площадей сельскохозяйственных угодий на севере, снижение энергетических затрат на отопительный сезон, но при этом уровень угроз гораздо выше.

Дело в том, что с 2022 г. Еврокомиссия планирует принять закон о введении углеродного пограничного налога на импортируемую продукцию, приводящую к выбросам парниковых газов. В связи с этим недополученная прибыль российских компаний, особенно топливно-энергетических, может достигнуть 50,6 млрд. евро до 2030 года, если будут учитывать прямые и косвенные выбросы СО<sub>2</sub> (парниковые газы, вызванные деятельностью сторонних организаций, но связанные с деятельностью импортера).

Поэтому в настоящее время значительные усилия российской науки направлены на создание эффективных систем экологического контроля с применением передовых технологий, обеспечивающих учёт эмиссии и секвестрации  $CO_2$ , направленных на исполнение российских международных обязательств и защиту российских товаропроизводителей с высоким углеродным следом.

После вступления в силу Киотского протокола образовался рынок квот на выбросы парниковых газов, предусматривающий учет не только эмиссии, но и поглощения (консервации) углерода, что позволяет России выйти на него в качестве поставщика углеродных единиц, предлагая, например, свои лесные территории и сельхозугодья в качестве абсорбента углекислых газов. Из этого вытекает вопрос: как подсчитывать количество поглощенных парниковых газов растительностью?

Существует большое количество методик учета поглощения и эмиссии парниковых газов, но они достаточно сильно различаются в своих оценках. В России только ведется разработка карбонового законодательства и оптимальной системы подсчета эмиссии и секвестрации СО<sub>2</sub>, для этого на федеральном уровне принята программа по созданию Карбоновых полигонов. На создаваемых полигонах будет осуществляться мониторинг территории для расчета биомассы, видового состава растений и состояния почв, разработка методов и технологий регенеративного земледелия по увеличению секвестрации и депонированию углерода в почве, будет изучаться скорость фотосинтеза разными растениями и выявляться растительность, максимально обеспечивающая поглощение СО<sub>2</sub>. В дальнейшем полученный мас-

сив данных об углеродном балансе эталонных площадок будет анализироваться с использованием компьютерных программ и экстраполироваться на другие территории. Научная информация с карбоновых полигонов позволит разработать и отработать комплекс решений для создания системы достоверного учета поглощения ивыбросов парниковых газов природными экосистемами.

Основные ставки по секвестрации углерода делаются на биомассу лесов. Президент России В.В. Путин предложил учесть в Парижском соглашении роль лесов как основных поглотителей парниковых газов, что поможет снизить нагрузку на российский бизнес при введении углеродного налога (https://www.pravda.ru/economics/1633742-karbon/). Но нельзя не брать во внимание при разработке расчетов и сельскохозяйственные культуры, пастбища и сенокосы.

Создание широкой сети карбоновых полигонов по всей стране позволит учесть климатические особенности регионов России, а специфика каждого региона отражается в конкретных проектах. На данный момент активно функционирует карбоновый полигон в Калужской области. По данным Минобрнауки в Экспертном совете находятся уже 20 заявок на создание новых полигонов и интерес проявляют ещё 10-15 регионов. Все заявки опираются на научный опыт, накопленный десятилетиями, и являются заделом в решении проблемы эмиссии и секвестрации углекислого газа.

Имеющийся опыт ВНИИМЗ в области земледелия, агро- и биотехнологий, создания сенокосных и пастбищных травостоев, позволяет перенести разработки института в проект по созданию карбонового полигона на территории земель, находящихся в пользовании. Основные работы на карбоновом полигоне ВНИИМЗ будут направлены на разработку комплексных решений, способствующих повышению величины секвестрации и депонирования органического углерода почвой в условиях Нечерноземья. Несмотря на то, что научное направление в области карбонизации почвы образовалось достаточно недавно, практически все многолетние разработки института косвенным образом ведутся в области углерод-секвестрирующих агротехнологий:

– разрабатываются орудия для обработки почвы, обеспечивающие улучшение водно-воздушного режима почвы. Например, разработан и применяется на практике агрегат для объемного щелевания почвы с одновременным заполнением образованных щелей смесью из растительных остат-

ков, измельченной соломы зерновых культур и гумусового слоя. Перспективность данного агрегата в депонировании углерода заключается в глубокой заделке соломы и гумусового слоя, как источника секвестрированного углерода, в почву;

- применяются адаптивные ресурсосберегающие агроэкологические севообороты, направленные на сохранение и повышение плодородия почв, с включением в обязательном порядке многолетних трав (клевер, клеверотимофеечная смесь), зернобобовых и покровных культур. Оптимальными для накопления почвенного органического углерода являются зернотравяно-пропашные севообороты, включающие в большей части многолетние травы и яровые зерновые, затем озимые и в меньшей степени пропашные (картофель) [1];
- ведется повышение эффективности использования удобрений за счёт увеличения дозы применяемых минеральных удобрений и совместного внесения компоста многоцелевого назначения и минеральных удобрений, что приводит к положительному балансу углерода в почве. Например, в опыте, проведенном с тремя уровнями интенсивности внесения удобрений (экстенсивном, базовом и интенсивном), содержание гумуса в 2020 г. по отношению к его значениям перед закладкой опыта (2011 г.) при применении экстенсивной технологии снизилось на 0,27 % абс., при базовом уровне внесении удобрений увеличилось на 0,12 % абс., а при высоких дозах увеличилось на 0,16 % абс. [2]. В основном это связано с формированием большей биомассы зерновых культур, и, как следствие, с увеличенным поступлением в почву пожнивно-корневых и соломистых остатков;
- разработка и внедрение препаратов биогенной и гуминовой природы в агробиотехнологии возделывания культур. Применение препаратов для некорневой обработки сельскохозяйственных культур способствует интенсификации процессов фотосинтеза. Процесс фотосинтеза является основой роста и продуктивности растений, повышения его эффективности способствует усилению поглощения  $CO_2$  из атмосферы. Самый простой способ интенсификации процесса фотосинтеза увеличение ассимиляционной поверхности листьев и биометрических показателей растений, второй повышение активности участвующих в процессе фотосинтеза ферментов. В состав биогенных и гуминовых препаратов, разработанных во ВНИИМЗ, помимо основных элементов питания (N,  $K_2O$ ,  $P_2O_5$ , Mg, Ca) входят и микроэлементы (Mn, Zn, Cu и Zp.), участвующие в процессе световой и темновой

фазы фотосинтеза и усиливающие образование хлорофилла, кроме того, гуминовые вещества способны снижать испарение воды с поверхности листьев;

— создание высокопродуктивных бобово-злаковых травостоев в системе укосных и пастбищных технологий, адаптированных к условиям осущаемых почв. Преимущество здесь за крупностебельными растениями, например, многолетней бобовой кормовой культуры — козлятника восточного. Данная культура может использоваться для лугового и полевого травосеяния, например, в выводных полях или при залужении склонов, характеризуется долгосрочным использованием (до 15 лет). После козлятника остается большое количество корневых и растительных остатков с секвестрированными углеродом, который депонируется в почве. Проведенными сотрудниками ВНИИМЗ исследованиями установлено повышение содержания гумуса почвы с 2,80% до 3,68 % за 8 лет произрастания козлятника на дерново-подзолистой глееватой почве [3].

Организация при поддержке Тверской области и Министерства образования РФ карбонового полигона на территории агрополигона ВНИИМЗ позволит разработать региональные рекомендации по применению секвестрационных технологий и использованию земель сельскохозяйственного фонда в методологии национальной системы учета баланса углерода и парниковых газов, провести анализ экономической эффективности мер по повышению депонирования и снижения эмиссий парниковых газов в почвенных и растительных системах Нечерноземья при внедрении разрабатываемых агротехнологий.

#### Список литературы

- 1. Васильева Г.М. Киотский протокол в глобальном историческом контексте // Вестн. Том.гос. ун-та. 2019. №439. С. 120-127. DOI: 10.17223/15617793/439/15
- 2. Петросян Р.Д., Окорков В.В. Роль почв в смягчении климатических изменений // Известия ОГАУ. 2019. №2 (76). С. 8-11.
- 3. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., Лапушкина В.Н. Эффективность удобрений в зависимости от погодных условий при возделывании картофеля на осущаемых землях // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 2. С. 17-20. DOI: 10.30850/vrsn/2020/2/17-20
- 4. Кобзин А.Г., Тюлин В.А., Иванова Н.Н., Вагунин Д.А.Влияние состава травосмесей с участием козлятника восточного и уровня минерального питания на продуктивность агрофитоценозов // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 10. С. 25-27.

#### ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАЗВИТИЯ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

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

Картофелеводство по своему значению считается одной из важнейших составляющих отраслей агропромышленного комплекса России. В последние годы главным производителей картофеля стало население, где сейчас сосредоточены основные посадки картофеля и достигнуты наиболее высокие урожаи данной культуры среди всех категорий хозяйств. Вместе с тем, сохранилась практика успешного выращивания картофеля сельскохозяйственными предприятиями, где картофель является достаточно доходной культурой, возделывание которой позволяет им в довольно сложных экономических условиях успешно работать. В целом же эффективность картофелеводства в настоящее время остается недостаточно высокой, которая определяется низкой урожайностью, высокой себестоимостью, а также плохим качеством выращиваемого картофеля, что определяет его цену и конкурентоспособность на рынке и т.д.

Современные знания и технологии позволяют выращивать урожаи картофеля на уровне 300 и более центнеров клубней с 1 га [1-2]. Поэтому должен рассматриваться весь комплекс технологических решений, позволяющих получать высокие и устойчивые урожаи качественного картофеля в соответствии с требованиями рынка. Одним из существенных недостатков отрасли картофелеводства, что ограничивает перспективность ее развития, является слабая материально-техническая база, сдерживающая увеличение производства картофеля, а также незавершенность технологического процесса, т.е. отсутствие современных предприятий переработки. Кроме того, из-за отсутствия серьезных маркетинговых исследований рынка картофеля существует проблема сбыта выращенной продукции. В ряде случаев реализации выращенного урожая мешает низкое качество товара при относительно высокой себестоимости.

Картофель до сих пор остается одним из основных традиционных продуктов питания для подавляющего большинства населения страны. Вместе с тем, в связи с постоянным удорожанием материально-технических ресурсов, необходимых для производства картофеля, растет его себестоимость, увеличивается его рыночная цена для потребителей. Не имея необходимых производственных и перерабатывающих мощностей, а также в достаточном количестве квалифицированных кадров, производители теряют свой инвестиционный потенциал и возможности для увеличения роста производства картофеля.

В решении указанных проблем, повышения эффективности производства картофеля, его урожайности и качества клубней, большое значение имеет разработка и внедрение более совершенных технологий выращивания картофеля, своевременное сортообновление, использование на посадку высококачественного семенного материала, применение ресурсосберегающих систем обработки почвы и ухода за посадками.

В 70-е и 80-е годы прошлого столетия в Нечерноземной зоне России было проведено значительное осущение переувлажненной пашни, часть которой в настоящее время используется для посадки картофеля. Основной технологией возделывания этой культуры до сих пор является гребневая посадка картофеля. Однако указанная технология имеет ряд существенных недостатков, в частности гребни обладают малой инертностью с точки зрения поддержания оптимального увлажнения почвы, а использование мощных современных пропашных тракторов приводит к значительному разрушению гребней и уплотнению почвы в зоне колес.

Анализ технологических схем посадки картофеля и исследования, проведенные во Всероссийском НИИ мелиорированных земель (ВНИИМЗ), показали, что наиболее перспективной технологией возделывания картофеля на осущаемых землях, испытывающих временное переувлажнение, является выращивание его на грядах.

Установлено, что на грядах создается лучший водно-воздушный и тепловой режимы почвы, посадки картофеля лучше освещаются и продуваются, что снижает риск поражения растений картофеля фитофторозом, а также создаются наиболее благоприятные условия для работы тракторов и агрегатов. Во ВНИИМЗ была усовершенствована грядово-ленточная технология возделывания картофеля, разработанная Дальневосточным НИИСХ для осущаемых и переувлажненных минеральных почв легкого механиче-

ского состава [3-5]. За 7 лет оценки грядово-ленточной технологии в производственных условиях прибавка урожая от возделывания картофеля на грядах составила более 20% по отношению к гребневой технологии. При этом производительность труда повышается в 1,2-1,8 раза, а себестоимость продукции снижается на 11,3-19,4%. Перечень технических операций по сравнению с гребневой технологией не претерпевает никаких изменений. Разница только в комплексе орудий для их выполнения.

Основной программой развития картофелеводства в Нечерноземной зоне является обеспечение картофелем и продукцией его переработки населения в необходимой потребности по более доступным ценам за счет удешевления производства. Поэтому общей стратегической задачей должны являться: повышение урожайности, улучшение качества, увеличение производительности труда, снижение себестоимости продукции, увеличение ее доходности, усиление инвестиционной привлекательности указанной отрасли. Для ее выполнения необходима разработка и реализация мероприятий, обеспечивающих расширение производственного потенциала для возделывания современных сортов картофеля различных направлений использования, востребованных по качеству и в объемах, необходимых для удовлетворения потребностей рынка при условии достаточной окупаемости затрат на его выращивание, а также создание экономических условий для реконструкции старых и постройки новых предприятий переработки картофеля в конечные пищевые продукты, отвечающие требованиям рынка.

В целях обеспечения внутренних социальнозначимых потребностей страны и отчасти снижение определенных существенных проблем у производителей со сбытом произведенной продукции, желательно введение государственного заказа на ежегодную поставку продовольственного и семенного картофеля.

Для реализации основных положений настоящей концепции требуется провести исследования возможностей и необходимости инвестиций в развитие картофелеводства, а также определить требуемые объемы инвестиций, сроки окупаемости и, самое главное, найти инвесторов.

Следует дать экономическую оценку технико-технологических мероприятий, определить наполняемость всей технологической цепочки — от поля до потребителя. Кроме того, нужно построить организационно-экономические и правовые условия отношений между исполнителями участвующими в данном процессе.

Для того, чтобы производители картофеля имели устойчивые конкурентные преимущества, необходимо: иметь низкие издержки производства, что дает возможность устанавливать цены, позволяющие привлечь клиентов, расширить объемы производства и продаж картофеля; повысить качество клубней; расширить ассортимент продукции.

Конкурентные преимущества должны быть усилены за счет предпродажной подготовки клубней и лучшего сервиса. Для лучшего продвижения картофеля на рынок, привлечения потребителей и увеличения объемов его продаж необходимо также вести маркетинговые исследования, активную рекламную деятельность и создавать новые, более эффективные каналы реализации.

По прогностическим оценкам спрос на картофель в ближайшие годы существенно меняться не должен. Все возможные расширения рынка картофеля, вероятно, будут связаны, прежде всего, с развитием переработки. При этом будет возрастать роль предпродажной подготовки клубней и продажи их в фасованном виде. Для удовлетворения спроса в перспективе постепенно должна возрастать роль крупных товаропроизводителей, применяющих современные технологии производства и подготовки к продаже картофеля.

#### Список литературы

- 1. Пшеченков К.А., Смирнов А.В. Подготовка почвы и удобрение картофеля //Картофель и овощи. 2015. № 5. С. 31-32.
- 2. Жевора С.В. Экологическая адаптивность перспективных сортов отечественной селекции и экономическая оценка их возделывания // Земледелие. 2019. № 5. С. 30-35.
- 3. Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Артемьев А.Е., Лапушкина В.Н. Совершенствование технологии возделывания картофеля на грядах. Материалы международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ «Мелиорация и водное хозяйство 21 века: проблемы и перспективы развития» г. Тверь. Россия. 2014. С.193-197.
- 4. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., Лапушкина В.Н. Эффективность удобрений в зависимости от погодных условий при возделывании картофеля на осущаемых землях. //Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 2. С. 17-20.
- 5. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., Гуляев М.В. Влияние различных факторов на формирование урожая и качество картофеля. //Аграрный вестник Урала. 2021. №04 (207). С. 34-42.

### ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРОШЕНИЯ САДОВ И ЯГОДНИКОВ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА

**Лукашевич В.М.,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, **Желязко В.И.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, **Константинов А.А.,** соискатель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия г. Горки, Республика Беларусь

Для обеспечения высокоэффективного производства плодов и ягод в объемах, достаточных для внутреннего рынка и формирования экспортных ресурсов, практическое воплощение в Республике Беларусь находит основное направление в интенсификации плодоводства — закладка крупных промышленных садов с применением в них передовой технологии и организацией базы для товарной обработки, хранения, частичной переработки, а также упаковки и реализации плодов. Изменяется породно-сортовой состав садов. Предпочтение отдается семечковым породам позднезимних сортов, пригодных для длительного хранения, возрастает доля ягодных культур, в т.ч.и нетрадиционных — брусника, голубика, клюква, что позволит произвести в 2022 году 800 тыс. тонн плодово-ягодной продукции [1].

Природные условия Республики Беларусь в целом благоприятны для произрастания многих плодовых пород, однако различные районы не равноценны по степени их благоприятности. Климат несколько ограничивает породный и сортовой состав насаждений в направлении с ее юго-запада на северо-восток. На основе комплексной оценки природных факторов, в которой в качестве предпочтительных использованы почвообразующие породы и рельеф, здесь выделено 10 районов перспективной концентрации орошаемого промышленного плодоводства с созданием 12,2 тыс.га садов интенсивного типа.

В настоящее время еще не установлены экспериментально обоснованные критерии обеспеченности плодовых культур влагой естественных осадков в различных природно-климатических зонах. Без влаги не могут протекать ни физические, ни биологические процессы. И все же продуктивность плодовых растений зависит от влаги в такой степени, в какой ее недостаток или избыток ограничивает использование имеющихся термических ресурсов для накопления растительной массы.

Влага – один из немногих факторов жизнедеятельности растений, поддающихся регулированию. Исследованиями установлено, что у плодовых растений фотосинтез наиболее интенсивно осуществляется не при полной насыщенности клеток водой, а наоборот при некотором дефиците влаги; ростовые же процессы происходят интенсивнее при высокой их обводненности. Наблюдения показывают, что даже кратковременное нарушение влаго-обеспеченности не проходит бесследно для плодовых деревьев, уменьшая их листовую поверхность, прирост побегов и штамбов, нарастание кроны, корневой системы и продуктивность [2].

Засушливые периоды способствуют ухудшению условий влагообеспеченности уплотненных садов интенсивного типа на низкорослых подвоях, отличающихся повышенной требовательностью к влажности почвы. Это связано с тем, что корневая система не проникает глубоко, активный влагообмен невелик, листья менее приспособлены к воздушной засухе. Поэтому в условиях неустойчивого режима естественного увлажнения и теплообеспеченности территории Республики Беларусь без орошения выращивание высоких урожаев плодовых культур практически невозможно.

По степени уменьшения устойчивости к недостатку влаги плодовые деревья располагаются в следующей последовательности: вишня, крыжовник, черешня, яблоня, слива, смородина черная. Обратный порядок характеризует сравнительную влаголюбивость пород. В порядке возрастания теплолюбивости их можно разделить на следующие группы: 1) земляника, малина, смородина, крыжовник; 2) яблоня, вишня; 3) слива; 4) черешня.

Для научного обоснования современных технологий орошаемого плодоводства (капельного полива и микродождевания) важно знать размеры расходных статей водного баланса в целом и плодового растения в отдельности. Эти вопросы мало исследованы в полевых и вегетационных опытах. Большинство исследователей, проводивших опыты в молодых и плодоносящих садах, определяли суммарный расход влаги садом. Исследователи, работавшие методом вегетационного опыта, изучали влияние водного режима на физиологические функции, рост и зимостойкость плодовых растений.

Нашими полевыми исследованиями при орошении дождеванием установлена более устойчивая корреляционная зависимость испарения с поверхности почвы от температуры воздуха, интенсивности транспирации яблоней – от дефицита влажности воздуха и существенная вариация их количественных показателей (0,04–0,44 мм/ч и 0,05–0,55 мг/мин.см²) в течение периода

вегетации. Задержание кроной атмосферных осадков с вероятностью превышения 5% может достигать  $7{\text -}26~\%$  в целом за май — сентябрь в зависимости от мощности листового покрова. При этом оказалось, что расход воды на транспирацию за годы исследований составил 58,7%, испарение задержанной кроной воды — 8,3%, испарение с поверхности почвы - 33,0~% от суммарного водопотребления яблоневого сада [2, 3].

Однако дополнительного научного обоснования, полевых исследований и разработки укрупненных экологически безопасных норм водопотребности плодово-ягодных культур, плодопитомников, ягодников и плантаций нетрадиционных культур интенсивного типа при микроорошении в Республике Беларусь явно недостаточно, а применение рекомендаций полученных для других условий требует специальной производственной апробации и подтверждения.

При разработке программы исследований по ресурсосберегающим технологиям полива и нормам водопотребности интенсивного плодоводства в Республике Беларусь учитывалось, что в предстоящей пятилетке здесь планируется переход от создания технически совершенных к экономически и экологически эффективным мелиоративным системам и отраслям агропромышленного комплекса, что потребует разработки и реализации использования орошаемых земель, обеспечивающего окупаемость затрат на их орошение и эффективное функционирование как систем капельного орошения, так и интенсивного плодоводства в целом.

Принятие эколого-экономически оптимальных решений в интенсивном плодоводстве определятся распределением ресурсов между факторами формирования урожая (сорт, вид, дозы удобрений, средства защиты, режим и технология полива), формированием товаропроводящей сети и т.д. При этом на современном уровне развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь потребуется получение максимальной прибыли и рентабельности производства при минимуме их затрат без нанесения экологического ущерба окружающей среде.

Данная задача может быть решена путем построения экономико- экологических моделей и установления подходов и расчетных зависимостей для их решения на основе анализа и обобщения необходимой информации, в том числе и для оптимизации водоемкости интенсивного плодоводства Республики Беларусь, как одной из составляющих экономически эффективного и эколого-безопасного развития отрасли. Предусматриваемые производственные полевые и специальные наблюдения и исследования позволят уточнить возможность применения рекомендуемых расчетных параметров [4] при обосновании режима капельного орошения садов и ягодников промышленного типа и его экономической эффективности.

Аппроксимация разработанных моделей оптимизации норм водопотребности будет проведена на базе ОАО «Александрийское» Шкловского района Могилевской области, где площадь промышленного сада с системой капельного орошения и микродождевания займет в ближайшей перспективе 350 га и заканчивается строительство современного фруктохранилища общей вместимостью 6,5 тысяч тонн яблок с регулируемой газовой средой. Затраты по созданию орошаемого сада на промышленной основе полностью окупятся примерно за три года [5].

#### Список литературы

- 1. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г. № 196.
- 2. Закон Республики Беларусь «О мелиорации земель» № 423-3 от 23 июля 2008 г.: принят Палатой представителей 24 июня 2008 г.: одобр. Советом Респ. 28 июня 2008г. Минск, 2008.
- 3. Желязко, В.И. Научно-практические и экологические аспекты орошения земель в Беларуси / В.И. Желязко, В.М. Лукашевич // Мелиорация и водное хозяйство. 2021. №2. С. 36-41.
- 4. Латушкина Г. В. Эффективность орошения кормовых и овощных культур в условиях Беларуси / Г. В. Латушкина, В.И. Желязко, В.М. Лукашевич // Мелиорация. 2021. №2 (96). С. 37-41.
- 5. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации: учеб.-метод. пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич. Горки: БГСХА, 2020. 250 с.

#### БИОТЕХНОЛОГИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ АПК

Медведева Л.Н., доктор экономических наук.

Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, г.Волгоград, Россия

Введение. Дальнейшее развитие сельского хозяйства трудно представить без эффективного использования водных ресурсов. Современные водохранилища являются основными центрами водозабора воды для мелиоративных систем, орошения, обеспечения городов и сельских поселений водой для хозяйственных нужд. Одним из важных этапов эволюции водоемов - формирование природной способности к самоочищению, отшлифовка химических и биологических процессов, направленных на снижение загрязняющих веществ, обеспечение условий для жизни и развития организмов [1,2]. Высокая инсоляция, свойственная южным регионам России, при малой конвекции водной массы в водохранилищах способствует существенному повышению температуры воды в поверхностном слое и на мелководьях [3]. Цимлянское водохранилище относится к классу загрязнённых, 50% проб воды не отвечает санитарно-гигиеническим нормам. Значение индекса Шеннона (степень структурированности биоценоза) составляет менее 1, что указывает на значительное отмирание зоопланктона и формирование илистых масс. Экологическое действие загрязняющих веществ проявляется на нескольких уровнях:

- организменном (наблюдается нарушение отдельных физиологических функций организмов, увеличение гибели рыб и беспозвоночных вследствие прямого отравления);
- популяционном (прослеживается изменение численности и структуры биомассы);
- биоценотическом (усиливается деградация экосистем, уменьшение видового состава, размытость экотонов).

В условиях антропогенного загрязнения водоемов, значительного отмирания фитопланктона, активного развития синезеленых водорослей наблюдается и ухудшение кислородного режима, появление заморных зон, что приводит к гибели рыб и зоопланктона. «Эффект цветения воды» создает

проблемы при заборе воды: забиваются фильтры, засоряются агрегаты насосных станций. Интенсивное размножение и широкое распространение синезеленых водорослей со всеми вытекающими из этого негативными последствиями свойственно для большинства водохранилищ во всем мире [3,4]. Имеющиеся методы борьбы с «цветением воды» имеют ряд недостатков: механические требуют высоких финансовых затрат, химические – экологически не безопасны. Решение проблемы лежит в плоскости применения биотехнологий, направленных на повышение качества природной воды на основе вселения зеленой микроводоросли *Chlorellavulgaris* штамма ИФР № С-111. Учеными ФГБНУ ВНИИОЗ (Волгоград) ведутся исследования по использованию биотехнологии – вселение зеленой микроводоросли - Chlorellavulgaris штамма ИФР № С-111 в природные и искусственные водоемы. Исследования проводились на заливах Волгоградского, Береславского, Варваровского и Карповского водохранилищ, 2021 году на заливах Нижне Яблочный и у хутора Красный Цимлянского водохранилища. В водоемах хлорелла является типичным планктером, достаточно удобна для постановки опытов и проведения разносторонних исследований. По количеству научных, научно-просветительских работ хлорелле принадлежит первое место среди всех микроводорослей нашей планеты. От других представителей фитопланктона микроводоросль Chlorellavulgaris отличается возможностью жизнедеятельности в широком температурном интервале (от 2 до 40°C), устойчивостью к шоковым реакциям (замораживание) и способностью развития в экстремальных условиях (термальные воды) [4]. Хлорелла способна развиваться в сточной воде коксохимического производства с концентрацией фосфора до 1 г/дм<sup>3</sup> [5]. В процессе фотосинтеза хлорелла выделяет большое количество кислорода (до  $14 \text{ мг/дм}^3$ ), который, находясь в атомарном состоянии (*instatum nascendi*), обладает повышенной способностью к окислению. Было доказано, что атомарный кислород способен разрывать длинные цепочки углеводородов, входящих в состав нефтепродуктов, образовывать свободные радикалы, которые оседая на дно водоемов, подвергаются дальнейшему разложению специфическими нефтеразлагающими бактериями [6]. Тяжелые металлы в этих условиях переходят в высшие степени окисления и образуют с анионами нерастворимые соединения, наблюдается снижение содержания в воде неорганических форм азота и фосфора, поскольку они являются питательными веществами для хлореллы. Утилизация хлореллой различных соединений, содержащих азот и фосфор, происходит достаточно эффективно, в результате, основа для питания и размножения синезелёных водорослей значительно

уменьшается. В результате вышеназванных процессов происходит улучшение многих химических, микробиологических и санитарно-гигиенических параметров воды, в том числе и таких важных показателей качества как ХПК и БПК (химическое и биологическое потребление кислорода) [6,7]. Целью исследования стало изучение состояния воды и биоорганизмов в Цимлянском водохранилище для повышения качества природной воды.

#### Материалы и методы

Для апробации технологии — вселение штамма *Chlorellavulgaris* ИФР № С-111 в Цимлянское водохранилище учеными ФГБНУ ВНИИОЗ были выбраны неглубокие заливы: Нижне Яблочный, залив у хутора Красный с возможностью подъезда к ним в весенний период, чтобы эффективно выполнить наблюдения, оценить возможное влияние на природные планктоценозы (на рисунке 1 схема размещения станций наблюдения).

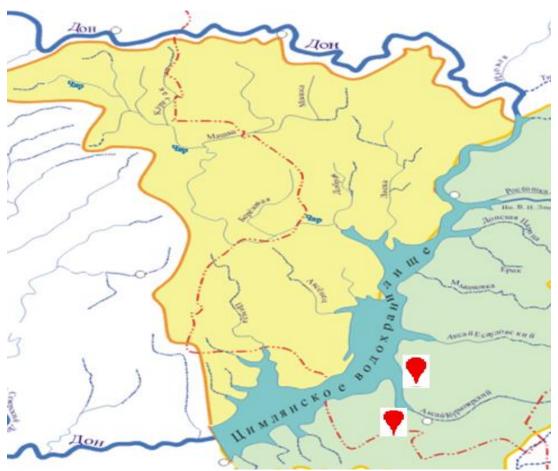


Рис. 1. Цимлянское водохранилище со схемой размещения станций наблюдения, 2020 г

Нижне-Яблочный залив является одним из отрогов большого по акватории Красноярского залива Цимлянского водохранилища, которому свойственно значительная изрезанность береговой линии. Площадь залива 83,2

га, глубины от 0,5 до 6 м. Правый берег относительно высокий с глинистыми обрывами, левый с пойменным лесом, песчаными пляжами. Верховье залива слабо заросло жесткой высшей водной растительностью, но подводная часть в результате мелководности развивается довольно интенсивно. В разгар «цветения воды» сине-зеленые водоросли создавали довольно высокие концентрации, ведущую роль играли роды: *Microcystisgrevillea, Planktothrixagardhii*. Залив у хутора Красный является прибрежной частью Потёмкинского плеса, с глубинами 0,5-5,0 м. В заливе находится питьевой водозабор г.Котельниково. В период нагонных явлений, акватория подвергается заселением огромных масс синезеленых водорослей. В период максимального прогрева воды 25,3°C (июль 2020 года) регистрировалось наибольшее видовое разнообразие – 42 вида, на синезеленые водоросли приходилось 50%, на зеленые, диатомовые и криптофитовые – 30%.

В структуре синезеленых водорослей преобладали: *Anabaena flosaquae*, *Aphanizomenonflos-aquae*., *Microcystisaeruginosa*, их биомасса в поверхностных слоях водоема достигала: 2,0 - 3,5 кг/м<sup>3</sup>. «Взрывное цветение» воды обеспечивал род *Microcystisaeruginosa*, внаветренной береговой зоне водохранилища его накапливалось до 10,5 кг/м<sup>3</sup>. По данным исследования 2021 года с мая в заливе Нижне-Яблочном уже наблюдалось значительное увеличение сине-зеленых водорослей (рисунок 2).

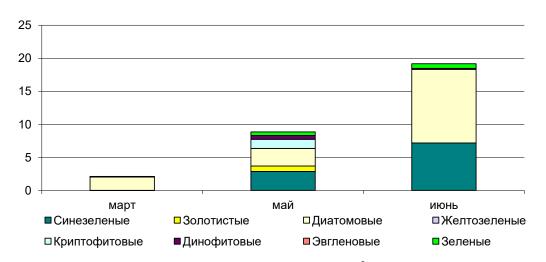


Рис. 2. Соотношение биомассы (г/м³) фитопланктона разных систематических отделов в Нижне-Яблочном заливе, март-июнь 2021 г

В 2021 году для обеспечения работ по научному гранту были определены станции наблюдения на Цимлянском водохранилище, составлен график отбора проб воды, зооплантона и вселения штамма *Chlorellavulgaris* ИФР  $\mathbb{N}$  C-111.

Результаты и обсуждения. В биореакторе (Патент РФ на полезную модель № 191241 «Установка для выращивания хлореллы», 2019 год, правообладатель ФГБНУ ВНИИОЗ), по согласованной рецептуре (Патент РФ № 1751981, правообладатель Н.И. Богданов) проводилось культивирование суспензии хлореллы в аквариумах при оптимальной температуре (+30° С) и комнатном освещении (лампа ДРЛФ-400 - 30000 лк). Качество суспензии штамма Chlorellavulgaris ИФР № С-111 определялось по техническим условиям ТУ 9291-003-1200-1826-05 (Патент РФ № 1751981) с помощью приборов: колориметр фотоэлектрический концентрационный (КФК-ХЛ 4,2) для определения оптической плотности и коэффициента пропускания суспензии штамма Chlorellavulgaris ИФР № С-111, рН метр для определения рН суспензии штамма Chlorellavulgaris ИФР № С-111, микроскоп биологический бинокулярный.

В целях адаптации штамма *Chlorellavulgaris* ИФР № С 111 к воде Цимлянского водохранилища и в последующем вселение в водоем был произведен эксперимент в лабораторных условиях. Отбор проб воды производили батометром в трех точках залива у хутора Красный Цимлянского водохранилища на глубине 2,5 м, 1 м, 0 (для эксперимента брали усредненные пробы). В 6-ти пластиковых сосудах было залито 0,4 л нефильтрованной водохранилищной воды. Один сосуд был контрольный, в остальные добавлено по 1, 5, 25, 100 мл суспензии штамма *Chlorellavulgaris* ИФР № С-111 с плотностью клеток 60 млн./мл.

После экспозиции в течение четырех суток при естественном освещении и температуре (+20 − +25° C) был получен следующий результат: в контрольном сосуде (0) никаких признаков развития водорослей не отмечено; в сосуде с добавлением 1 мл штамма *Chlorellavulgaris* ИФР № С-111 был обнаружен зоопланктон без признаков «цветения» воды. В поле зрения микроскопа наравне с естественным фитопланктоном отчетливо были видны клетки хлореллы. В третьем сосуде, куда добавляли 5 мл суспензии штамма *Chlorellavulgaris* ИФР № С-111, было обильное развитие зоопланктона. В поле зрения микроскопа хлореллы было больше, чем естественного фитопланктона. В остальных трех сосудах, где было внесено по 25, 50, 100 мл суспензии штамма *Chlorellavulgaris* ИФР № С-111, интенсивность окраски шла по нарастающей до темно-зеленого цвета. По техническим условиям темно-зеленая окраска свидетельствует о сильном развитии хлореллы.

В результате исследования было доказано, что естественная вода Цимлянского водохранилища вполне подходила для развития штамма *Chlo-*

rellavulgaris ИФР № С-111. Учитывая хороший рост штамма на воде Цимлянского водохранилища, было прокультивировано 20 литров суспензии хлореллы, предназначенной для дальнейшего культивирования и внесения в залив у хутора Красный.

Заключение. На основе проведенных исследований была получена доказательная база, что природная вода Цимлянского водохранилища вполне подходит для развития штамма *Chlorellavulgaris* ИФР № С-111, а использование биоремедиации положительно сказывается на качестве природной воды и состоянии зоопланктона, что, несомненно, должно привести к оздоровлению водоема, развитию рыб и безпозвоночным.

**Благодарности.** Исследование выполнено в рамках гранта Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта №7 от 10 декабря 2020 года «Восстановление экосистемы Дона на основе повышения потенциала микроводорослей, участвующих в развитии биологических ресурсов».

#### Список литературы

- 1. Сорокина Е. И. Экологические проблемы водных объектов Волгоградской области / Е. И. Сорокина, Л. Н. Маковкина // Актуальные проблемы права: материалы IV Международная научная конференция, ноябрь 2015. М.: Буки-Веди. 2015. С. 173-176.
- 2. Roiss O.New Horizons for the Application of Microalgae in the National Economy / Medvedeva, L.N., Roiss, O.// Advances in Intelligent Systems and Computingthis link is disabled.—2021. 1270. P. 733 —740
- 3. Чернова Е.Н. Физические и химические методы воздействия на цианобактериальное «цветение» водоемов. Обзор. / Е. Н. Чернова, Я. В. Русских, З.А. Жаковская // Региональная экология. 2018. № 3 (53). С. 39-61.
- 4. Медведева Л.Н. Внедрение природосберегающих технологий экологический императив в развитии регионов / Л.Н. Медведева, М.В. Фролова, М.В. Московец, А.В. Медведев // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2019. Т. 21. № 4. С. 126-140.
- 5. Tollefson J. Forecasting efforts target harmful plankton blooms // Nature. -2018.- T. 555 (7698). P. 569-570.
- 7. Московец М.В. Суспензия хлореллы направленное воздействие на экосистему водоема / Московец М.В., Торопов А.Ю., Фролова М.В. // Орошаемое земледелие. 2020. № 1. С. 46-49.

## РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОГРАНИЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИГАНТСКОГО БОРЩЕВИКА В РЕГИОНАХ РОССИИ

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

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

Особенность данной работы связана с широким распространением в России гигантского борщевика (грозящего экологической катастрофой, наносящего вред народному хозяйству, вызывающего травмы у людей, вплоть до летальных исходов). С другой стороны, люди на всей Земле недостаточно обеспечены продукцией животноводства с оздоравливающими природными свойствами. Актуальность этой НИР заостряется ее соответствием приоритетному направлению «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 г.» - №4 (г): «Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания» [1].

Научная новизна темы связана с недостаточной изученностью исследуемых объектов, с оригинальностью предлагаемых способов их использования и ограничения вредоносного распространения а, кроме того, с разносторонним (организационным, экономическим, экологическим и агротехнологическим) рассмотрением поставленных взаимосвязанных вопросов.

Цель проекта — достижение высокого уровня экономической и биологической (технологической) эффективности, малозатратности и природоохранно-гигиенической безопасности разрабатываемых экологизированных способов ограничения вредоносного распространения и использования гигантского борщевика.

Наш подход к работе — системное и взаимодополняющее, взаимоусиливающее решение остроактуальных, жизненно-значимых и инновационно-приоритетных проблем при их мультидисциплинарном исследовании и разработке мер практической реализации.

**Методы исследований.** Общие организационно-экономические аспекты работы мы трактовали в соответствии с проанализированной нами монографией, имеющей соответствующее данному профилю заглавие [2]. Экономическую эффективность предлагаемых способов использования и ограничения вредоносного распространения гигантского борщевика определяли в соответствии с общепринятой в настоящее время методикой [3].

Площади распространения гигантского борщевика и его повреждений фитофагами определяли по «Методике учета засоренности» [4]. Моллюскифитофаги 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 [5].

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. Экологический мониторинг при изучении растений борщевика и животных (видов моллюсков, насекомых и другой фауны) проводился в соответствии с его трактовкой в монографии «Экология» [6].

Мы проводим своеобразный аналитический мониторинг распространения гигантского борщевика. По мере возможности совместно с работниками Россельхозцентра, администрациями городских и сельских поселений (на общероссийском, областном и районном уровнях) непосредственно участвуем в обследованиях сельскохозяйственных угодий, территорий промышленных объектов и населенных пунктов с выявлением зарослей борщевика, дополнительно определяя, которые из них наиболее пригодны для разведения моллюсков, какие для использования как сырья при возможном производстве моторного топлива, спирта, сахара и других ценных веществ.

С особым вниманием отмечаются территории, где жизненно необходимо ограничивать распространение борщевика (главным образом, вблизи мест массового проживания людей). Далее делается выбор реалиизуемых способов ограничения, в т.ч., возможно из разрабатываемых с нашим участием эффективных и малозатратных экологизированных мер: организационно-профилактических, химических (дифференцированно-целевых), физических (в т.ч. механических с применение эксклюзивных орудий и материалов, квантово-энергетических), биологических (в т.ч. биотехнологических усиленных) и других.

Один из вариантов биологического способа ограничения распространения борщевика и одновременно — преодоления дефицита еды животного происхождения — вскармливание борщевиком моллюсков (рис.1).



Рис. 1. Сетчатый слизень и молодая виноградная улитка, питающиеся листьями борщевика Сосновского

В процессе мониторинга мы отметили территории, наиболее пригодные для разведения улиток (на ближайшую перспективу — 10 участков в Тверской области, прилегающих к бывшим животноводческим фермам (например, в бывшем ОПХ ВНИИЛ — в окрестностях поселка Славный Торжокского района — мощные заросли борщевика близ переставшей функционировать молочно-товарной фермы уже «сами собирают» аборигенных слизней и улиток, способствуют их размножению).

Образно выражаясь: там, где занимались крупным рогатым скотом и вырастили борщевик, естественно разводить «очень мелкий рогатый скот» – улиток, поедающих это растение эффективнее коров и (как выясняется) безболезненно для брюхоногих моллюсков. Наоборот, они на борщевике вырастают относительно крупнее, чем на других травах.

В некоторых местах произрастания борщевика в течение нескольких лет уже возможен сбор обитающих там моллюсков и их «икры» (яйцекладок). Такое «собирательство» можно сравнить с имеющим аналогичное название — периодом человеческой цивилизации, предшествовавшим животноводству. На более высоком организационно-экономическом уровне реально целенаправленное разведение стандартных улиток с использованием борщевика, как корма для них. Например, в Калязинском районе Тверской области ферма по выращиванию виноградных улиток получает неплохой доход при использовании разнотравья. Продукция улиточной фермы проиллюстрирована рисунком 2.



Рис. 2. Пример продукции улиточной фермы

Очевидно, не требуется специальных экономических расчетов для понимания выгоды выращивания таких улиток на борщевике. Кроме повышения их «привесов», достигается еще и социальный эффект — ограничение распространения борщевика. Вкусовые и оздоровительно-полезные качества

моллюсков, питающихся этим растением, изучаются. Есть основания полагать, что они даже превосходные («фирменно пикантные с усиленным свойством афродизиака»).

Еще большие перспективы могут быть достигнуты при разведении предоставленной племенным хозяйством Чехии «сухопутной улитки» (отличающейся от российской виноградной). Чешский моллюск и без борщевика растет, развивается гораздо быстрее (за 3,5-4,5 месяца вместо 2-3 лет). Таким образом, рентабельность улитководства повышается на 40%.

У этого нового для России вида улиток особыми оздоравливающими пищевыми свойствами обладает не только нога и икра, но еще и печень. Икра этой улитки — еще более, чем у других видов моллюсков, - сбалансированный витаминно-минеральный комплекс. Полезные вещества ее печени способствуют выделению холестерина из организма человека.

Маточное поголовье сухопутной улитки впервые на территорию нашей страны поступило в конце 2020 г. для разведения в двух фермерских хозяйствах Московской области. Уже завезено порядка 480 000 штук (около 4 тонн) такой улитки. Мы связываемся с Министерством сельского хозяйства Московской области и прорабатываем возможности сотрудничества по этому направлению. Справочно: в марте 2020 г. по указу Президента РФ улитководство внесено в список отраслей сельскохозяйственной деятельности на территории России.

#### Список литературы

- 1. Путин, В.В. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 г. / В.В. Путин // Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. N642. С. 9.
- 2. Поздняков, Б.А. Организационно-экономические аспекты технологизации льняного комплекса: Монография. / Б.А. Поздняков, М.М. Ковалев. Тверь: Областная типография. 2006. 208 с.
- 3. Гончаров, Н.Р. Экономическая оценка мероприятий по защите растений в условиях переходного периода. /Н.Р. Гончаров, О.П. Каширский, В.И. Долженко. С.-Петербург, Пушкин. 1999. 10 с.
- 4. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. М.: Агропромиздат. 1987. 384 с.
- 5. 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 научнопрактической 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.
  - 6. Тотай, А.В. Экология / А.В. Тотай (и др.). М.: Юрайт. 2011. 407 с.

## ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ХЕЛАТИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ

Смирнова Т.И., кандидат химических наук, доцент, Дроздов И.А., кандидат сельскохозяйственных наук, Павлов М.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», кафедра агрохимии и земледелия г. Тверь, Россия

Возросшие масштабы использования комплексонов и комплексонатов не только в сельском хозяйстве в качестве микроудобрений, для ремедиации почв, загрязнённых тяжёлыми металлами, но и в различных областях практической деятельности, в последние десятилетия XX века [1] и начале текущего века вызвали как значительное повышение их мирового промышленного производства, так и возникновение новых экологических проблем, связанных с попаданием этих соединений в окружающую среду [2,3]. Большую часть выпускаемых комплексонов представлена этилендиаминтетрауксусной кислотой (ЭДТУК или ЭДТА). Это соединение используется в качестве антиоксиданта в фармации; в производстве продуктов питания (пищевая добавка Е-385); для очистки котлов атомных реакторов, труб и оборудования теплосетей; в химической промышленности при получении полимеров и синтетических моющих средств; в целлюлозно-бумажной промышленности при производстве бумаги. В сельском хозяйстве комплексонаты биометаллов на основе ЭДТУК используются как эффективные микроудобрения. Одним из наиболее перспективных вариантов ремедиации почв, загрязнённых тяжёлыми металлами, считается фиторемедиация с применением хелатирующих веществ, переводящих металлы в растворимые, доступные для растений формы с последующей утилизацией этих растений. В качестве хелатирующего агента чаще всего используют ЭДТУК. При этом в настоящее время ЭДТУК считается одним из наиболее распространённых антропогенных загрязнителей, так как 70-80 % потребляемого количества попадает в окружающую среду. Некоординированная ЭДТУК и её комплексы с металлами не удерживаются водоочистными сооружениями и сточные воды, их содержащие, требуют дополнительной, достаточно дорогостоящей очистки [4]. В речных водах Европы и Северной Америки содержание ЭДТУК колеблется от 10 до 100 мкг/л [2]. Экологическая безопасность комплексонов и их комплексонатов, используемых в различных областях практической деятельности, определяется, преимущественно, способностью к быстрой утилизации с образованием нетоксичных продуктов при попадании в окружающую среду под влиянием естественных факторов. Вследствие химической устойчивости ЭДТУК очень слабо разрушается под действием физико-химических факторов [2,4]. Затруднена и биодеградация этого соединения, поскольку микроорганизмы-деструкторы ЭДТУК в окружающей среде очень редки [2,4]. По этим причинам возрастает актуальность поиска комплексонов, характеризующихся при высокой хелатирующей способности и экологической безопасностью с возможностью замещения ЭДТУК в большей или меньшей части областей практического применения. К числу весьма перспективных в этом плане веществ относятся комплексоны, производные янтарной кислоты (КПЯК), исследованные в значительно меньшей степени по сравнению с ЭДТУК и иными комплексонами, производными уксусной кислоты. Ранее было показано, что КПЯК под воздействием УФ излучения деградируют с большей скоростью по сравнению с их структурными аналогами, производными уксусной кислоты [5]. Поэтому представлялось интересным и практически значимым исследование возможности биоутилизации КПЯК при попадании их в окружающую среду. Целью представленного исследования было сравнительное изучение деградации комплексонов, производных уксусной кислоты и КПЯК: иминодиуксусной кислоты (ИДУК), этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТУК) и иминодиянтарной кислоты (ИДЯК), этилендиаминдиянтарнй кислоты (ЭДДЯК), транс-1,2-диаминоциклогександиянтарной кислоты (ДЦГДЯК).

Экспериментальная часть. При проведении опыта были использованы следующие реактивы: иминодиуксусная кислота (ИДУК) ч.д.а.; этилендиамин-N,N,N<sup>1</sup>,N<sup>1</sup>-тетрауксусная кислота (ЭДТУК) х.ч.; иминодиянтарная кислота (ИДЯК), этилендиамин-N,N<sup>1</sup>-диянтарная кислота (ЭДДЯК), транс-1,2-диаминоциклогексан-N,N<sup>1</sup>-диянтарная кислота (ДЦГДЯК), синтезированные на кафедре агрохимии и почвоведения Тверской ГСХА авторами; стандартный раствор  $Cu(NO_3)_2$  с концентрацией 0,005 моль/л, приготовленный растворением навески металлической меди (ос.ч.) в концентрированной азотной кислоте (х.ч.); мурексид в качестве индикатора; ацетатный буферный раствор с pH = 5.6; карбонатный буферный раствор с pH = 8.0. В качестве источников опытных микроорганизмов использовали биологический пестицид «Ризоплан Ж», представляющий собой водную взвесь

бактерий-псевдомонад *Pseudomonasfluorescens*(Россельхозцентр, Тверской филиал) и микробиологический препарат «Байкал ЭМ-1» – комплекс микроорганизмов: молочнокислых и фотосинтезирующих бактерии, сахаромицетов, актиномицетов (компания «Арго»).

В лабораторных условиях была исследована возможность биологической деструкции комплексонов, производных янтарной кислоты (КПЯК): ИДЯК, ЭДДЯК, ДЦГДЯК) и взятых для сравнения их структурных аналогов – комплексонов, производных уксусной кислоты: ИДУК и ЭДТУК, под действием микробиологических препаратов «Ризоплан Ж».

Исследована также подверженность свободных комплексонов (ИДЯК, ЭДДЯК, ДЦГДЯК, ИДУК и ЭДТУК) к биодеградации микроорганизмами, входящими в состав препарата «Байкал ЭМ-1». Для этого в 8 мерных колб на 500 мл приливали по 40 мл препарата «Ризоплан Ж», затем в добавляли по 50 мл карбонатного буферного раствора (рН = 8,0). В 5 первых колб вносили навески по 0,001 моль пяти комплексонов. Также в 5 мерных колб на 500 мл вносили по 40 мл рабочего раствора препарата «Байкал ЭМ-1», затем добавляли по 50 мл ацетатного буферного раствора (рН = 5,6) и в каждую — по навеске 0,001 моль комплексонов. Объём жидкости во всех колбах доводили до метки дистиллированной водой, после чего, перемешав содержимое, колбы закрывали ватными пробками. Параллельно готовили контрольные растворы по каждому варианту опыта без внесения биопрепаратов. Колбы с жидкостями оставляли в термостате при t = 22°C.

Все варианты опыта были заложены в двукратной повторности. По прошествии определённого времени из каждой колбы отбирали по 20 мл жидкости для анализа. Остаточное суммарное содержания лигандов и возможных продуктов их неполной деструкции, обладающих хелатирующей способностью, определяли титриметрическим методом с использованием раствора  $Cu(NO_3)_2$  с концентрацией 0,005 моль/лв качестве титранта и индикатором мурексидом.

Остаточное содержание хелатирующих веществ ( $\omega$ , %) рассчитывали по формуле:

$$\omega = C_i / C_0 \cdot 100\%$$

где  $C_0$ — концентрация определяемого компонента в исходном растворе, моль/л;  $C_i$ — концентрация определяемого компонента в растворе при каждом последующем определении, моль/л;  $C_i$ =  $V_{\rm T}$ :  $V_{\rm T}$  – объём титранта (мл) – раствора  $Cu(NO_3)_2$ , расходованный на титрование аликвоты опытной жидкости  $V_i$  = 20 мл;  $C_{\rm T}$ . – концентрация титранта – раствора  $Cu(NO_3)_2$ ) 0,005 моль/л.

**Результаты и их обсуждение.** Под воздействием биопрепарата «Бай-кал ЭМ-1» в растворах срН = 5,6 (средний уровень кислотности почв Нечерноземья), содержащих ИДУК, ИДЯК и ЭДДЯК, обнаружено сокращение общей концентрации хелатирующих веществ (табл. 1), в состав которых могут входить не только исходные комплексоны, но и продукты их неполной деструкции, обладающие хелатирующим действием [1,4].

Таблица 1 Остаточное содержание хелатирующих веществ в водных средах, содержавших комплексоны и препарат «Байкал ЭМ-1»;  $\omega$ , % от исходной концентрации (t =  $22 \pm 1^{0}$ C; pH = 5.6;  $C_{0}$ = 0.0020 моль/л)

No	Комплексон	Время, месяцы						
п/п	Rownstercon	0	1	2	3	4	4,5	
1	ИДУК	100	79	74	72	72	72	
2	ЭДТУК	100	100	100	100	100	100	
3	идяк	100	92	91	88	75	69	
4	ЭДДЯК	100	64	38	23	17	14	
5	ДЦГДЯК	100	100	100	100	100	100	

Процессу биодеградации вещества предшествует его сорбция на поверхности бактериальных клеток. Сорбция носит избирательный характер и зависит от природы сорбента и сорбтива, температуры, состава и рН среды. Далее комплексон должен транспортироваться через цитоплазматическую мембрану внутрь клетки. Механизм транспорта комплексонов через цитоплазматическую мембрану, исследовавшийся на ЭДТУК, остаётся до конца не выясненным. Предполагают, что комплексон проникает в бактериальную клетку в форме комплекса с каким-либо биометаллом (Mg(II), Ca(II), Mn(II) и др.), характеризующимся относительно невысокой устойчивостью.

Свободный лиганд при отсутствии в среде катионов металлов может связываться с катионами, адсорбированными на поверхности бактериальной клетки. Также предполагается, что существует энергозависимая транспортная система, переносящая комплексонат в цитозоль [2]. Подобный механизм транспорта, видимо, осуществим и для КПЯК. Наибольший уровень деградации ЭДДЯК под действием препарата «Байкал ЭМ-1» можно объяснить наличием в нём одного или нескольких видов микроорганизмов, осуществляющих избирательную адсорбцию этого комплексона, и содержащих

на своей поверхности необходимые катионы металлов, также обеспечивающих по отношению к ЭДДЯК комплементарность транспортёра.

Внутри клетки, по-видимому, биодеградация ЭДДЯК, ИДЯК и ИДУК на начальном этапе протекает под воздействием одних и тех же из групп почвенных микроорганизмов, но молекулы ЭДДЯК или продукты их первичной деструкции по причине их структурных особенностей оказываются пригодными в качестве субстрата для большего числа видов бактерий, содержащихся в препарате «Байкал ЭМ-1». Поэтому в условиях эксперимента наблюдается более глубокая деградация ЭДДЯК. Одновременно для комплексонов, характеризующихся наиболее высоким хелатирующим действием (ЭДТУК и ДЦГДЯК), изменения концентрации под влиянием препарата «Байкал ЭМ-1» в представленном опыте не обнаружено.

Более широкое утилизирующее действие на КПЯК и комплексоны, производные уксусной кислоты, оказал биопрепарат «Ризоплан Ж», представляющий собой водную взвесь почвенных бактерий *Pseudomonasfluorescens*. Псевдомонады широко распространены в природе. Их можно обнаружить в почве, в воздухе, в воде пресных и морских водоёмов, в нефти, в сточных водах и на газовых месторождениях. Бактерии рода *Pseudomonas* могут потреблять аминокислоты в качестве источников энергии, а также источников органических углерода и азота [2,6]. Как свидетельствуют результаты исследования, за время проведения опыта бактериальными организмами *P. fluorescens* частично (на 12-14%) были деструктированы 4 из 5 взятых для опыта соединений: ЭДТУК, ИДЯК, ИУК и ЭДДЯК (табл. 2).

Таблица 2 Остаточное содержание хелатирующих веществ в водных средах, содержавших комплексоны и препарат «Ризоплан Ж»;  $\boldsymbol{\omega}$ , % от исходной концентрации ( $t = 22 \pm 1^{0}\mathrm{C}$ ; pH = 8.0;  $C_{0} = 0.0020$  моль/л)

No	Комплексон		Время, месяцы						
п/п	или комплекс	0	1	2	3	4	4,5		
1	ИДУК	100	62	31	10	7	2		
2	ЭДТУК	100	93	90	88	88	88		
3	ИДЯК	100	96	94	92	89	86		
4	ЭДДЯК	100	97	96	93	91	88		
5	ДЦГДЯК	100	100	100	100	100	100		

Практически полная деградация под действием препарата «Ризоплан Ж», выявлена только для одного из пяти комплексонов – ИДУК, вполне объясняемая несложной структурой молекулы, позволяющей осуществить деградацию в одну стадию [2]. Однако экологическая безопасность ИДУК, основанная на деградабельности, не обеспечивает расширения сфер применения этого соединения по причине его низкой хелатирующей способности [1].

Внутриклеточная окислительная деструкция ЭДТУК, осуществляемая лишь несколькими достаточно редкими микроорганизмами (в т.ч. из рода *Pseudomonas*), выделенными из осадков городских сточных вод, протекает в 2 стадии с поочерёдным отщеплением двух молекул глиоксилата и образованием этилендиамин-N,N¹-диуксусной кислоты — соединения с умеренным хелатирующим действием [1]. Дальнейшие превращения этого соединения могут осуществляться по разным путям [2].

Для ИДЯК и ЭДДЯК также можно предполагать сходный механизм превращений, приводящий к образованию амино- и диаминодикарбоновых кислот как промежуточных продуктов биоутилизации. Однако полной деструкции ИДЯК, ЭДДЯК и ЭДТУК в опыте не наблюдалось.

По-видимому, организмы P. Fluorescens не содержат набора ферментов, необходимых для полной деградации аминокарбоновых кислот. Производное 1.2-диаминоциклогексана —ДЦГДЯК под действием препарата «Ризоплан Ж» разложением не было затронуто, что можно объяснить большими по сравнению с другими комплексонами размерами молекулы, затрудняющими или делающими невозможным проникновение ДЦГДЯК в бактериальную клетку.

В литературных источниках содержатся сведения об аэробных и анаэробных микроорганизмах-деструкторах циклогексана, обитающих в окружающей среде [7]. Однако в составе препаратов «Байкал ЭМ-1» и «Ризоплан Ж» наш опыт не обнаружил микроорганизмов, способных использовать ДЦГДЯК и комплекс В-ДЦГДЯК в качестве субстратов, и вопрос биоутилизации и экологической безопасности этих соединений остаётся неразрешённым.

Данные представленного эксперимента подтвердили сведения о значительной стабильности молекул самого распространённого из комплексонов — ЭДТУК, обнаружившего в представленном опыте минимальную способность к биодеградации. По устойчивости к биодеградации комплексоны, использованные в эксперименте, можно расположить в ряд: ДЦГДЯК > ЭДТУК > ИДЯК > ЭДДЯК > ИДУК.

Заключение. Из числа трёх исследованных КПЯК два (ИДЯК и ЭДДЯК) могут быть использованы в качестве субстрата почвенными микроорганизмами, входящими в состав биопрепаратов, применяемых в сельскохозяйственном производстве «Байкал ЭМ-1» и «Ризоплан Ж», т.е. при попадании в окружающую среду комплексоны могут подвергаться биоутилизации.

В природных условиях под воздействием значительно большего числа микроорганизмов биоутилизация этих комплексонов должна протекать с большей скоростью и полнотой. Вполне сравнимые по хелатирующей способности с ЭДТУК и более безопасные в экологическом плане ИДЯК и ЭДДЯК могут успешно заменить этот самый распространённый из комплексонов в различных областях практической деятельности и сельском хозяйстве в том числе.

#### Список литературы

- 1. Дятлова Н.М., Тёмкина В.Я., Попов К.И. Комплексоны и комплексонаты металлов. М: Химия. 1988. 544 с.
- 2. Дедюхина Э.Г., Чистякова Т.И., Минкевич И.К. Биодеградация ЭДТА. Вестник биотехнологии и физико-химической биологии. 2007. Т.3. №2. С. 40-49.
- 3. Bucheli WitshelM., EgliT. Environmentalfateandmicrobialdegradationofamino-polycarboxylicacids. FEMSMicrobiol.Rev. 2001.V. 25. № 1. P. 69 106.
- 4. ChistyakovaT.I., BelikovaV.L. SalrouldinovA.D. DedyukhinaE.G., EroshinV.K. Ano-velEDTA-degradingPseudomonassp. WorldJ. Microbiol.Biotechnol. 2005 Vol. 19. P. 977-980.
- 5. SmirnovaT.I., KhizhnyakS.D. Nikol'skiiV.M. KhalyapinaY.M. PakhomovP.M.Degradationofcomplexonsderivedfromsuccinicacidunderuvradiation. Russian Journal of Applied Chemistry. 2017. Vol. 90. No. 4. P. 406-411. DOI: 10.1134/S1070427217040024.
- 6. Смирнов<br/>В.В., Киприанова Е.А. Бактериирода<br/>*Pseudomonas*. Киев . Наукова думка, 1990. 264 с.
- 7. Миндубаев А.З. Микроорганизмы деструкторы и их роль в очистке природных сред (обзор). Живые и биокосные системы. 2020. № 31, chrome-extension://mhjfbmdgcfjb-bpaeojofohoefgiehjai/index.html

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ОРОШЕНИЯ ДОЖДЕВАНИЕМ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Семененко С.Я., доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет г. Волгоград, Россия

Сегодня в стране имеются сотни комплексов по производству молока, говядины и свинины на промышленной основе, которая позволяет им быть, с одной стороны, высокорентабельными предприятиями, а с другой – источником сильнейшего экологического воздействия.

На крупных комплексах, в результате концентрации большого поголовья животных на ограниченных площадях и их бесподстилочного содержания, образуются большие массы жидкого навоза и навозных стоков, которые в зависимости от вида животных и системы навозоудаления составляют от 250 до 300 т/сут (от 90 тысяч до 1 млн. т /год.) Эти высококонцентрированные, по органическим и минеральным веществам сточные воды, имеют к тому же высокую бактериальную обсемененность. Хранение, обезвоживание и утилизация огромных количеств жидкого навоза является сегодня серьезной гигиенической и экологической проблемой. Наиболее перспективное направление в решении проблем охраны водных ресурсов и экономного их расходования – использование животноводческих стоков для орошения сельскохозяйственных культур, в процессе которого обеспечивается круговорот биологически важных элементов почвенного плодородия для земель, надежная охрана водных ресурсов и окружающей среды от загрязнения [1,2].

Для полива животноводческими сточными водами используются традиционные способы орошения: поверхностное, внутрипочвенное, дождевание. Однако впочвенно-топографических условия Белгородской области на наибольшем количестве орошаемых стоками комплексов площадей, применяются дальнеструйные дождевальные машины (ДДН), агрегатируемые на тракторах 3-4 тягового класса.

Задачей научного сопровождения сельскохозяйственного производства является разработка и внедрение технологий, их элементов, а также машин, орудий и механизмов, максимально адаптированных к условиям конкретного

поля с целью получения заданного уровня урожайности без нарушения экологического равновесия орошаемых агроландшафтов.

Одним из основных факторов формирования урожая является наличие легкодоступной влаги в активном слое почвы, что оказывает решающее значение для роста и развития растений и, в конечном итоге, существенно влияет на создание урожая. Необходимо установить наиболее благоприятные условий формирования урожая, в первую очередь, должен быть определён оптимальный режим почвенной влажности и соответствующий ему поливной режим.

В процессе исследований разных поливных режимов сельскохозяйственных культур важно установить верхнюю и нижнюю оптимальные границы допустимой влажности почвы, обеспечивающей нормальную жиз¬недеятельность растений и в соответствии с этим установить поливной режим. Правильно установленный поливной режим обеспечивает получение наибольшего урожая при наименьших затратах труда и средств производства. Однако поливной режим, состоящий из определения размера поливной нормы, числа и сроков полива, необходимо увязывать с топографическими условиями орошаемого поля, и определять эрозионно допустимую поливную норму с целью исключения поверхностного стока, как того требует соответствующий СНиП [3,4].

В Белгородской области, в условиях темно-серых лесных почв, среднегумусных (2,9...3,7 %), глинистых по механическому составу были проведены опыты по изучению сравнительной экологической эффективности технологий полива люцерны дождеванием ДМ ДДН-70 на полях с уклонами поверхности 0,006 и 0,012.

Поливы производились поливной нормой 450 м3/га (соответствует предполивной влажности почвы не ниже 85 %HB) и 550 м3/га (соответствует предполивной влажности почвы не ниже 75 % HB).

Технологическая схема полива принята «по кругу» и «по сектору» (движение ДМ вверх по уклону).

Особенностью орошения ЖСВ является необходимость ежемесячного отбора проб в течение всего вегетационного периода для определения химического состава и оценки пригодности их для орошения. Химический состав ЖСВ, поступающих с комплекса КРС АО «Рассвет» характеризуется слабощелочной реакции среды, бикарбонатным составом, большим количеством взвешенных веществ (бихроматная окисляемость 5670 мг/л),

высокой удобрительной ценностью (азота - 720 мг/л, фосфора - 56,7 мг/л, калия - 440 мг/л).

Данные ЖСВ относит ко II группе, подгруппе Б, которые можно использовать для орошения на всех типах почв, кроме солончаков. Подготовка их для орошения заключается в шестимесячном отстаивании и разбавлении в вегетационный период в 3...5 раз [5].

Годовая норма внесения стоков принимается по тому элементу, которого в поливном растворе находится максимальное количество.

Норма внесения стоков составляет: по азоту-1700, фосфору-4300, калию-3300 м3/га. Объем внесения стоков лимитируется азотом. До использования ЖСВ для орошения необходимо произвести их мелиоративную оценку. Эти расчеты необходимо проводить в каждом конкретном случае.

Установлено, что не осветленные и неразбавленные ЖСВ, рассчитанные по формулам различных исследователей, применять не рекомендуется, хотя пределы, предложенные Департаментом сельского хозяйства США, допускают более высокое соотношение катионов. Разбавленные трехкратно природной водой, ЖСВ отвечают всем требованиям для климатических условий Белгородской области.

Поливной режим люцерны определяется биологическими особенностями, почвенными условиями района и погодными условиями года прежде всего осадками и температурой.

Анализируя число поливов, необходимо отметить их увеличение с уменьшением значений ГТК Селянинова, не зависимо от способа орошения. При орошении дождеванием на критическом уклоне (0,012) для поддержания влажности потребовалось проведение дополнительного полива. Это связанно с тем, что увеличенный уклон, увеличивая скорость стекания не впитавшихся стоков, уменьшает время впитывания, что в свою очередь не позволяет довести влажность в расчетном слое почвы до заданного значения.

Установлено увеличение оросительной нормы при поливе дождеванием по сравнению с ВПО на 12,0...23,0 % при влажности 65 % НВ и на 24,4...29,0 при влажности 75 % НВ в зависимости от гидротермических условий года при аналогичных топографических условиях. Максимальный объем внесения стоков с орошаемой водой составил 1630 м3/га, т.е. превышение допустимого объема (1700 м3/га) не наблюдалось.

Давая экологическую оценку способов орошения с использованием ЖСВ, в плане несоответствия скорости подачи оросительной воды и

скорости ее впитывания, и, таким образом, появления поверхностного стока, следует отметить, что в исследуемых условиях при проведении 86 поливов за три года на системе ВПО образование поверхностного стока не наблюдалось.

Повышение пьезометрического напора в увлажнителе на 15...20 см сверх установленного (оно необходимо для смачивания поверхности почвы после посева для получения дружных всходов), позволяет получить выклинивание воды, однако сток при этом отсутствует. Для повышения экологической безопасности поливов с применением ЖСВ рекомендуется применять ВПО или его разновидность - кротово-внутрипочвенное.

В Белгородской области для орошения небольших участков в сложных рельефных условиях используется ДМ ДДН-70. Достоинством ее является высокая мобильность и компактность. Однако дальнеструйные дождевальные машины являются наиболее опасными для почвы с точки зрения энергетических характеристик дождя. Крупные капли падают с высоты около 20 м и оказывают сильное эрозионное воздействие на почву. Наиболее интенсивное это воздействие наблюдается в конце струи.

Высокая интенсивность дождя в эллипсе разбрызгивания приводит к образованию стока уже при норме 200...250 м3/га, поэтому при поливе молодых растений на малопроницаемых почвах следует увеличить степень дробления струи путем установки сопла с меньшим диаметром выходного отверстия.

Гостищев Д.П. (1983), исследовав работу ДДН-70 с биологически очищенными ЖСВ с содержанием взвешенных частиц не более 150 мг/л, показал, что характеристики работы не отличаются от работы при использовании чистой воды.

Однако, при использовании ЖСВ с содержанием взвешенных частиц 30...35 г/л, дальность полета струи уменьшилась на 9 %, а интенсивность дождя увеличилась на 35 %, при этом на полях с уклонами 0,015...0,002 бессточная поливная норма составляет не более 150 м3/га.

Проведенные в нашем опыте, измерения диаметра капель дождя при поливе ЖСВ указывают на значительное (более 20...35 %) увеличение его по сравнению с природной водой.

Установлено, что диаметр капель дождя по длине облака увеличивается с увеличением расстояния от машины. Это наблюдается как с использованием природной воды, так и с ЖСВ.

Средний диаметр капель дождя с ЖСВ увеличивается с 1,20 мм в начале облака до 6,29 мм в его конце, т.е. наблюдается увеличение в 5,24 раза.

По сравнению с природной водой, у ЖСВ средний диаметр капли на 11,1...27,8 % выше. Максимальный диаметр капли ЖСВ на 31,2...40,6 % выше, чем у природной воды. Это эффект влияния взвешенных веществ в ЖСВ и повышенной вязкости.

Интенсивность увеличения, как среднего диаметра капли, так и максимального, возрастает к концу облака. Это указывает на то, что при увеличении времени полета капель интенсивнее происходит процесс их «слияния», ввиду наличия в их составе органического вещества. Образовавшаяся «макро-капля» диаметром 10...19 мм, падая с высоты 20м, разрушает почвенную структуру и оказывает сильное эрозионное воздействие, разрушая почву.

Микрочастицы почвы кольматируют почвенные поры совместно со взвешенными веществами ЖСВ и вызывают резкое уменьшение времени наступления поверхностного стока и его увеличение, а также ухудшают условия промачивания почвы, и для поддержания заданного уровня влажности необходимо проведение дополнительных поливов.

На экологическую безопасность орошения ЖСВ, кроме диаметра капель дождя, влияет и его интенсивность.

При совместной работе многосопловых насадок, таких как у ДДН-70, наблюдается уменьшение интенсивности дождя от конца струи к ДМ, т.е. наблюдается закон обратной связи. Это объясняется тем, что на расстоянии 5 - 35...40 м наблюдается наложение дождя (суммирование интенсивности), выдаваемого большим и малым соплами.

При орошении природной водой средняя интенсивность дождя уменьшается по длине облака от 0,87 до 0,16 (среднее значение 0,30мм/мин) при работе по кругу, и от 1,17 до 0,26 (среднее значение 0,64 мм/мин) при работе по сектору.

В нашем опыте ЖСВ увеличили интенсивность дождя при поливе «по кругу» на 26-34% (1,09-0,21 мм/мин), а при поливе «по сектору» на 29-37% (1,51-0,935 мм/мин). Среднее значение интенсивности дождя составило соответственно 0,52 и 0,85 мм/мин, т.е. при поливе «по сектору» интенсивность увеличилась на 38,8%.

Использование технологий полива «по кругу» уменьшает интенсивность дождя, и после каждого прохода струи на поверхности почвы образуется слой воды, который к следующему проходу должен впитаться. Благоприятные топографические условия, которые создаются при уклоне 0,006, позволяют оросительной воде почти в полном объеме впитаться почвой.

Достоковая поливная норма при проведении первого полива составила 210 м3/га, поэтому сток составил 4,5 %. К шестому поливу, за счет уменьшения скорости впитывания стоков ввиду кольматации почвенных пор, достоковая поливная норма составила 107 м3/га, что увеличило более чем в два раза потери воды на сток.

Анализируя динамику стока по величине поливной нормы, отмечаем, что существенного различия в применении поливной нормы в 550...450 м3/га при уклоне 0,006 не наблюдается. Меньшее количество поливов с более длительным воздействием дождя при норме 550 м3/га увеличивает межполивной период, в течение которого структура почвы восстанавливается в большей степени, чем при менее длительном энергетическом воздействии дождя, но с меньшим периодом восстановления.

Поскольку экологическое воздействие поливных норм практически равнозначно, выбор ее размера должен осуществляться исходя из цели и затрат на утилизацию дополнительного объема стоков.

Как утверждают многие исследователи, эрозия почв возникает и развивается при поливе дождеванием при уклонах орошаемых полей от 0,005, при уклонах 0,01 смыв почвы превышает накопление, а при уклоне 0,03 производить полив дождеванием без научного подбора техники и технологий полива и обработки почв для конкретного орошаемого участка, и проведения комплекса противоэрозионных мероприятий недопустимо.

Исследованиями установлено, что производство поливов на уклоне 0,012 значительно увеличивает объем поверхностного стока при поливе ДДН-70 «по кругу». Увеличение уклона способствует уменьшению достоковой поливной нормы с 147 м3/га в весенний период, до 118 м3/га в осенний. Достоковая поливная норма, уменьшаясь с каждым поливом, приводит к потерям оросительной воды при m = 550 м3/га в размере1881,4 м3/га за сезон (потери составили 48,87%).

Такой объем стока более чем в 3 раза превышает допустимый предел для данного типа почв. При уклоне 0,012 технология полива «по кругу» обладает максимальной экологической опасностью при увлажнении участка поля, лежащего ниже по уклону от точки стояния дождевальной машины и особенно вниз по линии уклона от машины. Это связанно с уменьшением угла падения капель дождя в нижней части поля, что «провоцирует» образование сосредоточенного потока, увеличение стока и перенос почвенных частии.

Экологически безопасной технологией полива ЖСВ ДМ ДДН-70 для условий Белгородской области является технология полива «по сектору». И хотя сокращение площади одновременного полива приводит к увеличению средней интенсивности дождя с 0,52 до 0,85 мм/мин, а частые переключения направления движения ствола приводят к образованию участков избыточного полива на границе сектора, общий объем поверхностного стока значительно снижается.

При поливной норме 550 м3/га в первый полив сток был в 2,44 раза меньше, чем при поливе «по кругу». Такая закономерность сохраняется при всех поливах.

В итоге за оросительный сезон потери оросительной воды на сток при поливе «по сектору» уменьшилась в 2,41 раза, и составила 779,6 м3/га. В процентном отношении сток составил 20,3% от поданного объема, что на 4,3% превышает допустимый показатель. Если при поливе «по кругу» уменьшение поливной нормы до 450 м3/га не оказало существенного влияния на величину стока по сравнению с нормой 550 м3/га, то при поливе «по сектору» данное уменьшение оказало решающую роль в уменьшении стока. В связи с уменьшением продолжительности полива происходит уменьшение объема стока в каждом поливе по сравнению с технологией «по кругу» и поливной нормой 550 м3/га, хотя закономерность увеличения объема стока от количества поливов сохраняется. За оросительный период на данной технологии было потеряно 715,1 м3/га поливной воды, что на 64,5 м3/га меньше, чем на той же технологии, но с поливной нормой 550 м /га, и на 1166,3 м /га меньше, чем с той же поливной нормой, на технологии «по кругу».

Следует так же отметить, что при поливе «по сектору» мы применяли такой противоэрозионный прием, как увеличение высоты скашивания люцерны. Это позволяет, кроме уменьшения объема стока при первом поливе после скашивания, увеличить объем поливной воды задерживающейся на растениях. Учитывая повышенную клейкость ЖСВ, на растениях может задерживаться от 0,8 до 1,2 мм поливной воды.

Таким образом, для условий критических уклонов Белгородской области при поливе ЖСВ ДМ ДДН-70 рекомендуется применять технологию полива «по сектору» с увеличенной высотой скашивания люцерны.

#### Список литературы

1. Экологические аспекты мелиорации земель юга Нечерноземья / Под общей редакцией доктора с.-х. наук Ю.А. Можайского, канд. техн. наук В.И. Желязко М.: Изд. Московского университета, 2003. 319 с.

- 2. Семененко С.Я. Влияние техники полива на ирригационную эрозию в условиях Нижнего Поволжья / С.Я. Семененко // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий. Рязань, 2004. С. 163-166.
- 3. Голченко М.Г. Орошение сточными водами / М.Г. Голченко, В.И. Желязко. М.: Агропромиздат, 1988. 104 с.
- 4. Семененко С. Я. Эффективное использование стоков животноводческих комплексов / С.Я. Семененко, О.М, Агеенко // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: Материалы международной научно-практической конференции, г. Волгоград, 10-12 февраля 2021 г. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2021. Том 3. 504 с. С. 69-744.
- 5. Додолина В.Т. Принципы классификации сточных вод по агромелиоративным показателям / В.Т. Додолина // Использование сточных вод для орошения / ВАСХНИЛ. М.: 1975. С. 70-82.

#### УДК 631.6

# ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОВОЛЖЬЯ

**Шадских В.А.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, **Кижаева В.Е.,** кандидат сельскохозяйственных наук Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Россия

В Поволжье стабильность производства сельскохозяйственных культур напрямую зависит от уровня развития мелиорации. Следует отметить, что в настоящее время находящиеся в эксплуатации орошаемые земли не оказывают решающего влияния на нейтрализацию последствий неблагоприятных погодных условий при наращивании объемов производства сельскохозяйственной продукции. Существующие темпы и объемы восстановления агроресурсного потенциала мелиорации пока не соответствуют современным требованиям и нуждаются в модернизации [2].

В этой связи «Стратегия восстановления и устойчивого развития мелиоративного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» предполагает участие государства в восстановлении мелиоративного потенциала

на современном техническом и технологическом уровнях и предлагает комплекс экономических и организационных мер, в решении которых обязательно должны учитываться зональные особенности производства сельскохозяйственной продукции [3].

Целью исследований являлосьобоснование основных агромелиоративных направлений дальнейшего развития орошаемого земледелия в засушливой зоне Поволжья. Кроме того необходимо определить основные проблемы развития мелиорации Поволжского региона и предложить основные пути их решения, дать обоснование рациональных площадей орошаемых земель в соответствии с требованиями научной системы ведения сельского хозяйства.

С 1990 г. орошаемое поле Поволжья сократилось с 1,7 до 1,1 млн. га, или на 34,3%, из которых поливается не более 50-60 %. В последние годы прироста орошаемых площадей, существенного обновления мелиоративных фондов, в регионах с наиболее развитым орошением, не наблюдается (табл. 1).

Таблица 1 Динамика ресурсного потенциала орошаемого земледелия в Поволжье за 30-летний период

		Поволжье,			В том числе:											
Наименова-		110во. Все	-		Во	лгог <u>ј</u> об		ая	Сама	прска	я обл	іасть	Cap	атово	ская (	обл.
ние	1990	2000	2010	2020	1990	2000	2010	2020	1990	2000	2010	2020	1990	2000	2010	2020
	год	год	год	год	год	год	год	год	год	год	год	год	год	год	год	год
Ирригацион- ный фонд, тыс. га		660	3,0			200	0,0			783	3,0			281	0,0	
Наличие оро- шаемых сх. угодий, тыс. га	1690,0	1154,0	1103,2	1101,8	352,6	256,0	185,8	182,3	189,0	147,0	141,6	140,7	453,5	257,3	257,3	257,3
Введено оро- шаемых зе- мель, тыс. га	27,6	0,77	-	-	9,1	0,01	-	-	3,3	0,03	-	-	14,0	-	-	-
Комплексная реконструкция, тыс. га	40,7	22,89	8,6	9,9	15,1	6,98	6,0	6,4	2,2	0,75	0,5	0,8	10,6	6,52	1,5	1,7
Земли с неудовлетворительным мелиоративным состоянием, тыс. га	226,6	239,6	256,2	258,2	52,8	47,3	30,0	30,0	14,7	10,2	4,1	4,3	64,9	46,5	25,3	25,8

Поливной и агроресурсный потенциал Поволжья необходимо восстанавливать. По регионам зоны площадь орошаемой пашни может значительно изменяться в соответствии с программами развития агропромышленных комплексов.

Площадь орошаемых земель необходимых для стабильного развития сельского хозяйства рассчитана на примере Саратовской области. Орошаемые земли области составляют 23% от общей площади орошения в Поволжье и, в основном, сосредоточены в заволжских районах. Для определения рациональных площадей орошаемых земель принята площадь кормовых угодий, доведенная, в соответствии с требованиями научно обоснованной структуры посевных площадей до 65,6% (табл. 2).

Таблица 2 Рациональные площади орошаемых земель и их структура дляусловий засушливого Поволжья

	]	Культуры и группы культур						
Показатели	Зерновые и зерно- бобовые	Овощи и карто- фель	Кормо- вые, всего	в т. ч. много- летние травы	Про- чие	Итого		
Площадь, тыс. га	47,2	29,0	145,4	70,0	-	221,6		
Структура посевов, %								
<ul><li>фактическая</li></ul>	31,1	12,3	47,0	18,6	9,6	100,0		
– рекомендуемая	21,3	13,1	65,6	31,6	-	100,0		

Установлено, что высокий удельный вес кормовых культур в структуре посевов на поливных землях обусловлен не только потребностью животноводства в соответствующих видах кормов, но и достаточно высокой эффективностью их производства, особенно многолетних трав.

Совершенствование системы ведения орошаемого земледелия зависит от размещения сельскохозяйственного производства территориально по различным регионам, районам, зонам и т.п., а также от его уровня специализации и концентрации. Оптимизация структуры посевных площадей на орошаемых землях позволит повысить удельный вес орошаемых земель в общей площади пашни по отдельным типам хозяйств.

Диагностика состояния орошаемых земель Поволжья дает основание считать, что основные негативные тенденции не преодолены, возрастает

необходимость в обосновании направленности почвенных процессов орошаемых земель и проведении работ по реконструкции и восстановлению, росту агромелиоративного потенциала [4, 5].

Площадь орошаемых земель Поволжья, подлежащая реконструкции с целью восстановления мелиоративно освоенных площадей, улучшения технико-эксплуатационных показателей, дооснащения оросительных систем совершенной поливной техникой, составляет более 400 тыс. га. Необходимо вести ремонтно-восстановительные работы на головных и подкачивающих насосных станциях, магистральных и межведомственных каналах, трубопроводах, находящихся в федеральной собственности, восстанавливать внутрихозяйственную оросительную сеть [6].

Мелиоративный комплекс Саратовской области, находящийся в федеральной собственности, финансируется государством и находится в достаточно удовлетворительном состоянии. В то же время внутрихозяйственная сеть, имеющаяся в собственности сельхозтоваропроизводителей, в основном, не отвечает эксплуатационным требованиям из-за недостаточного финансирования мероприятий по её реконструкции и восстановлению.

Динамика за последние годы показывает, что произошло не только общее сокращение площадей поливных земель Саратовской области, но и резко ухудшилось состояние мелиоративных фондов, особенно на внутрихозяйственной оросительной сети (табл. 3).

Таблица 3 Динамика состояния основных элементов внутрихозяйственных мелиоративных фондов

		Го		Отношение	
Показатели	1990	2000	2010	2020	2020 г. к
	1990	2000	2010	2020	1990 г., %
Постоянная внутрихозяйственная	6179	5253	4317	3824	62
оросительная сеть - всего, км	0179	3233	4317	3624	02
в том числе: открытая	1096	501	1320	1206	110
закрытая	5083	4752	2692	2616	51
Сооружения на внутрихозяйственной сети, шт.	2083	841	787	774	37
Наличие дождевальной техники - всего, шт.	8345	3163	2636	1773	21

Установлено, что оросительные системы морально и физически устарели, степень изношенности в среднем превышает 70%. Нуждается в восстановлении и значительная часть внутрихозяйственной оросительной сети (табл. 4).

Состояние мелиоративных фондов позволяет заключить, что на 160 тыс. га эксплуатируемых в настоящее время орошаемых земель достаточно

провести работы по реконструкции внутрихозяйственной сети (частичная замена поливных и распределительных трубопроводов, ремонт дождевальных машин и насосно-силового оборудования). На площади 61,6 тыс. га не поливаемых, но числящихся в эксплуатации земель необходимо провести восстановительные работы [6].

Орошаемое земледелие нуждается в средствах для поддержания почвенного плодородия. Здесь в большей степени ощущается влияние диспаритета цен. За последние годы в Поволжье затраты на орошаемый гектар увеличились почти в три раза. Все это снижает привлекательность сельскохозяйственного бизнеса. Поэтому аграрный сектор, как никакой другой, нуждается в государственной поддержке [6].

 Таблица 4

 Потребность в восстановлении внутрихозяйственной сети

Элементы мелиоративных фондов	Требуемый объем реконструкции и восстановления			
внутрихозяйственной сети	в натуральных величинах	в %		
Постоянная оросительная сеть, км	2151,2	56,3		
в том числе: открытая	346,0 / 1823,0	28,7 / 69,7		
закрытая				
Сооружения на внутрихозяйственной сети, шт.	334	43,2		
Орошаемые земли, тыс. га	221,6	100,0		
в том числе: реконструкция	160,0	72,2		
восстановление	61,6	27,8		
Дождевальные машины, шт.	1427	80,5		

Затраты сельхозтоваропроизводителей на ремонт и восстановление находящейся в их собственности внутрихозяйственной сети в технически исправном состоянии велики. Решением этой проблемы является оказание государственной поддержки путем компенсации из областных бюджетов затрат сельхозтоваропроизводителям на восстановление внутрихозяйственной сети [6].

Практика эксплуатации орошаемых земель Поволжья показала особую значимость комплекса агротехнических мероприятий и водосберегающих технологий. Продукционный процесс орошаемого земледелия, обеспечивающий экологическую устойчивость, включает: структуру посевов, систему севооборотов, систему обработки почвы, систему поливов, систему удобрений и систему защиты культурных растений от вредителей, сорняков и болезней. Эффективность использования орошаемых земель может быть обеспечена при проведении означенных мероприятий с учетом конкретных почвенно-

климатических условий территории и экологической безопасности гидромелиоративных систем.

#### Заключение

В условиях засушливого Поволжья возникает острая необходимость в повышении эффективности орошаемого земледелия. Наличие ирригационного фонда и высокая экономическая выгода возделывания большинства сельскохозяйственных культур предопределяет дальнейшее развитие оросительной мелиорации в Поволжском регионе. Следует более активно проводить работы по расширению площадей орошаемых земель, повышения их продуктивности.

Оптимизация площадей орошения должна быть увязана с потребностями хозяйств и регионов в обеспечении населения продовольствием и сбалансированной кормовой базой для животноводства, а так же гарантированного водоснабжения сельского населения засушливых районов Заволжья.

Восстановление мелиоративного комплекса должно проводиться за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации и внебюджетных источников. Затраты на ремонт и восстановление внутрихозяйственной сети и дождевальной техники велики, поэтому необходимо шире использовать механизмы государственного субсидирования сельхозтоваропроизводителей при проведении данных работ.

#### Список литература

- 1. Шадских, В.А. Основные принципы оптимизации экологической ситуации орошаемых агроландшафтов степной и сухостепной зон Поволжья / В.А. Шадских, Л.Г. Романова, В.Е. Кижаева // Мелиорация и водное хозяйство. 2017. № 6. С. 17-20.
- 2. Шадских, В.А. Концептуальные аспекты развития мелиоративного комплекса в Саратовской области / В.А. Шадских, В.Е. Кижаева // Мелиорация и водное хозяйство. 2011. № 1. С. 9-11.
- 3. «Стратегия восстановления и устойчивого развития мелиоративного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года».
- 4. Пронько, Н. А. Изменение плодородия почв агроландшафтов Саратовского Заволжья при длительном орошении / Н.А. Пронько // В книге: Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. Монография. В 5 томах. Под редакцией В.Г. Сычева, Л. Мюллера. Москва, 2018. С. 302-306.
- 5. Корсак, В. В. Применение ГИС-анализа для оценки природных условий поливного земледелия / В. В. Корсак, Н. А. Пронько, Н. Н. Насыров // Научная жизнь. 2014. №2. С. 18-24.
- 6. Шадских, В.А. Рекомендации по эффективному использованию орошаемых земель с учётом введения в оборот длительно неиспользуемых поливных участков / В.А. Шадских, Н.Ф. Рыжко, В.Е. Кижаева, Н.В. Рыжко, С.Н. Рыжко, Е.С. Смирнов. Саратов. 2020. 37 с.

#### ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК

**Тумасьева И.Г.,** кандидат химических наук, доцент ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

В последнее время мировое сельское хозяйство переживает эпоху ренессанса. По прогнозам многих специалистов, цифровизация должна изменить облик сельскохозяйственной отрасли.

Последнее крупное обновление сельскохозяйственной отрасли произошло в 70–80-е годы прошлого века, когда появилась специальная сельхозтехника, новые химические удобрения и пестициды направленного действия. Безусловно, эта техническая революция способствовала значительному повышению урожайности сельхозкультур и в целом продуктивности отрасли. Но уже к 2000-м годам результатов этого технологического рывка стало недостаточно. Альтернативой химизации сельского хозяйства стало развитие с 2000-х годов таких направлений, как ландшафтно-адаптивная модель сельского хозяйства, биодинамическое и органическое производство сельхозпродукции, интегрированная защита от вредителей [1].

Сегодня рынок органической сельхозпродукции растет огромными темпами в США и странах ЕС, в России и странах Восточной Азии он только начинает развиваться. Однако движение в этом направлении невозможно без применения технологий так называемого точного сельского хозяйства. Поэтому в последнее десятилетие сельхозпредприятия начали активно осваивать цифровые технологии, которые, по предварительным прогнозам, позволят накормить весь мир экологически чистой продукцией. Этот процесс уже называют новой технологической революцией.

Цифровые технологии уже активно применяются в мировом и отечественном сельском хозяйстве. Например, над российскими полями вовсю летают беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые изучают состояние почвы и посевов.

Рассмотрим некоторые технологии, которые в ближайшее десятилетие полностью изменят наше представление о сельском хозяйстве.

Первая — использование датчиков там, где это только возможно. Датчики влажности воздуха и почвы в растениеводстве, датчики температуры и движения в животноводстве позволят в режиме реального времени оценить ситуацию на полях и фермах. Телематические датчики следят за состоянием

сельхозоборудования, заранее предупредят о возможной поломке. Биометрические ошейники, оснащенные системой GPS, позволят следить за поведением и перемещением животных. Датчики содержания химических веществ проконтролируют внесение удобрений и определят состояние посевов. Благодаря анализу массива информации, снимаемой с этих датчиков, фермеры смогут оптимизировать издержки, сохранять ресурсы и максимально автоматизировать процесс принятия решений.

Использование датчиков и сенсоров в сельскохозяйственной деятельности — важный шаг на пути к созданию интеллектуального сельхозпроизводства. Самые распространенные датчики в сельском хозяйстве — это сенсоры влажности почвы, их применяют сельхозпроизводители, которые выращивают культуры на орошении.

Как правило, такие сенсоры подключены к облачным сервисам для своевременной передачи информации. Обычно, при ручном поливе, норма расхода воды рассчитывается заблаговременно и не учитывает многих параметров, в результате чего, из-за избыточной циркуляции воды, может возникнуть эрозия почвы. Датчики же могут выявить, при учете таких факторов, как тип агрокультуры, фаза ее роста и т.д., когда почвенный слой достаточно увлажнен, и избежать его переувлажнения [2]. В этом случае значительно сокращается расход воды.

Почвенные сенсоры являются важными источниками информации для точного земледелия. Есть еще сенсоры для мониторинга окружающей среды, для определения питательных веществ в почве, с каждым годом растет количество измеряемых величин, и увеличивается срок службы сенсоров. При этом датчики помогают не только выращивать агрокультуры, но и хранить урожай. Замеры влажности и температуры в складских помещениях проводятся по графику или в режиме реального времени, а настройка сенсоров под индивидуальные характеристики агрокультуры позволяет как можно дольше сохранять урожай. Современные системы позволяют обнаруживать загнивание, даже если овощи или фрукты хранятся в больших навалах.

Вторая – новые генетически модифицированные культуры. С помощью этой технологии можно повышать производительность кукурузы, сои и пшеницы почти вдвое. Конечно, противники ГМО выступят против внедрения этой технологии. Однако правительства Китая и некоторых европейских стран уже ослабили требования к продуктам питания, произведенным из генетически модифицированного сырья.

Какие культуры наиболее вероятно станут объектами генной модификации в России? Сахарная свекла, пшеница, картофель, кукуруза, лен и рапс.

В России занимаются ГМ-разработками для сельского хозяйстваВ-НИИСБ РАН; ИБХ им. М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова РАН; РГАУ– МСХА имени К.А Тимирязева и ИБР им. Н.К.Кольцова РАН [3].

Третья — синтетические продукты питания, выращенные в лабораторных условиях. «Мясо из пробирки» может заменить натуральное мясо. Синтетические продукты питания решают проблемы дальнейшего расширения пахотных земель. Технология уже заинтересовала крупнейших мировых производителей мяса. Но революция в питании не ограничивается одним только искусственным мясом. Учёные приготовили немало сюрпризов, которые изменят рацион человечества.

Исследователи из финской компании Solar Food объявили о том, что к 2022 году они наладят массовое производство белка «из воздуха». Сейчас это всего лишь стартап, но пилотная фабрика уже запущена, и технология постепенно отрабатывается [4].

Эксперты уже заговорили о грядущем крахе молочного и мясного животноводства, да и сельского хозяйства вообще. По их убеждению, производство еды за счёт бактерий окажется в 20 тысяч раз эффективнее традиционных способов получения пищи. Из микробов можно делать не только протечновый порошок, но и заменители почти всех мясных и молочных продуктов. Подобное производство не будет зависеть от капризов погоды и изменений климата. Используя небольшие площади, эта технология, по мнению экспертов, в конце концов, позволит накормить всё человечество.

Не менее важно, что продукты из искусственного мяса стали появляться в меню популярных ресторанов быстрого питания. Компания Beyond Meat провела акции по продаже наггетсов «из пробирки» в ресторане КFС и аналогичных бургеров в сети McDonald's. Ещё одна компания, осваивающая технологию получения мяса из генетически модифицированных дрожжей и растительных белков, Impossible Foods, заключила соглашение с Burger King. Весной прошлого года «невозможные» (так переводится с английского impossible) бургеры появились в некоторых ресторанах этой сети в штате Миссури, а к осени – на всей территории США.

Лидеры зарождающегося рынка не намерены останавливаться на котлетах и наггетсах. Уже разработаны растительные аналоги говяжьего фарша, на очереди — искусственные стейки и сосиски. На днях Impossible Foods

представила «невозможную свинину». Этот продукт адресован в первую очередь потребителям из Юго-Восточной Азии, где блюда из этого вида мяса очень популярны. Стартапы, нацеленные на производство суррогатной еды, теперь множатся как грибы после дождя. Малайская компания Phuture Foods разрабатывает аналог всё той же свинины, сделанный из бобов, пшеницы и грибов шиитаке. Такую «свинину» можно будет есть и мусульманам. В Швейцарии осваивают производство искусственной курятины — её уже начали поставлять в рестораны.

Пока нам сложно поверить, что подобные суррогаты сочных бифштексов и рыбных стейков когда-то смогут стать частью нашего повседневного рациона. Но некоторые аналитики прогнозируют, что уже к 2040 году искусственная эрзац-еда займёт 60% всего рынка питания.

Четвертая — робототехника. Уже сейчас сельхозпредприятия используют машины для автоматической дойки коров, дроны и специальную технику для сбора урожая. В будущем процессы вспашки полей, ухода за почвой, посадки, прополки, орошения, сбора урожая будут полностью автоматизированы. Этими технологическими операциями будут заниматься рои фермерских микророботов, способных выращивать и собирать урожай практически без вмешательства человека.

Пятая – городские фермы, позволяющие выращивать овощи и фрукты в городских условиях, в гидропонных фермах, сделанных из новых видов полимерной пленки. В США и Европе уже существует целый ряд компаний, выращивающих подобным образом некоторые виды культур: помидоры, арбузы, дыни, клубнику. Гидропонные теплицы экономят воду иобеспечивают условия для здорового выращивания растений. Организация теплиц в городских условиях позволяет существенно снизить расходы на транспортировку продукции.

В нашей стране четыре компании, которые круглогодично выращивают зелень в теплицах [5]: UrbaniEco (Москва), iFarm Project (Новосибирск), «Агрорус» (Брянск), «РусЭко» (Москва). По мнению экспертов, использование цифровых технологий в сельском хозяйстве не только переведет мировой АПК на качественно новый уровень, но и неизбежно приведет к созданию глобальной агропромышленной отрасли. Это даст множество преимуществ, как участникам отрасли, так и покупателям продукции. Вся система будет построена так, чтобы постоянно развиваться, новые материалы, новинки интернета вещей, нанотехнологии будут мгновенно внедряться в сельскохозяйственную практику. Сейчас новое сельское хозяйство начинает свой путь

цифровизации. Лидерами технологической революции в мировом АПК являются США и Китай. Россия и страны Восточной Азии находятся в начале пути, но уже активно включаются в процесс.

#### Список литературы

- 1. Топ-10 самых передовых технологий, которые сделают агропромышленный комплекс неузнаваемым [Электронный ресурс] // URL: http://ursn-nnov.ru/ru/news/?nid= 17980&a=entry. show
- 2. Датчики для умного растениеводства [Электронный ресурс]// -URL:htps://agriecomission.com/base/datchiki-dlya-umnogo-rastenievodstva
- 3. России нужны отечественные ГМ-культуры [Электронный ресурс]//-URL: https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/rossii-nuzhny-otechestvennye-gm-kultury.html
- 4. Невозможная еда. Какие виды искусственной пищи придумывают учёные? [Электронный ресурс] // URL: https://aif.ru/society/science/nevozmozhnaya\_eda\_ kakie\_ vidy\_iskusstvennoy\_pishchi\_pridumyvayut\_uchyonye
- 5. Кто сегодня в России развивает городские фермы будущего [Электронный ресурс] // -URL:https://vc.ru/food/55478-kto-segodnya-v-rossii-razvivaet-gorodskie-fermy-budushchego

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

УДК 631.613

# ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

<sup>1</sup>Иванов Д.А., член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <sup>2</sup>Тюлин В.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <sup>2</sup>Лотц Д.И., аспирант,

 $^{1}$  ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),  $^{2}$ ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

Перспективы совершенствования систем севооборотов и удобрения обосновал Кирюшин В.И. на основе адаптивной интенсификации агротехнологий [1]. Во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель (ВНИИМЗ) предложено совершенствование агротехнологий в условиях различных ландшафтно-экологических условий [5]. Продолжение исследований позволило проанализировать влияние компонентов природной среды в адаптивном земледелии на зерновые культуры [2]. Продуктивность зерновых культур определяется структурой посевных площадей, минеральными удобрениями, биоразнообразием культурных растений. На ландшафтном полигоне формирование продуктивности зерновых культур зависело от комплекса природных факторов, интегрирующим показателем которого является тип агромикроландшафта. Тип местоположения влиял и на биохимический состав зерна, причем как яровых, так и озимых культур. Благоприятные суммы активных температур в элювиальном агромикроландшафте способствовали повышению содержания сырого протеина в зерне ячменя – до 10,1%, овса – до 10,5 и ржи – до 7,6%; явно улучшается минеральный состав зерна: количество золы в овсе увеличивается до 2,7, в озимой ржи – до 1,4% [4]. Учёными ВНИИМЗ представлены типовые модели ландшафтно-мелиоративной системы земледелия, их разработка [3].

Цель наших исследований – определить влияние уровня агротехнологий на урожайность зерновых культур кормового севооборота в различных ландшафтных условиях.

Исследования проводили в двух опытах. В опыте №1 2016-2019 гг. на

опытном поле ТГСХА на дерново-среднеподзолистых супесчаных почвах с содержанием гумуса 2,0-2,5 %, фосфора 150-220 мг/кг, калия 90-120 мг/кг почвы, на трех фонах с различным уровнем минерального удобрения. Опыт закладывался в четырёх кратной повторности, методом рендомизации повторений, согласно общепризнанным методикам.

#### Схема опыта:

Фактор А. Культуры звена зернопаротравяного севооборота: 1) занятый пар (вика/овес), 2) овёс с подсевом клевера, 3) тритикале.

Фактор Б. Удобрения. Варианты нормы внесения минеральных удобрений: 1) Контроль без удобрений (0), 2) Минеральные удобрения — нитроаммофоска — при норме внесения по 24 кг/га N,  $P_2O_5$  и  $K_2O(N24P24K24)$ , 3) Минеральные удобрения при норме внесения по 48 кг/га N,  $P_2O_5$  и  $K_2O(N_{48}P_{48}K_{48})$ . Минеральные удобрения вносили в равных дозах под все культуры. В качестве минеральных удобрений применяли нитроаммофоску.

Объекты исследований — сорт овса посевного «Кречет», ярового тритикале «Ровня», вики посевной «Льговская 22».

Исследования в опыте проводили на ландшафтном полигоне ВНИИМЗ в 2020 году. Изучали изменения агрохимических, биологических и водно-физических свойств дерново-подзолистой почвы под зерновыми культурами звена зернотравяного севооборота в мелиорированных агроландшафтах, а также продуктивность звена зерновых культур (табл.1).

Таблица 1

#### Схема опыта

$N_{\underline{0}}$	Варианты опыта						
1. Т-Аю	Транзитно-аккумулятивный микроландшафт южного склона						
2. Тю	Транзитный микроландшафт южного склона						
3. Э-Тю	Элювиально-транзитный микроландшафт южного склона						
4. Э-A	Элювиально-аккумулятивный (вершина холма)						
5. Э-Тc	Элювиально-транзитный микроландшафт северного склона						
6. Tc	Транзитный микроландшафт северного склона						
7. T-Ac	Транзитно-аккумулятивный микроландшафт северного склона						

#### Чередование культур в 2020 году:

- 1 озимая рожь (Дымка);
- 2 многолетние травы 1 г.п.(клеверотимофеечная смесь);
- 3 многолетние травы 2 г.п. (клеверотимофеечная смесь);
- 4 овес (Яков) + многолетние травы;
- 5 яровая пшеница (Злата);
- 6 сидерат (горчица);
- 7 многолетние травы 3 г.п. (клеверотимофеечная смесь).

Удобрения в опыте №1 оказали влияние на продуктивность зерновых культур. Данные таблицы показывают, что наиболее продуктивной культурой является овёс, далее по убыванию идёт тритикале и вико/овёс (табл.2).

Таблица 2 Продуктивность зерновых культур, ц/га корм.ед. (2017-2019 гг.)

No	Фон	Овёс зерно	Тритикале зерно	Вико/овёс сухая масса	Среднее
1	0	23,8	17,9	14,5	18,7
2	$N_{24}P_{24}K_{24}$	28,6	19,0	16,2	21,3
3	N48P48K48	32,2	19,8	19,1	23,7
	HCP 05	2,8	2,6	3,3	2,9

Наиболее отзывчивой культурой является овёс, где внесение по 24 кг/га д.в. азота, фосфора и калия способствуют повышению продуктивности на 20 %, а вико/овёс на 12 %, тритикале на 2%. Двойная доза минеральных удобрений повышает продуктивность овса на 35,3%, а тритикале на 24%. В среднем одинарная доза азота, фосфора и калия повышает продуктивность севооборота на 14%, а двойная доза — на 26 %.

Характерным для овса является длительный период поступления в растение питательных веществ. В первый период роста овес резко реагирует на внесение азотных удобрений. Потребность в фосфоре особенно проявляется на первых этапах роста, до образования вторичной корневой системы; в последующие фазы развития фосфор поглощается более или менее равномерно. Потребность в калии одинакова во все периоды роста.

Поступление питательных веществ в растение овса связано с развитием его корневой системы. Количество корневой массы у овса изменяется в зависимости от величины урожая. При увеличении урожая овса с 16 до 30 ц с 1 га количество корневой массы повышалось с 10 до 19 ц на 1 га. При правильном применении удобрений значительно увеличиваются урожаи, возрастает устойчивость растений к засухе, болезням, сорным растениям, вредителям, повышаются кормовые достоинства зерна. Овес требует большого количества легкодоступных питательных веществ в начальный период своего роста и развития. Очень важно в это время обеспечить его необходимым количеством удобрений.

В нашем эксперименте при низком уровне плодородия дерново-подзолистой почвы конкурентоспособность многолетних сорняков, по отношению

к культурным растениям, возрастает. Внесение минеральных удобрений увеличивает массу сорняков, особенно это заметно в раннюю фазу развития. При применении NPK засоренность многолетними сорняками ниже, чем на неудобренном, а засоренность малолетними — на уровне неудобренного фона. На фоне полного минерального удобрения в агрофитоценозе уменьшается по сравнению с неудобренным доля фиалки полевой, горцев, осота полевого.

В опыте №2 на озимой ржи более высокая урожайность на вариантах с элювиальными процессами в почвах 30,4 ц/га корм.ед. Отмечалось снижение урожая озимой ржи в элювиально-транзитном варианте южного склона 22,5 ц/га корм. ед. и в северном транзите 22,4 ц/га корм. ед. (таб. 2). В среднем по опыту урожайность культуры составила 26,2 ц/га корм.ед.

На овсе с подсевом мн. трав средний урожай составил 28,7 ц/га кормовых единиц (наиболее высокий из зерновых культур). Наиболее заметное снижение урожайности овса 21,7 ц/га корм.ед. отмечено на южном склоне в элювиально-транзитном варианте и максимальные значения 31,4 ц/га корм. ед. в его северном аналоге и на вершине холма 31,3ц/га корм. ед.

В 2020 году в опыте № 2 средняя урожайность яровой пшеницы составила 21,5 ц/га корм.ед. Самая высокая ее урожайность отмечена на элювиально-аккумулятивном варианте 27,4 ц/га корм.ед., а самая низкая — на южном склоне в транзитно-аккумулятивном 8,1 ц/га корм.ед. и в транзите 19,0 ц/га корм. ед. (табл.3).

Таблица 3 Влияние агроландшафтных условий на урожайность зерновых культур, ц/га корм.ед. (2020 год)

Варианты		Культура севообор	оота
АМЛ	Озимая рожь	Овес + мн.тр.	Яровая пшеница
Т-Аю	22,5	29,1	8,1
Тю	24,8	28,7	19,0
Э-Тю	30,4	21,7	24,6
Э-А	30,3	31,3	27,4
Э-Тс	28,4	30,0	24,0
Tc	22,4	28,6	24,6
T-Ac	24,3	31,4	22,8
Среднее	26,2	28,7	21,5
Hcp 05	3,99	3,16	4,43
Hcp <sub>A</sub>	-	1,50	2,22
Нсрв	2,82	2,23	3,14

Корреляционный анализ выявил тесную связь урожая зерна озимой ржи с количеством стеблей r=0,62 и с массой соломы r=0,57. Урожайность

овса имела отрицательную связь с соломой r = -0.48. На яровой пшенице прямая и сильная корреляционная связь отмечена с количеством растений на единицу площади r = 0.78.

Заключение. Внесение удобрений значительно изменяет продуктивность культур. Культуры севооборота по реакции на удобрения расположились в следующем убывающем ряду: овёс, вико/овёс, тритикале. Применение удобрений в дозе по 24 кг/га д.в. азота, фосфора и калия повышает продуктивность зерновых культур на 14 %, а в дозе по 48 кг/га — на 26%. Корреляционный анализ выявил тесную связь урожая зерна озимой ржи с количеством стеблей r = 0.62 и с массой соломы r = 0.57. На яровой пшенице прямая и сильная корреляционная связь отмечена с количеством растений на единицу площади r = 0.78.

#### Список литературы

- 1. Кирюшин В.И. Агротехнологии. /В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. Санкт-Петербург, 2015. 464с.
- 2. Ковалев Н.Г. Анализ компонентов природной среды при разработке моделей ландшафтно-адаптивных систем земледелия /Ковалев Н.Г., Тюлин В.А., Иванов Д.А., Озолин В.Е. //Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2000. №4.С.50-54.
- 3. Ковалев Н.Г. Разработка типовых моделей ландшафтно-мелиоративных систем земледелия / Н.Г.Ковалев, В.А.Тюлин, Д.А. Иванов //Доклады Россельхозакадемии. 1999. №1. С.18-21.
- 4. Ковалев Н.Г. Роль природных ресурсов в адаптивном растениеводстве / Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов, Л.В Пугачева // Мелиорация и водное хозяйство. 2001. N6. С.13-15.
- 5. Тюлин В.А. Дифференциация агроприемов в условиях ландшафтного земледелия / В.А. Тюлин, О.В. Карасева, Л.И. Петрова, Р.А. Салихов, Д.А. Иванов //Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2001. №3. С.61-63.

# МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯЧМЕНЯ, ВЫРАЩЕННОГО НА ВНОВЬ ВВОДИМЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ ПОЧВАХ

<sup>1</sup>Буряк С.М., <sup>2</sup>Черникова О.В., кандидат биологических наук, <sup>2</sup>Мажайский Ю.А., доктор сельско-хозяйственных наук, профессор <sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», <sup>2</sup>ФКОУ ВО «Академия права и управленияФедеральной службы исполнения наказаний», г. Рязань, Россия

В последнее время все больше внимания на самых разных уровнях уделяется проблеме введения земель сельскохозяйственного назначения в оборот. Для решения данной проблемы проводится разработка разнообразных приемов по научно обоснованному и эффективному освоению такого типа земель, что является актуальной задачей [1-3].

Органические удобрения играют важную роль в улучшении плодородия почв и повышении продовольственных качеств сельскохозяйственных культур. Особо остро проблема органического вещества стоит для почв Нечерноземной зоны, которые от природы бедны органическим веществом и вследствие этого малопродуктивны, поэтому без систематического применения любых удобрений трудно получать высокие урожаи.

Одним методов повышения плодородия почвы является производство и применение гранулированных органических удобрений на основе птичьего помета [4].

Применение органического удобрения в виде гранулированного птичьего помёта позволяет замкнуть «круговорот веществ» по схеме поле-потребительполе. То есть вынесенные с урожаем элементы минерального питания возвращаются в почву в виде органических удобрений. Внесение такого вида удобрения обеспечивает прибавку урожая, при этом одновременно сохраняется почвенное плодородие и решается проблема утилизации птичьего помёта на птицефабриках.

Также предпосевная обработка семян зерновых культур признана одним из эффективных способом повышения урожайности. Во ВНИИМЗ разработан полифункциональный жидкофазный биопрепарат ЖФБ, отличительными признаками которого является агрономически полезная микрофлора, а также фи-

зиологически активные вещества и элементы питания для растений [6]. В экспериментах было установлено, что жидкофазные биопрепараты ВНИИМЗ благоприятно действуют на семена различных сельскохозяйственных культур, сокращая сроки их прорастания (в среднем на 12–24 ч), улучшают биометрические показатели прорастающих растений (в частности, массы корневой системы – в среднем на 30 %, проростков – в среднем на 25 %). Предпосевная обработка семян и подкормка растений ЖФБ обеспечивают урожайности различных культур в среднем на 10–30 % [5].

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

Участок производственного испытания находился в залежном состоянии, агротехнические мероприятия на участке не проводились с 2014 года (6 лет). По описанию почвенной карты: почва участка дерново-подзолистая, почвообразующая порода: супеси и пески, подстилаемые суглинками и глинами валунными и галечниковыми. Данные агрохимических показателей представлены в таблице 1.

Таблица 1 Агрохимические показатели почвы опытного участка

№	Показатель	Проба №1	Проба № 2	Проба № 3	Значение 2.	tee ΓΗ 1.7.2511-09 < 5,5
1	рНсол	$5,5 \pm 0,1$	$5,3 \pm 0,1$	$5,1 \pm 0,1$	$5,2 \pm 0,1$	-
2	рНвод	$6,8 \pm 0,1$	$6,6 \pm 0,1$	$6,5 \pm 0,1$	$6,6 \pm 0,1$	-
3	Органическое вещество, %	2,9 ± 0,6	$3,9 \pm 0,6$	$3,6 \pm 0,6$	$3,5 \pm 0,6$	-
4	Фосфор подвижный, мг/кг	$1009 \pm 202$	$1318 \pm 264$	1388 ± 278	1238 ± 24	-
5	Калий подвижный, мг/кг	116 ± 17	80,5 ± 12,1	128 ± 19	108 ±16	-
6	Общий азот, %	0,019	0,016	0,023	0,019	-
7	Сумма поглощенных оснований, моль/100 г	4,9 ± 1,0	$5,3 \pm 0,8$	5,7 ± 0,9	5,3 ± 0,9	-
8	Нитраты	< 2,8(2,3)	$7,2 \pm 0,5$	$8,6 \pm 0,6$	$7,9 \pm 0,5$	130
9	Цинк, мг/кг	$20,8 \pm 6,2$	$20,0 \pm 6,0$	60,6 ± 18,2	33,8 ± 10	110,0
10	Медь, мг/кг	3,9	4,6	7,5	5,3	66,0
11	Кадмий, мг/кг	0,9	0,12	0,13	0,12	1,0
12	Свинец, мг/кг	9,9	10,1	10,4	10,1	65,0

Было разработано семь вариантов опыта, которые предполагали использование гранулированного и перепревшего индюшиного помета, а также предпосевную обработку семян (замачивание в жидкофазном биопрепарате в течение 30 минут) (табл. 2). Площадь делянок составляла (S) 38,1 м² или (0,0038 га). Повторность опыта четырехкратная. Подготовка поля, включала в себя следующие стадии: вспашка, заделка пожнивных остатков, рыхление пахотного слоя и культивацию с одновременным боронованием.

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

В качестве опытной культуры был взят ячмень сорта Нур. Селекция —  $\Phi$ ГБНУ «Московский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Немчиновка». Чистота 99,28 %, отход 0,72 %, семена сорных растений 5шт./кг, энергия прорастания 67%, всхожесть 70%, влажность14,1%.

Уборку осуществляли прямым комбайнированием.

Таблица 2 Схема многофакторного опыта

Номер варианта	Вариант опыта	Сокращенное название варианта
1	Контрольный вариант (без внесения органических мелиорантов)	0
2	Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета из расчета 15 т/га	$\Gamma_{15}$
3	Гранулирование удобрение на основе индюшиного помета из расчета 15 т/га + предпосевная обработка семян жидкофазным биопрепаратом	$\Gamma_{15}$ ЖФБ
4	Индюшиный помет из расчета 15 т/га	$\Pi_{15}$
5	Индюшиный помет из расчета 30 т/га	$\Pi_{30}$
6	Гранулированное удобрение на основе индюшиного помета из расчета 30 т/га	$\Gamma_{30}$
7	Предпосевная обработка семян жидкофазным биопрепаратом	аФЖ

В рамках фенологических наблюдений проведено изучение количества растений на 1 м, высоты растений, площади листовой пластинки, кустистости

(табл. 3). Площадь листа растения (см $^2$ ) на 1 растение определяли, как R = 2xy/3, где R - площадь листа; x - длина листа; y - ширина листа.

Таблица 3 Морфологические показатели ячменя (фаза кущения)

Рорионт	Количество на 1 м	Кустистость	Высота	Площадь листвой
Вариант	(шт.)	(среднее)	(см)	пластинки (см <sup>2</sup> )
0	22,34	2,12	27,76	10,82
$\Gamma_{15}$	20,15	3,77	51,82	20,40
Г <sub>15</sub> ЖФБ	19,88	2,49	46,63	20,43
$\Pi_{15}$	19,14	3,14	51,84	22,89
П30	18,57	2,97	59,85	25,04
Γ30	20,13	3,33	62,7	26,55
ЖФБ	22,35	2,17	23,2	10,22

Морфологические показатели ячменя в фазе кущения представлены в таблице 3. При анализе полученных данных видно, что количество растений на 1 погонный метр в вариантах без применения удобрений и предпосевной обработки семян ЖФБ несколько больше, чем на других вариантах опыта и составило 22,34 и 22,35, соответственно. Однако показатели кустистости, высоты растений, а также площади листовой пластинки ниже, чем на вариантах с использованием органических мелиорантов.

Наибольшее кущение отмечено на варианте с применением гранулированного индюшиного помета в дозе 15 т/га и составило 3,77, несколько меньше данный показатель отмечен на варианте  $\Gamma_{30}$  – 3,33. Более высокие показатели линейного роста наблюдались на варианте с применением гранулированного индюшиного помета в дозе 30 т/га – 62, 7 см, что больше на 44% в сравнении с контрольным вариантом, а площадь листовой пластинки превышала на 40,75%.

Результаты исследований показали, что применение гранулированного индюшиного помета в дозе 30 т/га, в сравнении с другими вариантами опыта в наибольшей степени способствовало повышению морфологических показателей ячменя в фазе кущения. Отмечено увеличение кустистости, высоты растений, а также площади листовой пластинки, что способствует более интенсивной фотосинтетической активности.

#### Список литературы

1. Chernikova, O. Selenium in nanosized form as an alternative to microfertilizers / O. Chernikova, Yu.Mazhayskiy, L. Ampleeva // AgronomyResearch.2019.T. 17. № Special Issue 1.C. 974-981. doi: 10.15159 / AR. 19. 010.

- 2. Chernikova O. Comparative analysis of the use of biostimulants on the main types of soil / O. Chernikova, Yu. Mazhaysky, S. Buryak, T. Seregina, L. Ampleeva // Agronomy Research. 2021. T. 19. № Special Issue 1.C.711-720.
- 3. Seregina, T. Features of the influence of copper nanoparticles and copper oxide on the formation of barley crop / T. Seregina, O. Chernikova, Y. Mazhayskiy, L. Ampleeva // Agronomy Research. 2020. № 18(1). C. 1010–1017. doi: 10.15159/AR.20.025.
- 4.Максимова, Р.Б. Влияние гранулированных органических удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Р.Б. Максимова, С.А. Замятин, Манишкин С.Г. // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2019. Т. 5. № 1 (17). С. 22-28.
- 5. Рабинович, Г.Ю. Инновационная технология для решения проблем агроэкологии / Г.Ю. Рабинович, Ю.Д. Смирнова, Е.А. Васильева, Н.В. Фомичева // Региональная экология. 2015. №6 (41). С. 7-15.
- 6. Рабинович, Г.Ю. Эффективность применения предпосевной обработки семян яровой пшеницы биопрепаратом ЖФБ / Г.Ю. Рабинович, Ю.Д. Смирнова, В. О. Булычева // Бюллетень науки и практики. 2019. №5 (6). С. 137-144. doi:10.33619/2414-2948/43/18

УДК 633.521: 631.527: 632. 43

### ФИТОСАНИТАРНОЕ ОЗДОРОВЛЕНИЕ И СТИМУЛИРОВАНИЕ РОСТА ЛЬНА С ПОМОЩЬЮ ИСПЫТАННЫХ СРЕДСТВ

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

Российским льном-долгунцом в 2020 г. было засеяно 51,3 тыс. га полей. Масличным льном — более 500 тыс. га [1]. При возделывании льна, как правило, необходимо применять удобрения (агрохимикаты) и средства защиты растений (пестициды), чтобы сформировать полноценный урожай продукции необходимого качества. При этом, проводимые агрохимические и фитосанитарные меры должны соответствовать принятым агротехнологиям возделывания сельскохозяйственных культур по экологическим и экономическим критериям. Арсенал агрохимикатов и пестицидов, удовлетворяющих требованиям современных агротехнологий, приходится систематически обновлять, расширять, испытывать на сельскохозяйственных культурах новые средства. Традиционные минеральные удобрения обстоятельно испытаны и широко применяются. С меньшим природоохранным риском достигнуть удобренности почвы позволяют биоудобрения. Одновременно некоторые из

них считаются биопестицидами. Например, биопрепарат «Натурост» (суспендированный в питательной среде, содержащий в 1 мл препарата живых бактерий *Bacillus subtilis* штамм №111 не менее 1\*10<sup>8</sup> КОЕ) - представленныйООО «БИОТРОФ». Его регистрационные испытания проведены в 2019-2020 гг. на базе договора ОП НИИ льна ФГБНУ ФНЦ ЛК и ИЦ ФГБНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова.

Важно соответствие средств защиты растений экономическим и особенно экологическим критериям современных агротехнологий. Это достигается за счет биологизации и рационализации их использования, в частности, в сниженных нормах внесения в композициях с активаторами и антистрессовыми средствами. В наших предыдущих исследованиях, наряду с различиями влияния пестицидов 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 противошироколистным гербицидом Лонтрел и граминицидами (Тарга Супер, Миура и др. в оптимально-минимальных нормах применения) – на высоту культурных растений отрицательно влияли незначительно. Масса культурных растений и, в конечном счете, урожайность льнопродукции в связи с применением гербицидов в таких вариантах была достоверно выше контрольных показателей.

Имеющий аналогичное с гербицидом Хармони (регистрант — ООО «Дюпон Наука и Технология») д.в. (тифенсульфурон-метил) — Шансти (регистрант — ООО «Шанс») целесообразнее сочетать не с Лонтрелом (Дау Агро-Саенсес ВмбХ), а с содержащим аналогичное д.в. (клопиралид) — Шанстрелом (ООО «Шанс»); не с Зеллеком-супер (Дау Агро-Саенсес ВмбХ), а с подобно ему содержащим д.в. — галоксифоп-Р-метил — Галошансом (ООО «Шанс»). Поэтому, для своей экспериментальной работы мы и выбрали препараты ООО «Шанс» [3].

Цель работы — рационализация и биологизация применения на льнедолгунце в  $P\Phi$  — гербицидных и защитно-стимулирующих средств.

Полевые исследования проведены в 2018-2020 гг. преимущественно на сорте льна-долгунца Тверской [4]. Они выполнены в соответствии с методологией, применяемой в сельскохозяйственной и биологической экспериментально работе. Полученные результаты репрезентативных учетов оценивались статистико-агрономически [5; 6].

В результате исследований выявлено, что выраженный удобряющий и защитно-стимулирующий эффект применения «Натуроста» проявилсяна льне-долгунце и на масличном льне (при обработке семян и посевов этих культур). Оно на 121-147 растения/м²— повысило густоту стеблестоя и на 9,4-11,4 % снизило отмирание культурных растений за вегетацию.

Наиболее успешные результаты получены при обработке семян и посевов в нормах применения 2л/т и 2 л/га. Это вызвало увеличение общей и технической длины стебля льна по сравнению с контролем. Вследствие обработки этим препаратом отмечена тенденция увеличения диаметра стебля, количества коробочек, а также количества семян в коробочках. Наиболее продуктивное сочетание морфологических параметров — при обработке семян и посевов (2л/т и 2 л/га). Это способствовало получению урожайности льнопродукции, достоверно превышающей уровень контроля.

Отмечено положительное влияния применения «Натуроста» на выход льноволокна. Наиболее высокие в опыте со льном-долгунцом показатели горствой длины (73 см), прочности (29 КГС), содержания луба (29,4%), общей оценки в баллах (148) и номера льносоломы (2,54) — отмечены при обработке семян и посевов (2л/т и 2 л/га). В этом варианте получена и минимальная пораженность стеблей льна болезнями /в основном пасмо/ (3% - против 27% в контроле).

На основании положительных результатов полевых опытов, предлагается включить в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» препарат «Натурост» на культурах льна-долгунца и масличного льна — с регламентами использования, представленными в таблице 1.

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 %).

Таблица 1 Регламентами использования биопрепарата «Натурост» на культурах льна-долгунца и масличного льна

Торговое название, препаративная форма, концентрация, регистрант	Нормы применения препарата	Культуры	Назначение	Способ применения
Биопрепарат «Натурост», СК, (содержание в 1 мл препарата живых бактерий <i>Bacillussubtilis</i>	2,0 л/т	Лен-долгунец,	Повышение урожайности и качества продукции, устойчивости культурных растений к болезням	Предпосевная обработка семян Расход рабочей жидкости — 10 л/т
штамм №111 не менее 1*10 <sup>8</sup> КОЕ), OOO «БИОТРОФ»	1,0 — 2,0 л/га	<ul><li>масличный лен</li></ul>	То же	Опрыскивание посевов — некорневая подкормка растений Расход рабочей жидкости — 300 л/га

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 отпасмо и других болезней (на 80-90 %). Смесь противодвудольных гербицидов Шансти (20 г/га) + Шанстрел 300 (0,3 л/га) была эффективна не только против торицы, но и против бодяка, осота и других широколистных сорняков.

Композиция этой смеси с противозлаковыми гербицидами /Галошанс (1 л/га) (рисунок 1) или Клетошанс (0,7 л/га) + ПАВ Шанс 90 (0,2 л/га) — на 90-95% уничтожила в посевах льна злаковые засоряющие растения.



Рис. 1. Иллюстрация эффективности смеси гербицидов: Шансти + Шанстрел + Галошанс (делянка слева) против сорняков (их колоссальное количество наблюдается на делянке контроля /справа) в посевах льна (ОП НИИЛ ФГБНУ ФНЦ ЛК, 2020 г.)

Снижение общей массы нежелательной растительности всех двудольных и злаковых видов, засорявших опытный посев льна в 2018-2020 гг., вследствие применения изучаемых смесей препаратов составило через 30 суток после обработки — до 97,4%.

Опрыскивание вегетирующих растений льна смесью 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) существенно повлияло нагустоту стеблестоя культуры (превысив ее на 476 растений/м², по сравнению с контролем) и в 4,8 раза снизило % отмерших за вегетацию растений.

Применение полифункционального препарата Артафит (0,15 л/га) в смеси с гербицидами в сниженных нормах применения: Шансти (10 г/га) + Шанстрел 300 (0,2 л/га) + Галошанс (0,66 л/га) для обработки посевов льна обеспечило наибольшую в опыте эффективность против сорняков (рисунок 2) и самое значительное достоверное повышение урожайности льносоломы, по сравнению с контролем (при средней  $HCP_{05}$  за 3 года - 2,4 ц/га) и льносемян (при средней  $HCP_{05}$  за 3 года - 2,4 ц/га).



Рис. 2. Практически полное отсутствие сорняков в посевах льна, обработанных гербицидами и полимером:
Шансти + Шанстрел + Галошанс + Артафит (через 45 суток после обработки, 2020 г.)

#### Список литературы

- 1. 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.
- 2. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Курбанова З.К. Испытания новых средств защиты растений льна // Аграрный вестник Верхневолжья. 2020. №4 (33). С. 17-23. DOI: 10.35523/2307-5872-2020-33-4-17-23
- 3. ООО «Шанс», ГК МТС «Агро-Альянс». Средства защиты растений. Воронеж. 2017. 48 с.
- 4. Чекмарев П.А., В.П. Понажев, ... Н.А Кудрявцев и др. Зонально-адаптивные технологии производства льна-долгунца. //-М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2011. 186 с.
  - 5. Кирюшин Б.Д. Методика научной агрономии. Часть 1. М.: МСХА. 2004. 188 с.
- 6. Кирюшин Б.Д. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов. // Методика научной агрономии. Часть 2. М.: МСХА. 2005. 200 с.

# ГУМИНОВЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПЕРЕД ПОСАДКОЙ

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

Картофель является стратегически важной сельскохозяйственной культурой, поскольку помимо основного его использования в пищу, имеет хозяйственное значение как техническая культура. Одним из путей увеличения продуктивности картофеля является совершенствование технологии его возделывания.

Растение картофеля в начальный период своего развития удовлетворяет потребности в питании в значительной степени за счет того запаса питательных веществ, который отложен в материнском клубне. Пластические вещества материнского клубня обеспечивают рост молодых частей растений – корневой системы, стебля и листьев. Одним из перспективных способов стимулирования их роста является обработка клубней перед посадкой гуминовыми препаратами. Действие последних основано на полифункциональности, которая объясняется сложностью строения гуминовых веществ, наличием разнообразных функциональных групп, способных вступать в различные окислительно-восстановительные реакции [1, 2].

Обработка клубней картофеля гуминовыми препаратами направлена на увеличение энергии прорастания, всхожести, силы роста, устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды, что в последствие отражается на прибавке урожая и улучшении показателей качества картофеля [3].

Известен целый ряд различных гуминовых препаратов, которые используют для обработки клубней картофеля перед посадкой. Эффективность каждого из них зависит от исходного гуминосодержащего сырья, от способа воздействия на него с целью извлечения гуминовых веществ, от почвенно-климатических условий проведения опыта и других факторов.

Так, в Государственном аграрном университете Северного Зауралья для обработки клубней картофеля перед посадкой применяли гуминовый препарат Росток, полученный из низинного торфа. Клубни картофеля перед

посадкой замачивали в 0,002 % растворе препарата в течение 30 минут. В последствие это привело к увеличению урожайности картофеля на 23 %, при этом количество товарных клубней увеличилось на 11 % [4].

На опытном участке, расположенном в лесостепной зоне Кемеровской области, почва которого — чернозем оподзоленный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый, было изучено влияние гуминовых препаратов на урожайность и товарность картофеля сорта Танай. Для обработки клубней перед посадкой использовались гуминовые препараты, полученные из бурых углей Кемеровской области. Изучаемые препараты положительно воздействовали на рост и развитие картофеля, способствовали увеличению массы клубней с куста от 48,8 до 294,5 г/куст [5].

Во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель (ВНИИМЗ) — филиале ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» разработан способ получения гуминового препарата БоГум щелочной экстракцией отхода производства жидкофазного биопрепарата для роста и развития растений [6]. Основной характеристикой БоГум является содержание гуминовых кислот — не менее 7 г/л, также в его состав входят макро- и микроэлементы, рН препарата не более 9,0.

Эффективность гуминового препарата Богум проверяли в мелкоделяночном опыте по выращиванию картофеля сорта Винета на дерново-подзолистой почве опытного полигона ВНИИМЗ (Тверская область, Россия). Данная дерново-подзолистая почва имела следующие характеристики:  $P_2O_5-350$  мг/кг;  $K_2O-210$  мг/кг, гумус -2.3 %,  $pH_{KCl}-5.05$ . Технология возделывания картофеля общепринятая для культуры. Гуминовый препарат БоГум использовали для обработки клубней за два часа до посадки из расчета 20 л рабочего раствора на 1 т клубней. Использовали три разбавления концентрированного раствора БоГум водой -1:10, 1:50, 1:200. Контролем служил вариант без обработки клубней. Расположение вариантов рендомизированное и с выделением защитных полос. Учётная площадь делянок 7.5 м², повторность трёхкратная.

Под воздействием гуминового препарата БоГум происходило более активное развитие ростков, что отразилось на появлении более ранних всходов. Наблюдения за дальнейшим ростом растений картофеля позволили зафиксировать более интенсивное развитие обработанных клубней картофеля — в опытных вариантах формировались более развитые и крепкие растения. В период интенсивного роста и развития ботвы максимальную высоту растений картофеля отмечали в варианте с использованием препарата БоГум 1:10 — 24,3 см против 19,7 см в контрольном варианте.

Анализ данных по урожайности выращиваемой культуры позволил выявить следующую закономерность: урожайность картофеля возрастала по мере увеличения содержания гуминовых кислот в рабочем растворе БоГум, используемом для обработки клубней перед посадкой (таблица 1).

Таблица 1 Влияние гуминового препарата БоГум на урожайность картофеля и количество клубней

	Концентрация	Урож	Среднее	
Вариант	гуминовых кислот в рабочем растворе, %	г/куст	$\pm$ к контролю, %	количество клубней в кусте, шт.
Контроль	-	363,0	-	5,8
БоГум 1:10	0,100	401,1	10,5	6,3
БоГум 1:50	0,020	384,3	5,9	6,1
БоГум 1:200	0,005	370,5	2,1	5,9
HCP <sub>05</sub>		31,61		0,26

Максимальная прибавка отмечена в варианте БоГум 1:10-10,5~% и сформирована за счет увеличения количества клубней в кусте, а также массы товарных клубней. В остальных вариантах опыта прибавка урожая статистически незначимая.

Почвенная микрофлора оказывает большое влияние на формирование урожая. При посадке картофеля образуется растительно-микробный комплекс, который в начальный период вегетации можно определить, как материнский клубень — почвенная микрофлора. В случае обработки клубней картофеля перед посадкой гуминовым препаратом, последний становится неотъемлемой частью указанного комплекса и оказывает на него непосредственное влияние.

В фазу всходов в почве под картофелем определяли численность агрономически полезной микрофлоры методом предельных разведений на твердых питательных средах:

- микроорганизмы, использующие минеральные формы азота, на питательной среде крахмало-аммиачный агар,
- микроорганизмы, использующие органические формы азота, на питательной среде мясо-пептонный агар,
- микроорганизмы, мобилизующие фосфорорганические соединения, на питательной среде Менкиной.

Определение суммарной численности указанной почвенной микрофлоры позволило выявить закономерность, аналогичную полученной урожайности: максимальная численность микроорганизмов наблюдалась в варианте применения более концентрированного рабочего раствора БоГум (рисунок 1). Необходимо отметить, что во всех опытных вариантах применение гуминового препарата для обработки клубней картофеля способствовало статистически значимому увеличению численности определяемых микроорганизмов. Это говорит о том, что обработка клубней картофеля гуминовым препаратом оказывало влияние не только на развитие растений картофеля, но и на активизацию почвенных процессов.

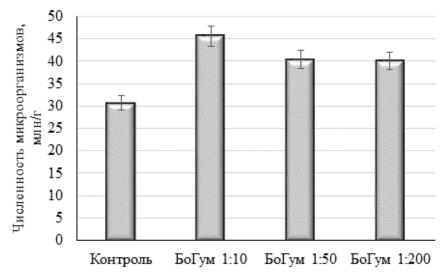


Рис. 1. Численность почвенных микроорганизмов в фазу всходов картофеля

Качество полученного урожая оценивали по количеству нитратов и крахмала в клубнях картофеля. Содержание крахмала в опытных образцах статистически незначимо варьировало от 13,3 до 13,7 %, в контрольном варианте -12,6 %. Содержание нитратов во всех вариантах опыта находилось в пределах 110-130 мг/кг.

Таким образом, замачивание клубней картофеля перед посадкой гуминовым препаратом БоГум оказалось достаточно эффективным приемом повышения урожайности картофеля. Влияние гуминового препарата выражалось в активизации растительно-микробного комплекса и складывалось из непосредственного влияния на материнские клубни и почвенную микрофлору. В результате обработки клубней рабочим раствором БоГум 1:10 прибавка урожая составила 10,5 %, при этом численность агрономически полезной микрофлоры в этом варианте была почти в 1,5 раза выше по сравнению

с контролем. Содержание крахмала в клубнях картофеля увеличилось в среднем на 0,9 % (абс.), а количество нитратов в полученной продукции было практически в два раза ниже, чем ПДК для культуры картофеля.

## Список литературы

- 1. Смирнова, Ю.В. Механизм действия и функции гуминовых препаратов / Ю.В. Смирнова, В.С. Виноградова// Агрохимический вестник. 2004. № 1. С. 22-23.
- 2. Serenella Nardia, Diego Pizzeghelloa, Adele Muscolob, Angelo Vianelloc Physiological effects of humic substances on higher plants // Soil Biology and Biochemistry. Volume 34. Issue 11, November 2002. P. 1527-1536 https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8
- 3. Анализ применения различных видов гуматов и способов их использования при возделывании картофеля / Костенко М.Ю., Горячкина И.Н., Тетерин В.С. [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2018. № 3 (39). С. 88-93.
- 4. Куртова, А.В. Влияние гуминового препарата Росток на продуктивность и качество клубней картофеля / А.В. Куртова, И.В. Грехова // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы III науч.-прак. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Краснодар: Изд-во Кубанский гос. аграрный ун-т им. И.Т. Трубилина, 2017. С. 546-550.
- 5. Анохина, О.В. Влияние гуминовых препаратов на урожайность картофеля / О.В. Анохина, А.А. Кадуров // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 12. С. 34-35.
- 6. Фомичева, Н.В. Способ получения жидкого гуминового удобрения / Н.В. Фомичева, Г.Ю. Рабинович // Патент РФ № 2691693, 17.06.2019.

# ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЖЕЛЕЗА НА ВСХОЖЕСТЬ И БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОРОСТКОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

**Любимова Н.А.,** кандидат химических наук ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Пшеница является одной из основных зерновых культур, возделываемых на территории Российской Федерации. Повышению урожайности пшеницы на данный момент уделяется много внимания. Однако при этом очень часто снижается качество получаемого зерна. В связи с этим разработка новых биоудобрений, позволяющих повысить урожайность и при этом сохранить качество зерна, является весьма актуальным.

Железо (Fe) является важным питательным веществом, которое в незначительных количествах требуется растениям для поддержания правильного роста и развития. Недостаток или избыток железа приводит к нарушению основных метаболических и физиологических процессов растений, что приводит к снижению урожайности. Следовательно, внесение железосодержащих удобрений является обязательным для оптимизации урожайности сельскохозяйственных культур [1]. В настоящее время проводятся исследования, направленные на разработку наноудобрений, в том числе и Feсодержащих, позволяющих повысить урожайность сельскохозяйственных культур, и при этом минимизировать вред агрохимикатов в отношении окружающей среды. Так было показано, что внекорневое опрыскивание растений сои нанооксидом железа концентрацией 0,75 г/л привело к увеличению содержания белка до 34% и липидов до 25% по сравнению с контролем, в котором их содержание достигало 28% и 20% соответственно. Кроме того, при использовании концентрации 0,75 г/л доля олеиновой кислоты увеличилась на 3%, а доля линолевой кислоты на 5% [2].

В работе [3] изучалось влияние наночастиц железа на фотосинтез и связанную с ним биохимическую адаптацию выращенной в почве резуховидки Таля (*Arabidopsis thaliana*). После обработки наночастицами концентрацией 500 мг железа / кг почвы биомасса растений увеличилась на 38% за счет уси-

ления фотосинтеза, что было подтверждено системой газообмена, соотношением изотопов углерода и анализом содержания хлорофилла. Вместе с тем, увеличилось потребление железа корнями и листьями растения. Измерения магнитных свойств и просвечивающая электронная микроскопия показали, что трансформированные частицы накапливались в частях тканей растений. Накопление углеводов, таких как глюкоза, сахароза и крахмал, увеличивалось за счет усиленного фотосинтеза, а связанные с фотосинтезом неорганические питательные вещества, такие как фосфор, марганец и цинк, поддерживают гомеостаз в соответствии с повышенным потреблением железа. Эти данные свидетельствовали о том, что наночастицы железа обладают дополнительными или альтернативными преимуществами в качестве наноудобрения и стимулятора поглощения СО<sub>2</sub> растениями [3].

Анализ литературы показал, что наиболее оптимальным способом синтеза наночастиц железа для нужд сельского хозяйства является метод зеленого синтеза, который включает в себя применение 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 [4].

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

Наночастицы железа синтезировали с использованием экстракта коммерчески доступного зеленого чая. Экстракт чая был приготовлен следующим образом: измельченный зеленый чай смешали с дистиллированной водой (5 г чая на 100 мл воды) и нагрели на водяной бане при температуре 80 °C в течение 30 минут. Охлажденный экстракт отфильтровали через бумажный фильтр и повысили рН экстракта с 5,5 до 8,5 с использованием 1 М раствора NаOH. Для получения наночастиц железа 0,1 М раствор FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O смешали с экстрактом в объемном соотношении 1:1 и оставили на 24 часа при температуре 55 °C. Для получения сухого порошка, полученные после инкубации растворы были выпарены в сушильном шкафу при температуре 105°C в течение нескольких часов. После чего полученный осадок был измельчен в фарфоровой ступке. Для получения жидкофазного биосредства с

наночастицами железа (ЖФБ-Fe) была взята навеска полученного порошка массой 0,01 грамм на 100 миллилитров жидкофазного биосредства (ЖФБ). Полученный препарат был выдержан при комнатной температуре в течение суток.

Проращивание семян пшеницы осуществлялось в течение восьми суток в стеклянных чашках Петри между слоями фильтровальной бумаги при температуре  $22 \pm 1$  °C в темноте согласно ГОСТ 12038-84. Семена были предварительно замочены в готовом препарате в течение 60 минут. Концентрация препаратов составила 0,05, 0,2, 0,8 и 1,4%. В каждом варианте было предусмотрено 4 повторности по 25 семян в каждой. Оценка эффективности ЖФБ- Ге различной концентрации проводилась путем определения энергии прорастания и всхожести семян, а также средней длины одного проростка. В качестве контроля использовалась вода.

Результаты показали (рис.1), что при использовании чистого ЖФБ и ЖФБ-Fe в концентрации 0,05% и 0,2% энергия прорастания семян пшеницы, определенная на третьи сутки, была практически одинаковой и была выше, чем в контроле (вода). Тогда как максимальная энергия прорастания (97,0%) была получена при использовании ЖФБ-Fe концентрацией 0,8%. Однако стоит отметить существенное снижение энергии прорастания до 87% при концентрации ЖФБ-Fe 1,4% из-за возможного ингибирования прорастания семян наночастицами железа.

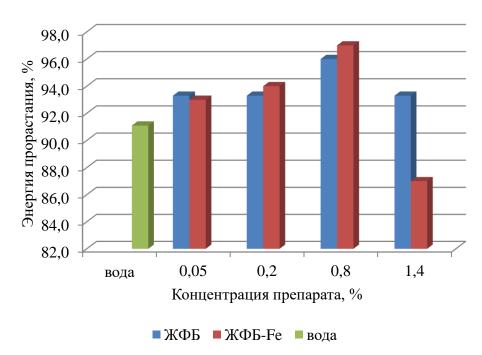


Рис. 1. Зависимость энергии прорастания от концентрации биосредств

Наибольшая разница (3%) во всхожести семян наблюдается при концентрации биосредств 0,05% (рис.2).

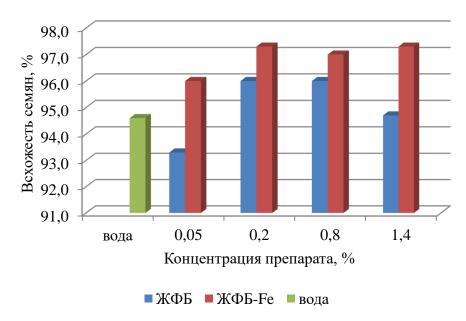


Рис. 2. Зависимость всхожести семян от концентрации биосредств

Тогда как при увеличении концентрации ЖФБ-Fe в диапазоне от 0,2 до 1,4% всхожесть семян практически не изменяется и равна 97,0-97,3%, несмотря на тот факт, что при использовании концентрации ЖФБ-Fe 1,4% энергия прорастания семян была очень низкой (87%). Вероятно, это связано с синергетическим эффектом, возникающим между ЖФБ и наночастицами железа.

Выявлено, что средняя длина одного проростка при использовании биосредств на 2-5 см больше, чем в контрольном варианте с замачиванием семян в воде (таблица). При замачивании семян в ЖФБ максимальная средняя длина одного проростка (27,3 см) зафиксирована при использовании 0,8%-ной концентрации.

Таблица 1 Влияние биосредств ЖФБ и ЖФБ-Fe на среднюю длину одного проростка

Гиотонотро	Концентрация, %				
Биосредство	0,05	0,2	0,8	1,4	
Вода	$21,6 \pm 1,1$				
ЖФБ	$25,1 \pm 0,9$	$25,7 \pm 1,1$	$27,3 \pm 1,2$	$26,2 \pm 1,0$	
ЖФБ-Fе	$26,9 \pm 1,0$	$25,9 \pm 2,6$	$22,9 \pm 1,2$	$23,5 \pm 1,3$	

Важно отметить, что достоверных различий между средней длиной одного проростка от применения различных концентраций ЖФБ не наблюдали. Тогда как при использовании ЖФБ-Fe, наоборот, отмечается зависимость длины проростков от концентрации. Так наибольшая длина проростков

наблюдалась при использовании ЖФБ-Fe концентрацией 0,05%, а дальнейшее увеличение концентрации биосредства отрицательно сказалось на длине проростков. Вероятно, это связано с замедлением скорости прорастания семян (рис. 1), связанное с большими концентрациями железа.

Выполненное исследование свидетельствует, что разработка препаратов с наночастицами металлов для использования в сельском хозяйстве весьма перспективна. В проведенном исследовании было показано, что ЖФБ в сочетании с наночастицами железа, полученных методом «зеленого» синтеза, в небольших концентрациях положительно влияет на энергию прорастания и всхожесть семян, а также на среднюю длину одного проростка. Однако стоить принять во внимание, что повышенные концентрации железосодержащих препаратов оказывают ингибирующее действие на биометрию проростков.

## Список литературы

- 1. Sekhon B. S. Nanotechnology in agri-food production: an overview. Nanotechnology. Science and Applications. 2014; 7: 31–53. DOI: 10.2147/NSA.S39406.
- 2. The effect of ferrous nano-oxide particles on physiological traits and nutritional compounds of soybean (*Glycine max* L.) seed / R. Sheykhbaglou, M. Sedghi, B. Fathi-Achachlouie // Anais da Academia Brasileira de Ciências (Annals of the Brazilian Academy of Sciences). 2018; 90(1): 485-494. DOI: 10.1590/0001-3765201820160251.
- 3. Effects of zerovalent iron nanoparticles on photosynthesis and biochemical adaptation of soil-grown *Arabidopsis thaliana* / H. Yoon, Y.-G. Kang, Y.-S. Chang, J.-H. Kim // Nanomaterials. 2019; 9: 1543 1545; DOI:10.3390/nano9111543.
- 4. Metal nanoparticles synthesis: An overview on methods of preparation, advantages and dis-advantages, 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.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНЫХ ДОЗ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ НА МЕЛИОРИРОВАННОЙ ПОЧВЕ

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

В настоящее время для современного земледелия остается актуальной проблема сохранения и воспроизводства плодородия почв при ограниченных материально-финансовых возможностях. Реалии времени таковы, что во многих хозяйствах Нечерноземной зоны Российской Федерации снизилось количество вносимых удобрений. В результате наблюдается деградация почв, снижается уровень их плодородия.

Негативные моменты в агропромышленном комплексе особенно остро сказались на состоянии дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны (в том числе почв Тверской области). Большинству из них свойственен низкий уровень потенциального и эффективного плодородия, что в сочетании с мелиоративной неустроенностью приводит к дегумификации, снижению содержания подвижных форм питательных веществ, подкислению почв. Многие поля остаются не окультуренными и постепенно зарастают сорняками, кустарниками, мелколесьем. В результате практически невозможным становится возделывание культур с целью получения оптимальных и стабильных по годам урожаев высокого качества.

В значительной степени улучшить обеспеченность возделываемых культур питательными веществами можно путем проведения целенаправленной работы по повышению почвенного плодородия за счет научно-обоснованного применения органических удобрений. Причем важно задействовать такие виды удобрений, которые по сравнению с традиционными видами окажутся более эффективными.

В настоящее время сельскохозяйственному производству предлагается целый ряд новых видов органических и органоминеральных удобрений, из которых лишь немногие обладают заметным удобрительным действием. Одними из наиболее перспективных видов таких удобрений, являются гуматы (в том числе агрогумат калия).

Гуминовые удобрения – комплексные, быстродействующие, эффективные и экономичные удобрения многофункционального действия. Они оказывают нормализующее и восстанавливающее действие на выпаханных и деструктурированных длительным орошением почвах (восстанавливается естественная физическая и химическая структура, что существенно повышает плодородие почв).

В почвах, загрязненных тяжелыми металлами, гуминовые удобрения связывают их — металлы образуют с ними соединения, остающиеся в почве и не поступающие в растения. Почвы, загрязненные нефтью и нефтепродуктами, очищаются, благодаря способности гумата связывать нефтяные углеводороды.

Почвы, требующие рекультивации — восстанавливаются, благодаря способности препарата связывать вредные вещества и восстанавливать плодородие почвы (особенно актуально для территорий бывших свалок и пустырей, стройплощадок, районов химического, радиоактивного, промышленного загрязнения). Гумат калия способствует созданию здорового растительного покрова, что эффективно для борьбы с эрозией даже на крутых склонах.

Применение гуминовых удобрений существенно изменяет условия почвенного питания растений, вызывая активизацию процессов мобилизации питательных веществ из почвы в усвояемой для растений форме. Почвы, в которые вносились гуматы, характеризуются лучшими условиями азотного и фосфатного режимов, при накоплении в них гумусовых соединений за счет новообразования гуминовых кислот. Гумусовые вещества препятствуют необратимой сорбции фосфатов, связывая в комплексы ионы железа и алюминия, особенно на тех почвах, которые содержат их в избытке [1,2].

Внесение органоминеральных удобрений очень важно на почвах с низким содержанием микроэлементов. Это торфяные, дерново-подзолистые, легкие по механическому составу почвы и почвы с низким содержанием гумуса. На этих полях обработку растений гуматом необходимо сочетать с внесением гуматов в почву. При этом от содержания гумуса и рН почвы зависит подвижность микроэлементов, а содержание бора и меди зависит еще и от увлажнения почвы.

К материалам, оказывающим подобное влияние на свойства почв, относится гранулированный торфяной мелиорант «Агрогумат Экстра» (агрогумат калия), производимый в ЗАО «Селигер-Холдинг» (г. Тверь), получаемый путем глубокой физико-химической переработки низинного торфа.

Применение данного удобрения структурирует почву, следовательно,

повышается ее проницаемость для воды и воздуха; активизируется деятельность микроорганизмов, ускоряющих гумификацию органических остатков; создается благоприятный для растений температурный режим; связываются тяжелые металлы и радионуклиды и пр. Таким образом, использование агрогуматов позволяет улучшить почвенные показатели дерново-подзолистых мелиорированных почв.

Однако нет единого мнения об оптимальных дозах применения агрогумата на разных типах почв с учетом их естественного плодородия, а также особенностями возделываемых сельскохозяйственных культур (в том числе в условиях Тверской области). Поэтому для оценки влияния органоминеральных удобрений (на примере агрогумата) на свойства почвы и урожайность культур требуются многолетние и всесторонние исследования.

В связи с этим целью проводимых исследований стало изучение действия разных доз агрогумата калия (в том числе в сочетании с минеральными удобрениями) на агрохимические свойства дерново-подзолистой мелиорированной почвы и урожайность картофеля.

Исследования проводились в 2021 году на агротехнологическом полигоне технологического факультета Тверской государственной сельскохозяйственной академии (Тверской ГСХА).

Общая площадь участка  $-400 \text{ м}^2$ , площадь учетной делянки  $-12 \text{ м}^2$ . Повторность опыта четырехкратная, расположение делянок - рендомизированное.

Перед закладкой опыта был проанализирован химический состав почвы экспериментального участка [5]. В среднем значения агрохимических показателей составили:  $pH_{kcl}=5,5$ ;  $C_{opr.Beiij-Ba}-2,0\%$ ;  $P_2O_5-218$  мг/кг почвы,  $K_2O-112$  мг/кг почвы.

В полевом опыте было использовано органоминеральное удобрение – агрогумат калия. Данные по химическому составу указанного удобрения представлены в таблице. Влажность органоминерального удобрения оказалась невысокой и составила 19,5%. Содержание органического вещества достаточно высокое (58,1%), реакция (7,9) – слабощелочная.

Наибольшим процентным содержанием среди элементов питания отличался калий (6,9%), а наименьшим — фосфор (0,95%); содержание азота составило 1,5% в сухом веществе удобрения.

Указанные значения химических показателей агрогумата связаны с технологическими особенностями его производства на основе низинного торфа и гидроокиси калия.

Таблица 1 Химический состав агрогумата калия

Вид	Влажность, рНкс1		Содержание в сухом веществе, %			Зольность,	Органическое
удобрения	%		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	К2О	%	вещество, %
Агрогумат калия	19,5	7,9	1,5	0,95	6,9	11,2	58,1

В соответствии с целью исследований была разработана схема полевого опыта, которая включала следующие варианты: 1. Контроль (без удобрений); 2. Агрогумат калия в дозе 10 т/га; 3. Агрогумат калия в дозе 5 т/га и  $N_{65}P_{55}K_{35}$ ; 4.  $N_{130}P_{55}K_{70}$ .

Для сравнения с агрогуматом в полевом опыте были применены минеральные удобрения: аммиачная селитра, простой суперфосфат и сульфат калия.

В конце мая 2021 г. были высажены клубни картофеля сорта «Родриго» в соответствии с разработанной схемой. Данный сорт является среднеранним, период от начала всходов до наступления технической спелости составляет 70-80 дней. Средняя урожайность — 250-350 ц/га, максимальная — до 450 ц/га. Содержание крахмала составляет от 13 до 15% (максимальное — до 15,5%) [6].

В посадках картофеля использовался инсектицид «Актара» (1,2 г препарата на 10 л воды, расход рабочей жидкости 5 л на 100 м<sup>2</sup>).

Во второй декаде сентября 2021 г. после предварительной уборки защитных полос со всех учетных делянок были собраны клубни картофеля и проведен учет массы, а также их химический анализ [4]. Данные по урожайности картофеля сорта «Родриго» были обработаны методами дисперсионного анализа [3].

Для подтверждения указанных предположений, в течение вегетационного периода 2021 года был проведен химический анализ почвы опытного участка и рассчитаны агрохимические показатели, характеризующие происходящие в ней изменения.

В начале вегетации (июнь 2021 г.) наименьшее количество нитратного азота выявлено на контроле (19 мг/кг почвы). Среди удобренных вариантов максимальным содержанием нитратов отличалась почва с минеральными удобрениями (29 мг/кг почвы), а минимальным — вариант с агрогуматом в дозе 10 т/га (24 мг/кг почвы). Варианты с меньшей дозой агрогумата имели более высокие значения нитратов.

В период с июня по июль 2021 года наблюдалось увеличение количества нитратного азота на всех вариантах опыта (включая контроль). При этом наибольшее содержание нитратов в июле установлено на минеральном фоне (33 мг/кг почвы). Минимальное количество нитратного азота среди удобренных вариантов обнаружено на фоне максимальной дозы агрогумата (27 мг/кг почвы).

Во второй половине вегетационного периода (с июля по август) уменьшилось количество нитратов на всех вариантах опыта, особенно на контроле (до 14 мг/кг почвы). В августе соотношение между вариантами по содержанию нитратов осталось прежним и соответствовало исходному, т.е. наибольшие значения получены на минеральном фоне (26 мг/кг почвы), а наименьшие среди удобренных вариантов – на органоминеральном фоне с 10 т/га (21 мг/кг почвы).

Динамика аммиачного азота на протяжении вегетационного периода 2021 года отличалась от динамики нитратной формы: количество аммонияв почве снижалось с июня по июль и увеличивалось с июля по август.

На первом этапе разложения удобрений содержание аммиачного азота оказалось наибольшим в почве с минеральными удобрениями (43 мг/кг почвы), а наименьшим – на контроле (29 мг/кг почвы).

В период с июня по август количество аммиачного азота снижалось в почве всех опытных делянок, особенно на контрольном варианте. Однако соотношение между вариантами осталось прежним: максимальным содержанием аммиачного азота отличалась почва с минеральными удобрениями (38 мг/кг почвы), а минимальным количеством среди удобренных вариантов — почва с агрогуматом в дозе 10 т/га (31 мг/кг почвы).

С июля по август наблюдалось постепенное увеличение количества аммиачного азота с одновременным снижением нитратов в почве. В августе соотношение между вариантами по содержанию аммиачной формы азота соответствовало исходному, т.е. наибольшие значения получены на минеральном фоне (46 мг/кг почвы), а наименьшие — на органоминеральном фоне (37 мг/кг почвы).

Сезонная динамика фосфора может иметь колебания, но чаще всего его количество снижается в августе. Подобные изменения прослеживались при выполнении исследований в почве опытного участка. Согласно полученным данным, динамика подвижного фосфора заключалась в снижении его количества с июня по август.

На протяжении вегетационного периода 2021 года максимальное количество подвижного фосфора находилось в почве с минеральными удобрениями и агрогуматом. В начале вегетационного периода значения  $P_2O_5$  на всех удобренных вариантах было близкими по величине, и составили от 216 до 235 мг/кг почвы. Исключением был контрольный вариант, поскольку в отличие от указанных вариантов накопления подвижного фосфора не происходило (207 мг/кг почвы).

В июле соотношение между вариантами остались на уровне начала вегетации культуры, однако разница между вариантами совместного внесения агрогумата в разных дозах и минеральных удобрений по сравнению с чистым агрогуматом оказалась более выраженной и составила 22-31 мг/кг почвы.

К концу вегетации картофеля наибольшее содержание  $P_2O_5$  отмечено в почве с минеральными удобрениями (219 мг/кг почвы), а наименьшее среди удобренных вариантов — на фоне агрогумата калия в дозе 10 т/га (174 мг/кг почвы).

Наряду с азотом и фосфором, важным макроэлементом в питании растений является калий. Результаты исследований показали, что количество обменного калия на всех вариантах опыта постепенно снижалось с июня по август 2021 года.

Внесение всех исследуемых видов удобрений привело к увеличению  $K_2O$  на протяжении всего вегетационного периода по отношению к неудобренному контролю (в среднем по срокам определений от 10 мг/кг почвы до 55 мг/кг почвы.

В период с июня по август больше всего обменного калия находилось в почве с минеральными удобрениями (235 мг/кг почвы в июне до 219 мг/кг почвы в августе).

В почве вариантов совместного применения агрогумата с минеральными удобрениями выявлено накопление обменного калия в течение всех сроков наблюдений в среднем на 10-11 мг/кг больше, чем в почве с агрогуматом в дозе10 т/га.

Таким образом, применение агрогумата калия в сочетании с минеральными удобрениями позволяет увеличить количество подвижных форм азота, фосфора и калия в дерново-подзолистой мелиорированной почве по сравнению с контролем во все периоды определений. Однако содержание подвижных форм элементов питания при использовании агрогумата в дозе 10 т/га уступало указанным вариантам, но позволило получить высокий урожай картофеля по сравнению с контролем.

В соответствии с изменениями метеорологических условий вегетационного периода, содержанием питательных элементов в дерново-подзолистой мелиорированной почве продуктивность картофеля в 2021 году оказалась различной. Наименьшая урожайность картофеля получена на контрольном варианте (205 ц/га). Совместное применение агрогумата и минеральных удобрений позволило увеличить выход клубней по сравнению с контролем на 46 ц/га (или на 22,4%). Отметим, что урожайность и прибавка клубней по отношению к контролю на варианте с минеральными удобрениями (40 ц/га или 19,5%) немного уступили указанному варианту (на 6 ц/га или 2,9%). Среди удобренных вариантов наименьший выход клубней по сравнению с контролем получен на органоминеральном фоне – 228 ц/га (или 11,2%).

Наряду с существенным увеличением урожайности, изменился химический состав клубней картофеля (в частности, по содержанию крахмала и аскорбиновой кислоты). Максимальное количество крахмала выявлено в клубнях картофеля на варианте совместного применения агрогумата и минеральных удобрений (14,0%). Агрогумат в дозе 10 т/га уступал указанному варианту по этому показателю на 0,6%, а по сравнению с минеральным фоном превысил на 0,3%. Отметим, что применение минеральных удобрений способствовало возрастанию количества крахмала в клубнях на 0,6% по сравнению с клубнями контрольного варианта.

Наибольшим содержанием витамина С отличались клубни варианта с агрогуматом и минеральными удобрениями — 14,6 мг/100 г сырого вещества (или на 3,4% больше по сравнению с контролем). Это количество превышало содержание аскорбиновой кислоты в клубнях варианта с минеральными удобрениями на 1,2 мг/100 г сырого вещества (или на 10,8%), и на 3,4 мг/100 г сырого вещества (или на 30,4%) в клубнях контрольного варианта.

Таким образом, применение органоминерального удобрения в разных дозах, как в чистом виде, так и в сочетании с минеральными удобрениями, приводит сувеличению количества доступных форм элементов питания в дерново-подзолистой мелиорированной почве, а также возрастанию продуктивности картофеля сорта «Родриго» с высоким содержанием крахмала и аскорбиновой кислоты в клубнях.

#### Список литературы

1. Барановский, И.Н. Влияние агрогумата калия на питательный режим дерновоподзолистой почвы и ее продуктивность/И.Н. Барановский, М.А. Соколов // Вестник ТвГУ. Серия: Химия (1). 2014. С. 13–20

- 2. Барановский, И.Н. Эффективность «Агрогумата Экстра» на дерново-подзолистых мелиорированных почвах при внесении под картофель. /И.Н. Барановский, И.А. Чубаров. Тверь: Тверская ГСХА, 2010. 10 с.
- 3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб./Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
  - 4. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений.М.: Колос, 1985. С.122
- 5. Практикум по агрохимии/ В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзаренко и др. М.: КолосС, 2008. 599 с.
- 6. Крупноплодный картофель «Родриго»: описание сорта, фото, характеристика [Электронный ресурс]//URL:https://rusfermer.net/ogorod/korneplody/kartofel/sorta/srednerannie/rodrigo.html

УДК 635.24 (470.31)

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ТОПИНАМБУРА ПРИМНОГОЛЕТНЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ВЕРХНЕВОЛЖЬЕ

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

В формировании высоких урожаев у топинамбура как растения короткого дня в более северных широтах, где рост клубней ограничен наступлением осенних холодов большое значение имеет приближение периода интенсивного роста клубней в летние месяцы. Одним из приемов способствующих этому, является осенние и ранние весенние сроки посадки в 1 год и многолетнее использование плантаций [1–5]. В годы проведения исследований погодные условия отличались от среднемноголетних, поэтому мы изучили их влияние на прохождение фаз развития и продолжительность межфазных периодов.

Исследования проводили на окультуренной дерново-среднеподзолистой остаточно карбонатной глееватой супесчаной по гранулометрическому составу почве осущенной закрытым дренажем на выводных полях полевого севооборота опытного поля Тверской ГСХА в двухфакторных опытах, выполненных в 3-х закладках. Глубина пахотного горизонта 20 - 22 см, содержание органического вещества (по Тюрину) 2,0-2,2 %, легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) 64 - 137 мг,  $P_2O_5185$  - 321 мг и  $K_2O58$  - 167 мг в 1 кг (по Кирсанову),  $pH_{con}6,5$  - 6,7.

Схема опыта включала: сроки внесения удобрений (фактор A): 1 - полная расчетная норма удобрения под посадки 1 года, на 2 и 3 год изучается последействие; 2 - по 1/3 от расчетной нормы в течение трех лет; дозы внесения удобрений (фактор В) на запрограммированные уровни урожаев: по 20, 30, 40 т/га надземной массы и клубней в виде органических (навоз) и минеральных удобрений.

Учетная площадь делянки 1-го порядка  $122,4\,\mathrm{m}^2,\,2$ -го  $-20,4\,\mathrm{m}^2.$  Объект исследований — лучший для Нечерноземья сорт клубневого направления Скороспелка. Использовали комплекс отечественных машин, используемых для возделывания картофеля.

Исследования, определения и анализы проводили по современным методикам и существующим ГОСТам.

Топинамбур сорта Скороспелка за один год проходит все фазы развития (всходы, образование столонов, образование клубней, бутонизация, цветение и созревание семян). Однако созревание семян в Верхневолжье, как правило, не происходит из-за недостаточной суммы активных температур. Обильное цветение растений данного сорта не сопровождается завязыванием и формированием семян.

Нами выявлено, что на срок появления всходов и продолжительность межфазных периодов наибольшее влияние оказываютход среднесуточных температур и увлажнение почвы, затем год жизни растений и удобрение топинамбура. Так, самые ранние всходы в посадках 1 года жизни появились в самом теплом 2007 году (29.05) через 15 дней после посадки. В период «посадка - всходы» среднесуточная температура воздуха (18,6°С) в этом году была на 6,4-7,4°С выше, чем в другие годы. Избыточное увлажнение 2008 года и невысокая температура воздуха (11,2оС) увеличили продолжительность этого периода до 27 дней. В посадках 2 и 3 года пользования (г.п.) всходы появляются на 2-6 дней раньше, чем в посадках 1 года. Удобрения не оказывали влияние на сроки появления всходов, как в первый, так и последующие годы жизни.

Рост столонов совпадет, как правило, с началом сокращения светового дня и продолжается до фазы цветения. Наши исследования показали, что в фазу образования столонов растения в посадках 2 года жизни вступали на 6-13 дней раньше, чем в посадках 1 года. Так, в 2007 г. в посадках 2 г.п. они появились на 29 день от всходов (среднесуточная температура воздуха 17,5°С), а в посадках 1 г.п. – на 42 день (среднесуточная температура – 17,1°С), в 2008 году соответственно на 46 и 52 день (t– 17,5°С). В посадках 3 года всходы появились почти одновременно с посадками 2 года и на 7 дней

раньше, чем 1 года (2008 г.)

Погодные условия оказали существенное влияние на продолжительность периода «всходы-образование столонов». Так, в посадках 1 г.п. в фазу образования столонов быстрее вступали растения в 2006 г. — на 36 день от всходов, при среднесуточной температуре воздуха 18,5°С. Снижение температуры воздуха до 17,0-17,5°С и повышенное увлажнение в 2008 году способствовали увеличению продолжительности этого периода на 6-16 дней. В посадках 2 и 3 годов пользования снижение температуры воздуха и повышенное увлажнение увеличивают продолжительность этого периода на 17 и 16 дней.

Нами выявлено, что в посадках 2 и 3 года пользования календарно образование клубней начиналось на 15-17 дней раньше, чем в посадках 1 года пользования. Так, в 2007 году клубнеобразование растений 1 года жизни отмечено 27 июля, а 2 года жизни — 10 июля, в 2008 году соответственно 19 июля и 4 июля.

Улучшение теплообеспеченности в большей мере проявляется в сокращении этого периода у растений 1 года жизни, чем 2-го. Так, в теплом 2007 году данный период уменьшился в сравнении с более холодным и влажным 2006 годом у растений 1 года жизни на 5 дней, 2-го на 1 день.

Выявлено, что в посадках 2 и 3 года календарно растения вступают в фазу цветения на 6-16 дней раньше, чем растения 1 года жизни. Значительное влияние на продолжительность этого периода оказывает обеспеченность растений влагой и теплом. Повышенное увлажнение в соответствии с умеренными температурами удлиняет продолжительность этого периода как у растений 1-го, так и 2 года жизни. Наоборот, при нормальном увлажнении цветение наступает раньше. Так, в 2008 году оно отмечено на 8-12 дней раньше, чем в другие годы, в посадках 1 года пользования и на 23 дня — в посадках 2 года (в сравнении с 2007 г.).

Учет урожая проводили в период с 1 по 10 октября. При возврате тепла в октябре продолжался рост клубней, в основном, за счет оттока питательных веществ из листьев и стеблей.

В связи с более ранним цветением у растений в посадках 2-3 лет жизни продолжительность этого периода, по сравнению с посадками 1 года, увеличивался на 9-14 дней, что способствовало получению более высоких урожаев клубней.

Таким образом, развитие растений топинамбура в посадках 2 и 3 года пользования, когда создание агроценоза идет за счет оставшихся в почве клубней, происходит более быстрыми темпами, чем в посадках 1 года. В сопоставимых условиях (одного и того же года) у растений 2-3 г.п. образование

столонов начиналось на 6-10 дней, клубней — на 15-17 дней, цветение — на 6-16 дней раньше, чем у растений 1 года жизни, а продолжительность последнего периода увеличилась на 9-14 дней, что создало предпосылки для накопления более высокого урожая клубней. Прохождение фаз развития растений в посадках 1 и 2-3 лет использования, а также продолжительность межфазных периодов в значительной степени зависят от хода среднесуточных температур воздуха и условий увлажнения. Повышенное увлажнение в сочетании с умеренными температурами замедляет образование столонов на 10-16 дней, цветение на 8-14 дней. Для образования столонов и клубней в посадках 1 г.п. более благоприятна среднесуточная температура воздуха 18,5-18,8°С, в сочетании с нормальным увлажнением, в посадках 2 и 3 г.п. - 16,6-17,6°С.

Высота растений, побегообразование, облиственность главного стебля являются важными показателями отзывчивости топинамбура на удобрение и другие агротехнические факторы, и погодные условия.

В наших опытах представляет интерес выявление реакции растений на дозы органических и минеральных удобрений в разные годы жизни посадок топинамбура.

Выявлено, что в посадках 1 года наибольшей высоты достигли растения при внесении полных расчетных доз удобрений однократно. Так, в среднем по вариантам высота составила 192 см и была на 3 см больше, чем при уменьшенной дозе. Сильнее реагировали растения на уменьшение дозы органических удобрений. Высота растений при внесении 1/3 от расчетной дозы навоза уменьшилась на 5 см. Снижение в 3 раза дозы минеральных удобрений не оказала значительного влияния на рост растений в высоту. В среднем она уменьшилась на 2 см (со 194 до 192 см).

В посадках 2 года пользования на высоту растений наибольшее влияние оказало последействие доз навоза 60 и 90 т/га и действие 1/3 нормы минеральных удобрений. Так, высота растений при последействиинавоза составила 167 см, а при действии 1/3 норм -160 см, соответственно по минеральным удобрениям 167 и 173 см.

В посадках 3 года жизни топинамбура сильнее проявляется действие ежегодного внесения органических и минеральных удобрений на рост растений в высоту и образование листьев.

Таким образом, действие расчетных доз, внесенных 1 раз на 3 года и ежегодно по 1/3 от полной нормы, на габитус растений топинамбура проявляется неодинаково в 1, 2 и 3 годы жизни плантаций. Высота растений в 1-ый год жизни в большей мере увеличился от внесения полных расчетных доз органических и минеральных удобрений, во 2-ой год - от последействия полных

доз органических и действия 1/3 нормы минеральных удобрений, в 3-ий год - от ежегодного внесения органических и минеральных удобрений по 1/3 от расчетных норм.

В более влажном 2006 году слабо проявилось влияние сроков внесения удобрений на высоту растений, более высокорослыми в посадках 1 года были растения на минеральном фоне. В засушливом 2007 году преимущества по высоте имели растения на минеральном фоне при внесении 1/3 нормы удобрений, они были на 3 см выше, чем при однократном внесении полной нормы. Во влажном и боле холодном 2008 году преимущества по высоте имели растения при однократном внесении полной нормы удобрений, разница между органическим и минеральным фоном была выражена слабо.

В посадках 2 года пользования, в отличие от 1 г.п., в сухом и жаркомгоду растения имели большую высоту, чем в холодном и влажномгоду.

В среднем по опыту разница в пользу 2007 года составила 7 см. В сухой год преимущество по высоте имели растения от последействия органического фона (177 см), высота их была на 15 см меньше, чем от действия 1/3 дозы навоза. Во влажном и более холодном 2008 году более высокими были растения на минеральном фоне при внесении 1/3 нормы удобрения (170 см), на 11 см выше, чем при последействии полной их нормы.

При использовании посадок топинамбура в качестве источника кормов, особенно надземной листостебельной массы, значительный интерес представляет определение суточных приростов высоты растений в течение вегетации, по которым можно делать прогноз накопления зеленой массы.

Наши исследования показали, что во все годы и в посадках разных лет пользования максимум суточных приростов приходилось на период от начала образования столонов до начала клубнеобразования.

Календарно в разные годы конечная дата максимального прироста в посадках 1 года пользования приходится на следующие сроки:  $2006 \, \Gamma$ . -11.08;  $2007\Gamma$ . -28.07;  $2008\Gamma$ . -24.08. Это свидетельствует о том, что календарно в сухие теплые годы максимум наступает раньше на 14 дней в сравнении с влажными теплыми и на 27 дней в сравнении с влажными и холодными годами.

В посадках 2 года пользования максимум суточных приростов высоты растений наступает в сухие годы на 10 дней раньше, а во влажные холодные - на 20 дней раньше, чем в посадках 1 года. Поэтому уборку топинамбура для получения зеленой массы в посадках 2 и 3 года пользования можно, по данному прогнозу, начинать раньше, чем в посадках 1 года пользования.

В связи с небольшими различиями высоты растений по вариантам опыта не наблюдается существенной разницы в величине суточных приростов.

Во влажный и теплый год несколько большими приростами в период максимума отличались варианты с внесением расчетных доз удобрений 1 раз в 3 года, а в сухой и жаркий — варианты с внесением удобрений по 1/3 нормы ежегодно. Так, в посадках 1 г.п. в 1-ый максимум (с 11.07 по 21.07) суточный прирост высоты в 2006 году составил 4,2 см при внесении полной дозы 1 раз в 3 года и 3,7 см при внесении 1/3 нормы; а во 2-ой максимум (с 01.08 по 11.08) соответственно он равнялся 4,8 и 4,4 см. В сухом 2007 году при первом максимуме (с 08.07 по 18.07) суточный прирост при однократном внесении полной нормы удобрений составил 2,8 см, при дробном - 3,0 см, при втором максимуме (с 18.07 по 28.07) соответственно 2,7 и 2,7 см.

В посадках 2 г.п. в сухие годы (2007) при последействии полных норм удобрений максимальный суточный прирост отмечается на 10 дней раньше (с 08.07 - 18.07), чем от действия ежегодного внесения 1/3 дозы от расчетных норм (с 18.07 - 28.07). Примерно та же закономерность отмечается во влажные более холодные годы. Так при последействии суточный прирост с 15.07 по 25.07 составил 2,9 см, при действии 1/3 дозы - также 2,9 см, а с 25.07 по 04. 08 соответственно 2,8 и 3,4 см.

В посадках 3 г.п. в вариантах с ежегодным внесением 1/3 дозы от полных расчетных норм удобрений суточные приросты во все периоды вегетации, кроме периода с 14.08 по 24.08 (начало цветения), были больше, чем в вариантах последействия полных норм.

Таким образом, в посадках 2 и 3 года пользования максимумы суточных приростов высоты растений в сухие годы сдвигаются на 10 дней, а во влажные прохладные - на 20 дней раньше, чем в посадках 1 г.п.

#### Список литературы

- 1. Королева Ю.С. Удобрение топинамбура при многолетнем использовании плантаций: Автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.09, 06.01.12 / Ю.С. Королева. Тверь, 2009. 24 с.
- 2. Королева Ю.С. Листовой фотосинтетический потенциал агроценоза топинамбура / Ю.С. Королева // Научная жизнь. 2020. Т.15. №9 (109).С.1224-1232
- 3. Усанова З.И. Формирование высокопродуктивных агроценозов топинамбура: особенности минерального питания, удобрение: монография / З.И. Усанова, Ю.В. Байбакова. Тверь: «Агросфера» Тверской ГСХА, 2009. 156 с.
- 4. Усанова З.И. Клубнеплоды. Биологические особенности и технологии возделывания картофеля и земляной груши. Учебное пособие / З.И. Усанова, А.К. Осербаев, К.И. Зияев, М.Н. Павлов / Под ред. З.И. Усановой. Тверь, 2018. 152 с.
- 5. Усанова З.И. Продуктивность сортов топинамбура при разной густоте стояния / З.И. Усанова, Ю.А. Фридман, М.Н. Павлов // Молочнохозяйственный вестник. 2020. №2 (38). С.146-155.

# ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

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

Яровая пшеница — одна из наиболее ценных продовольственных культур. Яровая пшеница возделывается в России почти повсеместно, на севере посевы распространены до Полярного круга. Однако средняя урожайность ее невысокая и имеются острые проблемы с качеством зерна.

В связи с выше изложенным, имеется настоятельная необходимость изучения эффективности органоминеральных удобрений и стимуляторов роста при возделывании яровой пшеницы в условиях Верхневолжья и установления наиболее их оптимальных сочетаний.

В земледелии в качестве дополнительного источника микроэлементов кроме неорганических солей отдельных металлов используются комплексоны (хелаты) в чистом виде, в составе жидких органоминеральных удобрений. Молекулы хелатов целиком попадают в лист при некорневой подкормке, а не накапливаются с сопутствующими ионами на поверхности. Как и большая часть биологических мембран, покровы листа заряжены отрицательно. Отрицательно заряженные функциональные группы способствуют перемещению катионов металлов из наружного раствора в клетку по градиенту электрохимического потенциала. Связывание ионов металлов клеточными структурами растения происходит за счет сил электростатического взаимодействия и по типу хелатирования [4]. Микроэлементы в хелатной форме обеспечивают максимальную эффективность применения без риска фитотоксичности и загрязнения окружающей среды. Соединения хелатов инертны, т.е. защищены от влияния внешних факторов и не вступают в реакцию с компонентами баковой смеси, не закрепляются в почве. Микроэлемент в этом случае в неизменном состоянии и значительно легче (в 4-10 раз) проникает через мембраны клеток и усваивается растением [3]. Ценность комплексных хелатных микроудобрений заключается в том, что их применение обеспечивает мощное развитие корневой системы и площади листьев, увеличивает прочность хлорофиллбелкового комплекса и водоудерживающую способность,

повышает засухо- и морозоустойчивость. Большинство удобрений в хелатной форме обладают фунгицидными свойствами (так как содержат в своем составе ионы меди и цинка), что позволяет сократить норму протравителя при проведении предпосевной обработки семян на 30%, не снизив при этом фунгицидного эффекта [5].

Наряду с микроэлементами при проведении некорневых подкормок используют стимуляторы роста – это экологически чистый и экономически выгодный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур, позволяющий полнее реализовывать потенциальные возможности, как отдельных растительных организмов, так и агроценозов. Стимуляторы роста представляют собой физиологически активные вещества биогенного происхождения или синтезированные искусственно. Регулирование роста и развития растений с помощью физиологически активных веществ позволяет оказывать направленное влияние на отдельные этапы онтогенеза с целью мобилизации генетических возможностей растительного организма и, в конечном итоге, повышать продуктивность и качество сельскохозяйственных культур. Также стимуляторы могут влиять на антистрессовые свойства растений в условиях действия абиотических и биотических стрессовых факторов [2]. Некоторые сельхозпроизводители расценивают листовую подкормку как замену основному питанию. Некорневые подкормки эффективны только при оптимальном питании основными макроэлементами. Листовая подкормка способна оперативно помочь растению в критический период, создать баланс элементов питания, благодаря чему все процессы в нем будут протекать своевременно [1]. Некорневую подкормку следует рассматривать как агротехнический прием, повышающий при определенных условиях эффективность удобрений, внесенных в почву, и эффективность использования почвенного плодородия. Следует знать, что создание оптимального режима питания растений в процессе вегетации с учетом реализации потенциальной продуктивности растения по количеству и качеству урожая возможно только при рациональном сочетании всех приемов внесения удобрений.

Целью исследований являлось изучение влияние применения стимуляторов роста и органоминеральных удобрений на урожайность яровой пшеницы. Для этого в 2020 году был проведён двухфакторный полевой опыт на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая остаточно карбонатная глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу.

До закладки опыта в почве содержалось гумуса — 2,05%,  $P_2O_5$ — 272 и  $K_2O-90$  мг/кг, pH-6,77.

Схема опыта представлена в таблице 1, повторность в опыте четырёхкратная.

Объект исследований: сорт яровой пшеницы «Злата».

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 яровой пшеницы 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.

Таблица 1 Схема полевого опыта 2020 г.

№ <u>№</u> п/п	Варианты		
1	Voyamoux	Фульвогель	
2	Контроль	Циркон	
3	Сивид-Цинк	Фульвогель	
4	(0,2 кг/га)	Циркон	
5	Сивид-Бор	Фульвогель	
6	(0,2 кг/га)	Циркон	

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 препаратами Сивид-Бор (0,2 кг/га) и Фульвогель получена максимальная по отношению к контролю длина колоса — 15,2 см, среди изучаемых препаратов минимальная длина колоса сформировалась в контрольном варианте при применении препарата Циркон — 12,3 см.

Обработка посевов яровой пшеницы изучаемыми комбинациями препаратов увеличивает количество зёрен в колосе. Так максимальное количество зёрен в колосе получено от обработки посевов препаратами Сивид-Бор (0,2 кг/га) и Фульвогель, 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 Циркон на контроле и составило 44 шт.

Максимальная масса зерна с колоса 3,68 г. и масса 1000 зёрен 60,5 г., получена в шестом варианте, где посев яровой пшеницы обрабатывали препаратами Сивид-Бор и Фульвогель, минимальная в контрольном варианте 2,72 и 56,4 г. соответственно.

В целом применение препараты увеличивает массу 1000 зёрен яровой пшеницы.

Так применение комплексонатов микроэлементов во всех вариантах опыта увеличило массу 1000 зёрен на 3,8; 4,1 и 5,0; 5,9% или на 1,2; 1,3 и 1,7; 1,9 г.

В прямой зависимости от элементов структуры урожая получена урожайность яровой пшеницы (табл.2).

Таблица 2 Урожай зерна яровой пшеницы в зависимости от действия органоминерального удобрения и стимулятора роста, 2020 г.

<b>№</b> п/п	Содержание вариантов		ц/га	+/- к контролю	%
1.	V axxma a vx	Фульвогель	42,4	-	-
2.	Контроль	Циркон	41,7	-	-
3.	Сивид-Цинк	Фульвогель	45,4	3,0	7,0
4.	(0,2 кг/га)	Циркон	44,2	2,5	5,8
5.	Сивид-Бор	Фульвогель	46,6	4,2	9,9
6.	(0,2 кг/га) Циркон		45,1	3,4	8,1
HCP <sub>0,5</sub>			0,94		

В год исследования урожайность яровой пшеницы в зависимости от вида органоминерального удобрения и стимулятора роста изменялась от 42,4 до 46,6 ц/га.

Изучение влияния органоминеральных удобрений и стимуляторов роста на урожайность яровой пшеницы показало, что независимо от вариантов применения изучаемых препаратов получена достоверная прибавка урожайности. Прибавка от применения препаратов Сивид-Цинк и Фульвогель составляет 3,0 ц/га или (7,0%), препаратов Сивид-Бор и Фульвогель 4,2 ц/га или (9,9%), а от применения препаратов Сивид-Цинк и Циркон 2,5 ц/га или (5,8%), препаратов Сивид-Бор и Циркон 3,4 ц/га или (8,1%)

Таким образом, совместное применение органоминеральных удобрений и стимуляторов роста способствовало увеличению урожайности зерна

яровой пшеницы на 2,5;3,0;3,4 и 4,2 ц/га и она составила 44,2;45,7;46,6 и 45,1 ц/га соответственно.

### Список литературы

- 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., Харитонова А.Ф. и др. Действие микроудобрений на урожайность, сбор белка, качество продукции зерновых и зернобобовых культур. // Агрохимия, 2010 №9. С. 36-49.
- 3. Вакуленко В. В., Шаповал О. А. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве // Плодородие. 2001. № 2. С. 27-29.
- 4. Гайсин И.А., Муртазин М.Г. Хелатные микроудобрения препараты (ЖУСС) на посевах яровой пшеницы // Агрохимический вестник. 2006. №4. С. 2-4.
- 5. Егоренко Е.В. Безручко Е.В. Микроудобрения. Назначение и эффективность. Основные заблуждения и ошибки: Сборник материалов научно-практ. конф. «Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур. Анапа. 2018. С. 54-56.

УДК: 633.521+631.8

# КОМПЛЕКСОНАТЫ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

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

Лен-долгунец относится к виду лен культурный, семейству льновых. Лен-долгунец относится к самоопылителям, возможно и перекрестное опыление насекомыми.

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, горнодобываю-

щей, 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 льнадолгунца 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].

Для получения высокого урожая льнопродукции высокого качества необходимо учитывать особенности роста и развития культуры.

Целью исследований являлось — изучить влияние комплексонатов микроэлементов на урожайность льна-долгунца [1].

Для этого в 2020 году был проведён двухфакторный полевой опыт на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-среднепод-золистая остаточно карбонатная глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу. До закладки опыта в почве содержалось гумуса -2,02%,  $P_2O_5-268$  и  $K_2O-88$  мг/кг, pH-6,74.

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

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.

Таблица 1 Схема полевого опыта 2020г.

№ варианта	Комплексонаты
1.	Без обработки
2.	Se-ЭДДЯК
3.	ZN-ЭДДЯК
4.	в-Эддяк

Изучаемые в опыте комплексонаты микроэлементов обеспечили сохранность на уровне 82,5-87,2%. Максимальную сохранность растений льнадолгунца обеспечило применение комплексоната В-ЭДДЯК — 87,2%, что на 4,7% выше растений льна-долгунца на контроле, и на 2,9% и 0,5% выше, чем от применения в посевах льна-долгунца комплексонатов микроэлементов SеЭДДЯК и ZN-ЭДДЯК соответственно.

Минимальное значение данного показателя отмечено у растений льнадолгунца— 82,5% в контрольном варианте.

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.

Высота растений льна-долгунца в зависимости от изучаемых комплексонатов микроэлементов представлена в таблице 2.

Таблица 2 Высота растений льна-долгунца в зависимости от изучаемых комплексонатов микроэлементов, см

Вариант	Высота растений, см				
Вариант	Ёлочки	Бутонизации	Цветение	Созревание	
Без обработки	7,2	56,8	72,2	77,8	
Se-ЭДДЯК	8,2	57,8	72,9	78,0	
ZN-ЭДДЯК	7,8	58,5	73,5	78,5	
В-ЭДДЯК	7,0	61,9	76,9	81,9	

В последующих определениях, изучаемые комплексонаты микроэлементов формировали высоту стеблестоя различного уровня в зависимости от применения комплексонатов микроэлементов.

Так, к фазе бутонизации максимальной высоты 61,9см, достигли растения льна с применением комплексоната В-ЭДДЯК, к нему был близок вариант с применением комплексоната ZN-ЭДДЯК—58,5см, минимальной высоты — 56,8 см, достигли растения льна-долгунца в контрольном варианте без применения обработки посевов комплексонатами микроэлементов.

Такая же тенденция прослеживается и в фазу цветения, максимальной высоты 76,9 см, достигли растения льна-долгунца с применением комплексоната В-ЭДДЯК, а минимальной высоты 72,2 см растения льна в контрольном варианте без применения комплексонатов микроэлементов. В фазу созревания высота растений льна-долгунца в вариантах с применением комплексонатов микроэлементов сформировалась по вариантам опыты на уровне 78,0-81,9см. Изменялись среднесуточные приросты растений в высоту под влиянием сортовых особенностей, применения комплексонатов микроэлементов и продолжительности фазы роста и развития культуры.

Так, максимальными приросты растений льна-долгунца были отмечены в период быстрого роста во всех вариантах опыта, наибольшими они были в варианте с применением комплексонатов микроэлементов— 3,8см в сутки. В период цветение-созревание отмечено снижение среднесуточного прироста у всех изучаемых вариантов применения комплексонатов микроэлементов и составило по вариантам опыта от 0,3-0,4см в сутки, причём стоит отметить, что увеличение высоты растений происходило за счёт роста соцветия, а не стебля. Использование для посева льна новых перспективных сортов, возделываемых по инновационным технологиям, является условием получения высоких урожаев и качественных льносемян. Одним из элементов такой технологии является применение комплексонатов микроэлементов в посевах льна в частности Se-ЭДДЯК, Se-ЭДДЯК, В-ЭДДЯК.

Влияние сорта и органоминеральных удобрений на урожайность льна долгунца представлено в таблице 3.

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

Вариант	Урожайность, ц/га		
Бариант	соломы	семян	
Без обработки	28,3	3,8	
Se-ЭДДЯК	33,1	5,1	
ZN-ЭДДЯК	32,3	5,0	
В-ЭДДЯК	36.5	5.9	
HCP 0,5	0,63	0,72	

Применяемые в опыте комплексонаты микроэлементов увеличивают урожайность льна-долгунца, как по семенам, так и по соломе, и по выходу волокна. Самая низкая урожайность семян (3,5 ц/га) получена у льна-долгунца на контроле без применения комплексонатов микроэлементов.

Наибольшую урожайность из изучаемых вариантов применения комплексонатов микроэлементов обеспечил комплексонат В-ЭДДЯК — 5,9 ц/га, что на 2,1 ц/га выше, чем варианте на контроле и на 0,8 ц/га и 0,9 ц/га выше, чем в вариантах с применением Se-ЭДДЯК и ZN-ЭДДЯК соответственно. Рассматривая показатели урожайности соломы льна-долгунца можно отметить, что самая низкая урожайность соломы (28,3 ц/га) получена в контрольном варианте. Наибольшую урожайность из изучаемых вариантов применения комплексонатов обеспечил комплексонат В-ЭДДЯК — 36,5 ц/га, что на 8,2 ц/га выше, чем в контрольном варианте и на 3,4 ц/га и 4,2 ц/га выше, чем в вариантах с применением Se-ЭДДЯК и ZN-ЭДДЯК соответственно.

Таким образом, среди изучаемых вариантов применения комплексонатов микроэлементов преимущество по урожайности льносемян и соломы имел комплексонат В-ЭДДЯК. Растения льна в данном варианте увеличивают семенную продуктивность и урожайность льносоломы на 22,4% и 35,5% по сравнению с контролем соответственно.

#### Список литературы

- 1. Скворцов С.С., Васильев А.С., Яковлева С.В., Лесных П.А., Чумакова Е.Н. Применение комплексонатов в технологии возделывания льна-долгунца в условиях Верхневолжья // Успехи современного естествознания. 2018. № 12-2. С. 315-320.
- 2. Кудрявцев, Н.А. Новые препараты в системе защиты льна-долгунца. / Н.А. Кудрявцев, А.К. Злотников // Агро-XX1, 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.

#### ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ КОЭФФИЦИЕНТА ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СХОДСТВА АГРОЦЕНОЗА ПОКРОВНОГО ОВСА В МЕЛИОРИРОВАННОМ АГРОЛАНДШАФТЕ

**Иванов Д.А.**, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, **Лисицын Я.С.** 

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

Основой принцип адаптивно-ландшафтного кормопроизводства — изучение характера пространственной и временной пестроты урожая культур, на основе анализа которого делаются выводы о целесообразности их размещения в определенных местоположениях.

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 [1,2].

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 в агроценозе покровного овса, развивающегося в пределах агроландшафта конечно-моренного холма, влияния факторов природной среды (экспозиции склонов и гидроморфизма почв) на величину коэффициента Жаккара — бинарноймеры сходства, предложенной Полем Жаккаромв 1901 году. В ботанике она получила название коэффициента флористического сходства Жаккара (Кj), расчет которого осуществляется посредством сравнения числа видов в соседних описаниях с числом общих видов для этой пары описаний. Очевидно, что при отсутствии общих видов коэффициент сходства равен нулю, а при полном сходстве списков видов — 100%.

Для достижения поставленной цели в 2019 и 2020 гг. осуществляли мониторинг густоты стояния растений (шт./м²) ярового овса сорта «Аргамак», клевера красного сорта «ВИК 7», тимофеевки 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  $2-3^{\circ}$ , южных склонов  $(3-5^{\circ})$  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. Почвенный покров представлен вариацией-мозаикой дерново-подзолистых глееватых и глеевых почв, развивающихся на двучленных отложениях различной мощности. 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 [3].

Исследования проводились на агроэкологической трансекте (физикогеографическом 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 и 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 семь раз за вегетацию: 30 мая, 1 июля, 21 августа и 10 октября 2019 года, а также 1 июня, 24 июня и

13 октября 2020 года в 120 точках опробования регулярно расположенных по трансекте на расстоянии 10 м друг от друга. Площадь учетной делянки 1 м<sup>2</sup>.

Мониторинговые данные по урожайности травосмеси обрабатывались методом корреляционного и дисперсионного анализа (STATISTICA7). Результаты корреляционного анализа представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа влияния,
в различных ландшафтных условиях, густоты стояния компонентов
агрофитоценоза смешанного посева на величину коэффициента Жаккара

	тные условия		Результаты корреляционного анализа					
Экспозиция склонов	Гидроморфизм почв	Кј	Виды, достоверно влияющие на коэффициент Жаккара	Коэффициент корреляции				
	30 м	ая 2019	фаза всходов овса					
Южный	Глеевая почва	33,5	-	-				
склон	Глееватая почва	40,0	Хвощ	+0,41				
Северный	Глеевая почва	37,6	Марь Пикульник	+0,54 +0,53				
склон	Глееватая почва	45,3	Горец вьюнковый	-0,34				
			фаза кущения овса	<u> </u>				
	Глеевая почва	43,0	Горец шероховатый	+0,40				
10 4		,	Овес	+0,38				
Южный		467	Просо куриное	+0,38				
склон	Глееватая почва	46,7	Ромашка	+0,40				
			Подмаренник	-0,54				
	Глеевая почва	45,1	Пастушья сумка	+0,43				
Canada	Глееватая почва	46,4	Марь	-0,30				
Северный			Просо куриное	+0,43				
склон			Будра	-0,33				
			Кульбаба	-0,33				
	21 августа	2019 ф	аза полной спелости овса					
	Глеевая почва	65,2	Овес	-0,58				
Южный			Горец шероховатый	-0,39				
склон	Гиограния помра	57,1	Торица	-0,51				
	Глееватая почва		Гравилат речной	-0,55				
Северный	Глеевая почва	58,6	-	-				
склон	Глееватая почва	55,9	Горец вьюнковый	-0,33				
			Пырей ползучий	+0,36				
10 ок	тября 2019 фаза ок	ончани	ия вегетации агроценоза молоди					
			Марь белая	-0,44				
Южный	Глеевая почва	69,9	Дымянка	-0,38				
склон			Хвощ	-0,38				
	Глееватая почва	52,9	Осот	-0,42				
Северный	Глеевая почва	58,8	-	-				
склон	Глееватая почва	62,4	-	-				

В 2019 году, на ранних этапах развития агроценоза покровного овса, наблюдается постепенное увеличение коэффициентов Жаккара. В ботанике принято условное деление значений коэффициента флористического сходства на две группы — менее 50% и более 50%. Если коэффициент Жаккара сравниваемых площадок менее 50%, то это означает, что они принадлежат к разным сообществам, если больше — их можно объединить в одну ассоциацию.

Таблица 2 Результаты корреляционного анализа влияния, в различных ландшафтных условиях, густоты стояния компонентов агрофитоценоза трав 1 г.п. на величину коэффициента Жаккара

				_				
Ландшаф	тные условия		Результаты корреляционного анализа					
Экспозиция склонов	Гидроморфизм почв	Кj	Виды, достоверно влияющие на коэффициент Жаккара	Коэффициент корреляции				
	бновления вегетации трав 1 г.п.							
Южный	Глеевая почва	66,8	-	-				
склон	Глееватая почва	68,5	-	-				
Canamyyyy	Глеевая почва	66,8	-	-				
Северный склон	Глееватая почва	69,3	Клевер Бодяк	+0,37 -0,32				
	24 июля 20	)20 пре	дукосная фаза трав 1 г.п.					
Южный	Глеевая почва	76,9	-	-				
склон	Глееватая почва	78,2	-	-				
Северный	Глеевая почва	80,6	Тимофеевка Клевер	-0,63 +0,48				
склон	Глееватая почва	73,3	Тимофеевка	-0,34				
	13 октября 2020	фаза о	кончания вегетации трав 1 г.п.					
Южный	Глеевая почва	69,6	-	-				
склон	Глееватая почва	58,3	-	-				
Северный	Глеевая почва	71,7	-	-				
склон	Глееватая почва	71,9	-	-				

Исходя из этого, следует признать, что независимо от экспозиции склонов и степени заболоченности почв, агроценоз покровного овса превращается в единое растительное сообщество только ко времени поспевания зерновой культуры. Корреляционный анализ между встречаемостью видов и величиной коэффициента Жаккара показывает, что, во-первых, на него достоверно влияет лишь несколько видов, которые можно назвать доминантами и субдоминантами, а во-вторых, некоторые из них способствуют объединению площадок в одну ассоциацию (положительные значения r), а другие усиливают степень дифференциации растительного покрова (отрицательные значения r). Так, 30 мая на глееватых почвах в пределах южного склона холма,

хвощ (*Equisétum arvénse*), подавляя другие виды, упрощает растительное сообщество, тем самым способствуя увеличению коэффициента Жаккара. В пределах северного склона на глеевых почвах такую же роль играют марь белая (*Chenopódium álbum*) и пикульник полевой (*Galeópsis bífida*), в то время как на глееватых почвах горец вьюнковый (*Fallópia convólvulus*) способствует увеличению дифференциации растительного покрова, так как является центральным звеном консорции видов – микросообщества растений.

Выявлено, что 1 июля на глеевых почвах южного склона степень дифференциации растительности достоверно снижалась под воздействием горца шероховатого (*Polygonum scabrum*), а на тех же почвах северного склона — пастушьей сумки (*Capsélla búrsa-pastóris*). На глееватых почвах наблюдается большое разнообразие взаимодействия видов — на южном склоне сильную конкуренцию другим видам оказывают овес (*Avéna satíva*), просо куриное (*Echinóchloa crus-gálli*) и ромашка (*Matricaria inodora*), а на северном только просо. Разнообразие в растительный покров на южном склоне вносит подмаренник цепкий (*Gálium aparíne*), а на северном — марь, будра плющевидная (*Glechóma hederácea*) и кульбаба копьелистная (*Leontodon hastilis*).

Ко времени созревания овса на южном склоне отмечаются растения, достоверно увеличивающие степень дифференциации растительного покрова. На глеевой почве это овес и горец шероховатый, а на глееватой – торица полевая (*Spérgula arvénsis*) и гравилат речной (*Géum rivále*). На северном склоне на глеевой почве не выявлено видов, достоверно влияющих на коэффициент Жаккара, а на глееватой горец вьюнковый способствует его понижению, а пырей ползучий (*Elytrígia répens*) – увеличению.

В предзимье лишь на южном склоне отмечены виды, достоверно влияющие на коэффициент Жаккара — на глеевых почвах способствуют его понижению марь белая, дымянка аптечная ( $Fum\'aria\ officin\'alis$ ) и хвощ, а на глееватых — осот полевой ( $S\'onchus\ arv\'ensis$ ).

Достоверные воздействия ландшафтных условий на коэффициент Жаккара обнаруживаются далеко не всегда. С помощью дисперсионного анализа были выявлены достоверные влияния гидроморфизма почв на степень видового разнообразия растительности только для 30 мая и парного взаимодействия экспозиции и гидроморфизма для 10 октября.

В 2020 году наблюдается дальнейшее увеличение коэффициентов Жаккара по мере развития травостоя. Максимальная флористическая однородность отмечена для предукосного периода, после укоса происходит снижение

коэффициентов флористического сходства вследствие ослабления конкурентных преимуществ доминантов.

На южном склоне в фазу возобновления вегетации трав взаимоотношение различных компонентов агроценоза настолько сложно, что достоверного влияния какого-либо вида на коэффициент Жаккара не обнаруживается на почвах любой степени заболоченности. На северном склоне, в зоне распространения глееватых почв, клевер красный (*Trifolium pratense*), вытесняя другие виды из травостоя, способствует уменьшению степени его дифференциации, а бодяк полевой (*Cirsium arvense*) вносит в него определенной разнообразие.

В предукосную фазу на южном склоне не обнаружены виды, достоверно влияющие на коэффициент Жаккара, в то время как на северном, на глеевых почвах наблюдается мощная экспансия клевера и спорадическое развитие тимофеевки луговой (*Phleum pratense*), которая доминирует в травостое и на глееватых почвах.

После укоса, травостой, по-видимому, претерпевает коренную перестройку, связанную со сменой доминантов и бурным развитием ранее угнетенных видов. Вследствие этих причин не обнаруживаются достоверных воздействий каких-либо видов растений на величину коэффициентов флористического сходства.

Исходя из всего вышесказанного, можно отметить, что коэффициент Жаккара — показатель флористического разнообразия и устойчивости агроценоза во многом зависит от ландшафтных особенностей (почва и рельеф) и возраста травостоя. Адаптивное размещение травостоев в пределах конкретного хозяйства, учитывающее его ландшафтные условия и возраст травостоев, позволит управлять не только количеством и качеством урожая кормов, но и устойчивостью агроценоза трав к внешним воздействиям.

#### Список литературы

- 1. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд., испр. и доп. М: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 600 с.
- 2. Тиходеева, М.Ю., Лебедева, В.Х. Практическая геоботаника (анализ состава растительных сообществ). СПб: Из-во Санкт-Петербургского университета, 2015. 166 с.
- 3. Иванов Д.А. Ландшафтно-адаптивные системы земледелия (агроэкологические аспекты). Тверь: Чудо, 2001. 304 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХЕЛАТОВ МОЛИБДЕНА (VI) ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГОРОХА ПОСЕВНОГО НА МЕЛИОРИРОВАННОЙ ПОЧВЕ

**Шилова О.В.,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, **Смирнова Т.И.,** кандидат химических наук, доцент *ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия* 

В настоящее время известно достаточное количество активных средств, технологии получения которых позволяют максимально сохранять и извлекать биологически активные вещества из исходных субстратов, изначально обеспеченных разнообразной микрофлорой, элементами питания, физиологически активными веществами.

В сельском хозяйстве в качестве биологически активных веществ используют комплексоны (например, динатриевую соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, трилон Б и пр.). По данным ряда исследователей [1,2,4] достаточно эффективными считаются комплексонаты — органические экологически безопасные соединения, включающие как металлы, так и неметаллы, связанные с органическими лигандами. В научных публикациях содержатся сведения о составе, химических свойствах, о биологической активности хелатных соединений макро- и микроэлементов-металлов (или неметаллов) на основе распространённых комплексонов: этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТУК), иминодиуксусной кислоты (ИДУК), нитрилотриуксусной кислоты (НТУК). В связи с достаточно высокой химической устойчивостью данных соединений, оказывающихся в результате использования в природной среде, возникает целый ряд экологических проблем, вызванных накоплением этих веществ в почве и воде открытых водоёмов.

Одним из наиболее перспективных способов решения указанной проблемы является замена на экологически безопасные аналоги, характеризующиеся высокой хелатирующей способностью и распадающиеся в окружающей среде в результате физико-химической и биологической деструкции. В качестве таких соединений можно рассматривать комплексоны, производные янтарной кислоты (ЭДДЯК) и комплексонаты на их основе [1,3,5].

При этом с учетом морфологических и биологических особенностей возделываемых сельскохозяйственных культур, следует применять те комплексонаты, которые включают необходимые макро- или микроэлементы. В

частности, специфика питания гороха, как и других зернобобовых культур, обусловлена их биологическими особенностями: относительно небольшим вегетационным периодом, слаборазвитыми корневой системой, что требует достаточного содержания в почве усвояемых форм питательных веществ. Чтобы сформировать урожай зерна на уровне 4 т/га, растения выносят из почвы 240-260 кг азота, 48-50 кг фосфора и около 80 кг калия. Кроме того, они используют кальций, магний, железо, молибден, бор и другие питательные элементы.

Одним из основных мероприятий формирования урожая семян гороха является усиление ассимиляционной способности растений, которая способствует накоплению углеродистых соединений (крахмал, сахар). Последние, в свою очередь, повышают активность усвоения корневой системой элементов питания из почвы и фиксацию биологического азота из воздуха. Однако внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений часто не обеспечивает ожидаемого результата без применения микроудобрений. Под влиянием некоторых из них (молибден) изменяется содержание форм азота в почве и в органах растений гороха, растет урожайность и повышается содержание белка в зерне [6].

Поскольку горох предъявляет максимальную требовательность к содержанию молибдена, целью проводимых исследований стало сравнение эффективности различных молибденовых микроудобрений: традиционного молибденового микроудобрения — молибдата аммония ( $(NH_4)_2MoO_4$ ) и хелатного молибденосодержащего соединения на основе этилендиаминдиянтарной кислоты (ЭДДЯК) — Мо-ЭДДЯК.

В соответствии с целью исследований была разработана схема полевого опыта, которая включала следующие варианты: 1. Контроль (без опрыскивания растений); 2. Опрыскивание растений раствором (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>; 3. Опрыскивание растений раствором ЭДДЯК; 4. Опрыскивание растений раствором Мо-ЭДДЯК. Опрыскивание проводили как на неудобренном, так и на удобренном, фонах питания. В качестве минерального удобрения использовалась нитроаммофоска.

Исследования проводились в 2021 году на мелкоделяночном опыте в пределах агротехнологического полигона технологического факультета Тверской государственной сельскохозяйственной академии (Тверской ГСХА). Общая площадь участка —  $100 \, \mathrm{m}^2$ , площадь одной делянки —  $3 \, \mathrm{m}^2$ , повторность вариантов — четырёхкратная, расположение вариантов — рендомизированное.

Перед закладкой опыта был проанализирован химический состав почвы экспериментального участка. В среднем значения агрохимических по-казателей составили:  $pH_{kcl}=5,8$ ;  $C_{opr.BellI-Ba}-2,11\%$ ;  $P_2O_5-224$  мг/кг почвы,  $K_2O-110$  мг/кг почвы.

Судя по величине обменной кислотности и значению гидролитической кислотности ( $H_r$ =2,17 мг-экв./100 г почвы), почва экспериментального участка имела реакцию близкую к нейтральной.

Среди катионов обменных оснований преобладало количество  $Ca^{2+}(4,0)$  мг-экв./100 г почвы). Значение степени насыщенности почвы основаниями оказалось достаточно высоким (85%).

В мае 2021 г. был высеян горох посевной сорта «Вельвет». Сорт среднеспелый, вегетационный период 61-83 дня. Среднезасухоустойчив, на уровне стандартов. Устойчивость к осыпанию высокая. Устойчив к полеганию. Масса 1000 зерен: 240-285 г; количество зерен в бобе: 7-9 штук; потенциал урожайности: 50-55 ц/га [7].

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

В течение вегетации посевы обрабатывали гербицидом Пивот (0,8 л/га). В первой декаде сентября 2021 г. после предварительной уборки защитных полос со всех учетных делянок были собраны растения гороха и проведен учет семенной продуктивности, а также химический анализ. Данные по урожайности гороха были обработаны методами дисперсионного анализа.

Сложившиеся метеорологические условия, режимы влагообепеченности и минерального питания оказали влияние на семенную продуктивность опытной культуры. Наименьшая урожайность гороха была получена на контроле и составила в среднем 2,45 т/га. На вариантах с обработкой исследуемыми растворами на неудобренном фоне максимальная прибавка выявлена при обработке раствором молибденового комплекса (в среднем 0,3 т/га).

Среди удобренных вариантов максимальная урожайность семян гороха (3,15 т/га) установлена при опрыскивании растений раствором комплексоната молибдена, а минимальная урожайность – при обработке раствором комплексона (2,9 т/га). При этом прибавка урожайности за счет применения удобрений составила в среднем 23-25%.

Одним из основных показателей качества и питательной ценности семян зернобобовых культур — содержание в них белка. Обработка растений гороха молибденовосодержащими растворами на удобренном фоне оказала заметное влияние на содержание белка в семенах гороха. Так, наблюдалось достоверное увеличение содержание белка с 20,8% до 22,4% на разных фонах при использовании комплексоната молибдена. Кроме того, выявлено закономерное возрастание количества белка в семенах при использовании молибдата аммония на разных фонах (в среднем на 0,5-0,9% больше по отношению к остальным вариантам).

Таким образом, полученные результаты показали наибольшую эффективность и экологическую безопасность применения молибденового комплекса Мо-ЭДДЯК по сравнению с молибдатом аммония ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>) и комплексоном (ЭДДЯК). Хелатный комплекс Мо-ЭДДЯК может быть рекомендован для практического использования в качестве нового экологически безопасного молибденового микроудобрения.

#### Список литературы

- 1. Битюцкий, Н.П. Действие комплексонов и комплексонатов на химический состав растений /Н.П. Битюцкий, А.С. Кащенко, В.П. Козэв// Агрохимия, 1991. № 10. С. 99-107.
- 2. Смирнова, Т.И. Этилендиаминдисукцинат цинка в качестве микроудобрения /Т.И. Смирнова, О.В. Смирнова О.В., Ш.Ф.Г. Сулейманова/ «Перспективы применения средств химизации в ресурсосберегающих агротехнологиях». Материалы 47-й международной научной конференции. ВНИИА, 2013. С. 171-173.
- 3. Тимохин, А.Ю. Влияние условий минерального питания на продуктивность и качество семян зернобобовых культур/А.Ю. Тимохин, Ю.В. Аксенова//Питание растений, № 3. 2018. –C. 8-12
- 4. Шилова, О.В. Эффективность применения биологически активных соединений при возделывании разных сортов картофеля на дерново-подзолистой мелиорированной почве/О.В. Шилова, Т.И. Смирнова/ Высокопродуктивное и экологически чистое агрохозяйство на мелиорированных землях: Материалы международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 30 сентября 2019 г. Тверь: Изд-во ТвГУ, 2019. С. 74-81
- 5. Комплексоны и комплексонаты [Электронный ресурс] / URL: http://www.ir-ea.org.ru /directory/kompleksony/
- 6. Минеральное питание гороха [Электронный ресурс]/URL: https://propozitsi-ya.com/ mineralnoe-pitanie-goroha
  - 7. Горох сорт Вельвет [Электронный ресурс]/URL: http://grantory.ru/velvet

#### ВЛИЯНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ НА ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЖАККАРА АГРОФИТОЦЕНОЗА ОВСА С ПОДСЕВОМ ТРАВ

**Иванов** Д.А., член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

#### Лисицын Я.С.

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

Изучение влияния природных условий на параметры сорных растений – актуальная задача, имеющая фундаментальное и прикладное значение. Ее решение необходимо для понимания механизмов функционирования агроценозов и разработки мероприятий по регуляции уровня воздействия сорного компонента [1].

При геоботанических исследованиях нередко ставятся задачи оценки сообществ по флористическому и ценотическому составу и определения степени их сходства друг с другом. Такие операции могут применяться, например, при группировке описываемых сообществ и присвоении им определенного классификационного ранга: ассоциации, субассоциации и т.д., или при сравнении локальных флор. Для определения степени сходства используются различные индексы, в рамках данного исследования применялся коэффициент Жаккара — бинарная мера сходства, предложенная Полем Жаккаромв 1901 году, в ботанике она получила название коэффициента флористического сходства Жаккара (Кj):

$$K_J = \frac{C}{A+B-C} \cdot 100\%,$$

где: A и B — число видов в первом и втором описаниях, соответственно; C — число общих видов для этой пары описаний. Очевидно, что при отсутствии общих видов коэффициент сходства равен нулю, а при полном сходстве списков видов, когда A = B-C, он равен 100% [2].

Наблюдения проводились в течение 2019 и 2020 года на агроэкологической трансекте в пределах полигона ВНИИМЗ, расположенном в пределах конечно моренного холма с относительной высотой 15 м. Холм состоит из межхолмных депрессий (северной и южной), южного склона кругизной 3-5°,

плоской вершины и северного склона крутизной 2-3°. Почвенный покров представлен вариацией-мозаикой дерново-подзолистых глееватых и глеевых почв, развивающихся на двучленных отложениях различной мощности. Южный склон характеризуется господством песчаных и супесчаных почв, тогда как на северном преобладают их легкосуглинистые разности, что является генетической особенностью конечно-моренных гряд.

Трансекта пересекает все основные микроландшафтные позиции конечно-моренного холма: транзитно-аккумулятивные (T-A) агромикроландшафты (АМЛ) межхолмных депрессий и нижних частей склонов, в которых преобладает аккумуляция влаги и питательных веществ (варианты 1,7); транзитные (Т) местоположения центральных частей склонов, характеризующиеся боковым током влаги (варианты 2,6); элювиально-транзитные (Э-Т) позиции верхних частей склонов, где, наряду с боковым током влаги, наблюдается вертикальное промывание почвенного профиля (варианты 3,5) и элювиально-аккумулятивные (Э-А) АМЛ плоской вершины, где происходит, как вертикальный, нисходящий ток влаги, так и ее аккумуляция в микропонижениях (вариант 4) [3].

Следует отметить, что 5 июня 2019 года посев покровного овса был обработан гербицидами (Линтаплант) — в дозе 1,5 литра на гектар, 21 августа 2019 года была проведена уборка овса, 26 июня 2020 года травы 1 г.п. были скошены.

Учет густоты стояния растений осуществлялся семь раз за вегетацию: 30 мая, 1 июля, 21 августа и 10 октября 2019 года, а также 1 июня, 24 июня и 13 октября 2020 года 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 пространственно-временную динамику коэффициентов Жаккара, мониторинговые данные обрабатывались методом четырехфакторного 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 (слабооглеенные, глееватые и глеевые) и D — период вегетации агроценоза (всходы овса, кущение овса, полная спелость овса, окончание вегетации агроценоза молодых трав, возобнов-

ление вегетации трав 1 г.п., предукосное состояние трав, окончание вегетации трав 1 г.п.). Степень влияния ландшафтных факторов на густоту стояния растений вычислялась на основе метода Н.А.Плохинского путем деления частной факториальной суммы квадратов на общую [4].

Исследования показали, что помимо сеяных компонентов – овса «Аргамак», клевера «ВИК 7» и тимофеевки «ВИК 9» в агроценоз многолетних трав входит сорный компонент, который можно разбить на группы малолетних и многолетних сорняков. В группу малолетних сорняков, зафиксированных на трансекте, входят следующие виды: горец шероховатый (Polygonum scabrum), марь белая (Chenopódium álbum), фиалка полевая (Viola arvénsis), пикульник полевой (Galeópsis bífida), ярутка полевая (Thláspi arvénse), ромашка непахучая (Matricaria inodora), кульбаба копьелистная (Leontodon hastilis), звездчатка средняя (Stellária média), аистник цикутовый (Eródium cicutárium), дымянка аптечная (Fumária officinális), горец птичий (Polýgonum aviculáre), щавель малый (Rúmex acetosélla), горец выюнковый (Fallópia convólvulus), просо куриное (Echinóchloa crus-gálli), незабудка полевая (Myosotis arvensis), пастушья сумка обыкновенная (Capsélla búrsa-pastóris), редька дикая (Raphanus raphanistrum), смолёвка белая (Siléne latifólia), горошек мышиный (Vicia crácca), ястребинка обыкновенная (Pilosella officinarum), будра плющевидная (Glechóma hederácea), торица полевая (Spérgula arvénsis), кривоцвет полевой (Anchúsa arvénsis), сурепка обыкновенная (Barbaréa vulgáris), лебеда садовая (Ātriplex hortēnsis), жерушник болотный (Rorippa palustris).

Группа многолетних сорняков состоит из следующих растений: осот полевой (Sónchus arvénsis), чистец болотный (Stáchys palústris), мята луговая (Méntha arvénsis), хвощ полевой (Equisétum arvénse), бодяк полевой (Cirsium arvense), подмаренник цепкий (Gálium aparíne), пырей ползучий (Elytrígia répens), чистотел большой (Chelidónium május), мятлик луговой (Poa praténsis), гравилат речной (Géum rivále), полынь обыкновенная (Artemísia vulgáris), подорожник большой (Plantágo májor), овсяница луговая (Festuca pratensis).

Результаты дисперсионного анализа показаны на рисунке 1.

Главным фактором, влияющим на изменчивость показателя флористического сходства, и определяющим более двух третей его вариабельности в пределах агроценоза, является гидроморфизм почв. Хотя средние значения показателя по различным категориям заболоченных почв различаются незначительно (на глеевой почве -58%, на слабооглеенной и глееватой - по 60%),

их разброс по фазам развития на различных почвах весьма ощутим — от 30% в фазу всходов на глеевой почве до 85% на слабооглеенной в фазу возобновления вегетации трав 1 г.п.

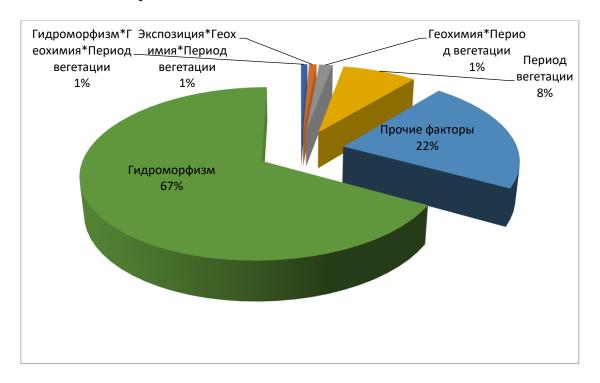


Рис. 1. Влияние ландшафтных условий и возраста на величину коэффициента Жаккара агроценоза покровного овса в пределах конечно-моренной гряды.

Более одной пятой величины пространственно-временной вариабельности показателя коэффициента флористического сходства зависит от факторов, не включенных в данный дисперсионный анализ (рисунок). К ним могут относиться различные проявления ландшафтно-почвенной микропестроты — микро- и нанорельеф, неравномерность антропогенного воздействия, микробиологические особенности почв и т.д.

Период вегетации травостоя определяет 8% вариабельности в нем величины показателя коэффициента Жаккара. На всех почвах и типах микроландшафтов наблюдается увеличение показателя коэффициента флористического сходства по мере взросления травостоя вследствие усиления межвидовой конкуренции в травостое. Снижение происходит только после укоса в результате ослабления доминантных видов за исключением вершины холма, где, вследствие повышенной инсоляции, доминантные виды быстро релаксируют и препятствуют интенсивному внедрению разнотравья в агроценоз. Результаты исследования показывают, что осущительные мелиорации, а также

мероприятия по управлению влажностью почв способствуют упрощению агроценоза трав, что сказывается на качестве сена и грубых кормов.

#### Список литературы

- 1. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд., испр. и доп. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006.  $600 \, \mathrm{c}$ .
- 2. Тиходеева, М.Ю.; Лебедева, В.Х. Практическая геоботаника (анализ состава растительных сообществ). СПб: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2015. 166 стр.
- 3. Иванов Д.А. Ландшафтно-адаптивные системы земледелия (агроэкологические аспекты). Тверь: Чудо, 2001 304 с.
  - 4. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ. 1970. 367с.

УДК: 631.674:635.25: 635.63

## ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕПЧАТОГО ЛУКА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

#### Сухова Т.Н., старший преподаватель

ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград, Россия

Волгоградская область всегда занимала передовые места по объемам выращивания сельскохозяйственной продукции в Российской Федерации. Климатические условия позволяют выращивать овощную продукцию, в том числе репчатый лук. В условиях засушливого климата Волгоградской области перспективной технологией орошения репчатого лука, внедряемой в фермерских хозяйствах региона, является капельное орошение.

Имея высокую пищевую ценность и вкусовые качества, культура репчатый лук получила широкое признание и распространение повсеместно в Российской Федерации. По данным комитета сельского хозяйства Волгоградской области посевная площадь под овощные культуры в 2020 году составила 18,640 тыс. га. Лук занимает первое место — 6,3 тыс.га, второе по объемам — морковь — 3,9 тыс.га, третье делят между собой томат — 1,1 тыс. га и перец — по 0,8 тыс. га.

В засушливых условиях региона возделывание репчатого лука без орошения не представляется возможным. Перспективными считаются менее энергозатратные способы орошения, которые повышают продуктивность орошаемого гектара и эффективность использования поливной воды.

Для того, чтобы повысить продуктивность репчатого лука необходимо придерживаться грамотного регулирования водного режима почвы при капельном орошении. Этот вид орошения в значительной мере снижает расход воды и минеральных удобрений [1].

Репчатый лук имеет слаборазвитую корневую систему. Всасывающая поверхность корневой системы лука очень мала, она не превышает 0,1-0,2м. Благодаря такой биологической особенности лук имеет высокую потребность в легко усваиваемых питательных веществах. Для полноценной вегетации этой культуры требуется особый уход, регулярный полив, подача в почву элементов питания. Репчатый лук — это холодостойкое растение, семена уже при температуре 3-5°C. прорастают. Заморозки в -1, -2°C всходы выдерживают в фазе 1-2 настоящих листьев, а заморозки до -3, -4°C — в фазе луковицы. Для роста листьев оптимальной считается температура 15-25°C [2].

Приходную часть водного баланса посева репчатого лука составляют атмосферные осадки и вегетационные поливы [3]. Исследованиями установлено, что при установлении дифференцированного режима орошения лука необходимо исходить из складывающихся погодных условий. Поддержание предполивной влажности почвы в слое 0,2 м на уровне 80% в первой половине вегетации до фазы «появление настоящих листьев» обеспечивается путем проведения 5...7 поливов нормой  $90 \text{ м}^3$ /га.; в слое 0,3 м - 5-6 поливов по  $132 \text{ m}^3$ /га,; в слое 0,4 м - 3-4 полива нормой  $178 \text{ m}^3$ /га., для уровня 80-70% НВ в слое 0,5 м - 3 полива нормой  $217 \text{ m}^3$ /га. Во второй половине вегетации для поддержания предполивной влажности на уровне 70% НВ в слое 0,2 м - 0,5 м - 8-10 поливов нормой  $330 \text{ m}^3$ /га, в слое 0,3 м - 0,5 м - 8-10 поливов нормой  $330 \text{ m}^3$ /га, в слое 0,3 м - 0,5 м - 8-10 поливов нормой  $330 \text{ m}^3$ /га. Оросительная норма возрастала с  $3184 \text{ m}^3$ /га до  $3330 \text{ m}^3$ /га.

Установлено, что для поддержания дифференцированного, 80-70% HB, порога предполивной влажности почвы в слое 0,3-0,4 м в условиях засушливой зоны региона требуется проведение 14-16 поливов нормой  $160 \text{ м}^3/\text{га}$  и до 8 поливов нормой  $240 \text{ м}^3/\text{га}$  с использованием системы капельного орошения [4]. На этих же вариантах получены наименьшие значения коэффициента водопотребления ( $46,3-46,6 \text{ м}^3/\text{т}$ ), что характеризует высокую эффективность капельного орошения лука при таком дифференцированном увлажнении.

Анализ полученных данных показывает, что суммарное водопотребление возрастает с увеличением влагообеспеченности репчатого лука за счет изменения глубины увлажнения расчетного слоя почвы и повышения предполивного порога влажности [5].

#### Список литературы

- 1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 4-е перераб. и доп. /Б.А. Доспехов. М: Колос, 1979. 419 с.
- 2. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве/С.С. Литвинов. Москва,  $2011.648~\mathrm{c}.$
- 3. Выборвнов В.В. Эффективность использования воды при капельном орошении репчатого лука // Научная жизнь. 2018. № 12. С. 119-129.
- 4. Бородычев В.В., Казаченко В.С. Режим орошения и продуктивность репчатого лука //Мелиорация и водное хозяйство, 2011. № 2. С.31-33.
- 5. Казаченко В.С. Технология выращивания репчатого лука на капельном орошении/В.С.Казаченко, В.В.Бородычев, С.В. Казаченко //Картофель и овощи, 2011. № 2. С.8.

#### РАЗДЕЛ III. УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ, АГРОМЕЛИОРАТИВНЫМ СОСТОЯНИЕМ И ПРОДУКТИВНОСТЬЮ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.6:626.86

#### БИОТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ОСУШЕННЫХ АГРОСЕРЫХ ОГЛЕЕННЫХ ПОЧВ

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

Оценка изменения направленности почвообразования в почвах и ландшафта в целом при нарастании гидроморфизма в пространстве и в условиях изменения режимов почв за счет осушения определяет понимание направленности эволюции почв, обоснованность мелиоративных проектов и прогнозов изменения окружающей среды (ландшафта). Органическое вещество (ОВ), формируя и поддерживая основные режимы, свойства и функции почвы, придает ей уникальные свойства эмерджентной системы. Содержание ОВ в почве зависит от большого числа факторов, среди которых осушение относится к числу важных (узловых). В условиях антропогенного воздействия (при распашке и осушении) можно ожидать интенсивную минерализацию органического вещества и, следовательно, лигнина [1].

#### Объект исследования

Почвы района исследований агросерые глееватые (светло-серые лесные — по классификации почв 1977 г.; Luvic Retic Greyzemic Phaeozems (Loamic, Aric) — по классификации WRB; Gleyic Greyzem — по классификации FAO) Коломенского ополья (Московская область, Россия), сформированы на крупнопылевато-иловатом бескарбонатном лёссовидном суглинке с низкими и средними величинами коэффициента водопроницаемости. Профиль агросерой глееватой неосушенной почвы (Pfs,g'—BELfs,g"—BT1g"—BT2g"—BT3g"—BCg"') обладает мраморовидной окраской иллювиальных горизонтов (особенно горизонт BT2g"), большим количеством ортштейнов в горизонте Р и ВЕL, сизыми кутанами. Под влиянием дренажа произошло ослабление сизоватого оттенка в гор. ВЕL, исчезновение ржаво-охристых пятен в гор. Р и

ВЕГ. Летом эти различия в верхних горизонтах малозаметны. В нижних горизонтах яркая окраска пятен оглеения обычно меняется на серую и профиль почвы имеет вид – Pfs-BELfs,g'-BT1g'-BT2g'-BT3g"-BCg". Тяжелый гранулометрический состав почв Коломенского ополья является одной из причин временного избыточного увлажнения исследованных почв. Реакция почвенной среды слабокислая. В 1989 г. в районе исследований был создан экспериментальный мелиоративный полигон «Кочкарево» (55°06'58" 38°18'37" в.д.) по проекту «Мосгипроводхоз» [4]. Полигон является уникальным с точки зрения возможности осуществления режимных стационарных наблюдений. Здесь мы имеем возможность изучать изменение свойств и режимов почв по отношению к первому году действия гончарного и пластмассового дренажа на протяжении уже 30 лет. Исследования приурочены к фиксированным точкам наблюдений и проведены одними и теми же методами в разные годы обеспеченности осадками, начиная с 1989 года. Параллельно используется и традиционный сравнительно-географический метод – выбран эталонный почвенный ареал, где отсутствует осущение. На полигоне было построено шесть автономных дренажных систем площадью 2-4 га каждая. Дренажная система состояла из 5–10 дрен, длиной 120–150 метров. Системы строились в трехкратной повторности для каждого варианта опыта. 1-й вариант – агросерые глееватые почвы, осущенные пластмассовым бестраншейным дренажом с помощью дреноукладчика МД-4 с уклоном 0,002 и 2-й вариант – агросерые глееватые почвы, осущенные гончарным траншейным дренажом с помощью дреноукладчика ЭТЦ-202 с уклоном 0,002. Укладка пластмассового и гончарного дренажа производилась на одну и ту же глубину 1-1,2 м с одним и тем же междренным расстоянием в 16 м [4].

Массив отличался близким или тождественным гранулометрическим составом почв и почвообразующих пород, одинаковыми причинами заболачивания — поверхностные намывные воды. Грунтовые воды не принимают участия в заболачивании почв [4].

#### Методы исследования

Свойства и режимы серых оглеенных и осущенных почв исследованы не только классическими, но и современными методами: определение пула лигниновых фенолов методом мягкого щелочного окисления органического вещества оксидом меди в азотной среде с последующим использованием хроматографии тонкого слоя [1], <sup>13</sup>С и <sup>31</sup>Р-ЯМР-спектроскопия [3], модифицированная методика определение аминосахаров, определение изотопного анализа углерода органического вещества и др. Общее количество микроорганизмов определяли с помощью метода люминесцентной микроскопии [2].

При определении размеров бактерий использовался метод фильтрации с помощью колбы Бунзена.

#### Результатыи обсуждение

Наблюдения показывают, что дренаж (во влажные, средние и сухие годы оказывает весьма существенное влияние на режим влажности почв. Его действие на агросерых почвах проявляется, во-первых, в том, что он полностью или почти полностью устраняет присутствие свободной гравитационной влаги на уровне полного обводнения (ПВ). Дренаж в серых лесных глееватых почвах не только отводит верховодку из пахотного горизонта, но при этом, исчезает и гравитационная влага (ПВ) из нижних горизонтов. Влажность почвы на протяжении большей части теплого периода оказывается равной ВРК–ППВ. Во влажные (сырые) годы периодически после выпадения осадков весной, во второй половине лета и осенью влажность возрастает до ППВ-ПВ (рис. 1).

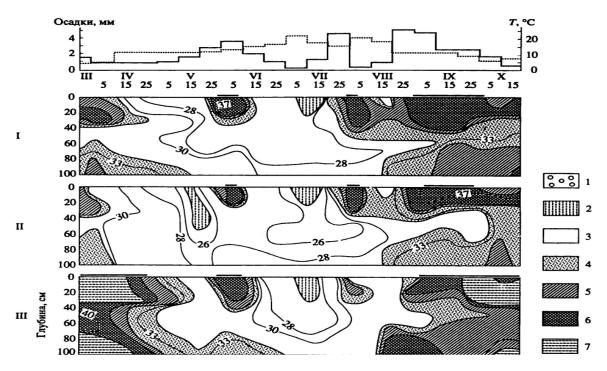


Рис. 1. Элементы водного режима агросерых глееватых неосушенных и осушенных почв (влажность в объемных процентах и категориях): А – влажный год; Б – сухой год

Почвы: І — глееватая, осушенная гончарным траншейным дренажом; ІІ — глееватая, осушенная пластмассовым бестраншейным дренажом; ІІІ — глееватая недренированная (контроль). Категории влажности: 1 — менее влаги завядания (ВЗ); 2 — от ВЗ до влажности разрыва капиллярной связи (ВРК); 3 — от ВРК до 0.95 НВ (наименьшей влагоемкости); 4 — 0.95 НВ-НВ; 5 — НВ-1.05 НВ; 6 — НВ — до полной влагоемкости (ПВ); 7 — ПВ, верховодка; 8 —  $\geq 0.75$  ПВ пахотного гор. Р

Трансформация водного режима гидроморфных агросерых почв при распашке и осущении приводит к резкой смене окислительно-восстановительных условий, так как влажность почвы при этом на протяжении большей части теплого периода оказывается в оптимальном диапазоне — НВ-ВРК (рис. 1). Окислительно-восстановительный потенциал возрастает до 420-470 мВ, обеспечивая господство окислительной обстановки на протяжении сухого периода (рис. 2).

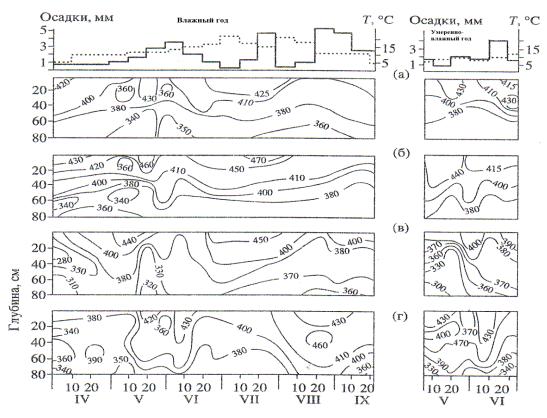


Рис. 2. Окислительно-восстановительный режим (ОВП, мВ) светло-серых оглеенных (Классификация почв 1977 г.) неосушенных и осушенных почв во влажном (слева) году и умеренно-влажном (справа) году (обеспеченность осадками за год составила 25 и 34 %, соответственно). Почвы: а) светло-серая глееватая, осушенная гончарным дренажом; б) светло-серая глееватая, осушенная пластмассовым дренажом; в) светло-серая недренированная (контроль); г) светло-серая глубокооглеенная недренированная.

Температура воздуха и осадки (подекадные).

Дренаж приводит и к активизации микробиологической деятельности, которая прямо регистрируется по увеличению длины грибного мицелия и общей биомассы микроорганизмов. Профильное распределение численности

мумом в горизонте Ар (рис. 3).

бактерий в неосушенной глееватой почве – равномерно убывающее с макси-

Максимальные величины длины и биомассы грибного мицелия приурочены к горизонту EB, что связано с увлажненностью слоя на границе горизонта EB и тяжелосуглинистого иллювиального горизонта B1. Под влиянием осущения профильное распределение численности бактерий становится аналогичным распределению грибного мицелия.

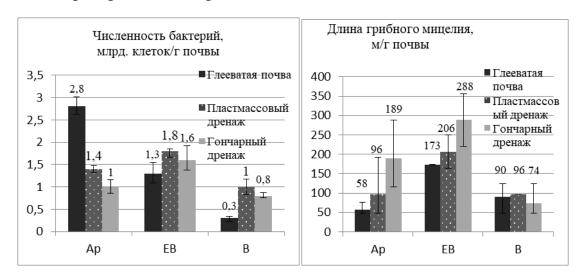


Рис. 3. Численность бактерий (млрд. клеток/г почвы) и длина грибного мицелия (м/г почвы) в агросерых глееватых почвах, осущенных пластмассовым и гончарным дренажом (2018 год исследования)

Микробная активность косвенно регистрируется и по увеличению доли диэфиров микробного происхождения на  $^{31}$ Р ЯМР-спектрах (% Робщ. в 0,1 М NаOH-экстракте): ДНК-нуклеиновые кислоты (-0,9 – 0,3 ppm) с 6 до 11 % от площади спектра и фосфолипиды и полисахарофосфаты типа тейхоевых кислот (1,7; 2,0 ppm) с 9 до 12% от площади спектра [3], а также по увеличению содержания аминосахаров и мурамина в почвах (табл. 1).

Под влиянием осущения в пахотных горизонтах почв увеличивается общее содержание аминосахаров – с 92 до 97 мг/г N, а в элювиальных – с 50 до 80 мг/г N (табл. 1). При этом в элювиальных горизонтах ярко выражено увеличение содержания галактозамина. Повышенное содержание аминосахаров в осущенных почвах влияет и на качественный состав гумуса: произошло увеличение соотношения Сгк: Сфк в гумусовых горизонтах от 0,93-1,18 до 1,53-1,98 [1].

Данный факт подтверждается и увеличением на 30 % площади пика углерода карбогидратов в области 60-106 ppm, по результатам <sup>13</sup>С ЯМР-спектроскопии, в молекулах ГК светло-серых глееватых осущенных почв [3]. На фоне значимого уменьшения количества углерода наблюдается и увеличение содержания серы микробного происхождения в агросерых глееватых осущенных почвах.

Таблица 1 Содержание и распределение аминосахаров и мурамина (в мг/г N) в светло-серых почвах периодического переувлажнения, n=3

Гор., глубина, см	N, %	Глю- коза- мин	Манно- Замин	Галакто- замин	Мура- мин	Σ амино- сахаров, мурамина	<u>Глюко-</u> <u>замин</u> Галакто замин	<u>Глюко-</u> <u>замин</u> Мура- мин	<u>Глюко-</u> <u>замин</u> Мано- замин
Глееватая неосушенная (контроль) почва									
Ap,g'	0.18	65.57	1.76	9.01	15.36	<b>91.70</b> ±11.	7.26	4.26±0.	37.75
0-20	0.18	).18   ±8.66	$\pm 0.40$	±0.42	±1.69	12	$\pm 0.62$	15	$\pm 4.09$
AEg'	0.11	30.84	0.66±0.33	9.54	9.66	<i>50.71</i> ±12.4	3.19	$3.23\pm0.1$	52.65±
30-35	±8.58		0.00±0.55	$\pm 0.58$	±2.99	7	$\pm 0.71$	2	12.75
	Гл	ееватая	осушенная	и (10-й го	д после	действия др	енажа) п	ючва	
Ap	0.19	69.3	1.62	9.37	17.11	<b>97.4</b> 0	7.71	4.05±0.0	43.29±
0-20	0.19	$\pm 2.32$	$\pm  0.16$	±2.03	±0.30	±4.49	±1.43	6	5.70
AEg'	0.12	35.58	6.43	32.36±	5.78	<b>80.15</b> ±13.2	1.35	8.38	21.78±
30-35	0.12	$\pm 5.42$	$\pm  5.43$	15.98	$\pm 2.68$	9	$\pm 0.50$	$\pm 4.81$	19.23

Отмеченные различия в гидрологическом и окислительно-восстановительном режимах агросерых почв разной степени оглеения с естественным водным режимом и осущенных пластмассовым и гончарным дренажом отражаются на содержании и качестве почвенного органического вещества. Так, усиленная микробиологическая деятельность вызывает и деструкцию лигнина в агроэкосистемах (табл. 2).

Таблица 2 Показатели трансформации лигнина (мг/г Сорг.) в агросерых (светло-серых) глееватых неосушенных и осушенных почвах

Агросерая глееватая почва	Гор., глубина, см	N, %	VSC, <sub>MΓ</sub> / <sub>Γ</sub> C <sub>opr.</sub>	(Ac/Al)v	(Ac/Al)s	T, %	VSC N
неосущенная, n = 5	Ар fs, g' 10-20 см	0.18	12.9±1.2	$0.12 \pm 0.02$	$0.29 \pm 0.04$	4.6	66.5
Осушенная*, n = 6	Ар, g' 10-20 см	0.19	9.6±1.4	$0.18 \pm 0.04$	$0.41 \pm 0.03$	6.5	50.3

где, VSC — суммарное количество продуктов окисления лигнина; (Ac/Al)v — отношение количества фенольных кислот к альдегидам в ванилиновых единицах; (Ac/Al)s — отношение количества фенольных кислот к альдегидам в сирингиловых единицах; T-% степень измененности боковых цепочек лигнина по отношению к исходным растительным тканям. \*-4-й год последействия дренажа

<sup>\*</sup>Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РНФ № 17-14-01120n, в рамках госзаданий МГУ: №121040800146-3 и №117031410017-4

Для характеристики интенсивности разложения и трансформации лигнина в почвах используется отношение кислоты/ альдегиды в единицах ванилина или сиригнила как мера степени окисленности молекулы [2]. Это отношение используется в расчете степени измененности боковых цепочек по отношению к растительным тканям (параметр T, %): T = 74 - (100 - K)(1 + K)(Ac/Al)v)-1, где (Ac/Al)v – отношение ванилиновых кислот к ванилиновым альдегидам, K – содержание кетонов в исходных растительных тканях, %. Так, сумма продуктов окисления лигнина падает с 12,9 мг/г Сорг. до 9,6 мг/г Сорг. Возрастает (в среднем) степень окисленности (отношение сиреневые кислоты/ сиреневые альдегиды) и степень измененности боковых цепочек лигнина (VSC) по отношению к исходным растительным тканям: с 4,6 до 6,5. Для разделения тяжело- и легко-разрушаемых растительных остатков используют отношение лигнина к азоту (VSC:N). Широкое отношение VSC:N характерно для ароматического структурного углерода, а узкое – для метаболического. Действительно, в неосущенных глееватых почвах оно составляет 66,5, в осущенных почвах – 50,3. В результате количество лигнина снижается в агросерых глееватых осушенных почвах при одновременном увеличении степени окисленности биополимера и степени измененности боковых цепочек лигнина (Т,%). Как результат, наблюдается трансформация и такого устойчивого соединения как лигнин в железисто-марганцевых конкрециях этих почв. По отношению к первым годам последействия дренажа за 10 лет в ортштейнах произошло значимое уменьшение содержания продуктов окисления лигнина во всех фракциях. Но при этом отмечается нарастание степени окисленности лигнина в ортштейнах всех фракций (1-2, 2-3, 3-5 мм). Происходит перераспределение кислот и альдегидов в ортштейнах и значимо увеличивается величина отношения ванилиновые кислоты/ ванилин, сиреневых кислот к сирингиловым альдегидам. Под влиянием осущения не только утяжеляется изотопный состав в крупных фракциях, но и в мелких (с -27,2 до - $26.1 \, \delta^{13}$ C, %), что говорит о выраженном процессе трансформации лигнина в конкрециях

#### Заключение

Осушение трансформирует водный и ОВП режимы почв, что вызывает ускоренную деструкцию и таких устойчивых соединений как макромолекулы лигнина при сохранении неизменными главных лигниновых структур. Изменение перечисленных показателей в осушенных почвах в конечном итоге свидетельствует об аэрации почв, интенсификации окислительных

процессов и мобилизации органического вещества в них, улучшении агроэкологических условий для роста и развитии растений

#### Список литературы

- 1. Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Биохимия лигнина в почвах периодического переувлажнения (на примере агросерых почв ополий Русской равнины) // Почвоведение, 2008. № 10. С. 1205-1216.
- 2. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г.Звягинцева.М.: Изд-воМоск. ун-та, 1991. 303 с.
- 3. Kovalev I.V., Kovaleva N.O. Organophosphates in agrogray soils with periodic water logging according to the data of 13p nmr spectroscopy // Eurasian Soil Science.2011. Vol. 44, no. 1. P. 29–37.
- 4. Kovalev I.V. Drained soils as an analogue of a large-area lysimeter // Moscow University Soil Science Bulletin. 2021. Vol. 76, no. 3. P. 138–147.

УДК 631.95:628.381.1

# ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ ДОЗ ОСАДКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ

**Касатиков В.А.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  $BHUUOV - \phi$ илиал  $\Phi \Gamma EHV$  «Верхневолжский  $\Phi AHU$ », г. Владимир, Россия

Среди методов утилизации осадков городских сточных вод (ОСВ) наиболее экономическим выгодным является применение в качестве удобрения [1]. При этом изменяются не только агрохимические, но и биологические свойства почвы, возрастает уровень ее гумсированности [2].

Почвенная утилизация осадков сточных вод является наиболее предпочтительной среди прочих методов [3,4].

Использование ОСВ на удобрение в исходном состоянии или же в составе компоста с органическими наполнителями — один из приемов утилизации ОСВ. При этом по эффективности ОСВ не уступают традиционным органическим и минеральным удобрениям [5].

Целью настоящего исследования являлось изучение последействия мелиоративных доз ОСВ на урожайность ярового тритикале и агрохимические процессы, протекающие в дерново-подзолистой супесчаной почве.

#### Методика исследований

Исследования проводились в длительном опыте (заложен в 1984г.) по изучению влияния систематического применения осадка городских сточных вод (ОСВ) и доломитовой муки на агроэкологические свойства почвы и урожайность культур, входящим в Географическую сеть длительных опытов с удобрениями. За весь период исследований суммарные дозы ОСВ составили 180-1440 т/га (50 % влажности). Периодическое известкование проводили в дозах 3, 6, 9 т/га доломитовой муки.

#### Результаты и их обсуждение

В течение вегетационного периода ярового тритикале содержание минеральных форм азота в пахотном слое почвы (0-20 см) достигало наибольших величин в начальный период вегетации с максимальными значениями в условиях применения предельных для данных исследований доз ОСВ.

В фазы кущения и колошения содержание минеральных форм азота снизилось за счет потребления растениями в условиях избыточного почвенного увлажнения. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см достигали 42,5-51,3 мм. Наибольший их уровень был в вариантах с максимальными дозами ОСВ. Снижение влажности почвы в конце вегетации ярового тритикале способствовало повышению уровня N-NO<sub>3</sub> в почве с минимального содержания в фазу колошения до 1,48-2,78 мг/кг почвы в фазу полной спелости и было пропорционально дозам ОСВ.

Анализ изменения агрохимических свойств пахотного слоя почвы по последействию внесения ОСВ осенью 2015г., а также ранее внесенных ОСВ, выявил снижение обменной кислотности почвы, особенно заметное в вариантах с максимальными дозами ОСВ и доломитовой муки (табл. 1).

При этом сохраняется обратная зависимость  $H_{\text{гидр.}}$  от уровня известкования почвы и доз ОСВ. При этом, как и по действию ОСВ в 2016г., по последействию ОСВ в текущем году сохранилась пропорциональная зависимость величины суммы поглощенных оснований от доз ОСВ и уровня известкования почвы. Их значения выросли с 6,96 до 8,77 мг. - экв. /100 г почвы.

Данная зависимость обусловлена фактором разложения под влиянием почвенного биоценоза основной массы, внесенного ОСВ и, как следствие, разрушением органоминеральных комплексов в составе ОСВ с высвобождением катионов  $Ca^{+2}$  и  $Mg^{+2}$ , а также фактором известкования. При этом емкость катионного обмена ППК находилась в пропорциональной зависимости от доз ОСВ и не зависела от уровня известкования почвы.

Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы, слой 0-20 см

Таблина 1

Вариант	pH <sub>KCL</sub>	$H_{\Gamma}$	S (Ca+Mg)	ЕКО	P <sub>2</sub> O <sub>5подв.</sub>	К2Ообм.	Гумус,
		мгэкв./100 г			мг/	70	
Контроль, без удобрений	6,25	0,81	6,96	7,77	619	32	1,50
OCB 180т/га + дол.м. 3 т/га	6,42	0,75	7,84	8,59	716	33	1,63
OCB 360 т/га + дол.м. 3 т/га	6,45	0,72	7,89	8,61	809	35	1,78
OCB 720 т/га + дол.м. 3 т/га	6,50	0,70	7,92	8,62	1080	36	2,22
OCB1440 т/га + дол.м. 3 т/га	6,56	0,66	8,25	8,91	2049	38	2,58
OCB 180 т/га + дол.м. 6 т/га	6,45	0,69	8,06	8,75	811	33	1,67
OCB 360 т/га + дол.м. 6 т/га	6,50	0,67	8,16	8,83	987	34	1,81
OCB 720 т/га + дол.м. 6 т/га	6,52	0,65	8,32	8,97	1223	36	2,22
OCB1440 т/га + дол.м. 6 т/га	6,54	0,63	8,39	9,02	1997	39	2,65
OCB 180 т/га + дол.м. 9 т/га	6,50	0,62	8,15	8,77	930	33	1,72
OCB 360 т/га + дол.м. 9 т/га	6,53	0,57	8,47	9,04	1065	34	1,84
OCB 720 т/га + дол.м. 9 т/га	6,57	0,55	8,68	9,23	1412	35	2,15
OCB1440 т/га + дол.м. 9 т/га	6,60	0,53	8,87	9,40	2110	38	2,73

Как известно, по содержанию фосфора ОСВ существенно превосходят традиционные виды органических удобрений. По этой причине в условиях интенсивного применения ОСВ происходят изменения фосфатного режима почвы.

По последействию ОСВ с высоким содержанием  $P_2O_{5\text{ общ.}}$  (2,48%) в отчетном году сохранялось повышенное значение подвижных форм этого элемента в слое 0-20 см, пропорциональное дозам ОСВ. Содержание  $P_2O_{5\text{подв}}$  на вариантах с внесением ОСВ превышало контроль в 1,2-3,3; 1,3-3,2 и 1,5-3,4 раза согласно уровням известкования (таблица 1). В отличие от действия ОСВ в отчетном году снизилось содержание  $P_2O_{5\text{ подв}}$  за счет выноса зерновыми культурами (озимая рожь, яровое тритикале) и миграции в нижележащие слои почвы.

По сравнению с подвижным фосфором содержание  $K_2O_{\text{обм.}}$  в почве изменялось менее интенсивно из-за более низкой концентрации элемента в ОСВ (0,72 %) и колебалось в пределах 33-38 мг/кг. При этом, как и по фосфору, проявилась тенденция к снижению его уровня в отчетном году за счет выноса зерновыми культурами (озимая рожь, яровое тритикале) и миграции в нижележащие слои почвы.

Внесение в почву стабилизированного органического вещества в составе ОСВ способствовало сохранению высокого уровня гумусированности почвы.

Данная зависимость не связана с уровнем известкования почвы. Согласно данным, приведенным в таблице 1, содержание гумуса в слое почвы 0-20 см, находилось в прямой зависимости от величины суммарной дозы ОСВ, возрастая с 1,50 в контроле до 1,63-2,58 % (дол.м. 3 т/га), 1,67-2,65 (дол. м. 6 т/га и 1,72-2,73 (дол. м. 9 т/га).

Более высокое содержание гумуса в вариантах с уровнями известкования 6 и 9 т/га обусловлено пониженной миграционной активностью органического вещества из-за образования гуматов кальция.

Оптимизация гумусового состояния, физических, агрохимических и биологических свойств пахотного слоя почвы способствовала повышению урожайности ярового тритикале. При этом прибавки урожайности зерна возрастали в прямой зависимости от суммарных доз ОСВ пропорционально уровням известкования на 17-22%; 32-37; 46-61% и 87-94 %.

Достоверно значимые прибавки получены на всех фонах известкования, достигая максимума при уровне известкования 9 т/га (таблица 2).

Таблица 2 Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на урожайность ярового тритикале

Domyoya	Урожай,	Прибавка к к	онтролю
Вариант	ц/га	ц/га	%
Без удобрений	12,0	-	-
OCB 180т/га + дол.м. 3 т/га	14,1	2,1	17
OCB 360 т/га + дол.м. 3 т/га	15,8	3,8	32
OCB 720 т/га + дол.м. 3 т/га	17,5	5,5	46
OCB1440 т/га + дол.м. 3 т/га	22,4	10,4	87
OCB 180 т/га + дол.м. 6 т/га	14,4	2,4	20
OCB 360 т/га + дол.м. 6 т/га	16,1	4,1	34
OCB 720 т/га + дол.м. 6 т/га	18,6	6,6	55
OCB1440 т/га + дол.м. 6 т/га	22,8	10,8	90
OCB 180 т/га + дол.м. 9 т/га	14,6	2,6	22
OCB 360 т/га + дол.м. 9 т/га	16,4	4,4	37
OCB 720 т/га + дол.м. 9 т/га	19,3	7,3	61
OCB1440 т/га + дол.м. 9 т/га	23,3	11,3	94
HCP <sub>05</sub>	1 59	•	•

P, % 1,59

Содержание азота в зерне ярового тритикале повысилось с 1,68 % на контроле до 1,72-2,08% на удобренных вариантах (таблица 3).

Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на химический состав зерна и соломы ярового тритикале

Таблица 3

Вариант	Содержание			% cyx.	в-ва		Вынос элементов,		
		в зерне		в сол		соломе		кг/га	
	N	$P_2O_5$	$K_2O$	N	$P_2O_5$	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без удобрений	1,68	0,92	0,55	0,34	0,18	0,36	24	13	13
ОСВ 180т/га+дол.м. 3 т/га	1,72	0.96	0,57	0,49	0,24	0,39	33	17	16
ОСВ360 т/га+дол.м.3 т/га	1,79	1,02	0,59	0,53	0,28	0,40	38	21	19
ОСВ720 т/га+дол.м. 3 т/га	1,90	1,03	0,59	0,53	0,32	0,37	45	25	20
ОСВ1440т/га+дол.м.3 т/га	2,02	1,04	0,60	0,53	0,34	0,39	59	33	26
ОСВ 180т/га+дол.м. 6 т/га	1,74	0,92	0,58	0,36	0,22	0,35	30	17	16
ОСВ360 т/га+дол.м.6 т/га	1,82	0,93	0,59	0,41	0,24	0,38	37	20	19
ОСВ720 т/га+дол.м. 6 т/га	1,98	0,94	0,59	0,41	0,25	0,48	45	23	25
ОСВ1440т/га+дол.м.6 т/га	1,92	0,99	0,60	0,39	0,26	0,51	52	29	31
ОСВ 180т/га+дол.м. 9 т/га	2,08	0,94	0,57	0,39	0,22	0,41	32	17	18
ОСВ360 т/га+дол.м.9 т/га	1,96	0,96	0,58	0,42	0,26	0,45	38	21	21
ОСВ720 т/га+дол.м. 9 т/га	1,82	0,97	0,59	0,48	0,32	0,48	48	27	26
ОСВ1440т/га+дол.м.9 т/га	1.80	0,97	0,60	0,50	0,34	0,46	59	33	30

При этом максимальный уровень азота в зерне ярового тритикале получен при дозе известкования 9 т/га.

В то же время систематическое применение ОСВ на фоне известкованием не способствует ожидаемому повышению содержания фосфора в растительной продукции.

В отличие от данных, полученных по действию ОСВ в 2016г., в отчетном году не выявлен эффект «ростового разбавления» на содержание азота и фосфора в зерне ярового тритикале, обусловленное ростом урожайности. Выявленная зависимость не распространяется также и на концентрацию калия в зерне и соломе ярового тритикале.

Следует отметить, что в отчетном году в условиях последействия изучаемых факторов не выявлено различий во влиянии уровней известкования на макроэлементный состав зерна и соломы ярового тритикале при наличии положительной тенденции влияния доз ОСВ.

Вынос макроэлементов урожаем биомассы ярового тритикале зависит от их содержания в зерне и соломе и их урожайностью, достигая максимальных значений в варианте по ОСВ 1440 т/га по фону доломитовой муки в дозе 9 т/га.

#### Заключение

В результате проведенных исследований получены новые знания о влиянии систематического применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на урожайность ярового тритикале, ее макроэлементный состав, агрохимические свойства почвы. Установлено положительное влияние повышенных доз ОСВна урожайность ярового тритикале, уровень плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы, в том числе содержание подвижных форм азота

#### Список литературы

- 1. Касатиков В.А., Касатикова СМ., Шабардина Н.П. Агроэкономические и технологические аспекты производства и применения органических удобрений из городских отходов / Сб. трудов ВНИПТИОУ. 1999. Вып. 2.С. 190-196.
- 2. Касатиков В.А., Касатикова С.М., Шабардина Н.П. Утилизация органогенных отходов / Сб. трудов ВНИПТИОУ. 1998. Вып.1. С. 136-143.
- 3.Слипец А.А. Агроэкологическая оценка почвенного пути утилизацииосадков сточных вод в севообороте. Дисс. на соис. канд. биол. наук, Калуга, 2007.
- 4. Сюняев Н.К., Тютюнькова М. В., Слипец А. А. Очистка сточных вод иутилизация их осадков. М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2006. 77с.
- 5. Е.П. Пахненко. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. М., 2010. 311с.

УДК 631.67:634.330.46

### ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

**Лукашевич В.М.,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, **Желязко В.И.,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

#### Ракицкий О.Б., аспирант

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия г. Горки, Республика Беларусь

Промышленные выбросы, отработанные газы автотранспорта, удобрения, твердые бытовые отходы, сточные воды и их осадки приводят к загрязнению почвы различными веществами, в том числе тяжелыми металлами. Однако следует отметить, что крупномасштабного почвенно-экологического обследования с учетом содержания токсичных элементов в почвах сельско-

хозяйственных угодий Беларуси пока не проведено. Вместе с тем, выборочные исследования вблизи крупных городов выявили наличие очагов загрязнения почв тяжелыми металлами [1].

На рисунке 1 приведены коэффициенты превышения фонового содержания тяжелых металлов в пахотном слое почвы по областям Республики Беларусь [2].

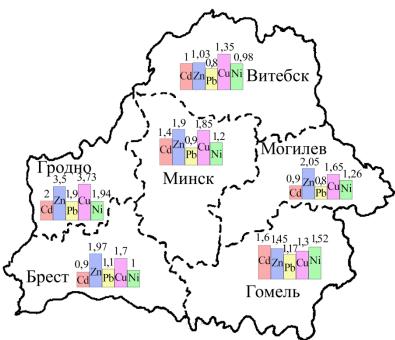


Рис. 1. Коэффициенты превышения фонового содержания тяжелых металлов в пахотном слое почвы на территории Республики Беларусь.

Анализ имеющихся данных показывает, что преобладающими загрязнителями сельскохозяйственных земель являются соединения свинца, кадмия, меди, цинка и никеля.

Основным элементом-загрязнителем пригородных почв является свинец. Повышенное его содержание наблюдается вдоль транспортных магистралей, на расстоянии до 25–50 м от полотна дороги в зависимости от рельефа местности и наличия лесозащитных полос. Максимальное содержание свинца в почве отмечено на расстоянии 5–10 м от автотрасс [2].

Загрязнение почв свинцом на уровне ПДК (32 мг/кг) и выше отмечено локально, небольшими участками, по направлению господствующих ветров. На отдельных полях Минской овощной фабрики, где на протяжении ряда лет применялись в качестве удобрений твердые бытовые отходы, содержание свинца достигает 40–57 мг/кг почвы. На этих же полях содержание подвижных форм цинка и меди в почве составляет соответственно 65 и 15 мг/кг при предельном уровне для цинка 23 и меди 5 мг/кг [3].

Естественное содержание свинца наследуется из материнских пород. Содержание его в верхних горизонтах почвы варьирует в значительных пределах (3–189 мг/кг). Такие большие различия частично объясняются широкомасштабным техногенным загрязнением окружающей среды этим элементом [4].

Из известных тяжелых металлов свинец наименее подвижен. На его растворимость сильное влияние оказывает известкование. Локализация свинца в поверхностном слое почвы связана с накоплением его органическим веществом. Наибольшие концентрации его обнаруживаются в обогащенном органическим веществом верхнем слое необрабатываемых почв [5]. Поэтому органическое вещество можно рассматривать как важный потребитель свинца загрязненных почв.

Для человека и животных этот элемент представляет опасность. Загрязнение почв свинцом ранее не вызывало большого беспокойства по причине нерастворимости адсорбированных и осажденных его ионов в почве. Однако содержание этого токсиканта в корнях растений, как было установлено к настоящему времени, уверенно коррелирует с содержанием его в почвах, что указывает на поглощение его растениями. Свинец оказывает сильное влияние на биологическую активность почв [6]. Повышенное содержание свинца в почвах угнетает активность микробиоты, и в результате заметно возрастает накопление не полностью разложившихся органических веществ.

Площадь почв в Беларуси, загрязненных от различных источников свинцом, в настоящее время ориентировочно составляет 100 тыс. гектаров [7]. Содержание кадмия в почвах Беларуси находится на уровне фона (до 0,5 мг/кг). Превышение фона в 2,5 раза отмечено локально на расстоянии до 3–5 км от крупных городов и достигает 1,0–1,2 мг/кг. Здесь следует отметить, что предельно допустимые концентрации (ПДК) для кадмия в почвах Беларуси не разработаны. Для стран Западной Европы этот норматив составляет 3 мг/кг.

Считается, что кадмий не входит в число элементов, необходимых для растений. При этом он поглощается и корневой системой растений, и надземной их частью. Почти во всех случаях наблюдается тесная корреляционная связь между содержанием кадмия в растениях и в среде их произрастания.

Кадмий считается токсичным элементом для растений. Видимыми признаками повышенного содержания Cd в растениях является задержка роста, повреждение корневой системы, хлороз листьев, красно-бурая окраска их краев или прожилков. Помимо вышесказанного фитотоксичность кадмия

проявляется в тормозящем действии на фотосинтез, нарушении транспирации и фиксации  $CO_2$ . Он повышает предрасположенность растений к грибковым заболеваниям [8].

Растения легко извлекают кадмий из почвы, поэтому его концентрация в них быстро возрастает на загрязненных агроландшафтах.

Площадь сельскохозяйственных земель республики, загрязненных из различных источников кадмием, составляет около 45 тыс. гектаров [8].

В настоящее время производится агрохимическое картирование на содержание меди и цинка в почвах Беларуси. В республике 260,3 тыс. гектаров сельскохозяйственных земель загрязнены медью (рис. 2).

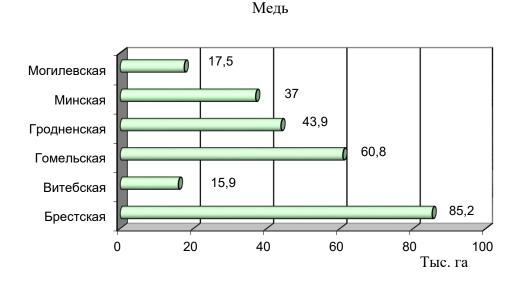


Рис. 2. Загрязнение сельскохозяйственных земель Беларуси медью в разрезе областей

Аккумуляция меди в основном происходит в верхних горизонтах почвенного профиля. Это указывает на ее активное участие в биотических процессах, а также на то, что накопление этого металла в поверхностных слоях почвы обусловлено антропогенным влиянием. При этом источниками поступления меди в почву являются медьсодержащие препараты, применяемые в сельском хозяйстве, сточные воды, а также поступления из промышленных источников. Последние, как правило, дают локальные выбросы в окружающую среду и вносят вклад в загрязнение почв, растений и атмосферы. Аэрогенный перенос загрязняющих веществ, содержащих медь, сильно варьирует в зависимости от региональных условий. Наибольшие масштабы он приобрел в Центральной Европе [1].

Биохимические функции меди весьма значительны. Дефицит меди отражается на физиологических процессах и, значит, на продуктивности растений. Проведенные в настоящее время исследования свидетельствуют о сложных механизмах поглощения меди растениями. И хотя эти механизмы еще не вполне ясны, по мнению многих авторов, четко прослеживается связь между содержанием ее в почве и концентрациями в растениях, особенно в области токсичных концентраций [2].

При сравнении количеств поступления меди в почву и выноса ее растениями и инфильтрационными водами видно, что внесение меди в почву характеризуется долговременным эффектом. Поэтому неоднократное поступление меди в почву с удобрениями или техногенным загрязнением приводит к накоплению ее до концентраций, токсичных для растений.

Для нормального развития растений необходимо оптимальное взаимодействие меди с другими элементами. Наиболее сильно в питании растений взаимодействуют медь (Cu) и азот (N). С одной стороны, медь образует прочные комплексы с протеинами, а, с другой, при высоких уровнях азота в почве проявляются признаки ее дефицита.

Между медью (Cu) и фосфором (P) существует антагонизм. Высокие уровни фосфатов в почве снижают абсорбцию меди. В свою очередь, избыток меди уменьшает доступность фосфора для растений [4].

Среднее содержание подвижной меди в пахотных почвах невелико и составляет  $2,1\,$  мг/кг, улучшенных сенокосных и пастбищных земель  $-2,4\,$  мг/кг. В целом по республике 34% пахотных и 36% сенокосных и пастбищных земель имеют очень низкую обеспеченность медью (менее  $1,5\,$  мг/кг) и остро нуждаются в применении медьсодержащих удобрений. На почвах с избыточным содержанием меди (3,3% сельскохозяйственных земель) использование любых форм удобрений, содержащих медь, должно быть исключено.

В Беларуси выявлено 179 тыс. гектаров сельскохозяйственных земель с избыточным содержанием цинка, в том числе в опасной степени загрязнено этим элементом (более 16 мг/кг почвы) 39 тыс. гектаров или 0,5%, главным образом, в Гомельской, Минской и Могилевской областях (рис. 3).

Тем не менее, большая часть сельскохозяйственных земель (55% пахотных и 52% улучшенных сенокосов и пастбищ) слабо обеспечены цинком — менее 3,0 мг/кг почвы [3].

По сравнению с другими тяжелыми металлами цинк наиболее подвижен и биологически доступен в кислых минеральных почвах легкого грану-

лометрического состава [5]. Неподвижность его в богатых кальцием и фосфором почвах, хорошо аэрируемых и содержащих соединения серы, имеет важное практическое значение, определяющее дефицит этого элемента для растений.

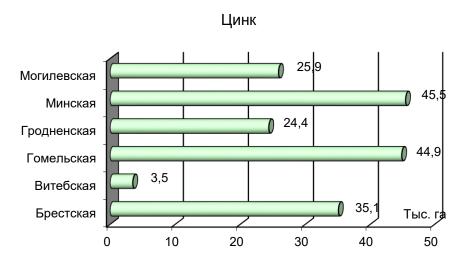


Рис.3. Загрязнение сельскохозяйственных земель Беларуси цинком в разрезе областей.

Основными антропогенными источниками поступления цинка являются промышленные предприятия и агротехническая деятельность. Цинк довольно хорошо удаляется из почвы при промывке. Однако этот процесс носит длительный во времени характер. Основным приемом, сдерживающим его поступление в растения, является внесение извести или органического вещества. Для растений доступны растворимые формы цинка и, по имеющимся данным, его потребление возрастает линейно с повышением концентрации в почвах [3].

Цинк выполняет важные функции в метаболизме растений. Большинство растений обладает высокой толерантностью к избыточному количеству этого металла. Признаки токсикоза цинком — хлороз и ослабление роста растений. Фитотоксичность цинка отмечается довольно часто, особенно на кислых и интенсивно орошаемых стоками почвах, а предел его токсичности зависит от вида растений [7].

Содержание цинка в растениях изменяется под влиянием многих факторов. Однако для злаков и трав значительного различия для разных экосистем не установлено. Так, среднее содержание Zn в зерне пшеницы колеблется от 22 до 23 мг/кг сухой массы и не обнаруживает каких-либо различий в условиях произрастания. Рожь содержит цинка несколько меньше, а ячмень – больше [5]. Постоянными являются и фоновые содержания Zn в злаковых

травах и клевере. Так, среднее содержание его в травах находится в пределах 12–47 мг/кг сухого вещества, а в клевере – 24–45 мг/кг сухой массы [6].

Загрязнение цинком агроландшафтов заметно влияет на его концентрацию в растениях. Причем, если загрязнение идет аэрогенным путем, то большее количество цинка накапливает надземная часть. Если же цинком загрязнены почвы, то растения накапливают главную долю этого элемента в корневой системе.

Многие специалисты сходятся во мнении, что установить пределы безопасного содержания того или иного элемента в почве сложно. Уровень токсичности элементов зависит от гранулометрического состава почвы, ее кислотности, содержания гумуса, вида растений и т.д. Если культура снижает урожайность из-за присутствия в почве того или иного металла на 5–10%, то уровень его содержания в почве считается токсичным [6].

Учитывая экологическую значимость проблемы загрязнения сельскохозяйственных земель соединениями тяжелых металлов, в Беларуси разработана группировка почв по содержанию подвижных форм меди, цинка, кадмия и свинца (таблица).

Возрастающее вмешательство человека в функционирование природных образований зачастую приводит к нежелательным последствиям, которые нарушают естественные тенденции развития гео- и агросистем. Поэтому совместимость природных и техногенных потоков вещества, а также результат их взаимодействия могут служить критерием оптимальности намечаемых программ эколого-мелиоративного состояния агроландшафта.

Таблица 1 Градация по уровням содержания и степени загрязнения валовыми и подвижными формами (в 1 М HCl) тяжелых металлов дерново-подзолистых суглинистых почв

Уровни	Содержание, мг/кг почвы							
содержания ТМ	кадмий	CDIMIAN	HIMIT	медь				
в почве	кадмии	свинец	цинк					
	В	валовые формы						
Фоновый	Менее 0,12	Менее15,0	Менее40,0	Менее 12,0				
Повышенный	0,13-0,40	15,0–30,0	40,1–60,0	12,1-50,0				
Высокий	0,41-0,60	30,1–60,0	60,1-80,0	50,1-90,0				
Избыточный	Более 0,60	Более 60,0	Более 80,0	Более 90,0				
	По	движные формы						
Фоновый	Менее 0,04	Менее 5,0	Менее 3,0	Менее 1,5				
Повышенный	0,05-0,25	5,1-15,0	3,1-5,0	1,6–3,0				
Высокий	0,25-0,40	15,1–25,0	5,1-10,0	3,1–5,0				
Избыточный	Более 0,40	Более 25,0	Более 10,0	Более 5,0				

Учитывая влияние тяжелых металлов на величину и качество урожая сельскохозяйственных культур, а также то обстоятельство, что большинство угодий, на которых утилизируются различные по происхождению сточные воды, расположены в районах интенсивного техногенного воздействия, необходимо корректировать режимы и технологии их утилизации как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации.

## Список литературы

- 1. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г. № 196.
- 2. Закон Республики Беларусь «О мелиорации земель» № 423-3 от 23 июля 2008г.: принят Палатой представителей 24 июня 2008 г.: одобр. Советом Респ. 28 июня 2008г. Минск, 2008.
- 3. Желязко, В.И. Научно-практические и экологические аспекты орошения земель в Беларуси / В.И. Желязко, В.М. Лукашевич // Мелиорация и водное хозяйство. 2021. №2. С. 36-41.
- 4. Латушкина Г. В. Эффективность орошения кормовых и овощных культур в условиях Беларуси / Г. В. Латушкина, В.И. Желязко, В.М. Лукашевич // Мелиорация. 2021. №2 (96). С. 37-41.
- 5. Желязко, В. И. Основы природообустройства: учеб.-метод. пособие / В. И. Желязко. Горки: БГСХА, 2019. 232 с.
- 6. Желязко, В. И. Сельскохозяйственные мелиорации. Мероприятия по организации стока и отвода поверхностных вод: учеб.-метод. пособие / В. И. Желязко, В. М. Лукашевич, И. А. Левшунов. Горки: БГСХА, 2019. 111 с.
- 7. Лагун, Т. Д. Мелиорация и рекультивация земель: учебник / Т.Д. Лагун. Минск: ИВЦ Минфина, 2017. 376 с.
- 8. Практика рекультивации загрязненных земель: учеб.пособие для студентов вузов / под. ред. Ю. А. Мажайского. Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. 604 с.

# ДИНАМИКА ЗАПАСОВ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ ПОД ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕЙ И ЯРОВЫМ ЯЧМЕНЕМ НА ОСУШЕННЫХ ПОЧВАХ САМБИЙСКОЙ РАВНИНЫ

**Анциферова О.А.,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия

Современные технологии возделывания зерновых культур характеризуются интенсивным применением минеральных удобрений и средств защиты растений. При этом важным условием получения высоких урожаев является оптимальная влагообеспеченность культур по фазам развития. Поэтому актуальным аспектом изучения продукционного процесса сельскохозяйственных растений является контроль запасов продуктивной влаги.

Сложность рельефа и контрастность почвенного покрова в областях моренных равнин последнего Валдайского оледенения создает сильную неоднородность гидрологических условий. В связи с этим невозможна экстраполяция закономерностей, полученных для одной преобладающей почвы на целое поле.

Цель исследования: изучить динамику запасов продуктивной влаги по фазам развития озимой пшеницы и ярового ячменя в условиях холмистого рельефа и контрастного почвенного покрова поля на Самбийской равнине (западная часть Калининградской области).

## Объекты и методы исследований

Исследование проведено в 2019 – 2020 гг. на пахотном поле в Зеленоградском городском округе Калининградской области. Рельеф поля представляет собой чередование холмов и понижений между ними. На вершинах и склонах холмов преобладают в разной степени глееватые буроземы супесчаного и легкосуглинистого состава, в понижения – дерново-глеевые среднесуглинистые почвы. Все оглеенные почвы на поле осущаются сетью закрытого гончарного дренажа.

Динамика влажности изучалась буровым методом с послойным отбором проб до глубины 100 см два раза в месяц (приближенно к фазам вегетации культур). Параллельно определилась плотность каждого горизонта почв.

Затем рассчитывали запасы продуктивной влаги и проводили их оценку по рекомендованной шкале [1].

Изучены три основные группы почв на поле: буроземы на вершинах холмов, буроземы на склоновых поверхностях (Лбг), дерново-глеевые почвы в замкнутых понижениях (Дг). В каждую группу входило по четыре ареала почв. Виду сильных различий по степени оглеения в группе почв на автономных позициях рельефа выделены неоглеенные буроземы (Лб) и глееватые (Лбг). В пространстве площадки мониторинга приурочены к сопряженным рядам почв по рельефу (катенам).

Данные о погодных условиях взяты с ближайшей к полю метеостанции г. Калининграда (рис. 1). Сумма осадков в основной период вегетации культур с апреля по август в 2019 г. составила 270 мм, а в 2020 г. — 320 мм. Ближе всего к среднемноголетним значениям (339 мм) была увлажненность в 2020 г.

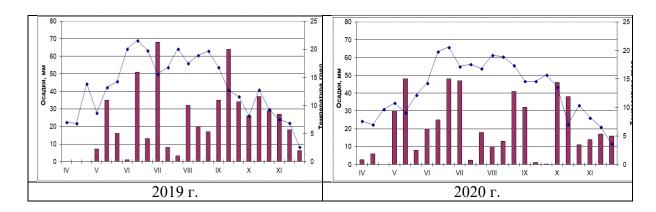


Рисунок 1. Распределение садков и температур в вегетационные периоды 2019-2020 гг. (по данным метеостанции г. Калининграда)

## Результаты и обсуждение

В буроземах запасы продуктивной влаги (ЗПВ) вначале возобновления вегетации озимой пшеницы в 2019 г. были удовлетворительными в слое 0-20 см (32-35 мм) и очень хорошими в слое 0-100 см (179-205 мм). В почвах замкнутых понижений вследствие переувлажнения по всему профилю ЗПВ на уровне избыточных (выше 250 мм). Поэтому в этих ареалах наблюдалась гибель растений пшеницы от вымокания.

Апрель в 2019 г. выдался без дождей. Низкие температуры воздуха первых двух декад сдерживали рост и затрудняли питание озимой пшеницы. Только в третьей декаде вегетация пошла ускоренными темпами на фоне высоких доз минеральных подкормок ( $N_{92}$ ).

Период вегетации зерновых культур был нами разбит на четыре отрезка согласно рекомендациям отечественных ученых [2] с некоторыми дополнениями.

Расход продуктивной влаги за период от начала возобновления вегетации до выхода в трубку происходил из слоя 0-50 см (табл. 1). В нижележащих переувлажненных слоях склоновых глееватых буроземов весной шло стекание гравитационной влаги.

Таблица 1 Изменение запасов продуктивной влаги по периодам развития озимой пшеницы в 2019 г.

		Изменение ЗПВ за период, мм				Суполориод				
		возобновле-	выход в	цветение –	начало моло-	Суммарная убыль ЗПВ				
Рельеф	Почвы	ние вегета-	трубку -	начало мо-	чной спело-	по перио-				
		ции – выход	цветение	лочной спе-	сти – воско-	дам, мм				
		в трубку	цветепис	лости	вая спелость	дам, мм				
Вершины	Лб	-12,5	-14,3	+17,6	-7,2	-34,0				
холмов	Лбг	-6,9	-9,9	+11,3	-10,8	-27,6				
Склоны	Лбг	-4,9	-16,5	-8,2	-5,1	-34,7				
Замкнутые понижения	Дг	-15,7	-18,3	-3,3	+7,6	-37,3				
			Слой 0 – 5	0 см						
Вершины	Лб	-19,5	-40,7	+25,1	-6,0	-66,2				
холмов	Лбг	-17,2	-24,8	+4,0	-15,3	-57,3				
Склоны	Лбг	-1,5	-25,3	+12,6	-26,9	-53,7				
Замкнутые	Дг	-22,8	-16,3	-6,3	-13,6	-59,0				
понижения	понижения Ді			,	-13,0	-59,0				
			Слой 50 – 1	00 см						
Вершины	Лб	-9,2	-35,9	+0,8	-3,5	-48,6				
холмов	Лбг	-4,2	-16,0	-25,0	-15,6	-60,8				
Склоны	Лбг	-11,9	-14,7	-10,6	-12,7	-49,9				
Замкнутые понижения	Дг	-5,9	+12,2	-9,6	+5,4	-15,5				
	Слой 0 – 100 см									
Вершины	Лб	-28,7	-76,6	+25,9	-9,5	-114,8				
холмов	Лбг	-21,4	-40,8	-21,0	-30,9	-118,1				
Склоны	Лбг	-13,4	-40,0	+2,0	-39,6	-93,0				
Замкнутые понижения	Дг	-28,7	-4,1	-15,9	-8,2	-56,9				

Примечание: при расчете суммарной убыли ЗПВ брались только отрицательные величины расхода влаги; сальдо баланса ЗПВ по каждому слою нетрудно подсчитать на основании данных таблицы.

В дерново-глеевых почвах замкнутых понижений расходы влаги в начальный период вегетации связаны с испарением, ростом и транспирацией сорной растительности (с начала мая) и стеканием гравитационной влаги.

От выхода в трубку до цветения включительно наблюдалось максимальное потребление влаги озимой пшеницей на буроземах. В этот период активно используется влага из слоя 50-100 см. Наибольшая убыль характерна для неоглеенного бурозема, в котором в первой половине июня ЗПВ снизились до 73,3 мм в слое 0-100 см (уровень «плохих» запасов).

Пополнение ЗПВ в слое 0-50 см буроземов произошло после обильных осадков второй половины июня (начало молочной спелости). При этом выявились различия между почвами по элементам рельефа. В то время как в неоглеенной почве фиксировался положительный баланс ЗПВ, в глееватых буроземах наблюдался расход влаги из слоя 50-100 см. Вероятно, это указывает на то, что основное потребление влаги пшеницей на автоморфном буроземе закончилось. Между тем на глееватых буроземах потребление влаги еще продолжалось до восковой спелости. Впрочем, здесь надо учитывать и латеральный сток, потому что в дерново-глеевой почве понижения баланс ЗПВ в июле был положительный (происходило натекание с повышений и склонов).

К созреванию озимой пшеницы в первой декаде августа запасы продуктивной влаги в профиле буроземов были удовлетворительными (94-112 мм). Таким образом, влагообеспеченность почв на вершинах и склонах была достаточной, чтобы на фоне усиленного азотного питания (четыре минеральных подкормки, суммарная доза азота  $N_{176}$ ) получить высокий урожай (рис. 2).

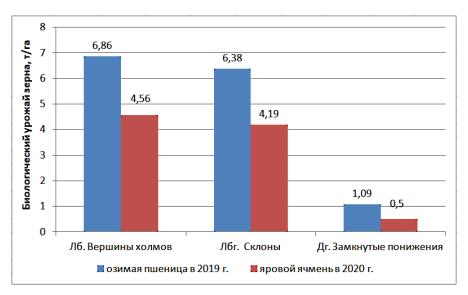


Рис. 2. Биологический урожай зерна озимой пшеницы (сорт Скаген) в 2019 г. и ярового ячменя (сорт Осколец) в 2020 г. на почвах разной степени гидроморфизма

Посев ярового ячменя в 2020 г. произведен в первой декаде апреля. Запасы продуктивной влаги в это время в пахотном слое большинства буроземов на вершинах и склонах были удовлетворительными (30-38 мм). Выше 40 мм (то есть на уровне хороших) ЗПВ обнаружены в двух сильноглееватых ареалах почв из восьми. В метровой толще почв ЗПВ во всех буроземах были хорошими. Только в дерново-глеевых почвах замкнутых понижений влагозапасы характеризовались избыточными значениями (303-315 мм). Переувлажнение приводило к гибели части растений и изреживанию всходов. Динамика ЗПВ в дерново-глеевых почвах связана как со стоком избыточной влаги, так и с водопотреблением в основном сорной растительностью.

Таблица 2 Изменение запасов продуктивной влаги по периодам развития озимой пшеницы в 2020 г.

		Į Į	Суммарная					
Рельеф	Почвы	возобновление вегета- ции – выход	выход в трубку - цветение		цветение – начало мо-лочной спе-	начало молоч- ной спелости – восковая спе-	убыль ЗПВ по перио-	
		в трубку	Ц	ветение	лости	лость	дам, мм	
			C.	лой 0 – 20	СМ			
Вершины	Лб	-17,9		+7,5	-0,3	+3,3	-18,2	
холмов	Лбг	-14,1		+3,6	+2,3	-4,3	-18,4	
Склоны	Лбг	-11,0		+7,5	+2,0	-1,9	-12,9	
Замкнутые понижения	Дг	-32,5		+5,9 +13,2		-7,5	-40,0	
			C.	лой $0-50$	СМ			
Вершины	Лб	-27,1		+6,9	-2,3	-2,8	-32,2	
холмов	Лбг	-26,3		+1,7	+5,0	-7,7	-34,0	
Склоны	Лбг	-30,1		+13,9	+6,2	-11,2	-41,3	
Замкнутые понижения	Дг	-48,4		+6,1	+13,0	-19,1	-67,5	
			Сл	ой 50 – 10	0 см			
Вершины	Лб	-8,9		-10,9	-17,1	+5,3	-36,9	
холмов	Лбг	-26,2		-8,6	+4,7	-6,6	-41,4	
Склоны	Лбг	-32,0		+4,8	+1,2	-6,2	-38,2	
Замкнутые понижения	Дг	-18,8		-3,8	-1,1	-4,4	-28,1	
Слой 0 – 100 см								
Вершины	Лб	-36,0	-4,0		-19,4	+2,5	-59,4	
холмов	Лбг	-52,4	-14,7		+9,7	-14,2	-81,3	
Склоны	Лбг	-62,1		+18,7	+7,4	-17,4	-79,5	
Замкнутые понижения	Дг	-67,2		+2,2	+11,9	-23,3	-90,5	

В мае наблюдался интенсивный рост ячменя (фазы от кущения до выхода в трубку). Осадки в этот период пополняли ЗПВ и полностью обеспечили ячмень влагой. Отмечалось интенсивное водопотребление на буроземах (табл. 2). В глееватых почвах расход ЗПВ включал сток избыточной влаги из слоя 50-100 см. Поэтому в оглеенных буроземах убыль ЗПВ в начальный период вегетации ячменя существенно отличается от неоглеенной почвы на вершине холма.

В фазы колошения, цветения и молочной спелости ячменя (июнь – первая декада июля) выпадающие дожди покрывали потребности ячменя и привели к увеличению запасов продуктивной влаги в почвах. Отмечался положительный баланс ЗПВ в слое 0-50 см. А в нижней части метровой толщи динамика в эти фазы зависела от степени гидроморфизма и положения в рельефе. Примечательно, что убыль ЗПВ фиксировалась и в период созревания ячменя.

В итоге изучения динамики ЗПВ установлено, что на буроземах вершин и склонов обеспеченность влагой ячменя была в 2020 г. оптимальной как в начальные периоды роста, так и при созревании. Минимальными ЗПВ в метровой толще характеризовался ареал неоглеенного бурозема (105 -107 мм в июле). Однако это количество влаги оценивается как удовлетворительное, что благоприятствовало получению хорошего урожая. В глееватых же буроземах ЗПВ не опускались ниже 130 мм.

В табл. 1 и 2 представлены величины суммарной убыли ЗПВ по периодам развития культур на разных глубинах. По озимой пшенице наши данные сопоставимы с литературными сведениями за XX в. В частности, С.А. Вериго и П.А. Разумова приводят среднемноголетние значения для категории «дерново-подзолистые почвы с подъемом капиллярной каймы в корнеобитаемый слой» [2, с. 152]. Изученные буроземы являются оглеенными, на склонах поздней осенью и ранней весной верховодки поднимаются в метровую толщу, а капиллярная кайма большую часть вегетационного сезона насыщает глубокие слои почв. Нами получены сходные величины убыли ЗПВ по слоям 0-20 и 0-100 см по сравнению с литературными данными. В слое 0-50 см убыль ЗПВ значительно меньше, а для слоя 50-100 см больше.

Для ярового ячменя расход ЗПВ в 2020 г. существенно меньше величин из работы С.А. Вериго и П.А. Разумовой [2, с. 154], за исключением слоя 50-100 см.

Если же считать сальдо баланса ЗПВ, то значения будут меньше и для пшеницы, и для ячменя, потому что в отдельные периоды вегетации культур

наблюдался прирост запасов влаги за счет осадков. В условиях холмистого рельефа и преобладания склоновых поверхностей существенный вклад в баланс ЗПВ вносит внутрипочвенное латеральное перераспределение влаги. В оглеенных буроземах капиллярная кайма является источником влаги в слое 50-100 см, особенно для озимых культур с хорошо развитой корневой системой. Поэтому делать вывод о водопотреблении культур на основании разницы между запасами влаги вначале вегетации (апреле) и конце (первая половина августа — время уборки) некорректно для условий гумидного климата региона исследований. Объективное представление об изменении ЗПВ получается именно при анализе характерных периодов развития культур.

#### Заключение

В результате исследований установлено, что запасы влаги в глееватых осущенных буроземах способствуют получению высоких урожаев озимой пшеницы и ярового ячменя на фоне интенсивного минерального питания. Существенные отличия в динамике ЗПВ в течение вегетации связаны со степенью оглеения буроземов и положением в рельефе. Дерново-глеевые почвы в замкнутых понижениях имеют избыточные запасы продуктивной влаги, которые расходуются покровом сорной растительности.

Под озимой пшеницей суммарная убыль ЗПВ больше, чем под яровым ячменем. В 2019 г. ЗПВ в слое 0-100 см уменьшались в ряду «буроземы неоглеенные → буроземы глееватые → дерново-глеевые почвы». В 2020 г. картина была обратной. Необходимы многолетние исследования для составления базы данных о динамике запасов продуктивной влаги под основными культурами на осушенных почвах.

Работа выполнена в рамках инициативно-поисковой госбюджетной научно-исследовательской темы кафедры агропочвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «КГТУ» «Почвенные ресурсы Калининградской области: оценка, использование, продуктивность, управление».

## Список литературы

- 1. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв /А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. Москва, 1986. 335 с.
- 2. Вериго, С.А. Почвенная влага (применительно к запросам сельского хозяйства) / С.А. Вериго, Л.А. Разумова. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1973. 328 с.

# ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА СВОЙСТВА МЕЛИОРИРОВАННОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ РАЗНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

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

Картофель относится к одной из важнейших сельскохозяйственных культур, используемой в качестве источника питания для человека и животных. Ввиду ежегодного отчуждения и недостаточного поступления микроэлементов с минеральными и органическими удобрениями в почву потребность указанной культуры в микроэлементах возрастает. Лишь при достаточном содержании в почве микроэлементов эффективность использования растениями биогенных элементов, азотных, фосфорных и калийных удобрений повышается. Одновременно увеличивается выход растениеводческой продукции, улучшается ее качество, а также повышается устойчивость растений к бактериальным и грибковым заболеваниям, к неблагоприятным условиям окружающей среды — недостатку влаги в почве, засолению почвы, низким или высоким температурам и т.д. [4].

В связи с этим, для обеспечения растений микроэлементами необходимо применение органических соединений, экономически эффективных и экологически безопасных. К таким соединениям относятся комплексоны и комплексонаты металлов или неметаллов, используемые в современном сельском хозяйстве. Применение указанных веществ в качестве корневой или некорневой подкормки способствует увеличению продуктивности сельско-хозяйственных культур при одновременном снижении техногенной нагрузки на почву [1,2,3,5,6].

При возделывании культур на разных типах почв следует учитывать недостаток жизненно важных для растений микроэлементов в почве. В дерново-подзолистых мелиорированных почвах Тверской области и многих регионов Российской Федерации выявлен дефицит такого микроэлемента, как селен. От содержания селена в почве зависит продуктивность культур и качество сельскохозяйственной продукции. В связи с ежегодным возрастанием количества эндемических заболеваний, вызванных недостатком селена в продукции, селен и его соединения должны быть увеличены как в почве, так и в

получаемой растениеводческой (и животноводческой) продукции до оптимальных значений.

Одним из способов решения указанной проблемы является использование органических соединений, содержащих этот элемент. К таким веществам следует отнести экологически чистые, быстро разлагающиеся в естественных условиях комплексонаты на основе этилендиаминдиянтарной кислоты (ЭДДЯК), иминодиянтарной кислоты (ИДЯК) и др., включающие селен. Однако данных научных исследований недостаточно для активного применения хелатированных комплексов с селеном в сельскохозяйственной практике.

Поэтому целью исследований в 2021 году стало изучение эффективности применения органических селеносодержащих комплексов в сравнении с минеральными формами на разных фонах питания на почвенные показатели и продуктивность картофеля двух сортов: Коломбо и Гала.

Исследования проводились в полевых условиях на экспериментальном участке кафедры агрохимии и земледелия Тверской ГСХА. Общая площадь участка —  $400 \text{ m}^2$ , площадь учетной делянки —  $12 \text{ m}^2$ . Повторность опыта четырехкратная, расположение делянок — рендомизированное.

Схема опыта включала: контроль (без удобрений и без опрыскивания растений), варианты с опрыскиванием растений растворами: селенита натрия (NaSeO<sub>3</sub>), ЭДДЯК (этилендиаминдиянтарной кислоты), Se-ЭДДЯК (комплексонатом селена) как на неудобренном фоне, так и на минеральном фоне питания. В качестве минеральных удобрений применялись аммиачная селитра, нитроаммофоска и сернокислый калий

Селеновый комплекс (Se-ЭДДЯК) — был синтезирован на кафедре агрохимии и земледелия Тверской ГСХА к.х.н., доцентом Смирновой Т.И. и предоставлен для проведения эксперимента в форме сухого мелкокристаллического порошка белого цвета, хорошо растворимого в воде при комнатной температуре. Для сравнения в опыте применялись растворы на основе селенита натрия и синтезированной аминокислоты (ЭДДЯК).

В конце мая была проведена посадка клубней картофеля сортов «Гала» и «Коломбо» на опытном поле в соответствии со схемой опыта. Растения картофеля двукратно опрыскивали исследуемыми растворами с концентрацией 0,002 моль/л = 2,0 ммоль/л в объеме 100 мл/м² (с интервалом в 3 недели). На опыте применялся инсектицид «Актара» (1,2 г препарата на 10 л воды, расход рабочей жидкости 5 л на 100 м²).

Перед проведением опыта в отобранных образцах были определены агрохимические показатели почвы экспериментального участка. Результаты

лабораторного анализа:  $pH_{kcl}$  =5,62; содержание  $C_{opr.Beш-Ba}$ : 1,7— 1,74%,  $P_2O_5$  — 208—214 мг/кг почвы,  $K_2O$  — 100—110 мг/кг почвы.

Учет урожая проводили весовым методом. Во второй декаде сентября 2021 года после предварительной уборки защитных полос были убраны все клубни картофеля обоих сортов и произведен учет их массы, а также определен их биохимический состав. Данные по урожайности картофеля обрабатывали методами дисперсионного анализа.

Применение растворов селеносодержащих органических и минеральных соединений на разных фонах питания привело к неодинаковому распределению подвижных форм элементов питания в пахотном слое дерново-подзолистой мелиорированной почвы опытного участка.

Наименьшим содержанием нитратов в начале вегетации культур отличалась почва контрольных вариантов (24 мг/кг почвы — по сорту Гала и 26 мг/кг почвы — по сорту Коломбо). В этот период максимальное количество нитратного азота в почве выявлено на вариантах с минеральными удобрениями без применения испытуемых растворов на делянках с картофелем обоих сортов (в среднем 32 - 35 мг/кг почвы).

Отметим, что на удобренных делянках с картофелем сорта Гала их содержание в почве незначительно уступало значениям этого же варианта, но с картофелем Коломбо (в среднем на 4 мг/кг почвы).

На неудобренных вариантах с опрыскиванием растений растворами селенита натрия или хелатированного селена содержание нитратного азота в почве уступало идентичным вариантам на минеральном фоне в среднем на 6-15 мг/кг почвы (в зависимости от сорта картофеля).

С июня по июль 2021 года количество нитратного азота снижалось в почве всех вариантов, особенно на неудобренном фоне и контроле (в среднем на 5 – 7 мг/кг почвы по сравнению с началом вегетации обоих сортов картофеля). В этот период максимальными значениями нитратов в почве отличались варианты с минеральными удобрениями без использования исследуемых растворов как с картофелем сорта Коломбо, так и с картофелем сорта Гала (29 мг/кг почвы и 26 мг/кг почвы соответственно). Соотношение в количестве нитратного азота между вариантами осталось на уровне начала вегетации.

Во второй половине вегетационного периода содержание нитратов в почве уменьшилось на всех вариантах опыта, особенно на контроле (с 17 мг/кг до 13 мг/кг почвы – по сорту Коломбо и с 16 мг/кг почвы до 10 мг/кг почвы – по сорту Гала). Однако в августе в неудобренной почве, но с применением растворов селеносодержащих соединений количество нитратного

азота оказалось выше по сравнению с контрольными значениями (в среднем на 4-9 мг/кг почвы в зависимости от сорта).

В конце вегетационного периода максимальное количество нитратов обнаружено на вариантах с картофелем сорта Коломбо и Гала на минеральном фоне без опрыскивания исследуемыми растворами (25 мг/кг почвы и 23 мг/кг почвы соответственно).

Сезонная динамика подвижного фосфора в почве заключалась в постепенном снижении его количества с июня по август. Применение минеральных удобрений с обработкой растений картофеля соединениями селена привело к повышению количества фосфатов в почве в течение всех периодов проведения опыта. В начале вегетации картофеля обоих сортов наименьшее количество подвижного фосфора установлено в почве контрольного варианта (204 мг/кг почвы – по сорту Коломбо и 200 мг/кг почвы – по сорту Гала). Значения  $P_2O_5$  на других вариантах варьировали в пределах от 195 мг/кг почвы (при опрыскивании растений Se-ЭДДЯК на неудобренном фоне – по сорту Коломбо) до 190 мг/кг почвы (при опрыскивании растений селенитом натрия на неудобренном фоне – по сорту Гала). Максимальным содержанием подвижного фосфора в июне отличался вариант с минеральными удобрениями без использования селеносодержащих соединений (по сорту Коломбо – 213 мг/кг почвы, по сорту Гала – 210 мг/кг почвы соответственно).

Следует отметить, что обработка исследуемыми растворами на неудобренном фоне позволила незначительно увеличить количество фосфатов в почве по сравнению с контролем: на 3-6 мг/кг почвы при использовании селенита натрия и на 2-4 мг/кг почвы при использовании хелатированного селена (в зависимости от возделываемого сорта картофеля).

В период с июня по август прослеживалась четкая тенденция уменьшения количества  $P_2O_5$  (в среднем на 12-15 мг/кг почвы в зависимости от сорта картофеля). На контроле содержание фосфатов в почве снизилось по сорту Коломбо — на 16 мг/кг почвы, по сорту  $\Gamma$ ала — на 19 мг/кг почвы соответственно.

Максимальное количество фосфатов в июле получено на фоне минеральных удобрений без опрыскивания растений (209 мг/кг почвы — по сорту Коломбо и 205 мг/кг почвы — по сорту Гала). Остальные варианты с использованием селеносодержащих соединений уступали значениям указанного варианта (в зависимости от сорта в среднем на 5-14 мг/кг почвы — на неудобренном фоне и на 3-8 мг/кг почвы — на минеральном фоне).

Отметим, что в июле соотношение между вариантами существенно не изменилось по сравнению с июньскими значениями, лишь разница по количеству фосфатов снизилась на 3-9 мг/кг почвы, а на контроле — в среднем на 10-12 мг/кг почвы (в зависимости от сорта).

В августе содержание  $P_2O_5$  продолжало снижаться, особенно на контроле, однако максимальным количеством подвижного фосфора в этот период отличался вариант с минеральными удобрениями при возделывании обоих сортов картофеля (в среднем 191-195 мг/кг почвы).

Динамика обменного калия заключалась в постепенном увеличении его количества в почве всех опытных делянок, за исключением контроля.

В начале вегетационного периода 2021 года наибольшее содержание  $K_2O$  выявлено в почве с минеральными удобрениями без обработки растений исследуемыми растворами (127 мг/кг почвы — по сорту Коломбо и 122 мг/кг почвы — по сорту Гала). Вариант с минеральными удобрениями с использованием растворов биологически активных соединений немного уступал указанному варианту (в среднем в зависимости от сорта: с селенитом натрия — на 3-6 мг/кг почвы, а с селеновым комплексом — на 2-8 мг/кг почвы соответственно). На неудобренных делянках значения  $K_2O$  оказались значительно меньшими (в зависимости от вида селеносодержащего соединения: на 16-19 мг/кг почвы при использовании селенита натрия и на 15-18 мг/кг почвы при использовании хелатированного селена).

В середине вегетационного периода максимальным количеством обменного калия отличалась удобренная почва без обработки растений селеновыми соединениями. В почве вариантов с опрыскиванием растений растворами NaSeO<sub>3</sub> и Se-ЭДДЯК на минеральном фоне содержание калия оказалось ниже по сравнению с указанным вариантом (в среднем на 2-5 мг/кг почвы при использовании селенита натрия и на 4-7 мг/кг почвы при использовании селенового комплекса).

Соотношение между значениями на отдельных вариантах в июле существенно не изменилось по сравнению с началом вегетации опытных культур, однако на неудобренных вариантах с применением исследуемых соединений величина  $K_2O$  заметно уступала удобренным вариантам (в среднем в зависимости от сорта и вида биологически активного соединения на 15-22 мг/кг почвы).

В августе наблюдалось увеличение количества обменного калия в почве всех опытных делянок, за исключением контроля. Значения  $K_2O$  на варианте с минеральными удобрениями были заметно больше, чем на варианте

с использованием растворов селеносодержащих соединений на удобренном фоне (в среднем на 5-10 мг/кг почвы в зависимости от вида биологически активного соединения и возделываемого сорта картофеля).

На неудобренных делянках содержание обменного калия превышало его содержание на контроле (в среднем на 18 мг/кг почвы – по сорту Коломбо и на 15 мг/кг почвы – по сорту Гала).

Таким образом, в течение вегетационного периода 2021 года максимальным количеством подвижных форм азота, фосфора и калия отличались делянки с минеральными удобрениями без применения растворов селеносодержащих соединений, а минимальным содержанием отличалась почва контрольного варианта.

В связи с особенностями метеорологических условий вегетационного периода 2021 года, уровнем режима питательных веществ изучаемой почвы и биохимическими свойствами селеносодержащих соединений была получена различная урожайность картофеля обоих сортов.

Контрольный вариант заметно уступал по урожайности всем вариантам опыта (202 ц/га — у сорта Гала и 190 ц/га — у сорта Коломбо). Отметим, что на неудобренном фоне опрыскивание растений раствором селенита натрия привело к увеличению урожайности картофеля обоих сортов на 6 ц/га или на 3,8-4,0%, а при обработке раствором хелатированного селена — на 10 ц/га или 6,1-6,5% по отношению к контролю. Следовательно, разница в прибавке урожая картофеля обоих сортов между вариантом с селенитом натрия и селеновым комплексом на неудобренном фоне составила 4 ц/га (или 2,3-2,5 %).

Наименьший выход клубней обоих сортов среди удобренных вариантов получен на минеральном фоне (без опрыскивания селеносодержащими растворами) — 211 ц/га у сорта Коломбо (прибавка к контролю — 21 ц/га или 11,0%), у сорта Гала — 225 ц/га (прибавка к контролю — 23 ц/га или 11,4%).

Наибольшая урожайность клубней картофеля обоих сортов по сравнению с контролем установлена на варианте с применением комплексоната селена на минеральном фоне (223 ц/га у сорта Коломбо и 232 ц/га у сорта Гала). Следовательно, разница в величине урожая картофеля обоих сортов между вариантами с селенитом натрия и хелатированным селеном на удобренном фоне составила: по сорту Коломбо – 5 ц/га (или 2,5%), и по сорту Гала – 8 ц/га (или 3,5%).

Таким образом, совместное применение минеральных удобрений и комплексоната селена позволяет увеличивать выход клубней картофеля обоих сортов в среднем на 30-33 ц/га (или на 15,8-16,5%) по отношению к

контролю и на 6-21 ц/га (или на 2,6-10,3%) по сравнению с остальными вариантами опыта.

Использование растворов биологически активных соединений как на неудобренном, так и на минеральном фоне способствовало увеличению количества крахмала в клубнях обоих сортов картофеля. Следует отметить, что в клубнях сорта Коломбо крахмала оказалось большим по сравнению с сортом Гала (в среднем на 0,4-0,6%).

Опрыскивание растений раствором селенита натрия на неудобренном фоне позволило увеличить количество крахмала в клубнях сорта Коломбо на 0,3% и на 0,2% в клубнях сорта Гала по сравнению с клубнями контрольного варианта. В процентном отношении к контролю прибавки крахмала в клубнях составили 3,7% и 3,1% соответственно.

Клубни, выращенные на варианте с обработкой растений раствором селенового комплекса на неудобренном фоне, содержали немного больше крахмала: 13,0% (сорт Коломбо) и 12,3% (сорт Гала). Следовательно, по сравнению с селенитом натрия количество крахмала в клубнях возросло на 0,2% у обоих сортов картофеля (или на 1,6-1,7%).

Среди удобренных вариантов наибольшим содержанием крахмала в клубнях отличался вариант с комплексонатом селена: 13,8% (сорт Коломбо) и 13,1% (сорт Гала). Прибавки крахмала по отношению к контролю составили: 1,2% и 1,0% (или 11,6% и 10,5% от контроля соответственно). Следовательно, разница между количеством крахмала в клубнях сорта Коломбо и Гала на указанном варианте составила 0,8%.

На варианте с минеральными удобрениями без обработки растений, содержание крахмала у обоих сортов оказалось большим по отношению к контролю на 0,7%, но меньшим по сравнению с вариантами совместного применения минеральных удобрений с биологически активными веществами на 0,3-0,6% (сорт Коломбо) и на 0,2-0,4% (сорт Гала).

Содержание витамина С зависело как от фона питания, так и от особенностей применяемых растворов: наибольшее количество его обнаружено в клубнях варианта с комплексонатом селена на минеральном фоне (13,6 мг/100 г сырого вещества — у сорта Коломбо и 12,9 мг/100 г сырого вещества — у сорта Гала). Это количество превышало содержание витамина С в клубнях удобренного варианта с селенитом натрия на 0,5 мг/100 г сырого вещества (или на 5%) по сорту Гала и на 0,6 мг/100 г сырого вещества (или на 7,2%) в клубнях сорта Коломбо.

Количество витамина С в клубнях удобренного варианта с хелатированным селеном превышало его содержание в клубнях контрольного варианта на 4.3 мг/100 г сырого вещества (или на 43%) по сорту Коломбо и на 3.9 мг/100 г сырого вещества (или на 39%) по сорту сорта Гала.

Наименьшим количеством аскорбиновой кислоты С среди удобренных вариантов отличался вариант без опрыскивания растений растворами селеносодержащих соединений: в клубнях сорта Коломбо — 12,4 мг/100 г сырого вещества, и 11,7 мг/100 г сырого вещества — в клубнях сорта Гала.

Полученные результаты исследований подтвердили предположение о том, что при возделывании картофеля сортов Коломбо и Гала рекомендуется применять растворы селеносодержащих соединений (особенно комплексонат селена), как на минеральном фоне, так и без применения удобрений. При этом увеличивается урожайность клубней указанных сортов с повышенным содержанием в них крахмала и аскорбиновой кислоты как антиоксидантного вещества.

Таким образом, в результате проведенного полевого опыта в 2021 году установлено эффективное воздействие хелатированного селена, особенно на удобренных фонах, как на агрохимические показатели дерново-подзолистой мелиорированной почвы, так и на урожайность и биохимический состав клубней картофеля сортов Коломбо и Гала.

## Список литературы

- 1. Веревкин, Е.Л. Биологическая эффективность микроудобрений в хелатной форме / Е.Л. Веревкин // Плодородие, 2006. № 1(28). С. 21-22.
- 2. Гейгер, Е.Ю. Микроудобрения на хелатной основе: опыт и перспективы использования / Е.Ю. Гейгер, Л.Д. Варламова, В.В. Семенов// Агрохимический вестник, 2017. Т. 2. № 2. С. 29-32.
- 3. Петриченко, В.Н. Эффективность использования комплексонатов в овощеводстве / В.Н. Петриченко, О.С. Туркина// Аграрная Россия, 2014. №7. С. 12-15
  - 4. Картофель. Растениеводство [Электронный ресурс]//–URL: https://universityagro.ru/
- 5.Комплексоны и комплексонаты [Электронный ресурс]//–URL: http://www.irea.org.ru/directory/kompleksony/
- 6. Сорбция почвой комплексонов и комплексонатов [Электронный ресурс]//URL: http://agrohimija24.ru/mikroelementy/2109-sorbciya-pochvoy-kompleksonov-i-komplekconatov.html

# РОЛЬ АГРОФИЗИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЭФФЕКТИВНОГОПЛОДОРОДИЯ ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ

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

Одной из главных земледельческих задач, требующей системного решения и постоянного внимания, является воспроизводство плодородия почв, утрачиваемого в процессе выращивания растениеводческой продукции, с учетом имеющихся знаний о закономерностях его формирования, особенностей почвообразовательного процесса и агроландшафтных условий. Для почв нормального увлажнения вопросы воспроизводства их плодородия достаточно хорошо и полно изучены. На формирование плодородия, определяемого, прежде всего, как способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге, воздухе, влияние оказывают многие ее свойства – агрохимические, агрофизические, биологических и др. Об эффективном плодородии принято судить по урожайности культур, содержанию основных элементов питания – легкогидролизуемого и минерального азота, доступного фосфора, обменного калия, а также отдельных микроэлементов и др. Наиболее полное представление о плодородии почв, по сравнению с отдельными его критериями, дают комплексные показатели агрохимической окультуренности (агрохимического состояния) [1,2]. Наибольшее признание нашли комплексные критерии, представляющие собой модель среднего арифметического из частных оценок отдельных показателей и модель среднего геометрического из частных оценок отдельных показателей [3]. Обобщение результатов исследований 118 опытов с ячменем, сделанное Кулаковской [1] показало, что урожайность этой культуры находится в прямой связи с комплексным индексом агрохимической окультуренности почв, рассчитанным как среднеарифетическое четырех частных индексов (по кислотности, гумусу, Р и К). Урожайность зерна на вариантах без удобрений при увеличении индекса окультуренности дерново-подзолистых почв с 0,44 до 0,82 повышалась на 1,6 т/га, на фоне удобрений при внесении 200-250 кг/га NPK — на 1,76 т/га [1]. Результаты этих обобщений в виде графика представлены на рис.1.

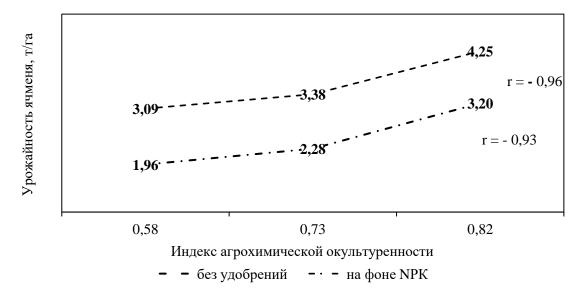


Рис. 1. Влияние агрохимической окультуренности дерново-подзолистых, суглинистых и подстилаемых мореной супесчаных почв на урожайность ячменя (по данным Кулаковской)

При этом важно отметить, что выводы о прямой взаимосвязи агрохимических свойств почвы с урожайностью культур основываются на результатах классических опытов, заложенных на генетически однородных участках с автоморфными почвами, с опытными вариантами, отличающимися только параметрами агрохимических свойств. На осущаемых и переувлажняемых землях процесс формирования эффективного плодородия, как показали наши исследования, имеет более сложный характер. Здесь на его формирование большое влияние оказывают водно-физические условия, техническое состояние мелиоративных систем, погодные условия, переувлажнение и другие факторы. Растения отрицательно реагируют как на недостаток, так и избыток влаги в связи с нарушением воздушного режима почв. На землях с признаками переувлажнения мы, как правило, сталкиваемся и с тем и с другим явлением. К основным агрофизическим критериям, характеризующим состояние водно-воздушного режима и влагообеспеченности растений, относят: наименьшую влагоёмкость, запасы доступной влаги, водопроницаемость, температуру, плотность сложения почв, сопротивление пенетрации, общую пористость почв и коэффициент фильтрации [4].

В качестве обобщенного показателя физического состояния почв и оценки пригодности почвы для выращивания сельскохозяйственных культур, чаще всего, принимают плотность сложения почвы. Основными оценочными величинами являются параметры плотности, отражающие оптимальное и

равновесное состояние почвы, а также уровень ее критического уплотнения [5-8]. Сопоставление этих параметров позволяет достаточно точно определить физические условия произрастания растений, установить допустимый уровень интенсивности воздействия на почву и возможность минимизации ее обработки и др. Большинство растений отрицательно реагируют как на излишне рыхлое, так и на избыточно плотное сложение почвы и проявляют свой адаптивный потенциал наиболее полно при оптимальной для данной культуры плотности. С плотностью сложения почвы связаны другие, не менее важные агрофизические показатели — пористость, влажность, твердость почвы и др.

Вместе с тем, используемые в отдельности агрофизические критерии, как и агрохимические, при всей их важности, не раскрывают в полной мере физическую сущность плодородия почвы. В этой связи большой интерес представляют комплексные показатели, отражающие в совокупности основные агрофизические свойства и позволяющие характеризовать не отдельное свойство почвы, а почвенное плодородие в целом в части его физической составляющей. В качестве таких показателей рядом ученых были предложены индекс физического состояния почвы (ИФС), который рассчитывается как среднее геометрическое отношение экспериментально определённых значений физических свойств к их оптимальным параметрам, нормализованный индекс физического состояния (ИФСо) и индекс физической окультуренности почв (ИФК), который рассчитывается как сумма частных относительных индексов физического состояния [4]. Из индивидуальных диагностических показателей используются плотность сложения почвы, сопротивление пенетрации, общая пористость, влажность завядания, наименьшая влагоемкость. По данным Моисеева [4] лучшие результаты, с точки зрения агрофизической оценки плодородия почв, показал индекс физической окультуренности (ИФК), коэффициенты корреляции ИФС и ИФК с урожайностью рапса составили 0,96 и 0,98 соответственно.

В нашей работе индексы комплексной оценки агрохимического и агрофизического состояния были использованы для сравнительной оценки плодородия осущаемых дерново-подзолистых разнооглеенных почв легкого гранулометрического состава, различающихся не только агрохимическими, но и водно-физическими свойствами. Исследования проводились в Тверской области на опытном объекте «Губино» ВНИИМЗ. Экспериментальный участок заложен на типичной для конечно-моренных ландшафтов территории, поэтому данные, полученные в процессе исследований, можно считать

репрезентативными для значительной части Нечерноземном зоны РФ. В нижней части склона выделяется слабо выраженная ложбина стока, служащая местным базисом водосбора, что ставит ее в гидрологическом отношении в условия, несколько отличные от остальной территории опытного участка. В водном питании этой части склона кроме атмосферных осадков значительное место занимает также поверхностный и внутрипочвенный сток, особенно во время весеннего снеготаяния и в период осенних дождей. При перемещении вниз по склону в почве нарастает переувлажнение, наблюдается усиление глеевого процесса, возрастают показатели заболоченности и гидроморфизм почвенного покрова. На катенарном уровне происходит смена элювиальной фации на трансэллювиальную и последней на трансаккумулятивную, в почвенном отношении — слабооглеенные почвы сменяются глееватыми и глеевыми. Преобладающими почвообразующими породами на опытном участке является переотложенная (перемытая) морена и флювиогляциальные отложения.

По степени гидроморфизма почвенного профиля на участке было выделено 9 почвенных комплексов и сформировано, с учётом преобладающих почв и гидрологических условий, 4 почвенно-мелиоративные группы. В геоморфологическом отношении главной, чётко выраженной тенденцией, является нарастание признаков гидроморфизма с понижением рельефа. На каждой почвенно-мелиоративной группе и на каждой дренажной системе во времени и пространстве был развернут полевой плодосменный севооборот с чередованием культур: пар занятый, озимая рожь, картофель, овёс + мн. травы, мн. травы 1 г.п., ячмень, (лен). Площадь, занимаемая мелиоративной системой (1,0 га), является одновременно опытной делянкой по обработке почвы.

Исследования показали, что обработанные с осени глеевые почвы, расположенные на нижних элементах рельефа, весной имели, как правило, более высокую объемную массу, чем автоморфные и слабооглеенные. По фону зяблевой вспашки различия между крайними почвенными вариантами достигали  $0,10~\text{г/cm}^3$ . При наступлении физической спелости объемная масса в пахотном слое автоморфной почвы составляла  $1,33~\text{cm}^3$ , осущаемых: слабооглеенной -1,31, глееватой -1,33, глеевой -1,37, неосущаемой глееватой  $-1,41~\text{г/cm}^3$ . С точки зрения водно-воздушного режима наиболее проблемной и сложной является 1~группа с осущаемыми глеевыми почвами. Они обладают наиболее низкой пористостью, высокой наименьшей влагоемкостью (41,1% от объема почвы) и низкой водоотдачей (5,4%). Для автоморфных почв эти показатели составляли соответственно 31,2~u 18,3~%.

Другие варианты занимали промежуточное положение: наименьшая влагоемкость составляла 33,0-35,5%, водоотдача -13,5-16,8%. Вместе с тем, по агрохимическим параметрам – содержанию гумуса, доступного фосфора, кислотности, глеевая почва была лучшей. Другим почвам она уступала только по содержанию обменного калия. Наблюдаемая пространственная изменчивость агрохимических свойств осущаемых почв, во-многом, определялась состоянием их водного режима. Расчет индексов агрохимической окультуренности почв как среднеарифметических из частных оценок четырех наиболее важных критериев (рН, гумус, Р, К) показал, что у автоморфной почвы он соответствует среднеокультуренной, у осущаемых – окультренным почвам. Наиболее высокий индекс имеют глеевые (0,85) и глееватые (0,78) почвы, затем в порядке убывания расположились слабооглеенные (0,75) и автоморфные (0,60) почвы. При этом связь агрохимических свойств с урожайностью, в отличие от ранее приведенных результатов (Кулаковская, 1990), была не прямой, а обратной. В среднем за 9 лет наиболее высокие урожаи почти всех основных полевых культур были получены на автоморфной и слабоогленной дренированной почвах с наименьшим индексом агрохимической окультуренности, а наиболее низкие – на глеевой почве. Разница в урожайности ячменя междуглеевой дренированной и автоморфной почвами в среднем за 9 лет составило – 1,01 т/га зерна, а во влажные годы она возрастала до 2,5 т/га при урожае ячменя на автоморфной почве – 4,86 т/га. На картофеле эти различия составляли соответственно 7,3 и 11,5 т/га. То, что ряды по урожайности и агрохимическим индексам почвенного плодородия не совпадают, указывает на наличие других лимитирующих факторов. Взаимосвязь урожая ячменя и картофеля с индексами агрохимического состояния дренированных разнооглееных почв показана на рис.2. Аналогичные зависимости были получены при расчете индексов окультуренности почв как среднего геометрического из частных оценок отдельных показателей [3].

Эти результаты показывают, что сравнительная оценка окультуренности осущаемых разнооглеенных почв только по агрохимическим критериям (индекс агрохимической окультуренности), не дает реального представления об их эффективном плодородии. При оценке агрофизического состояния почвенной среды в качестве комплексных критериев были рассчитаны индексы физического состояния в виде среднеарифметических (ИФК) и среднегеометрических (ИФС) из частных оценок.

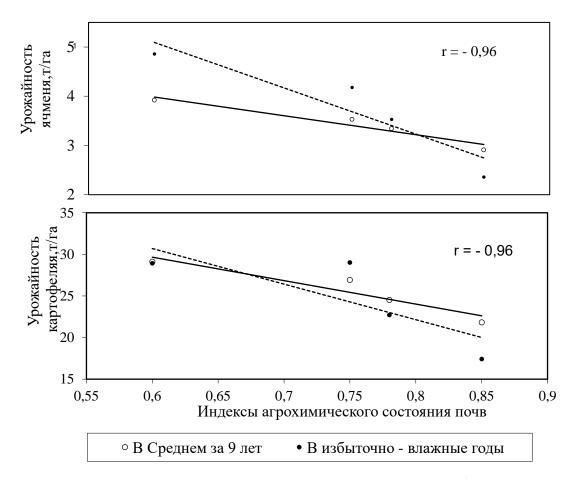


Рис. 2. Взаимосвязь урожайности ячменя и картофеля с индексом агрохимического состояния осущаемых разнооглеенных почв

Из индивидуальных диагностических критериев были использованы критерии, которые, как было установлено, имеют прямолинейную связь с урожаем основных полевых культур: общая пористость (ОП), пористость устойчивой аэрации (ПУА — объем пор, занятых воздухом при НВ), влажность почвы в % от НВ (наименьшей влагоемкости) в среднем за вегетацию, средневегетационные коэффициенты аэрации ( $K_{aэp}$ ), характеризующие параметры водно-воздушного режима и показывающие сколько единиц воздуха приходится на единицу воды в почве (рис.3.).

Использование для оценки разно дренированных почв критериев, отражающих состояние порового пространства, связано с тем, что поровое пространство определяет все их основные функциональные свойства: водопроницаемость, влагоемкость, водоудерживающую способность, аэрированность, процессы накопления, трансформации и расходования почвенных ресурсов жизнеобеспечения растений. Поровое пространство почвы тесно связано с ее структурой и плотностью (ОМ – объемной массой), объемной массой), объемной массой), объемной массой)

ективным показателем, отражающим физическое состояние почвы. Определение основных оценочных критериев ОМ у разнооглеенных почв показало, что по параметрам плотности, отражающим их оптимальное и критическое состояние для зерновых культур, они существенно различаются. Нижний предел оптимальных значений ОМ для зерновых культур в зависимости от степени гидроморфизма осущаемых почв, расположенных в агроландшафте в пределах одного урочища, изменялся от 1,04 до 1,23 г/см<sup>3</sup>, а верхний от 1,17 до 1,36 г/см<sup>3</sup>. Наиболее низкие значения оптимальной объемной массы соответствуют глеевым почвам. В наших расчетах комплексных индексов физического состояния почв объемная масса участвует опосредованно в виде общей пористости.

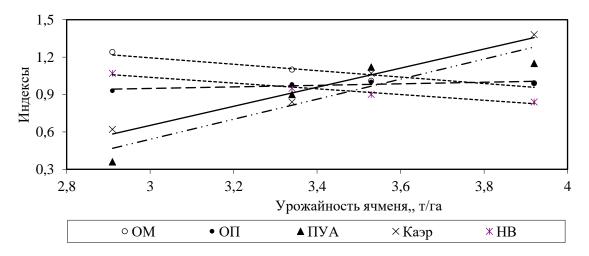


Рис. 3. Взаимосвязь урожайности ячменя с индивидуальными индексами физической состояния осушаемых почв

Важной характеристикой порового пространства почвы и ее водновоздушного режима является показатель, характеризующий объем воздухоносных пор при НВ – пористость устойчивой аэрации. В автоморфной и осущаемой слабооглеенной почвах этот показатель составлял 18,3 и 16,8 % от объема почвы, в глееватой — 13,5 и глеевой — 5,4 %. Низкий уровень пористости устойчивой аэрации у глеевой почвы указывает на природную предрасположенность к переувлажнению и на неустойчивость водно-воздушного режима. Были установлены также оптимальные уровни аэрации пахотного слоя почвы. В опытах с ячменем наиболее высокие урожаи (39,4-44,7 ц/га) были сформированы при коэффициенте аэрации пахотного слоя 0,72-0,95. При указанных параметрах Каэр влажность почвы находится в диапазоне 69,2-91,1% от НВ, а объем пор, занятых воздухом, составляет 19,9-

26,8% от объема почвы. На осущаемых почвах такие условия наиболее часто наблюдались в слабооглеенных и глееватых почвах. В среднем за 3 года Каэр на этих почвах в среднем за вегетацию составил соответственно 0,90 и 0,71. У глеевых почв Каэр был значительно ниже оптимальных значений – 0,52, что указывает на недостаточную аэрированность и отрегулированность водно-воздушного режима. Приведенные физические параметры отдельных критериев были использованы при расчете частных и комплексных индексов физического состояния почвы. Наиболее высокий ИФК (среднеарифметическое индивидуальных индексов) был у автоморфной и слабоогленной осущаемой почв -0.71, затем в порядке убывания размещались: осушаемая глееватая -0.58 и осушаемая глеевая почвы -0.36. Урожайность зерновых культур и картофеля находилась в прямой связи с комплексным индексом физической окультуренности почв - при изменении индекса окультуренности почв с 0,36 до 0,71 урожайность ячменя в среднем за 9 лет увеличивалась на 1,01 т/га, овса — на 0,81т, картофеля — на 7,3 т/га. Во влажные годы изменения были более значительными – соответственно 2,5, 2,12 , 11,5 т/га. Вместе с тем, в засушливые годы связь не просматривалась. Взаимосвязь урожайности ячменя и картофеля с агрофизическим состоянием почв (по индексу ИФК) показана на рисунках 4,5.

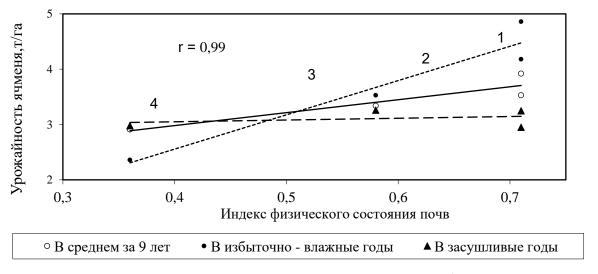


Рис. 4. Взаимосвязь урожайности ячменя с индексом физической окультуренности (ИФК) осущаемых почв (почва: 1- автоморфная, 2-4 — осущаемая: слабооглеенная, глееватая, глеевая)

Аналогичные результаты, по сравнительной оценке, изучаемых почвенных вариантов были получены при использовании индексов физического состояния, рассчитываемых как среднее геометрическое отношение экспериментально установленных значений физических свойств к их оптимальным параметрам. Объективность использования комплексных агрофизических индексов для оценки эффективного плодородия почвы подтверждается тем, что относительные (к автоморфной почве) величины агрофизических индексов сравниваемых почв достаточно точно совпадают с относительной урожайностью ячменя и картофеля, прежде всего во влажные годы.



Рис. 5. Взаимосвязь урожайности картофеля с индексом физической окультуренности (ИФК) осушаемых почв (почва: 1- автоморфная, 2-4 – осушаемая: слабооглеенная, глееватая, глеевая)

Почвенные индексы изменялись от 1,0 у автоморфной до 0,51 - y глеевой, а урожайность, соответственно, от 1,0 до 0,49 у ячменя и от 1,0 до 0,60 у картофеля. Более тесная связь была на варианте с глееватой почвой: по агрофизическому состоянию относительная величина индекса составила 0,81, по урожайности культур — в среднем за 9 лет — 0,84 и 0,85, во влажные годы — 0,73 и 0,78 (таблица 1).

Таблица 1 Урожайность ячменя и картофеля в зависимости от агрофизического состояния почвы

Показатель		Индекс физического состояния почвы (ИФК)						
		Автоморф-	Осушаемая					
Tiokas	Показатель		Сл.оглеен-	Глеева-	Глеевая			
*****		ная 0,71	ная 0,71	тая 0,58	0,36			
ИФК осушаемых почв относительно автоморфной почвы		1,0	1,0	0,81	0,51			
Урожайность	т/га	3,92 4,86	3,53 4,18	3,34 3,53	2,91 2,36			
ячменя	относительно автоморфной почвы	1,0 1,0	<u>0,90</u> 0,86	$\frac{0,85}{0,73}$	0,74 0,49			
Урожайность	т/га	29,1 28,9	$\frac{26,9}{29,0}$	$\frac{24,5}{22,7}$	21,8 17,4			
картофеля	относительно автоморфной почвы	1,0 1,0	<u>0,92</u> 1,0	0,84 0,78	0,75 0,60			
Отношение урожая	ячмень	5,11 6,18	4,90 5,63	5,62 5,76	7,55 6,14			
к индексу агрофизиче- ского состояния почв	картофель	40,9 40,7	37,9 40,9	42,2 39,1	60,5 48,3			

Примечание: числитель – урожайность в среднем за 9 лет; знаменатель – во влажные годы

Установленные для разнооглееных почв комплексные индексы достаточно объективно отражают их агрофизическое состояние. Об этом свидетельствует отношение урожая культур к индексам агрофизического состояния почв, показывающее возможную продуктивность культур на разных почвах при условном индексе физического состояния равном единице. Теоретически при правильно выбранных критериях определения физического состояния почвы отношение урожая к индексу агрофизического состояния почв в идеале, независимо от почвенных различий, должно быть одинаковым. В нашем случае это отношение у разных почв было очень близкими во влажные годы: у ячменя они находились в пределах 5,63-6,18, у картофеля 39,1-48,3. В среднем за 9 лет различие было более значительным (4,90-7,55 и 37,9-60,5), что связано с наличием в наблюдаемом периоде засушливых лет, когда связь урожайности с выбранными индивидуальными критериями оценки агрофизического состояния почв была менее тесной.

## Заключение

Проведенные исследования показали, что комплексные индексы агрохимической окультуренности не отражают в полной мере состояние эффективного плодородия осущаемых дерново-подзолистых разнооглеенных почв.

Наличие прямой связи урожая с индексами физического состояния, указывает на то, что на почвах с недостаточно отрегулированным водно-воздушным режимом (прежде всего глеевых почвах) одним из факторов, ограничивающих величину урожая и определяющих дифференциацию почвенного покрова по эффективному плодородию, является физическое состояние почвенной среды и, прежде всего, водно-воздушного режима почв.

Использование для сравнительной оценки физической составляющей плодородия осущаемых разноогленных почв комплексных индексов физического состояния позволяет с достаточно высокой точностью ранжировать почвы по уровню их эффективного плодородия. На почвах с недостаточно отрегулированным водным режимом первоочередной задачей при решении проблемы расширенного воспроизводства плодородия на осущаемых землях является создание благоприятных для растений агрофизических условий и устранение причин, вызывающих избыточное увлажнение корнеобитаемого слоя. Оптимизация водно-воздушного режима является важнейшим условием, необходимым для повышения плодородия почв, эффективности применения основных средств интенсификации земледелия — удобрений, современных сортов, средств защиты растений, ресурсосберегающих технологий обработки почвы и посева и др.

#### Список литературы

- 1.Кулаковская Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. М.: ВО Агропромиздат..1990. 219с.
- 2. Державин Л.М., Фрид А.С. О комплексной оценке плодородия пахотных земель //Агрохимия, 2001, №9, С. 5-12.
- 3. Иванов А.Л., Завалин А.А. и др. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосберегающих технологиях адаптивноландшафтного земледелия: инструктивно-методическое издание (под ред. А.Л.Иванова, Л.М. Державина). М.: ФГНУ" Росинформтех", 2010. 464с. С.86.
- 4. МоисеевК.Г. К оценке физического состояния дерново-подзолистых почв //Агрофизика, 2011, №1. с.38-43.
  - 5. Кузнецова И.В. Об оптимальной плотности почвы//Почвоведение, 1990. №5. С.40-42.
- 6. Кузнецова И. В.О некоторых критериях оценки физических свойств почв // Почвоведение, 1979. № 3. С.81-83.
- 7. Бондарев А. Г. Теоретические основы и практика оптимизации физических условий плодородия почв //Почвоведение, 1994. № 11. С.10-15.
- 8. Ревут И.Б. Плотность и плодородие почвы //Сб. Теоретические вопросы обработки почвы. Л.: Гидрометеоиздат, 1968.

## ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЕЁ ОБРАБОТКИ

**Кузина Е. В.,** кандидат сельскохозяйственных наук. Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.С. Немцева, г. Ульяновск, Россия

При выращивании сельскохозяйственных культур должны создаваться благоприятные почвенные условия для проявления их биопродуктивности. Одним из способов антропогенного воздействия на почву, является способ её обработки [1,2]. Обычно обработка в наибольшей степени изменяет структурно-агрегатный состав, водопрочность почвы и её влагообеспеченность, причем такое действие может быть как положительным, так и отрицательным, несмотря на то, что в задачи обработки входит изменение этих показателей только в благоприятную сторону. Для того чтобы поддержать благоприятную структуру черноземных почв нужна, «правильная» обработка почвы.

Черноземы лесостепи Поволжья по генетическим особенностям обладают хорошей структурностью, которая в наших опытах мало зависела от способов основной обработки почвы. Тем не менее, распределение фракций 0,25-10 мм по профилю пахотного слоя на вариантах со вспашкой было более равномерным. На вариантах без основной осенней обработки, минимальной и гребнекулисной наблюдалось повышенное содержание их в верхней части пахотного слоя. С увеличением глубины (10...20 и 20...30 см) наблюдалось снижение агрономически ценных фракций на 9-10 %, за счет увеличения глыбистых и пылеватых частиц.

На контроле в слое почвы (0-30 см) количество крупных комков и мелких глыбок (фракция больше 10 мм) колебалось от 18,2 до 23,7 %. Количество пыли выражалось 3,4 %. Наиболее благоприятная в агрономическом отношении комковато-зернистая макроструктура с размером агрегатов от 0,25 до 10 мм составляла по вспашке 75,2 %, а по беспахотным вариантам 75,6-76,5 %. На этих вариантах содержание глыбистых и пылеватых частиц не превышало контрольного значения и составило соответственно 3,1-3,3 % и 20,2-21,2 %. Обобщающей оценкой структурного состояния почвы, по мнению ряда авторов, считается коэффициент структурности (Кс), который используется для

качественной оценки почвы по структурно-агрегатному составу [3, 4]. По величине коэффициента структурности (выше 1,5) агрегатное состояние исследованной почвы на всех вариантах обработки было отличным.

Максимальное значение коэффициента структурности было отмечено в верхней части пахотного слоя, где он варьировал от 2,53 — на варианте с осенней вспашкой до 4,07 — по гребнекулисной обработке. В пахотном слое 0-30 см коэффициент структурности изменялся от 2,55 на варианте с безотвальной обработкой на 22 см до 3,87 по гребнекулисной обработке. На контроле он составил 2,48, а на вариантах с мелкой и поверхностной обработкой 2,85-3,42.

Большое значение для агрономической характеристики почвы имеет водопрочность структуры, т.е. образование прочных, не размываемых в воде отдельностей. Почвы, обладающие водопрочной структурой, имеют благоприятный для развития растений водно-воздушный режим, механические свойства и т.д. [5]. Почвы, не имеющие такой структуры, быстро заплывают, становятся непроницаемыми для воды и воздуха, а при высыхании растрескиваются на крупные глыбы.

Результаты нашего опыта показали, что беспахотные обработки положительно влияли не только на структурно-агрегатный состав почвы, но и на увеличение водопрочности почвенной структуры. Содержание водопрочных агрегатов (диаметром >0,25 мм) по вариантам обработки изменялось от 76,8 до 80,8 %, что по классификации С.И. Долгова и П.У. Бахтина соответствовало отличной водопрочности почвенной структуры.

При снижении механического воздействия машин и орудий на почву происходило увеличение водопрочности её структуры. Так, водопрочных агрегатов >0,25 мм в пахотном слое при вспашке на 20-22см в среднем за семь лет исследований содержалось 76,8%, на варианте безотвальной обработки на одинаковую со вспашкой глубину их количество составило 77,4%; мелкой мульчирующей и гребнекулисной обработки — 79,5-79,6%; лущения со стернеукладчиком — 79,8% и без обработки — 79,0% (табл.1).

Максимальное увеличение водопрочности агрегатов на 4%, по сравнению со вспашкой отмечалось на варианте гребнекулисной обработки с почвоуглублением, где количество водопрочных агрегатов составило 80,8%. Это говорит о том, что вспашка приводит к уменьшению водопрочных агрегатов. Под озимой пшеницей, посеянной по сидеральному пару содержание водопрочных агрегатов размером 0,25-1,0 мм составило в среднем 80,9%, что было более высоким и чем под озимой пшеницей по чистому пару (78,3%) и

остальными культурами севооборота (77,9-78,9%). Это указывает на увеличение агрегирующей способности почвы в результате активизации микробиологических процессов за счёт внесения биоресурсов (горчицы).

Таблица 1 Влияние основной обработки почвы на содержание водопрочных агрегатов (> 0,25 мм) при возделывании культур севооборота, (%)

	Культур	Культуры в севообороте (2012-2018гг.)						
Варианты	Озимая пшеница по ч/пару	Яровая пшеница	Озимая пшеница по сид./пару	Ячмень	Ср. по севообороту			
Вспашка на 20-22 см	75,8	76,1	79,3	76,3	76,8			
Безотвальная на 20-22 см	77,1	77,1	78,7	77,0	77,4			
Гребнекулисная-10-12см	79,0	78,1	80,9	80,6	79,6			
Мелкая на 10-12 см	78,8	78,7	80,0	80,5	79,5			
Без основной осенней обработки	78,4	78,5	80,5	78,8	79,0			
Лущение со стернеукладчиком	78,7	78,6	83,3	78,7	79,8			
Гребнекулисная с почвоуглублением до 30-32см	80,6	78,1	83,9	80,6	80,8			
В ср. по культуре	78,3	77,9	80,9	78,9				

Лесостепь Среднего Поволжья, где проводились наши исследования, расположена в зоне неустойчивого увлажнения, где наличие продуктивной влаги в почве, в преобладающем большинстве лет, является основным лимитирующим фактором, определяющим урожайность полевых культур [6]. Проведенные нами исследования позволяют отметить, что способы основной обработки почвы в звене севооборота неодинаково сказываются на ее влажности. Сохранение стерни на поверхности почвы при поверхностных обработках способствует большему накоплению снега, а снижение плотности ведет к уменьшению стока талых вод и увеличивает запасы влаги в почве.

В процессе исследований установлено, что за анализируемые годы разница в накоплении влаги в зависимости от способов основной обработки составляла между максимальным и минимальным значениями по годам на озимых 22,4-30,9 мм на яровых 23,6-58,9 мм. Наиболее эффективными по улучшению водного режима почвы весной были мелкая гребнекулисная обработка почвы и гребнекулисная с почвоуглублением до 30-32 см, которые за счет создания водоемкого гребнекулисного микрорельефа увеличивали запасы продуктивной влаги по отношению к контролю в пахотном слое соответственно на 6-11 % в метровом слое на 6-13 %, тем самым способствовали более благоприятной влагообеспеченности растений изучаемых в

опыте культур (табл. 2). В уборку максимальные почвенные влагозапасы пахотного слоя почвы (20,8 мм) наблюдались на вспашке, метрового слоя, на варианте гребнекулисной обработки с почвоуглублением (53,9мм).

Мелкая обработка и поверхностное лущение со стернеукладчиком способствовали меньшему накоплению влаги в почве. При этом в годы с предшествующей засушливой осенью и небольшим количеством зимних осадков на этих вариантах отмечалось большее накопление влаги весной, а во влажные — её запасы снижались на 11,3-23,5 мм. По обобщенным данным за 7лет на этих вариантах запасы влаги в слое 0-30 см составили 25,6-25,4мм, в метровом 108,9-110,1мм, что было ниже, чем на вспашке, соответственно на 3-4% и 4-3%, однако потери воды в жаркое время года здесь были значительно меньше, чем на вспашке.

Таблица 2 Влияние способов обработки почвы на запасы продуктивной влаги в пахотном и метровом слое почвы, мм

Danssass	Культуры севооборота (2012-2018 гг.)									
Варианты обра- ботки	Озимая пшеница по ч/пару		Яровая пшеница		Озимая пшеница по сид./пару		Ячмень		Ср. по сево- обороту	
почвы	0-30	0-100	0-30	0-100	0-30	0-100	0-30	0-100	0-30	0-100
				Be	сной					
1	23,2	97,4	32,2	131,2	14,3	88,2	38,1	137,5	26,9	113,6
2	24,6	99,9	32,4	138,9	14,2	94,7	39,4	140,3	27,6	118,4
3	20,7	104,0	31,8	135,5	19,3	99,8	42,6	143,2	28,6	120,6
4	22,3	94,6	31,1	126,4	15,9	92,5	33,0	122,0	25,6	108,9
5	20,5	87,4	26,6	119,6	11,9	88,2	32,3	127,3	22,8	105,6
6	23,4	95,2	31,4	133,6	14,4	87,4	32,6	124,1	25,4	110,1
7	25,1	106,8	32,5	145,7	16,7	108,5	45,0	151,9	29,8	128,2
Cp.	22,8	97,9	31,1	133,0	15,2	94,1	37,5	135,2	26,7	115,0
				Ву	борку					
1	11,6	40,9	22,1	50,4	25,7	63,5	23,9	44,1	20,8	49,7
2	9,5	44,0	15,0	39,6	18,8	59,9	17,0	56,6	15,1	50,0
3	10,3	50,7	13,6	38,8	22,0	60,5	15,4	41,9	15,3	48,0
4	12,6	59,6	17,2	46,8	17,9	47,0	17,4	45,8	16,3	50,2
5	11,7	46,3	19,1	52,6	12,4	39,4	13,3	40,0	14,1	44,6
6	7,4	39,6	16,6	44,4	18,6	53,2	16,1	41,1	14,7	44,6
7	11,8	51,2	17,1	49,5	28,8	69,6	16,7	45,5	18,6	53,9
Cp.	10,7	47,5	17,2	46,0	20,6	56,1	17,1	45,0	16,4	48,6

Отсутствие механической обработки с осени способствовало наименьшему накоплению влаги в течение всей вегетации в пахотном слое почвы на 15-32% в метровом на 7-10% по сравнению со вспашкой. Это объясняется

тем, что на нулевой и мелких обработках, в отличие от глубоких, то же количество воды распределяется в верхних слоях почвы, вследствие замедленного передвижения талых вод вглубь из за худшей здесь водопроницаемости. При сухой и ветреной весне влага, находящаяся ближе к поверхности почвы, быстрее и больше испаряется, чем на глубокой обработке. В летний период, при влажности почвы менее ВРК капиллярное передвижение влаги прекращается, и она в основном испаряется конвекционно-диффузном методом и меньше там, где почва плотнее. Вот почему разница между глубокими и мелкими обработками сглаживается.

Важным показателем эффективности способов обработки почвы является расход продуктивной влаги на единицу урожая – коэффициент водопотребления, который зависит не только от общего расхода влаги, но и от уровня урожайности культуры. В среднем за годы исследований на одну тонну зерна на вариантах с гребнекулисной обработкой расходовалось наименьшее по сравнению с другими вариантами количество влаги (90,2-90,7 мм/т). Несмотря на то, что урожай на этих вариантах был выше уровня вспашки на 0,29-0,33т/га, влага на его формирование расходовалась экономнее. На вспашке коэффициент водопотребления составил 96,1 мм/т, на беспахотных вариантах с обычной, мелкой и поверхностной обработкой разница в сравнении с контролем была невелика – 92,7-94,9 мм/т, при отказе от основной осенней обработки эффективность использования влаги снижалась на 5 % по сравнению с традиционной вспашкой и более чем на 11% по сравнению с вариантами гребнекулисной обработки. А урожайность на этом варианте уступала вспашке на 0,17т/га и гребнекулисным обработкам на 0,45-0,49т/га. Коэффициенты водопотребления в значительной степени изменялись в зависимости от элементов технологии (уровня удобренности). При этом прослеживалась четкая закономерность. Наибольшее количество воды на формирование 1т зерна расходовалось на не удобренном фоне. По мере увеличения дозы вносимого удобрения коэффициент водопотребления снижался.

## Выводы

Таким образом, проведенный нами анализ агрегатно-структурного состава пахотного слоя почвы показал, что применение разных способов основной обработки почвы привело к незначительному изменению структуры. Количество агрономически ценных агрегатов в пахотном слое почвы увеличивалось при уменьшении интенсивности обработки почвы. По величине

коэффициента структурности (Kc > 1,5) агрегатное состояние почвы на всех вариантах было отличным. Максимальная величина Kc в почве отмечалась на вариантах с гребнекулисной обработкой -3,87, наименьшая — на вспашке -2,48. Беспахотные обработки благоприятно воздействовали на структуру почвы, повышая не только коэффициент структурности, но и водопрочность агрегатов, чем увеличивали устойчивость почвы к водной эрозии.

Наиболее эффективной по улучшению водного режима почвы весной была гребнекулисная обработка почвы с почвоуглублением до 30-32см, которая увеличивала запасы продуктивной влаги в пахотном слое на 11 % в метровом слое на 13 % по сравнению со вспашкой. Отсутствие механической обработки с осени снижало содержание продуктивной влаги в пахотном слое почвы во все сроки определения на 15-32%.

## Список литературы

- 1. Колкова, И.А. Влияние обработки почвы на плодородие и агрофизические свойства / И.А. Колкова. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2017. № 29 (163).С. 39-42. URL: https://moluch.ru/archive/163/45167/ (дата обращения: 03.09.2021).
- 2. Золотарев Н.И. Агрофизическая модель пахотного слоя для озимых культур. // Прогрессивные системы обработки почвы. Куйбышев. 1988.С.131-139.
- 3. Кузина Е. В. Влияние основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги и агрофизические свойства чернозема, выщелоченного //Пермский аграрный вестник. №3 (15), 2016. С.35-40.
- 4. Кузина Е.В. Агрофизические показатели чернозема, выщелоченного и урожайность зерновых культур при ресурсосберегающей системе основной обработки почвы. // Пермский аграрный вестник, Пермь 2013г, № 3 С. 4-7.
- 5. Кузнецова И.В., Долгов С.И. Физические свойства почвы, определяющие эффективность минимальных обработок. // Земледелие. 1975. №6.
  - 6. Казаков Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье. Самара, 2008. С.83.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОГО РЕГИОНА

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

На территории Волгоградской области 78% составляют земли сельскохозяйственного назначения. Область входит в зону «рискованного» земледелия по причине жаркого и засушливого климата, дефицита влаги, низкого плодородия почв. Кроме того, область относится к числу наиболее уязвимых и затронутых опустыниванием районов Нижнего Поволжья. Более половины естественных пастбищ деградировали под прессом антропогенного воздействия. Доля пахотных земель достигает 72,5%. Площадь пашни преобладает над другими угодьями во всех районах области.

В северных и северо-западных районах Волгоградского региона преобладают наиболее ценные и продуктивные почвы. Здесь наблюдается особенно высокий процент распаханности земель, а естественные кормовые угодья занимают менее 20 % от общей площади и приурочены к речным долинам, крутым балочным склонам и территориям населенных пунктов. В южных и восточных районах области удельный вес пашни в структуре сельхозугодий ниже в силу того, что почвы этих районов значительно хуже по качеству, а зачастую и непригодны для ведения сельского хозяйства.

Для Волгоградской области характерен низкий удельный вес многолетних насаждений в структуре сельхозугодий. Удельный вес пастбищ в структуре сельхозугодий области традиционно высок — 29,8 %, т.е. почти четверть площади. Наибольшие их массивы расположены в заволжских пойменных районах, где использование почвенных комплексов с большим содержанием солонцов в качестве пашни неэффективно.

Согласно фондовым данным на территории области получили распространение зональные типы почв: черноземные, каштановые и пойменные. Интразональные почвы представлены солонцами и солончаками. Для повышения плодородия почв области необходимо применять с орошением, внесение органических и минеральных удобрений, использовать почвозащитную технологию возделывания сельскохозяйственных культур [1,2].

Несмотря на засушливый климат Волгоградской области и малопродуктивные почвы, в 2019 году аграриями региона произведено сельскохозяйственной продукции больше на 126,4 миллиарда рублей по сравнению с аналогичным периодом 2018 года. Индекс производства вырос более чем на более 12 %. Годовое валовое производство сельхозпродукции составило порядка 136 миллиардов рублей.

В Волгоградском регионе за состоянием почв в районах постоянно ведется наблюдение специализированными лабораториями, производится отбор проб на определение ее качественных характеристик. Специализированные лаборатории Волгоградской области, такие как ЗАО Фирма «Август», РГ «Агроанализ-Дон» постоянно производят отбор почвенных проб для контроля и оценки качественного состояния почв. Картографической основой для отбора проб является план землепользования хозяйства с нанесенными на него элементами внутрихозяйственного землеустройства и границами почвенных контуров, при этом масштаб картографической основы должен соответствовать масштабу почвенных карт территории. Почвенные пробы на территории одного из хозяйств Городищенского района были отобраны с клетки 6-7 гектаров, с глубины — 0,30 м, в течение всего вегетационного периода 2019 года (табл.1, рисунок 1).

Таблица 1 Участки отбора почвенных проб

№	Площадь поля по	Площадь поля фак-	No		Предшественник Культура	
п/п	данным хозяйства, га	тическая, га	клеток	Предшественник	Культура	т/га
1	77	77.54	1,10	Пар	Картофель	50
1	11	77,54	2-9	Пар	Лук	100
2	24	25,29	1-4	Лук	Морковь	50

На картографическую основу наносили сетку элементарных участков (наименьшая площадь, которую можно охарактеризовать одной объединенной пробой почвы) установленного размера, каждому их которых присваивали свой порядковый номер, форма элементарных участков, прямоугольная с отношением сторон 1:2.



Рис. 1. Схема нумерации клеток отбора проб

Анализ почвы выполнен по методикам: определение щелочногидролизированного азота по методу Корнфилда, подвижных форм фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. Анализ почвы на содержание легкогидролизуемого (щелочногидролизированного) азота был выполнен по методу Корнфилда (в модификации ЦИАНО). Метод основан на гидролизе органических соединений почвы 1М (г/моль) раствором гидрооксида натрия (NaOH). Аммиак, который выделяется при этом, учитывают микродиффузным методом при поглащении его раствором борной кислоты путем титрования 0,01 М раствором серной кислоты (табл. 2).

Таблица 2 Результаты анализа почвенных образцов

	1	2	-		0.5
Площадь	No	Обеспеченность	Обеспеченность	Гумус,	Обеспечен-
поля	клетки	легкодролизируемым	фосфором	%	ность калием
ПОЛИ	KJICIKII	азотом мг/100г	$_{ m M\Gamma}/100\Gamma$	/0	$M\Gamma/100\Gamma$
77	1	3,5	4,33	1,57	30,3
//	1	(низкая)	(повышенная)	(низкий)	(высокая)
77	2	2,8	3,15	1,33	27,8
/ /		(низкая)	(повышенная)	(низкий)	(повышенная)
77	3	2,8	4,55	1,30	30,9
/ /	)	(низкая)	(повышенная)	(низкий)	(высокая)
77	4	2,8	5,63	1,53	36,6
//	4	(низкая)	(высокая)	(низкий)	(высокая)
77	5	3,5	5,61	1,14	38,3
/ /	3	(низкая)	(высокая)	(низкий)	(высокая)
77	6	2,8	7,23	1,61	39,1
/ /	U	(низкая)	(очень высокая)	(низкий)	(высокая)
77	7	2,8	5,68	1,43	36,0
/ /	/	(низкая)	(высокая)	(низкий)	(высокая)
77	8	2,8	4,71	1,37	35,0
/ /	O	(низкая)	(высокая)	(низкий)	(высокая)
77	9	2,8	2,30	1,31	30,0
7.7	9	(низкая)	(средняя)	(низкий)	(средняя)
77	10	3,5	2,61	1,57 (низ-	30,2
/ /	10	(низкая)	(средняя)	кий)	(высокая)
25	1	3,5	6,03	1,98	35,5
23	1	(низкая)	(высокая)	(низкий)	(высокая)
25	2	3,5	5,71	1,89	34,7
23		(низкая)	(высокая)	(низкий)	(высокая)

Из таблицы 2 видно, что содержание легкодролизируемого азота в пределах двух рассматриваемых полей в среднем равно 3,1 мг/100 г. Следовательно, его содержание находится на низком уровне, так как не достигает 8 мг/100г. Обеспеченность нитратным азотом колеблется от низкой до очень низкой, фосфором и калием колеблется от средней до очень высокой [3, 4, 5].

Содержание гумуса на территории всей площади хозяйства колеблется от 1 % до 2 %. По результатам анализа отобранных проб на территории хозяйства были скорректированы дозы внесения необходимых элементов питания для возделываемых культур (лук, морковь, картофель), которые очень требовательны к содержанию в почве азота, фосфора и калия.

Для более удобного расчета минерального питания при возделывании лука, моркови, картофеля, результаты агрохимического анализа почвы (таблица 2) были усреднены: на одном участке (поле) усреднены клетки 1-10, 2-9, 1-4 (табл.3).

Таблица 3 Результаты агрохимического анализа почв (усредненные данные), мг/100 г почвы

Пл. поля	<b>№</b> клетк и	Культура	Уро- жай- ность, т/га	N л. Гидр мг/100г	NO <sub>3</sub> мг/100 г	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/100 г	К <sub>2</sub> О мг/100 г	Гумус,
77	1, 10	Картофель	50	3,50	0,45	3,47	30,25	1,57
77	2-9	Лук	100	2,89	0,20	4,86	34,21	1,38
25	1-4	Морковь	50	3,33	0,63	6,09	38,28	1,76

Была определена потребность в минеральных удобрениях (кг/га) для каждой из культур можно (табл. 4).

Таблица 4 Потребность в элементах питания (кг/га)

Пл. поля	<b>№</b> клетки	Культура	Урожай- ность, т/га	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
77	1, 10	Картофель	50	220	180	170
77	2-9	Лук	100	280	24	48
25	1-4	Морковь	50	120	9	37

Высокоразвитое сельское хозяйство невозможно без применения минеральных удобрений [6]. По данным анализа одного из предприятий АПК Волгоградской области можно увидеть содержание основных питательных элементов в почве, а самое главное содержание гумуса, которое находится на очень низком уровне. Основная цель агрохимических лабораторий, оценить качественные показатели почвы и дать рекомендации хозяйствам АПК

схему применения удобрений, в целях улучшения круговорота питательных элементов для положительного влияния на химический состав почвы, и, несомненно, на качество и количество урожая.

#### Список литературы

- 1. Брылев, В.А. География и экология Волгоградской области [Текст] / В.А. Брылев, Ф.И. Жбанов, Ю.П. Самборский. Влг.: Издательство перемена, 2015. 260 с.
- 2. Беляков, А. М. Методы исследования и оценка состояния агроландшафтов сухостепной зоны Волгоградской области / А.М. Беляков // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. География. Геология. 2018. Т. 4(70). N 3. С. 102-108.
- 3. Каблов, В.Ф. Волго-Ахтубинская пойма. Экологическая ситуация: проблемы и решения по ее улучшению: монография, издание 2-е, дополненное [Текст] /В.Ф. Каблов, В.Е. Костин, Н.А. Соколова, С.И. Благинин, С.В. Яковлев, Л.В. Курылева; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. Волгоград, 2016. 457 с.
- 4. Перекрестов, Н.В. Сохранение и восстановление плодородия почв в агроландшафтах Нижнего Поволжья [Текст]: учеб.пособие / Н. В. Перекрестов. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2016. 180 с.
- 5. Степанова, Н.Е. Контроль плодородия почв в Волгоградском регионе / Н.Е. Степанова / Материалы международной научно-практической конференции «Современное состояние, приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях»» (г. Тверь 25 сентября 2020 г.) Тверь: Тверской государственный университет, 2020, Ч.2. С. 41-46.
- 6. Stepanova, N ERational use of natural resources and environmental Protectionin agriculture (Рациональноеприродопользованиеиохранаокружающейсредывсельскомхозяйстве) /N E Stepanova, A K Vasil'ev, A D Akhmedov, I A Guschina and D S Zharkova // ESDCA 2021 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 723 (2021) 042003 IOP Publishing DOI:10.1088/1755-1315/723/4/042003.

## ВРЕДОНОСНОСТЬ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В АГРОЛАНДШАФТАХ И ПРИЕМЫ ЕГО СНИЖЕНИЯ

Петрова Л.И., кандидат сельскохозяйственных наук, Митрофанов Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук, Первушина Н.К.

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

В стратегии адаптивной интенсификации земледелия предпочтение отдается биологическим факторам перед химическими, но применение техногенных средств не игнорируется. Одним из основных путей увеличения производства растениеводческой продукции на дерново-подзолистых почвах является применение минеральных удобрений [1-3].

Исследованиями установлено, что самый действенный фактор роста урожаев — азотное удобрение, которое в тоже время характеризуется определенной токсичностью. Его применение в высоких дозах оказывает негативное воздействие на теплокровных животных, человека и окружающую среду, ухудшается фитосанитарное состояние почв, интенсивно развиваются фитопатогенные формы микроорганизмов, отмечается рост заболеваемости посевов, особенно корневыми гнилями. Нарастает фитотоксичность почвы, снижаются ее продуктивность и качество сельскохозяйственной продукции.

Ограничить поступление удобрений в продукты растениеводства в пределах допустимых концентраций, получить высокие экологически чистые урожаи сельскохозяйственной продукции можно за счет использования в пищу и на корм животным зерновых бобовых культур и многолетних бобовых трав, выращенных при применении биологического азота и др. К сожалению, в нашей стране доля биологического азота в азотном балансе растениеводства крайне мала и составляет около 5%. При создании благоприятных условий для биологической фиксации азота воздуха она может возрасти до 35% или до 12-15 млн. т в год, что эквивалентно экономии 80-90 млн.т аммиачной селитры [4].

Азот воздуха биологически фиксируют две группы микроорганизмов: свободно живущих в почве, на ее поверхности, на поверхности корней и надземных органах растения, а также симбиотические, которые проникают

внутрь растения и образуют с ним соответствующие системы. Последние активно усваивают азот воздуха и удовлетворяют большую часть потребности растений в азоте, даже на самую высокую его продуктивность, без накопления излишков нитратов. Такой способностью обладают в первую очередь растения семейства бобовых. Для увеличения биологического азота в азотном балансе следует изменить структуру посевных площадей, существенно увеличив долю бобовых культур.

Чтобы избежать избыточного потребления азота из удобрений, конкретная система их применения должна соответствовать почвенно-климатическим условиям, специализации севооборотов, чередованию культур, их биологическим особенностям.

Таким образом, технология получения продукции растениеводства, свободной от избытка нитратов, включает в себя рациональное использование азотных удобрений и повышение применения биологического азота. В первое направление входит исключение минерального азота под бобовые культуры, дробное внесение азотных удобрений в умеренных нормах под овощные, зерновые, картофель и корнеплоды, определение необходимости подкормки азотом с учетом растительной диагностики. Второе направление предусматривает изменение структуры посевных площадей с увеличением доли бобовых, крестоцветных культур, в т.ч. с использованием на сидераты, как парозанимающих или промежуточных культур; подбор комплементарных симбиотических систем: сортов бобовой культуры и штаммов ризобий; повышение содержания доступных форм фосфора и калия, бора и молибдена до нижней границы оптимальной обеспеченности для данной культуры; запашка растительных остатков, соломы после уборки урожая; возделывание бобовых и злаковых трав в травосмесях; активизация ассоциативной биологической азотфиксации созданием благоприятных условий: низкий уровень минеральных форм азота, подбор культур с повышенной ассошиативностью.

Очень важно также снизить содержание пестицидов в почве и продуктах растениеводства. Как известно, все пестициды опасны для здоровья человека и животного, но особенно стойкие, с длинным периодом детоксикации, способны проникать и накапливаться в растении, а затем с продукцией проникать в организм животного и человека, вызывая расстройство в нем физиологических функций. Многие инсектициды обладают широким спектром действия. Они ядовиты не только для вредных, но и для полезных насекомых, таких как жужелицы, божьи коровки, пчелы, природные опылители [5].

В технологию производства продукции растениеводства, свободной от пестицидов, входят следующие приемы: обследование полей на загрязненность пестицидами и составление картограмм загрязненности; размещение на загрязненных полях культур на технические цели и семена; применение пестицидов - гербицидов, фунгицидов, бактерицидов и др. с узкой избирательной способностью и с коротким периодом детоксикации; использование пестицидов, радикалы которых нетоксичны для теплокровных животных; строгое соблюдение норм, сроков и способов применения пестицидов; токсикологический контроль почвы и продуктов питания на содержание в них пестицидов в пределах допустимых концентраций.

Технология предотвращения загрязнения почвы и продукции растениеводства пестицидами также включает в себя агротехнические и биологические меры борьбы с вредными организмами. Это соблюдение научно обоснованных севооборотов для снижения в почве запаса вредных насекомых и болезней, своевременная и качественная осенняя и предпосевная обработки почвы, борьба с сорняками междурядными обработками, введение паров в севообороты с высокой засоренностью полей, введение в севооборот крестоцветных в качестве промежуточных сидеральных культур для снижения патогенной биоты в почве, использование паразитов вредных насекомых, сбор вредных насекомых с помощью феромонов.

Не менее важно ограничение содержания тяжелых металлов в почве и продуктах растениеводства. Что касается тяжелых металлов, то их избыток создает определенную опасность для здоровья человека и теплокровных животных, нарушая нормальные физиологические процессы в организме и вызывая порою серьезные заболевания. К наиболее опасным из них относятся мышьяк, барий, кадмий, хром, кобальт, медь, свинец, ртуть, молибден, никель, олово, цинк, сурьма [6].

Поглощение тяжелых металлов почвами зависит от реакции среды, гранулометрического состава, а также от состава анионов почвенного раствора. В кислой среде преимущественно сорбируются свинец, цинк, медь; в щелочной – кадмий, кобальт. В щелочной среде тяжелые металлы практически недоступны для растений. При избытке влаги они быстрее переходят в низкие степени окисления и в более растворимые формы, поэтому дренажные системы, регулирующие водный режим, способствуют преобладанию их окислительных форм и снижению миграционной способности. Для техногенно загрязненных территорий, независимо от типа почвы, характерно

накопление металлов в верхнем гумусовом горизонте почвы и резком понижении их содержания в нижележащих. Чтобы быть уверенным в чистоте получаемой продукции, необходимо проведение химического анализа почвы каждого поля на присутствие наиболее опасных элементов [7]. В настоящее время разработаны предельно допустимые концентрации (ПДК) тяжелых металлов в почве, представленные в таблице. Однако агрохимической службой нашей страны анализ всех почв на наличие тяжелых металлов не проводится, и нет соответствующих картограмм.

Таблица 1 Предельно допустимые концентрации (ПДК) подвижных металлов в почвах, мг/кг

Металл	ПДК	Металл	ПДК	Металл	ПДК
Хром	60	Мышьяк	20*)	Ртуть	2*)
Кобальт	50	Молибден	30	Свинец	32*)
Никель	40	Кадмий	5	Сурьма	1,5*)
Медь	30	Олово	20*)	Марганец	1500*)
Цинк	230	Барий	150*)		

<sup>\*)</sup> валовое содержание

Определены предельно допустимые концентрации для водоемов по ртути  $-0.0005~\rm Mг/m^3$  и свинца  $-0.03~\rm Mг/m^3$  и практически всех металлов в продуктах питания. Повышенное содержание в почве тяжелых металлов, в частности двухвалентных катионов кобальта, никеля, цинка, кадмия, ртути можно снизить путем проведения известкования почвы соответствующими дозами, одновалентных — внесением больших норм калийных удобрений. Установлено, что на дерново-подзолистой почве доведение содержания обменного калия до  $130-150~\rm Mr/kr$  резко ограничивает поступление в растения одновалентных тяжелых металлов таких, как хром, никель.

Необходимо также контролировать поступление радионуклидов в почву и продукцию растениеводства. Учеными выявлено, что выпадение радиоактивных аэрозолей из атмосферы на земную поверхность приводит к накоплению в ней радионуклидов, механизм действия которых на организм определяется: высокой эффективностью поглощенной энергии даже при малых количествах; наличием инкубационного или скрытого периода действия; кумулятивным эффектом (способностью к накоплению); генетическим эффектом (действием на потомство) [8].

В результате ионизирующего излучения в тканях живого организма происходят сложные изменения физических, химических и биохимических

процессов, часто необратимых. Количество радиоактивных веществ, удерживаемых растительностью, зависит в основном от характера аэрозольных выпадений, особенностей строения надземной части растений и от климатических факторов. Почва при взаимодействии с радионуклидами способна поглощать ионы из раствора, удерживать их и трансформировать в прочно связанное состояние. При этом наибольшее влияние на прочность закрепления оказывают механический и минералогический состав почв, реакция почвенного раствора, емкость поглощения, качественный состав гумуса и концентрация обменных катионов (прежде всего калия, кальция и аммония). В зависимости от степени загрязнения почвы и воды радионуклидами происходит различное удержание их растениями. В настоящее время разработаны допустимые уровни (ВДУ) накопления радионуклидов в растениях и продуктах животноводства, при которых они не опасны для человека и животных.

Научными исследованиями установлено, что радионуклиды стронция более опасны, чем цезия. Антагонистом стронция считается кальций, поэтому при повышенном его содержании в почве поступление стронция в растения ограничивается, в результате имеется возможность получения более чистой продукции. Поэтому на кислых и сильно загрязненных радионуклидами (от 15 до 40 Ки/км²) почвах снизить их поступление в растения можно в первую очередь повышением в почве концентрации кальция путем известкования.

Антагонистом цезия является катион калия. Поэтому, чтобы снизить поступление цезия в растения, необходимо повышение содержания  $K_2O$  до 14-16~мг/100~г почвы, при этом поступление цезия-137 снижается в 8-10~раз. Процессы известкования и повышения уровня содержания калия в почве совместимы и могут осуществляться одновременно.

При этом необходимо заметить, что наиболее эффективно комплексное применение рекомендуемых приемов, чем отдельно взятых, так, при совместном внесении в почву извести и органических удобрений примерно на 30% увеличивается урожай и в 2-2,5 раза снижается коэффициент накопления цезия-137 растениями.

Выявлено, что глубокая вспашка с оборотом пласта и одновременным внесением фосфора, калия и известковых материалов наиболее продуктивна, так как в этом случае достигается ограничение перехода цезия-137 в урожай сельскохозяйственных культур до 4-5 раз. По данным 10-летних исследований реализация комплекса мероприятий в производственных условиях

уменьшала концентрацию цезия-137 в растениях в среднем в 2-3 раза [8].

Для повышения эффективности мероприятий по снижению содержания радионуклидов в почве, растениях и продуктах необходимы проведение инвентаризации угодий по плотности их загрязнения с составлением картограмм и сопоставление их с картограммами содержания калия и кальция в почве, организация радиационного контроля продукции с учетом ВДУ и прогнозирование содержания радионуклидов в урожае.

#### Список литературы

- 1. Лыскова И.В. Влияние минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, урожайность и качество зерновых культур / И.В. Лыскова //Аграрная наука Евро-Северо-Востока. №6 (61). 2017. С. 35-40.
- 2. Лошаков В.Г. Эффективность совместного использования севооборота и удобрений / В.Г.Лошаков //Плодородие. № 2. 2016. С. 37-41.
- 3. Петрова Л.И. Влияние агроландшафтных условий и удобрений на урожай культур на осущаемых землях ЦР НЗ / Л.И. Петрова, Е.М Корнеева. // Земледелие. №1. 2008. С.12-13.
- 4. Бузмаков В.В., Медведев А.В., Посыпанов Г.С. Природно-экологические проблемы сельского хозяйства. М.; 2000
- 5. Мельников Н.Н., Волков А.И., Коротков Н.А. Пестициды и окружающая среда. М.; 1977
- 6. Скарлыгина, Уфимцев М.Д. Техногенное загрязнение растений тяжёлыми металлами и его эколого-биологический эффект. //Тяжёлые металлы в окружающей среде. М.; 1980.
  - 7. Гулюк Г.Г. О состоянии мелиорированных земель в России. М.; 2008. С.72.
- 8. Козьмин Г.В., Круглов С.В. и др. Ведение сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения. /МСХП РФ. // Министерство образования РФ /Обнинский институт атомной энергетики. Обнинск, 1999.

## ОСАДОК СТОЧНЫХ ВОД В ЗЕМЛЕЛЕЛИИ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РФ

**Рабинович Г.Ю.,** доктор биологических наук, профессор, **Подолян Е.А.,** 

Зинковская Т.С., кандидат сельскохозяйственных наук, Анциферова О.Н., кандидат сельскохозяйственных наук. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Изучение возможности применения осадка сточных вод (ОСВ) в земледелии играет важную роль для повышения уровня плодородия почв Нечерноземной зоны РФ. В условиях современной экономики значение нетрадиционных органических удобрений, к которым относят ОСВ, возрастает, а разработка технологий и приемов их использования в аграрной промышленности способствует обеспечению экологической безопасности сельскохозяйственного производства.

В данном исследовании проведен полевой мелкоделяночный опыт с использованием ОСВ со станции очистных сооружений г. Твери. Почва участка дерново-подзолистая супесчаная. До закладки опыта пахотный горизонт имел слабокислую реакцию (р $H_{\rm KCl}$  5,7), высокую обеспеченность подвижным фосфором (241 мг/кг почвы) и среднюю – обменным калием (124 мг/кг почвы).

Содержание гумуса в почве не превышало 1,3%, а степень насыщенности основаниями достигала 60%. Звено полевого севооборота включало следующую последовательность культур: викоовсяная смесь, озимая рожь, яровой ячмень.

ОСВ вносили один раз при закладке опыта одновременно с органическими наполнителями (опилками, торфом, соломой) в разном соотношении. Норма внесения смеси 60 т/га. Схема опыта состояла из следующих вариантов: 1) контроль — без удобрений; 2) компост, заготавливаемый на станции очистных сооружений на основе ОСВ и опилок; 3) ОСВ:опилки 1:1; 4) ОСВ:опилки 1:2; 5) ОСВ:опилки 1:3; 6) ОСВ:торф 1:1; 7) ОСВ:торф 1:2; 8) ОСВ:торф 1:3; 9) ОСВ:солома 1:1; 10) ОСВ:солома 1:3.

Опыт проводили в 4-х кратной повторности с рендомизированным размещением вариантов.

Результаты исследования показали, что удобрительные смеси на основе ОСВ способствовали приросту органического вещества в почве относительно контроля. В год прямого действия было наибольшее количество органического вещества среди всех вариантов опыта (1,50 %, прибавка к контролю 0,23 %) отмечено при внесении смеси ОСВ и торфа в соотношении 1:1, что было на уровне показателя варианта с готовым компостом. Сопоставимое увеличение по сравнению с исходным уровнем оказало и внесение почву ОСВ с опилками и ОСВ с соломой в сотношении 1:1, прибавка к контролю достигла 0,21 % и 0,19 % соответственно.

Далее, в течение последующих двух лет проведения опыта, наблюдалось убывание органических соединений во всех вариантах. В последействии наибольшее содержание органических соединений, как и в прямом действии, было выявлено в варианте ОСВ с торфом и ОСВ с опилками в соотношении 1:1, где прибавка к контролю существенная (0,22-0,24 %). В остальных вариантах повышение содержания органического вещества отмечалось как тенденция.

Содержание основных элементов питания в пахотном горизонте почвы находилось в прямой зависимости от доли участия ОСВ в составе смеси. В течение трёх лет проведения опыта наибольшее влияние на содержание минерального азота оказали смеси ОСВ и органических субстратов в соотношении 1:1.

Среди них выделялся вариант смеси ОСВ и торфа. В год прямого действия содержание минерального азота держалось примерно на одном уровне и к концу сезона составило 34,3 мг/кг, что было выше варианта с готовым компостом на 11 %. К концу проведения эксперимента оно снизилось до 28,4 мг/кг. На варианте с компостом достигало 21,1 мг/кг.

Повышенное содержание подвижного фосфора, как и минерального азота, наблюдалось при внесении ОСВ и торфа в соотношении 1:1. В течение вегетационного периода прямого действия в этом варианте наблюдалось повышение содержания подвижного фосфора с 251 мг/кг до 271 мг/кг, и несколько превышало вариант с компостом (на 6 %).

К концу второго года последействия количество подвижного фосфора при внесении ОСВ:торф 1:1 осталось на исходной позиции (243 мг/кг), в то время как его уровень в варианте с компостом упал на 10 % относительно содержания до закладки опыта.

Что касается обменного калия, наиболее высокие результаты наблюдались также при внесении смесей с самым узким соотношением ОСВ и органических субстратов, т.е. 1:1. Однако ввиду невысокого содержания в составе самого осадка, количество обменного калия в почве не намного превышало исходный уровень.

Стоит отметить, что наилучший вариант ОСВ с торфом в соотношении 1:1 сохранял эффективность к концу второго года последействия и был выше варианта с готовым компостом на 18 %.

Также отмечено влияние удобрительных смесей на основе ОСВ на физические свойства почвы. Перед закладкой опыта в ее составе преобладали частицы размером менее 0,25 мм (53,3 %), а сумма структурных отдельностей от 0,25 до 10 мм при сухом просеивании составляла 43,2 %. Состояние почвы по данному показателю оценивалось как хорошее. Коэффициент структурности - 0,76. В год прямого действия удобрительных смесей произошло повышение этого показателя на удобренных вариантах по сравнению с контролем на 0,06-0,16. Основной причиной явилось увеличение макроструктурных отдельностей и снижение микроструктурных компонентов за счет поступившего в почву с удобрениями органического вещества, способствующего повышению агрономически ценных агрегатов (10-0,25 мм).

Самое высокое значение коэффициента структурности отмечалось в вариантах опыта, где применялись смеси в соотношении 1:1 (0,89-0,92). Коэффициент структурности в варианте с готовым компостом оказался на уровне смеси ОСВ с соломой в соотношении 1:3.

Повышение показателей плодородия почвы под действием смесей на основе ОСВ отразилось на продуктивности полевых культур. Урожайность зеленой массы вико-овсяной смеси в год прямого действия возросла в целом по отношению к контрольному варианту на 38% (ОСВ:солома 1:3) – 80% (ОСВ:торф 1:1), зерна озимой ржи в первый год последействия на 24% (ОСВ:солома 1:3) - 56% (ОСВ:опилки 1:1), зерна ярового ячменя во второй год последействия на 56% (ОСВ:опилки 1:3) – 98% (ОСВ:торф 1:1). Наибольший эффект наблюдался при внесении ОСВ с торфом и ОСВ с опилками в соотношении 1:1.

Выявлено четкое снижение урожайности по мере расширения доли дополнительного органического субстрата (опилок, торфа, соломы) в составе смеси. Так, если на фоне ОСВ:торф 1:1 было получено 495 ц/га зеленой массы в год прямого действия, то при соотношении 1:3 – только 445 ц/га, что на 11% меньше. Та же тенденция отмечена при включении других видов органических наполнителей.

Таким образом, результаты исследований показали, что осадок сточных вод г. Твери положительно влияет на агрохимические и физические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы, приводя к увеличению урожайности культур. Наиболее целесообразным оказалось внесение ОСВ совместно с органическими субстратами в соотношении 1:1 из расчета 60 т/га удобрительной смеси. Однако, вследствие риска повышенного содержания тяжелых металлов, применение ОСВ необходимо сопровождать мониторингом окружающей среды.

УДК 631.423.3

## ВЛИЯНИЕ КОМПОСТОВ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

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

Дерново-подзолистые почвы широко распространены и активно используются в сельскохозяйственном производстве. Они характеризуются очень низким естественным плодородием, поэтому для получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур целесообразно внесение органических и минеральных удобрений. Минеральное питание влияет не только на урожай, но и на качество получаемой продукции.

Одним из лимитирующих факторов, влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур, является уровень азотного питания. Азот совместно с углеродом, водородом и кислородом входит в состав белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла, ферментов, фосфатидов, большинства витаминов и других органических азотсодержащих соединений. В этом его функциональная особенность [1, 2].

До 90% почвенного азота содержится в органическом веществе почвы. Минеральные соединения азота (ионы аммония и нитраты) служат непосредственным источником питания растений. Существенное значение на рост и

развитие растений оказывает содержание минерального азота в почве до начала вегетации. Лабильное соотношение аммонийной и нитратной форм азота в почве, вызвано постоянно протекающими в почве процессами аммонификации, нитрификации и денитрификации, а также неодинаковая их доступность растениям. Кроме потребления азота растениями до 20-25% азота теряется в результате денитрификации или вымывания нитратов, а 15-30% закрепляется в почве в органической форме. Значительная часть азота теряется из почвы в газообразной форме (в виде  $N_2$  или  $N_2O$ ) в результате денитрификации. Наибольшие колебания характерны для нитратного азота [1, 2, 3].

Процессы аммонификации и нитрификации определяют характеристики почвы и ее азотный режим. Экспериментально установлено, что умеренные дозы как органических, так и минеральных удобрений активизируют эти процессы. В то время как повышенные дозы минеральных — подавляют их активность. Важную роль играет реакция среды и плотность почвы. Раскисление почвы способствует активизации деятельности нитрификаторов, разлагающих органические соединения. А воздушный режим обусловливает активность нитрифицирующих и аммонифицирующих бактерий. Посредствам этих процессов улучшается азотное питание растений [4].

Почвенная диагностика азотного питания растений является достаточно надежным методом определения потребности сельскохозяйственных культу в азотном питании. Особенно важным является вопрос о доступности для растений аммонийного и нитратного азота из разных горизонтов. Основной причиной снижения эффективности вносимых удобрений является генетическая особенность профиля дерново-подзолистых почв. Потери азота происходят вследствие нисходящей миграции азота по профилю. Аммонийный азот аккумулируется в основном в слое 0-40 см, а нитратный — 0-60 см. Вынесенный в подпахотный бедный гумусом горизонт аммиачный азот обычно представлен фиксированным аммонием [1, 3].

Нитраты сосредоточены в основном в верхнем пахотном, биологически активном слое 0-20 см. Затем их содержание резко уменьшается и на глубине 60 см их в 2-3 раза меньше, чем в верхних горизонтах. При этом значительное потребление азота приходится на зерновые культуры. Часть нитратного азота используется почвенной фауной и микроорганизмами для своей жизнедеятельности [5]. Пока не всегда удается определить устойчивую зависимость урожая от концентрации азотных форм в почве вследствие ее крайней изменчивости. Поэтому контроль за содержанием минерального азота в почве имеет важное значение в диагностике азотного питания растений.

Целью наших исследований было изучить влияние компостов на содержание подвижных форм азота в дерново-подзолистой почве и урожайность полевых культур.

Экспериментальный опыт проводился на дерново-сильноподзолистой глееватой легкосуглинистой почве на морене. Исследовались органические удобрения: компост многоцелевого назначения (КМН), получаемый по технологии ускоренной биоферментации ВНИИМЗ, и торфонавозный компост (ТНК).

Схема опыта: 1 – контроль (без удобрений); 2 – ТНК (58 т/га); 3 и 4 – КМН в дозах 15 и 10 т/га. Доза ТНК соответствовала по содержанию азота в 15 т/га КМН –  $N_{275}$ .

Расположение делянок рендомизированное с 4-х кратной повторностью. Удобрение равномерно вносилось вручную осенью, а заделка в почву проводилось культиватором со стрельчатыми лапами на глубину 15-16 см. В опыте последовательно возделывались озимая рожь и овес. Удобрения вносились под первую культуру. Агротехника соответствовала общепринятой для Нечерноземной зоны. Химический анализ удобрений и почвенных образцов выполняли стандартными методами, учет урожая проводили сплошным методом.

Исследуемые удобрения различались по химическому составу (табл. 1). Равнозначное количество углерода органического вещества в ТНК и КМН составляло 40,9 - 40,5%. КМН превосходил ТНК по количеству валового азота, фосфора и калия. Более узкое отношение С:N преобладало у КМН. ТНК отличался более высокой кислотностью и влажностью.

Таблица 1 Химический состав органических удобрений (в абс. сух. в-ве)

Удобрение	Сорг, %	рНсол	N <sub>общ,</sub> %	Р <sub>2</sub> О <sub>5общ,</sub> %	К <sub>2</sub> О <sub>общ,</sub> %	C:N	Влаж- ность, %
ТНК	40,9	5,7	1,73	1,35	1,2	23,6:1	65,4
КМН	40,5	6,7	4,28	3,07	1,7	9,5:1	57,1

Сразу после внесения компостов максимальное значение аммиачного азота находилось в варианте с КМН 15 т/га (29,7 мг/100 г почвы). В начале вегетационного периода количество аммиачного азота в почве данного варианту возрастало до 36,1 мг/100 г почвы, а к августу и сентябрю постепенно снижалось (рис. 1). Такая же тенденция наблюдалась и на других вариантах. В течение вегетационного периода динамика содержания аммиачного азота в почве всех вариантов коррелировала изменениям на контроле.

Опытные данные подтверждают гипотезу, что питательные вещества высвобождаются из органических удобрений поэтапно, обеспечивая питательными веществами возделываемые культуры в течение всего периода их роста и развития.

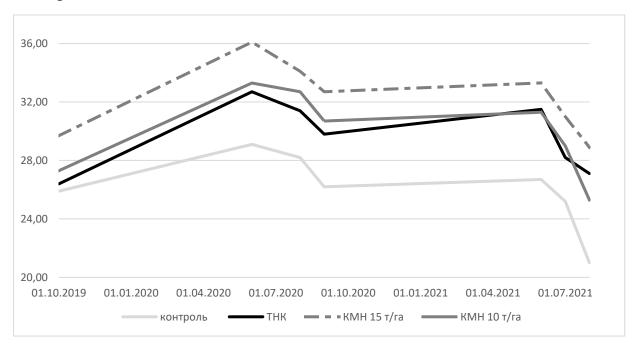


Рис. 1. Влияние органических компостов на содержание аммиачного азота  $(NH^{+}_{4})$  в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, мг/100 г почвы

Подобная тенденция по изменению содержания аммиачной формы азота в почве с исследуемыми удобрениями сохранилась и в год последействия. Наиболее заметная прибавка содержания данного элемента отмечалась в варианте с КМН 15 т/га (33,3-28,9 мг/100 г почвы). Примерно равнозначную прибавку, как в год внесения удобрений, так и в последействии обеспечили варианты с КМН 10 т/га и ТНК (31,3-25,3 и 31,5-27,1 мг/100 г почвы соответственно). Все исследуемые дозы органических компостов обеспечили возрастание аммиачной формы азота.

Нитратный азот в определенной степени коррелировал с содержанием аммиачной формы (рис. 2).

После закладки опытов максимальное количество нитратного азота зафиксировано в варианте с ТНК (3,05 мг/100 г почвы). На делянках с КМН 15 и 10 т/га его содержание составило 2,70 и 2,05 мг/100 г почвы соответственно. На всех удобренных вариантах содержание нитратного азота к середине вегетации возрастало, а к концу уменьшалось. Это обусловлено тем, что в середине лета создаются наиболее оптимальные условия для микробиологических процессов нитрификации — хорошая аэрация, влажность

почвы, температурный режим. В год последействия удобрений, к середине вегетации максимальное количество нитратного азота было в варианте с ТНК и КМН 15 т/га (3,05-3,04 мг/100 г почвы).

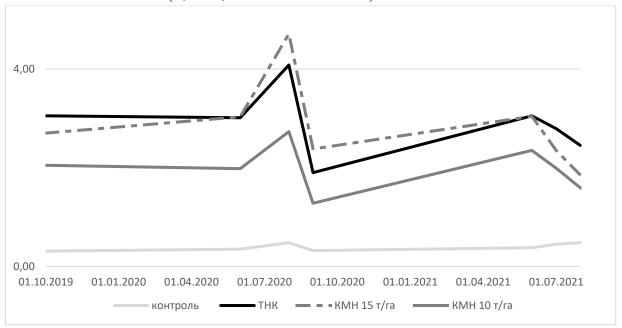


Рис. 2. Влияние органических компостов на содержание нитратного азота (NO<sub>3</sub>) в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, мг/100 г почвы

Вариант с КМН в дозе 10 т/га оказал несколько меньшее влияние на обеспеченность почвы нитратным азотом 2,35 мг/100 г почвы. При чем количество нитратного азота снижалось от июня к августу на всех вариантах.

В период вегетации с возрастанием доз вносимых удобрений содержание минерального азота в почве возрастало, а максимальное его содержание отмечено в июне (N-NH<sub>4</sub>) и июле (N-NO<sub>3</sub>) месяце. В дальнейшем, в связи с потреблением (выносом) азота растениями содержание обеих форм азота снижалось. Минимальное содержание аммонийного и нитратного азота в оба года проведения исследований отмечено после наступления полной спелости зерна. При этом региональной особенностью тверских дерново-подзолистых почв является преобладание аммиачного азота над нитратным, что обуславливается гидротермическим режимом [5].

Следует заметить, что при выравненности вносимых удобрений по азоту, варианты с КМН имели показатели выше, чем с ТНК. Сразу после внесения в почву ТНК разлагается менее интенсивно, соответственно меньше отдает азота. Но в последующем скорость трансформации его заметно возрастает. Наряду с этим, внесение КМН, обладающего высокой микробиологической активностью, способствовало дополнительному высвобождению азота из органического вещества почвы.

Основным критерием эффективности применяемых удобрений является продуктивность возделываемых культур. Результаты опытов свидетельствуют о значительном удобрительном влиянии компостов как в год их внесения, так и в последействии (табл. 2).

Таблица 2 Влияние органических компостов на урожайность культур, т/га

	Урожайность озимой ржи, 2020 год	± к контролю	Урожайность овса, 2021 год	± к контролю	В среднем за 2 года звена севооборота, зерн. единиц	± к контролю
Контроль	2,01	-	2,13	-	3,71	-
ТНК	2,88	0,87	2,45	0,32	4,84	1,13
КМН 15 т/га	3,93	1,92	3,76	1,63	6,94	3,23
КМН 10 т/га	2,55	0,54	3,05	0,92	4,99	1,28

В первый год трансформации компостов максимальную прибавку урожайности озимой ржи 95,5% обеспечил КМН в дозе 15 т/га. В свою очередь урожайность на вариантах с ТНК и КМН 10 т/га составила 2,88 и 2,55 т/га (43,3% и 26,9% соответственно).

В год последействия также максимальная урожайность овса 3,76 т/га (+76,5% к контролю) обеспечена КМН в дозе 15 т/га. Варианты с КМН 10 т/га и ТНК несколько уступали, обеспечив прибавку урожайности в 43% и 12%.

В среднем за два года КМН в дозе 15 т/га обеспечил прибавку урожайности зерновых в 87,1%. От меньшей дозы КМН прибавка составила 34,5%, а от ТНК -30,5%.

**Выводы.** Микробиологически активный КМН создает условия для дополнительного высвобождения азотных форм из органического вещества почвы, тем самым обеспечивая более полновесную прибавку урожая возделываемых культур.

#### Список литературы

- 1. Володина Т.И., Левченкова А.Н. Особенности поведения минерального азота в дерново-подзолистой супесчаной почве под влиянием различных систем удобрений// Молочнохозяйственный вестник. 2017. №2 (26). С. 20-30.
- 2. Кидин В.В., Ахметова А.Б. Трансформация аммонийного и нитратного азота в разных горизонтах дерново-подзолистой почвы// Извести ТСХА. 2011. № 3. С.7-16.
- 3. Кидин В.В., Гущина Е.О., Зенкина В.В. Потребление разных форм азота кормовой свеклой и особенности его трансформации в почвенном профиле// Известия ТСХА. 2009. № 1. С. 5-12.

- 4. Новоселов С.И. Влияние агроэкологических условий на аммонифицирующую и нитрифицирующую способность почвы// Вестник Марийского государственного университета. 2015. № 4. С. 42-46.
- 5. Козырев М.А. Свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы в зависимости от возделываемых на ней культур // Научное обоснование аграрного производства Верхневолжья: Тез. XXII науч.-практ. конференции. Тверь, 1999. С.95-96.

УДК 631.8+631.4

### ЗЕЛЕНЫЕ УДОБРЕНИЯ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

**Велюханов И.В.,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  $\Phi \Gamma EOV\ BO\ T верская\ \Gamma CXA$ , г. Тверь, Россия

Академик Д.Н. Прянишников [1,с.333-346], выдвинувший проблему государственной важности о превращении потребляющей полосы (Северной Нечерноземной) в производящую, придавал большое значение в ее решении широкому применению зеленого удобрения. И там, где для улучшения почв, особенно, необходимо обогащение их органическими веществами, а навоза по той или иной причине не хватает, зеленые удобрения приобретают важное значение.

Зеленые удобрения промежуточных посевов являются дешевым и доступным приемом повышения урожайности сельскохозяйственных культур на малоплодородных почвах и, особенности на полях удаленных от центров, вывозка органических удобрений на которые сопряжена с большими затратами.

В зависимости от почвенно-климатических условий и структуры посевных площадей на зеленое удобрение используют сурепицу, рапс яровой и озимый, горчицу белую, редьку масличную, люпин, которые дают возможность запахивать в почву 18-25 т/га зеленой массы, что равнозначно внесению 15-20 т/га навоза.

В среднем, за годы наших исследований, поукосные и пожнивные посевы редьки масличной и горчицы белой после уборки озимой ржи на корм и зерно успевали нарастить сухой массы соответственно 43.5,ц/га-10.9 ц/га, 62.0-10.8 ц/га. Запашка сидеральных поукосных посевов производилась в конце июля, пожнивных -18-20 октября.

При использовании поукосных и пожнивных посевов на корм скоту в почву поступали пожнивные и корневые остатки, являясь источником органического вещества.

Так, при использовании поукосной редьки масличной на корм в почве оставалось примерно 13,7 ц/га растительных и корневых остатков, при возделывании редьки масличной в пожнивных посевах — 5,4 ц/га сухой массы. При запашке редьки масличной под посев озимой ржи в почву поступало  $N_{119}P_{21}K_{136}$ , с корневыми остатками $N_{42}P_8K_{54}$ , горчицы белой — $N_{145}P_{21}K_{159}$ , что соответствовало 25-30т навоза. При запашке пожнивных посевов соответственно в почву поступало  $N_{52}P_{11}K_{52}$ , с пожнивными остатками  $N_{17}P_4K_{25}$ , горчицы белой —  $N_{44}P_7K_{51}$ , что соответствовало 8-10т навоза.

Наблюдения за влажностью показали, что сидераты не оказывали отрицательного действия на водные свойства, причем в условиях избыточного увлажнения зеленые удобрения снижали влажность на 0,3-4,9% в зависимости от запахиваемой культуры по сравнению неудобренным и минеральным фоном. При недостатке же влаги зеленое удобрение способствовало сохранению и увеличению запасов влаги, т.е. влажность почвы в посевах озимой ржи и ячменя была на 1,8-4,4 % выше по сравнению сконтрольным вариантом на протяжении вегетационного периода зерновых культур.

Степень разложения и удобрительная ценность зеленой массы сидератов зависит от соотношения углерода к азоту. В зеленой массе редьки масличной оно колебалось в пределах 1:13,6-19,1 в зависимости от сроков сева; горчицы белой соответственно 1:16,8-23,0, тогда как на контрольном варианте при запашке стерневых остатков озимой ржи соотношение было 1:85,2,а при запашке растительных остатков озимой ржи на корм 1:39. Поэтому при запашке сидератов наблюдалась нитрификация, а соломистых остатков — денитрификация. Активность деятельности микроорганизмов определялась по выделению углекислого газа. При запашке зеленых удобрений СО<sub>2</sub>выделялось на 21,3-98,7 % больше во все фазы развития озимой ржи и ячменя (табл.1)

Таблица 1 Биологическая активность почвы при запашке зеленых удобрений, мг/100г почвы

	Фазы развития зерновых культур							
Варианты опыта	посев		выход в	з трубку	колошение			
Варианты опыта	озимая	ячмень	озимая	gyn (oyy	озимая	ячмень		
	рожь	ичиснь	рожь	ячмень	рожь	ичмснь		
Без удобрений(контроль)	19,3	9,6	6,4	23,5	11,8	15,5		
Горчица белая(сидерат)	25,1	12,2	13,9	25,8	13,3	15,3		
Редька масличная на корм	17,7	11,1	10,2	22,8	12,6	19,1		
Редька масличная (сидерат)	34,3	14,9	10,4	27,8	17,4	19,9		
N PK	19,1	7,5	7,7	21,5	12,9	14,1		
Навоз	24,6	9,7	8,8	20,3	15,3	16,4		

Содержание доступного азота зависело от деятельности микроорганизмов и наличия органического вещества в почве. На вариантах с запашкой зеленого удобрения пожнивных посевов содержание нитратного азота колебалось в пределах 1,7-2,7 мг/100 г почвы, по неудобренному фону 1,6, при запашке навоза -1,7 мг/100 г почвы, поукосных - соответственно 8,0-10-4,6-7,1 мг/100 г почвы. Запашка зеленого удобрения способствовала улучшению физических свойств почвы, увеличению порозности, изменению соотношения капиллярных и некапиллярных пор, плотности сложения почвы. Она в фазу всходов ячменя на варианте с зеленым удобрением оказалась в слое 0-10см на 0,04-0,1г/см $^3$  меньше по сравнению с контрольным вариантом и на 0,05-0,11г/см $^3$  по отношению к минеральному и навозному фону. В слое 10-20см плотность сложения составила 1,23-1,28 г/см $^3$ , а при использовании минеральных и органических удобрений в количестве 8-10т/га -1,30-1,31 г/см $^3$ . Аналогичная тенденция отмечалась в посевах озимой ржи.

Сидеральные культуры снижали засоренность посевов ячменя на 21,3-27,4%, озимой ржи на 13,1-75,3% по сравнению с минеральным фоном и применением навоза.

Зеленые удобрения обеспечили более полный налив зерна, улучшали структуру урожая. При запашке редьки масличной и горчицы белой количество зерен в колосе ячменя составило соответственно 18,5-18,7 шт., у озимой ржи 33,1-34,9 шт., масса зерна с колоса у ячменя 0,76-0,78 г, у озимой ржи 1,11-1,22, тогда как на контрольном варианте соответственно 17-0,65(ячмень) и 34,2-1,01(озимая рожь).

Положительное действие пожнивных сидератов на водно-физические, биологические, пищевые свойства почв способствовало повышению урожайности ячменя и озимой ржи. Так, при запашке редьки масличной и горчицы белой под ячмень она увеличилась на 7,6-3,1 ц/га по сравнению с контрольным вариантом. Внесение минеральных удобрений и навоза в равнозначном количестве запанной зеленой массе горчицы белой и редьки масличной не оказало существенного влияния на урожайность ячменя. Прибавка урожая от запашки горчицы белой и навоза оказалась практически одинаковой, а в сравнении с минеральными удобрениями на 2,7 ц/га меньше. При использовании зеленого удобрения под озимую рожь урожайность зерна увеличилась на 11,4-12,0 ц/га (табл.2.).

Таблица 2 Структура урожая и урожайность зерновых культур в зависимости от вида удобрений

	Количество зерен		Масса зерна		Урожайность,	
Варианты опыта	в колосе, шт.		с колоса,г		ц/га	
Барианты опыта	ячмень	озимая	ячмень	озимая	ячмень	озимая
	ичиснь	рожь		рожь	ичиснь	рожь
Без удобрений (контроль)	17,0	34,2	0,65	1,01	13,5	18,3
Горчица белая	18,7	34,9	0,78	1,11	16,6	29,7
Редька масличная на корм	18,2	33,0	0,62	1,09	16,1	24,7
Редька масличная (сидерат)	18,5	33,1	0,75	1,22	21,1	30,3
N PK	18,4	36,9	0,73	1,40	19,3	32,6
Навоз	17,5	35,2	0,73	1,19	16,4	29,7

Таким образом, зеленые удобрения оказывали определенное влияние на качественные показатели плодородия дерново-подзолистых почв, осущенных закрытым способом, урожайность зерновых культур. Применение сидератов является эффективным мероприятием по сравнению с минеральными и органическими удобрениями.

#### Список литературы

1. Прянишников Д.Н. Агрохимия /Д.Н. Прянишников. М.: Сельхозиздат, т.1. 1963. C.333-346.

## РАЗДЕЛ IV. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОРМОПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ МЕЛИОРАЦИИ

УДК 631.671: 631.675: 633.321

# СУММАРНОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО РАЗЛИЧНОЙ СКОРОСПЕЛОСТИ ПРИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ УВЛАЖНЕНИИ ЗЕМЕЛЬ

**Алехина Ю. В.,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Дрозд Д. А.

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

Наблюдения за динамикой изменения почвенных влагозапасов является основой для получения высоких урожаев при возделывании любой сельскохозяйственной культуры. Данные наблюдения можно осуществлять как с помощью специальных приборов, электронных почвенных влагомеров, так и расчетными способами. Среди них можно выделить метод водного баланса почвы, который позволяет определить величину влагозапасов на конец расчетной декады на основе имеющихся данных (объема выпавших за расчетный промежуток времени осадков, величины притока и оттока поверхностных вод на и за пределы поля, а также величины подпитки расчетного слоя почвы грунтовыми водами в случае их близкого залегания) [4].

Однако для определения имеющихся запасов почвенной влаги на конец расчетного периода, нам также необходимо знать величину водопотребления возделываемой сельскохозяйственной культуры. Первоначально, данный показатель определяют на основании результатов полевых наблюдений, чему и будет посвящена данная статья.

Исследования по изучению величины водопотребления выполнялись на дерново-палево-подзолистых обычных легкосуглинистых почвах, развивающихся на лессовидном суглинке, подстилаемых моренными суглинками с глубины более 1 метра учебно-опытного оросительного комплекса «Тушково-1». Водно-физические показатели почвы опытного участка: плотность сложения в расчетном слое 0–30 см - 1,37–1,39 г/см<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость в аналогичном слое - 22,63–23,82 % от массы сухой почвы. Агрохимические показатели почвы опытного участка - гумус - 1,48–1,66 %, pH - 5,70–5,80, содержание  $P_2O_5$  - 203–320 мг/кг, а  $K_2O$  - 251–423 мг/кг.

Полевые опыты были заложены по следующей схеме:

Фактор А – Границы регулирования почвенных влагозапасов

- 1. Контроль (без дополнительного увлажнения).
- 2. Полив при сработке почвенной влажности до 80 % от величины наименьшей влагоемкости (0,8HB).
- 3. Полив при сработке почвенной влажности до 70 % от величины наименьшей влагоемкости (0,7HB).

Фактор В – Скороспелость возделываемых сортов клевера лугового

- 1. Раннеспелый сорт Цудоуны.
- 2. Среднеранний сорт Янтарный.
- 3. Среднеспелый сорт Витебчанин.
- 4. Позднеспелый сорт Мерея.

Посев клевера лугового выполнен нормой 8 кг/га из расчета 100-ой посевной годности сплошным рядовым способом на глубину 1,5 см. В 2017 и 2019 гг. посев клевера лугового осуществлен под покровом ярового ячменя. Норма высева для покровной культуры принята равной 180 кг/га, а глубина заделки семян на 1,5 см больше, чем у клевера. Ширина междурядий принята аналогичной как у клеверов. Минеральные удобрения дозой  $P_{60}K_{90}$  вносились перед закладками полевого опыта, а также в начале вегетационного периода на посевах клевера лугового второго года жизни. В дополнении к основному фону минерального питания, под покровную культуру вносился минеральный азот дозой  $N_{90}$  [1, 3].

Учет метеорологических показателей вегетационного периода осуществлялся на специально оборудованном метеорологическом посту, расположенном в 50–150 м от центров опытных участков опытов 1–3 закладок. Регулирование почвенных влагозапасов в вышеуказанных пределах осуществлялось с помощью двух барабанно-шланговых дождевальных установок Bauer Rainstar T-61 и Irriland Raptor, а также дождевальной установки Linsday-Europe Omega. Поливные нормы установлены на основании воднофизических показателей почвы и составили 20 мм на фоне 0,8НВ и 30 мм на фоне 0,7НВ [2].

Анализ степени тепловлагообеспеченности года позволил заметить, что 2016 г., 2018 г. и 2019 г. оказались нормальными по увлажнению (ГТК = 1,34–1,53), а 2017 г. и 2020 г. – влажными (ГТК = 1,78–1,79). При этом, сильная неравномерность распределения атмосферных осадков внутри вегетационных периодов, указала на необходимость корректировки почвенных влагозапасов дополнительным увлажнением. В 2016 году на фонах 0,8HB и 0,7HB

было выполнено 4 и 3 полива оросительными нормами 80 мм и 90 мм. Совместные посевы клевера лугового и ярового ячменя в 2017 году активней потребляли почвенные влагозапасы и для поддержания их в установленных пределах было выполнено по 4 полива на каждом фоне увлажнения (оросительная норма составила 70 мм на фоне 0,8НВ и 110 мм на фоне 0,7НВ). На опытах третьей закладки в 2019 году было выполнено по 1 поливу стандартными поливными нормами на каждом из фонов увлажнения.

Посевы клевера лугового второго года жизни характеризовались большей потребностью в почвенной влаге и в 2017 году на фоне 0,8НВ проведено 5 поливов (100 мм), а на фоне 0,7 НВ 4 полива (110 мм). В 2018 году оросительная норма варьировала от 80 мм на фоне 0,8НВ до 120 мм на втором фоне с дополнительным увлажнением. 2020 год мало чем отличался от 2019 года и на каждом фоне с дополнительным увлажнением выполнено по 1 поливу.

Водопотребление клевера лугового устанавливалось на основании уравнения водного баланса, которое в общем виде имеет следующий вид [2]

$$E = \Delta W + P + n \cdot m - C \mp q, \tag{1}$$

где E – водопотребление различных по скороспелости сортов клевера лугового, мм;

 $\Delta W$  — разница между начальными и конечными влагозапасами почвы в расчетном слое за рассматриваемый период, мм;

Р – осадки за расчетный период, мм;

n – общее количество поливов, выполненных за рассматриваемый промежуток времени;

т – поливная норма, мм;

С – потери воды на внутрипочвенный и поверхностный сток, мм;

q – влагообмен расчетного слоя почвы с нижележащими слоями, мм.

Почвенно-гидрологические условия опытного участка позволили пренебречь величиной влагообмена в силу глубокого залегания уровня грунтовых вод (свыше 5 м). Различия в водно-воздушных режимах почвы, возникшие между контрольным фоном опыта и фонами с дополнительным увлажнением, потребовали изучения водопотребления для каждого сорта клевера лугового (таблица 1).

В ходе анализа табличных данных нами было установлено, что водопотребление клевера лугового перового года жизни варьирует от 265,4—

294,3 мм при возделывании клевера лугового без покрова (265,4 мм на контроле и 288,9–294,3 мм при восстановлении почвенных влагозапасов орошением) до 306,6-360,2 мм отмеченных на совместных посевах клевера лугового и покровной культуры (306,6–325,4 мм на контрольном фоне опыта и319,3–360,2 мм в условиях дополнительного увлажнения).

Таблица 1 Суммарное водопотребление различных по скороспелости сортов клевера лугового в 2016–2020 гг., мм

	Фон			Годы исс	ледовані	ий	
Сорт	увлажне- ния	2016	2017	2018	2019	2020	Среднее
I/ 1	Контроль	265,4	306,6	_	325,4	_	316,0
Клевер 1-го года	0,8HB	288,9	319,3	_	335,4	_	327,4
жизни	0,7HB	294,3	337,3	_	360,2	_	348,8
	Контроль	_	325,3	312,3	_	368,9	335,5
Цудоуны	0,8HB	_	340,0	350,6	_	372,5	354,4
	0,7HB	_	357,2	382,5	_	394,8	378,2
	Контроль	_	322,1	333,8	_	366,8	340,9
Янтарный	0,8HB	_	343,6	354,2	_	381,4	359,7
	0,7HB	_	379,4	396,4	_	383,9	386,6
	Контроль	_	378,7	393,8	_	385,1	385,9
Витебчанин	0,8HB	_	397,1	412,5	_	401,5	403,7
	0,7HB	_	433,5	454,2	_	409,6	432,4
	Контроль		388,5	375,5		383,2	382,4
Мерея	0,8HB	_	414,8	392,6	_	400,7	402,7
	0,7HB	_	436,9	451,2	_	420,6	436,2

Примечание — Среднее значение водопотребления клевера лугового 1-го года жизни определялось исключительно для посевов 2017 и 2019 гг.

В годы хозяйственного использования клевера начинают активно потреблять почвенную влагу, и водопотребление возрастает до 312,3–394,8мм при возделывании раннеспелого сорта Цудоуны (312,3–368,9мм отмечено на посевах контрольного фона опыта и 340,0–394,8мм в условиях орошения), 322,1–396,4 мм – у сорта Янтарный (от 322,1–366,8мм на контрольном фоне опыта до 343,6–396,4 мм на фонах с дополнительным увлажнением), 378,7–454,2мм – у сорта Витебчанин (378,7–393,8мм на посевах произрастающих в естественных условиях увлажнения и 397,1–454,2мм при стимулировании роста и развития посевов орошением) и от 375,5–388,5мм до 392,6–451,2мм отмеченных у позднеспелого сорта Мерея на контрольном фоне опыта и с дополнительным увлажнением соответственно.

Следует отметить и тот факт, что независимо от возраста посевов и их скороспелости максимальное водопотребление (от 294,3–360,2 мм в год посева до 357,2–454,2 мм в годы активной заготовки кормов) наблюдается при поддержании почвенных влагозапасов в пределах 70–100 % от величины наименьшей влагоемкости, что указывает на биологическую оптимальность данного фона увлажнения.

#### Список литературы

- 1. Растениеводство / Г. С. Посыпанов [и др.]; под ред. Г. С. Посыпанова. М.: Колос, 2007. 612 с.
- 2. Лихацевич, А. П. Сельскохозяйственные мелиорации /А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г.И. Михайлов; под ред. А.П. Лихацевича. Минск: ИВЦ Минфина, 2010. 464с.
- 3. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации /К.В. Коледа [и др.]; под ред. К.В. Коледа, А.А.Дудука. Гродно: ГГАУ, 2010. 340 с.
- 4. Вихров, В. И. Ретроспективные расчеты водного баланса почв и неблагоприятных явлений с применением ПЭВМ: лекция / В. И. Вихров // Расчет элементов водного баланса и вероятности наступления неблагоприятных водных явлений в условиях естественного водного режима почв. Горки, 2006. Ч. 1. 28 с.

УДК 636:085

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ НЗ

Капсамун А.Д., доктор сельскохозяйственных наук, Иванова Н.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, Павлючик Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Создание устойчивой кормовой базы для животноводства является основной задачей земледелия, главным направлением в увеличении продуктов питания и решения продовольственной проблемы. С каждым годом проблема обеспечения высококачественными кормами сельскохозяйственных животных обостряется. Руководством Российской Федерации поставлена масштабная задача экономического возрождения страны путем реализации

национальных проектов по приоритетным направлениям, в частности по развитию агропромышленного комплекса.

В настоящее время успешное и эффективное ведение кормопроизводства, подбор и оптимальное соотношение отдельных групп и видов кормовых культур позволяют снизить затраты на производство качественных кормов и увеличить их количество, добиться сбалансированности кормовых рационов по 25-30 элементам питания, сохраняя и повышая при этом почвенное плодородие [1].

Многолетние бобовые травы играют важную роль в создании прочной кормовой базы, а также биологизации земледелия, занимая в валовом производстве объемистых кормов второе место после силосных культур и обеспечивая в Российской Федерации до 40% общего сбора кормовых единиц. В связи с этим внедрение и распространение новых кормовых растений, особенно многолетних, с минимальными потерями питательных веществ имеет большое научное и практическое значение.

Однако, несмотря на исключительную ценность этих культур до недавнего времени им уделялось недостаточно внимания. В настоящее время при переходе на ресурсо- и энергосберегающие биологические системы земледелия значение многолетних бобовых (козлятника, люцерны, клевера) как кормовых и мелиорирующих культур ещё более возрастает. Исходя из требований современного земледелия и животноводства, по мнению многих отечественных ученых, многолетние травы должны составлять 25% всей посевной площади [2,4,5,9,10].

Одной из первоочередных задач при возделывании многолетних бобовых культур стоит решение белковой проблемы корма. В современной концепции развития кормопроизводства, разработанной ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, большая роль отводиться расширению посевов многолетних трав, среди которых 75% должны занимать полноценные посевы бобовых, а также их смеси со злаками [6,7].

Актуальной остается проблема интенсификации кормопроизводства, превращение природных сенокосов и пастбищ в высокопродуктивные кормовые угодья. Эффективное использование полевого кормопроизводства может быть достигнуто только при условии применения научно обоснованных технологий, позволяющих в короткие сроки добиться существенно прироста кормовой базы и продукции животноводства.

В этом аспекте новые исследования, а также изыскание современных подходов к проведению агрозоотехнических опытов, вызванные необходимостью научного обоснования и оценки сохранности энергии выращенного урожая перспективных кормовых культур и использования энергии кормов сельскохозяйственными животными, актуальны и имеют научное значение.

Успешное решение проблемы увеличения производства молока во многом зависит от правильной организации полноценного кормления коров и эффективности использования кормов. Повышение продуктивности животных за счет кормового фактора в этих условиях связано с увеличением количественных и улучшением качественных параметров кормления. Внедрение новых кормовых культур, на основе которых базируется система кормления, позволит получать максимальное количество питательных веществ с единицы площади, использовать эффективные технологии возделывания кормовых культур, уборки, хранения и механизированной раздачи.

В этой связи целью наших исследований было повышение качества кормового сырья, оптимизации в нем концентрации энергии, протеина и других жизненно важных питательных веществ.

**Методика исследований.** Объектами исследований были бобовые травы: клевер луговой, люцерна изменчивая и козлятник восточный на разных стадиях развития в свежескошенном виде, в смеси злаковыми травами (50-55%), убранных в фазы бутонизации — начала цветения бобовых.

Работу осуществляли в 2011-2018гг. в условиях Тверской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой глееватой почве, осущаемой закрытым дренажом.

Пахотный слой почвы характеризуется следующими агрохимическими показателями:  $pH_{KCl}$  6,7, со средней обеспеченностью легкогидролизуемым азотом – 50,1 мг в 1 кг почвы, подвижным фосфором ( $P_2O_5$ ) – 72,5-186,0 мг на кг почвы и обменным калием ( $K_2O$ ) – 58,0-140,5 мг на кг почвы. Удельная масса почвы 2,59г/см<sup>3</sup>. Междренное расстояние регулирующей сети 18-40м, глубина закладки дрен от 0,8-1,1м. Содержание гумуса низкое – 1,4-1,9%. Площадь опыта 6,1га, размещение вариантов рендомизированное, в три яруса, повторность трехкратное. Использование двухукосное, агротехника общепринятая.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений, учет плотности травостоя, продуктивности кормовой массы, отбор почвенных и растительных образцов для химического анализа проводили по общепринятым методикам [12].

Для статистической обработки результатов исследований применялся метод дисперсионного анализа с использованием компьютерных программ [11]. Химический состав кормов изучали по общепринятым методикам зоотехнического анализа. Исходную массу анализировали на содержание сухого вещества и сырых питательных веществ (протеина, жира, клетчатки, золы) [12].

**Результаты исследований.** Как показали исследования, в условиях нашего полигона наибольшей продуктивностью среди изучаемых культур отличается козлятник восточный. Он способен лучше, чем клевер луговой и люцерна изменчивая, использовать климатические факторы — тепло, влагу, свет.

Во все годы пользования травостоев продуктивность козлятника увеличивалась от фазы стеблевания до фазы цветения: с 9,4 до 21,2т/га в первый год пользования и с 18,8 до 81,2т/га — на шестой год пользования. На седьмой год пользования отмечено снижение его урожайности по сравнению с пятым и шестым годом на 0,7-36,7т/га зеленой массы и на 0,44-7,54т/га сухой иассы. Максимальная продуктивность этой культуры достигла на шестой год пользования в фазу цветения — 81,2т/га (рис.1).

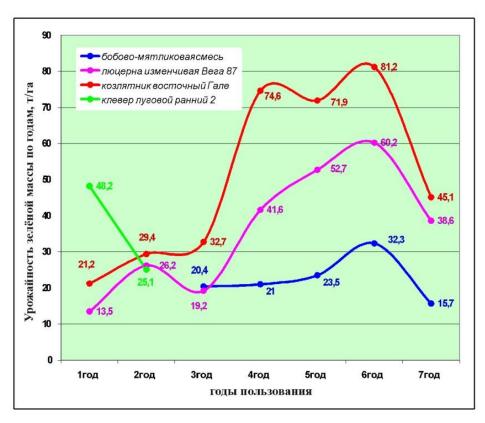


Рис. 1. Урожайность зеленой массы многолетних бобовых травостоев

Многолетние травы отличаются между собой темпами накопления урожая. Козлятник восточный и люцерна изменчивая накапливают около 36%

урожая в фазу стеблевания, 16,7-17,5% от стеблевания до бутонизации и 46,4-47,3% за период от бутонизации до цветения. Следовательно, скашивание их до периода бутонизации приводит к существенному недобору урожая.

Клевер луговой и травосмеси большую часть урожая накапливают к фазе стеблевания -42,8-57,7%, от стеблевания до бутонизации 21,6-37,9% и от бутонизации до цветения -19,3-20,6%. Недобор урожая при раннем укосе у этих трав в два раза меньше, чем у козлятника восточного и люцерны изменчивой.

В накоплении сухой массы отмечаются, примерно те же закономерности, что и в накоплении зеленой массы. У многолетних трав наблюдается повышение урожая сухой массы от 1-го до 7-го года пользования при всех сроках определения, за исключением 4-го года пользования, когда в фазу стеблевания у козлятника восточного отмечался максимальный сбор сухой массы — 4,84т/га.

У люцерны изменчивой наибольшая продуктивность отмечена на 5-й год пользования, на 6-й год отмечено некоторое ее снижение за счет слабого прироста от фазы ветвления до фазы бутонизации из-за холодной погоды в июне.

В сравнении с урожаем зеленой массы по сбору сухой массы козлятник восточный отличается еще большей продуктивностью, чем люцерна изменчивая. Меньшая продуктивность была у бобово-злаковой смеси. Урожай ее сухой массы при цветении составил 6,78т/га, что ниже по сравнению с козлятником восточным в 2,1 раза, люцерной изменчивой в 1,4 раза (рис.2).

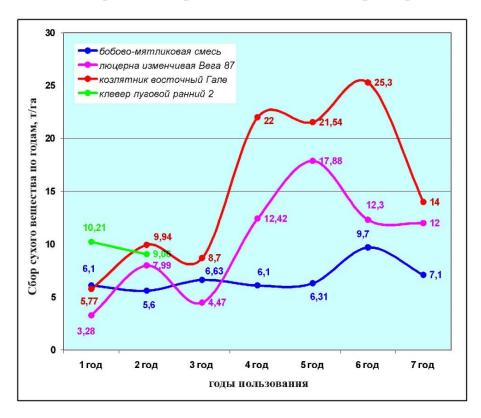


Рис 2. Урожай сухой массы многолетних травостоев

Для оценки экономической эффективности возделывания многолетних бобовых трав в чистоте и в смеси злаковыми травами на корм была определена их экономическая эффективность, которая показала, что козлятник восточный практически по всем показателям превосходит другие изучаемые культуры и бобово-злаковую травосмесь. Так урожайность его зеленой массы была выше в 1,6 раза этих данных по клеверу луговому и люцерне изменчивой и более чем в 2 раза по бобово-злаковой смеси.

Условный чистый доход с 1га козлятника восточного составил 18,4 тыс. рублей, это выше по сравнению с клевером луговым на 9,1тыс. рублей, люцерной изменчивой и бобово-злаковой смесью соответственно — на 5,9 и 11,1 тысяч рублей.

Те же тенденции сохранились и по результатам экономической оценки возделывания кормовых культур на силос. Более высокую эффективность возделывания козлятника восточного по сравнению с люцерной и клевером луговым подтверждают и данные их агроэнергетической оценки (табл.1).

Таблица 1 Агроэнергетическая оценка выращивания многолетних бобовых трав на зеленый корм в фазу бутонизации – начала цветения (в среднем за 7 лет)

	Результаты оценки					
Наименование показателей	Козлят- ник во- сточный	Люцерна изменчи- вая	Клевер луговой	Бобово-зла- ковая смесь		
Урожайность, ц/га	499,0	367,0	313,0	239,0		
Урожайность в пересчете на кормовые единицы, ц к.ед./га	110,4	80,5	62,2	50,0		
Выход сырого протеина, ц/га	16,5	7,2	6,3	5,8		
Энергетическая ценность урожая: по валовой энергии ГДж/га	179,9	134,3	102,2	89,3		
Обменной энергии, ГДж/га	93,9	66,5	52,0	46,4		
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	11,1	9,1	9,9	7,5		
Агроэнергетический коэффициент: - по валовой энергии	16,2	14,7	10,3	11,9		
- по обменной энергии	8,5	7,3	5,2	6,2		
Окупаемость денежных затрат обменной энергией, МДж/руб	20,0	17,6	11,4	14,1		

Так, агроэнегетический коэффициент по обменной энергии, представляющий собой отношение количества обменной энергии к затратам совокупной энергии, а также окупаемость денежных затрат обменной энергией более

высокими (8,5 и 20) были варианте с козлятником восточным по сравнению с клевером луговым, люцерной изменчивой и бобово-злаковой смесью.

**Выводы.** Экономическая оценка эффективности возделывания многолетних бобовых культур на корм показала, что козлятник восточный практически по всем показателям превосходит изучаемые культуры (люцерну изменчивую, клевер луговую).

Условный чистый доход с 1 гектара козлятника восточного составил 18,4 тысячи рублей, что выше по сравнению с клевером луговым на 9,1 тысячи рублей, люцерной изменчивой и бобово-злаковой смесью — на 5,9 и 11,1 тысяч рублей соответственно

Агроэнергетический коэффициент по обменной энергии, представляющий собой отношение количества обменной энергии к затратам совокупной энергии, а также окупаемость денежных затрат обменной энергией были более высокими в варианте с козлятником восточным по сравнению люцерной, клевером.

#### Список литературы

- 1. Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения/под ред. А.С. Шпакова, И.А. Трофимова, А.А. Кутузовой, З.Ш. Шамсутдинова, А.И. Фицева, Н.И. Георгиади. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2002. 524 с.
- 2. Бакланов А.М. Галега на мелиорированных землях Нечерноземья/ А.М. Бакланов, А.Д. Капсамун, К.С. Балатбекова// Кормопроизводство, 1999. №10. С. 5-8.
- 3. Григорьев Н.Г. Методические рекомендации по оценке кормов на основе их переваримости /Н.Г. Григорьев, Е.С. Воробьев, А.И. Фицев и др. М.: ВАСХНИЛ, 1989. 44 с.
- 4. Капсамун А.Д. Продуктивность и питательная ценность бобово-злаковых травостоев при сенокосном использовании на осущаемых землях Нечерноземья/ А.Д. Капсамун, Е.Н. Павлючик, Н.Н. Иванова и др. Вестник ГАУ северного Зауралья. 2007.-№2. С.55-62.
- 5. Кутузова А.А. Перспективные энергосберегающие технологии в луговодстве 21-го века. А.А. Кутузова// Кормопроизводство: проблемы и пути решения: сб.науч.тр. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. С.31-37.
- 6. Косолапов В.М. Новые сорта кормовых культур залог успешного развития кормопроизводства/ А.М. Косолапов, С.В. Пилипко, С.И. Костенко// Достижения науки и техники АПК.- 2015. т. 29. №4. С.35-37.
- 7. Косолапов, В.М. Повышение качества корма непременное условие успешного развития животноводства // Аграрная наука, 2008. №2008. №1. С.27-29
- 8. Лукашик Н.А. Зоотехнический анализ кормов / Н.А. Лукашик, В.А. Тащилин. М. 1970. С.78-85.
- 9. Новоселов Ю.К. Роль бобовых культур в совершенствовании полевого травосеяния/ Ю.К. Новоселов, А.С.Шпаков, М.И.Новоселов и др.//Кормопроизводство. 2010. №7. С.19-22.

- 10. Павлючик Е.Н. Формирование продуктивности люцерно-клеверо-злаковых травосмесей на северо-западе Нечерноземья /Мат. II Межд. науч.-практ. интернет-конф. Приморский НИИ аридного земледелия /Е.Н. Павлючик, А.Д. Капсамун, Н.Н.Иванова и др. 2007. С.790-794.
  - 11. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: изд-во МГУ, 1970. 342 с.
- 12. Справочник по кормопроизводству/5-е изд. перераб. и доп./ под редакцией В.М. Косолапова. М.: ГНУ ВНИИК. 2014. 717 с.

УДК 631.613

# ПРОДУКТИВНОСТЬ БОБОВО-МЯТЛИКОВЫХ ТРАВОСТОЕВ В РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЯХ

<sup>1</sup>Иванов Д.А., член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <sup>2</sup>Тюлин В.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <sup>1</sup>Анциферова О. Н., кандидат сельскохозяйственных наук, <sup>2</sup>Лотц П.С., аспирант <sup>1</sup>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), <sup>2</sup>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА,

г. Тверь, Россия

Луговые растительные сообщества обладают высокой способностью к аккумулированию природных источников энергии благодаря увеличению продолжительности периода вегетации злаковых трав, накоплению пластических веществ в органах возобновления для повторного отрастания, формированию дернового горизонта, снижающего непроизводительные потери биогенных элементов, повышению содержания гумуса в почве, долголетию фитоценозов и способности их к самовозобновлению, для бобово-злаковых агрофитоценозов — благодаря дополнительному биологическому фактору — азотфиксации атмосферного азота [1].

На агроландшафтном полигоне ВНИИМЗ изучались элементы системы земледелия применительно к конкретным параметрам агроландшафта. Исследования показали, что в транзитно-аккумулятивных ландшафтах складываются наиболее благоприятные условия для возделывания трав и зерновых. Повышение значимости многолетних трав как предшественников в

том, что они позволяют увеличить продуктивность пашни на 20-30% без существенных затрат. Использование зеленой массы второго укоса на сидераты обеспечивает поступление до 15 т зеленых удобрений в почву на гектар. При применении гербицидов в пределах элювиальных агроландшафтов необходимо учитывать набор культур в транзитных и аккумулятивных местоположениях, их отношение как к самому химикату, так и к продуктам его распада и т.д.[2]. Учёными Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель (ВНИИМЗ) представлены типовые модели ландшафтно-мелиоративной системы земледелия [3].

Бобовые виды трав имеют огромный потенциал возможностей в области кормопроизводства. Одним из них является увеличение урожайности травостоев за счёт расширения состава бобовых видов трав в смешанных бобово-злаковых посевах. Урожайность сухого вещества у многокомпонентных фитоценозов составляет 10-13 т/га, что на 15-20% выше, чем у традиционно рекомендуемых [4]. Во ВНИИМЗ установлено, что продуктивность сельхозкультур определяется почвенно-гидрологическими условиями, складывающимися под влиянием рельефа. Многолетние травы можно возделывать в любых микроландшафтах [5]. Изучение агроприемов в системе локальных севооборотов показало, что органо-минеральное питание, по сравнению органическим, на зерновых оказало наибольшее воздействие в транзитном и элювиально-аккумулятивном, меньшее — в северном транзитном агромикроландшафте. Прибавка составила соответственно 47, 42 и 38% [5].

Цель работы — определение эффективности уровня агротехнологий при возделывании многолетних травостоев короткоротационного севооборота в различных ландшафтах на дерново-подзолистых почвах

Исследования проводили в двух опытах. В опыте №1 2017-2019гг. на опытном поле ТГСХА на дерново-среднеподзолистых супесчаных почвах с содержанием гумуса 2,0-2,5%, фосфора 150-220мг/кг, калия 90-120мг/кг почвы, на трех фонах с различным уровнем минерального удобрения. Опыт закладывался в четырёх кратной повторности, методом рендомизации повторений, согласно общепризнанным методикам.

Схема опыта: Фактор А. Культуры звена зернопаротравяного севооборота: 1) овёс с подсевом клеверо-тимофеечной смеси, 2) мн. травы 1 г.п.,3)мн. травы 2 г.п., 4) мн. травы 3 г.п. Выводное поле люцерно-лядвенцетимофеечная травосмесь.

Фактор Б. Удобрения. Варианты нормы внесения минеральных удобрений: 1) Контроль без удобрений (0), 2) Минеральные удобрения — нитроаммофоска — при норме внесения по 24 кг/га N,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  ( $N_{24}P_{24}K_{24}$ ), 3) Минеральные удобрения при норме внесения по 48 кг/га N,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  ( $N_{48}P_{48}K_{48}$ ). Минеральные удобрения вносили в равных дозах под все культуры. В качестве минеральных удобрений применяли нитроаммофоску.

Объекты исследований – сорт люцерны посевной – Вега 87, тимофеевки луговой – ВИК 9, лядвенца рогатого – Луч.

Исследования проводили на опытном поле ТГСХА на дерново-среднеподзолистых супесчаных почвах с содержанием гумуса 2,0-2,5 %, фосфора 150-220 мг/кг, калия 90-120 мг/кг почвы, на трех фонах с различным внесением удобрений. Двухфакторный опыт закладывался в четырёх кратной повторности, методом рендомизации повторений и расщеплённых делянок по вариантам, согласно общепризнанным методикам.

Исследования в опыте №2 проводили на ландшафтном полигоне ВНИИМЗ в 2020году. Изучали изменения агрохимических, биологических и водно-физических свойств дерново-подзолистой почвы под сельскохозяйственными культурами зернотравяного севооборота в мелиорированных агроландшафтах, а также продуктивность клеверотимофеечной смеси в звене кормового севооборота (табл.1).

Таблица 1

#### Схема опыта

No॒	Варианты опыта					
1. Т-Аю	ранзитно-аккумулятивный микроландшафт южного склона					
2. Тю	ранзитный микроландшафт южного склона					
3. Э-Тю	Элювиально-транзитный микроландшафт южного склона					
4. Э-A	Элювиально-аккумулятивный (вершина холма)					
5. Э-Тс	Элювиально-транзитный микроландшафт северного склона					
6. Tc	Транзитный микроландшафт северного склона					
7. T-Ac	Транзитно-аккумулятивный микроландшафт северного склона					

Чередование культур в 2020 году:

- 1 озимая рожь (Дымка);
- 2 многолетние травы 1 г.п.(клеверотимофеечная смесь);
- 3 многолетние травы 2 г.п. (клеверотимофеечная смесь);
- 4 овес (Яков) + многолетние травы;
- 5 яровая пшеница (Злата);
- 6 сидерат (горчица);
- 7 многолетние травы 3 г.п. (клеверотимофеечная смесь).

Урожайность люцерно-лядвенце-тимофеечной смеси зависит от года пользования и уровня минерального питания. Больше всего продукции получено в 2019 году. В контрольном варианте без удобрений 34,5ц/га корм.ед. При внесении  $N_{48}P_{48}K_{48}-40,5$  ц/га. Меньше всего корм ед. получено в 2018 году без удобрений -29,6 ц/ га корм.ед.

Таблица 2 Урожайность люцерно-лядвенце-тимофеечной травосмеси, ц/га корм.ед.

№ варианта	Удобрения	2017г.	2018г.	2019 г.	В среднем за 3 года
1	Без удобрений	30,0	29,6	34,5	31,3
2	$N_{24}P_{24}K_{24}$	35,1	35,3	39,3	36,6
3	$N_{48}P_{48}K_{48}$	38,5	36,6	40,5	38,5
HCP05	1,7	1,2	1,0		_

Состав травосмеси в зависимости от года пользования изменялся. В 2017 году в составе травостоя преобладала люцерна синегибридная, ее количество составило 32,9%. Внесение минерального удобрения снижает ее долю участия. При этом увеличивалось содержание тимофеевки луговой до 39,5%. На третий год пользования в бобово-злаковой смеси доминантом стала тимофеевка луговая, в контрольном варианте ее участие составило 31,5% при внесении среднего уровня минеральных удобрений — 41,8%.

Таблица 3 Зависимость урожайности разновозрастных многолетних трав от условий агромикроландшафтов, 2020 год (корм.ед./га)

Варианты	Урожайность сена многолетних трав, ц/га корм. ед					
АМЛ	Мн. травы 1 г.п.	Мн. травы 2 г.п.	Мн. травы 3 г.п.			
Т-Аю	21,05	18,3	15,75			
Тю	26,7	24,75	21,25			
Э-Тю	28,15	28,65	23,35			
Э-А	27,95	32	25,4			
Э-Тс	27,7	20,5	26,8			
Tc	35,85	21,95	17,85			
T-Ac	33,05	25,05	18,85			
Среднее	28,65	24,45	21,3			
Hcp <sub>05</sub>	5,6	6,14	4,12			
HcpA	3,96	4,34	2,91			
Нсрв		3,07				

В 2020 году в опыте №2 условия для многолетних трав складывались благоприятно, их урожайность была от 18,3—35,5ц/га корм.ед. (табл. 3). Мн. травы 1 г.п. были самыми продуктивными, средняя урожайность составила

28,65 ц/га корм.ед., на транзите и транзитно-аккумулятивном вариантах отмечено повышение урожая до 35,85 ц/га корм. ед. Наиболее продуктивны травы 2 г.п. в вариантах элювиально-аккумулятивном и элювиально-транзитном южного склона 28.65 ц/га корм. ед. На мн. травах 3 г.п. отмечалось повышение урожайности сена на вариантах с элювиальными процессами в почве.

Заключение. При наблюдении за ботаническим составом разновозрастных многолетних трав в 2020 году отмечено, что доля клевера на травах невысокая: 36,5 % на травах 1 г. п., 14,9% на травах 2 г.п. и 15,1% на травах 3 г.п. Колебания по вариантам АМЛ на травах 1 г.п. составила от 0 до 49,2 %, на травах 2 г.п. – от 2,3 до 30,5 %, а на травах 3 г.п. – от 1,2 до 42,5 %. Доля внедрившегося разнотравья в травостоях составили 9,2% на многолетних травах 2 г.п., 15,3% на травах 3 г.п.. Таким образом, основную долю в средневозрастных травостоях составляет злаковый компонент.

#### Список литературы

- 1. Тюлин В.А. Создание и использование луговых травостоев. Тверь: Тверская ГСХА, 2018. 140c.
- 2. Ковалев Н.Г. Изучение элементов ландшафтно-мелиоративных систем земледелия/ Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов, О.В. Карасева, Л.И. Петрова // Мелиорация и водное хозяйство. 2000. №5. С.18-21.
- 3. Ковалев Н.Г. Формирование адаптивно -ландшафтной системы земледелия/ Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов. // Земледелие. 1999. №5. С.22-23.
- 4. Лазарев Н.Н., Тюлин В.А. Создание и использование сеяных сенокосов и паст-бищ. Монография / Н.Н. Лазарев, В.А. Тюлин. М: РГАУ–МСХА, 2019. 184с.
- 5. Тюлин В.А. Продуктивность сельскохозяйственных культур в различных микроландшафтах/ В.А. Тюлин, Д.А. Иванов, Л.И. Петрова, Р.А. Салихов // Земледелие. 2000. №2. С.18-19.
- 6. Тюлин В.А. Дифференциация агроприемов в условиях ландшафтного земледелия /В.А. Тюлин, О.В. Карасева, Л.И. Петрова, Р.А.Салихов, Д.А.Иванов//Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2001.№3. С.61-63.

# ВОЗДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОДНОВИДОВЫХ ПОСЕВОВ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ И ЗЛАКОВЫХ ТРАВ

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

В настоящее время цель сельскохозяйственного производителя – получение прибыли. Поэтому технология возделывания сельскохозяйственных культур должна обеспечивать не только рост их продуктивности, но и повышение эффективности производства. Большинство сельскохозяйственных предприятий в настоящее время работают по экстенсивным технологиям, следовательно, основным направлением роста эффективности производства является энергосбережение. Энергетическая оценка даёт возможность характеризовать растения, почву, агротехнологические мероприятия в одних единицах. Растущие затраты энергии на производство продуктов питания негативно сказываются на почве и экологической обстановке в целом. Необходимы технологические мероприятия, а также сельскохозяйственные культуры, которые помогают снижать созданное энергетическое давление. В этом плане неоценима роль многолетних трав, обеспечивающих наиболее дешёвые и экологически чистые корма [4].

Для предупреждения дальнейшего снижения плодородия необходимо принимать упреждающие меры, среди которых энергетически выгодным является выращивание многолетних бобовых и бобово-злаковых трав. Биологическое разнообразие трав позволяет создавать агрофитоценозы на почвах разной степени окультуренности, что обеспечит эффективное использование пашни, повысит содержание органического вещества в почве [5].

По данным Фигурина В. А. [5] на дерново-подзолистой сильнокислой почве со средним содержанием подвижного фосфора и обменного калия внесение извести и фосфорно-калийных удобрений в год посева трав способствовало достоверному повышению продуктивности лядвенце-тимофеечной травосмесии увеличению сбора сырого протеина в течение 3 лет жизни. Совместное применение минеральных удобрений и извести обеспечивало максимальный сбор сухого вещества — более 5,0 т/га, выход обменной энергии — более 50ГДж/га, сбор сырого протеина — более 0,60т/га.

Значительное повышение продуктивности кормопроизводства на осушаемых землях достигается при возделывании кормовых культур, обладающих высокими адаптационными свойствами к экстремальным условиям произрастания, дающих не только высокие урожаи высокорентабельных кормов, но и способствующих улучшению плодородия почв [3].

Создание и использование долголетних злаковых и более краткосрочных бобовозлаковых травостоев наглядно раскрывают важнейшую роль факторов биологизации и их влияния на повышение экономической эффективности технологий: за счёт долголетия травостоев значительно уменьшается потребность в капитальных вложениях, за счёт использования биологического источника азота происходит замена минеральных удобрений, а при переходе на технологию многоукосного использования сенокосов повышается качество объёмистых кормов, особенно по обеспеченности корма переваримым протеином, что снижает расход белковых концентратов в рационах жвачных животных [2].

Лядвенец рогатый — одна из перспективных культур, но мало используемая в сельском хозяйстве. А между тем, лядвенец — это ценная бобовая кормовая культура, которая прекрасно поедается в сыром, сухом и переработанном виде всеми видами сельскохозяйственных животных. Это растение возможно выращивать и в чистом виде, и в смешанных посевах.

Для изучения влияния минеральных удобрений на продуктивность лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus L.*) сорта Луч и тимофеевки луговой (*Phleum pratense*) сорта ВИК 9 в 2016 г. был заложен полевой опыт на кафедре ботаники и луговых экосистем ФГБОУ ВО Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, близка к нейтральной кислотности, содержание гумуса в среднем 2,0%, фосфора — в среднем 200мг, калия –100 мг на 100 г почвы.

Схема опыта следующая: 1 вариант — контроль; 2 вариант — внесение  $K_2O$  60 д.в. на 1 га; 3 вариант — внесение  $K_2O$  90 д.в. на 1 га. Хлористый калий вносили одновременно с посевом. В дальнейшем удобрения вносили под кождый укос. Повторность 3-х кратная, площадь делянок  $10\text{м}^2$ . Учет и наблюдения проводились с использованием общепринятых методик (Методика ВНИИ кормов, 1986; Методика ВАСХНИЛ, 1986; Б.А. Доспехов, 1985).

В 2020 году на травах 4 года пользования были получены несколько большая продуктивность многолетних трав в сравнении с 2019 годом (травы 3 года пользования): без внесения удобрений в первом укосе урожайность тимофеевке луговой составила в среднем 30,5 ц/га сухой массы. При внесении удобрений на 3 тыс.к.ед. урожая продуктивность была получена в пределах 36,5 ц/га и на 3 варианте (внесение удобрений на 6 тыс.к.ед. урожая)

-43,1 ц/га. На лядвенце рогатом соответственно были получены следующие результаты -29,3,30,2 и 33,4 ц/га сухой массы. При втором укосе была получена несколько меньшая продуктивность — соответственно по вариантам на тимофеевке луговой — 16,7,20,3 и 23,8 ц/га сухой массы, и на лядвенце рогатом — 21,3,23,5 и 26,8 ц/га.

Таким образом, результаты исследований показывают положительное влияние внесения минеральных удобрений на продуктивность бобового и злакового компонента в одновидовых посевах на дерново-подзолистых почвах в условиях Тверского региона.

#### Список литературы

- 1. Золотарев В. Н., Сапрыкин С. В. Травосеяние и семеноводство многолетних трав в структуре растениеводства как основа биологизации земледелия и развития кормопроизводства в региональном аспекте//Кормопроизводство, 2020. № 5. с.3-15.
- 2. Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Родионова А.В., Жезмер Н.В., Проворная Е.Е., Запивалов С.А. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов. //Кормопроизводство, 2020. № 3. с.3-8.
- 3. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья / В.А. Тюлин, Н.Н. Лазарев, Н. Н. Иванова, Д. А. Вагунин. Тверь: Тверская ГСХА, 2014. 234 с.
- 4. Петрук В.А., Вотяков А.О. Экономическая и энергетическая эффективность создания сенокосов и пастбищ в лесостепной зоне Западной Сибири. //Кормопроизводство, 2020. № 8. с.11-14.
- 5. Фигурин В. А., Кислицына А. П. Продуктивность и питательная ценность лядвенце-тимофеечных травостоев при разном уровне минерального питания и известковании. //Кормопроизводство, 2020. № 7. с.23-27.

# АДАПТИВНОСТЬ САМОВОЗОБНОВЛЯЮЩИХСЯ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВОСТОЕВ В УСЛОВИЯХ ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Иванова Н.Е., кандидат сельскохозяйственных наук, Капсамун А.Д., доктор сельскохозяйственных наук, Павлючик Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук. ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Развитие кормовой базы животноводства связано с оптимизацией соотношения и структуры пашни, лугопастбищного хозяйства и животноводства по экологическим и социально-экономическим условиям. Эта задача сопряжена с повышением роли культурного лугопастбищного хозяйства. В Нечерноземной зоне из 37 млн. га сельскохозяйственных угодий 9,5 млн. га занимают пастбища. Продуктивность их не велика и не устойчива по годам. Расходы на корма в молочном животноводстве составляют более 60% от общих затрат. Себестоимость пастбищных кормов в 1,6раза ниже силосных кормов. Продуктивность 1га культурных пастбищ в передовых хозяйствах Центрального Нечерноземья составляет 5-6тыс. кормовых единиц, себестоимость 1к.ед. 1,5-2,5 руб. Продуктивное долголетие коров составляет 4,5-5лет при среднем показателе по отрасли молочного скотоводства не более 3,3, в промышленных молочных комплексах 1,5-2,5 года. При стойловом содержании 10-16% скота идет на выбраковку по болезням конечностей. Все это убедительно свидетельствует о необходимости пересмотра отношения к созданию и использованию культурных пастбищ, как основы летнего содержания молочного скота. Важным фактором повышения эффективности лугопастбищного хозяйства и соответственно молочного скотоводства, тем более при нехватке удобрений, является увеличение площадей лугов с бобово-злаковыми травостоями [2, 4].

С учетом изменения климатических условий в регионах с развитым животноводством требуются корректировка и расширение видового состава многолетних трав и технологий их возделывания для стабилизации продуктивности травосеяния, создания бесперебойного зеленого и сырьевого конвейеров. Повышение видового и сортового разнообразия, введение эффективности.

тивных смешанных посевов позволит повысить устойчивость кормопроизводства, улучшить качество кормов, а также создаст условия для рационального природопользования [1, 3].

Продление продуктивного долголетия травостоев может достигаться за счет подбора компонентов травосмесей с учетом экологических условий местообитания включаемых видов. При создании краткосрочных сеяных лугов затрачиваются дополнительные средства на перезалужение, при этом биологический потенциал долголетия многолетних трав (и в первую очередь корневищных злаков) реализуется не полностью [7].

Исследования направлены на изучение адаптивных реакций бобово-злаковых агрофитоценозов с участием самовозобновляющихся видов многолетних трав и их перспективность для создания лугопастбищного хозяйства и повышения устойчивости осущаемых агроландшафтов Нечерноземья.

Экспериментальные исследования проводятся на опытном участке ВНИИМЗ на травосмесях с участием самовозобновляющихся низовых злаковых трав: полевицы гигантской, мятлика лугового и овсяницы красной. Опыт заложен 2018 года на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве осущаемой закрытым гончарным дренажем. Глубина залегания дрен 0,8-1,0м, расстояние между дренами 38 метров. Опыт включает 12 пастбищных бобово-злаковых травосмесей разной комбинации (табл. 1)

Известно, что мятлик луговой полевица гигантская и овсяница красная полного развития достигают на 3-5 год, для ускорения формирования травостоя и снижения засоренности в травосмесь включили овсяницу тростниковую, райграс пастбищный, тимофеевку луговую. Клевер ползучий, люцерну изменчивую и лядвенец рогатый ввели в состав смеси для обогащения злаковых трав биологическим азотом.

Влияние технологических реакций на формирование продукционного процесса бобово-злаковых травостоев изучается на двух уровнях питания (без удобрений и на фоне  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ).

Размер делянки 160м<sup>2</sup>, повторение опыта четырёхкратное. Варианты опыта расположены систематически в 2 яруса. Посев травосмесей осуществлен селякой СЗН 3,6 рядовым способом. Нормы высева семян были определены с учетом рекомендаций ВНИИ кормов и высеяны согласно схеме опыта.

Режим использования травостоев — имитация выпаса (скашивание травостоев в фазу пастбищной спелости). На травостоях проводили Зцикла имитации стравливания.

Таблица 1 Видовой и сортовой набор бобово-злаковых травосмесей

ри- анта         Видовой и сортовой состав травосмеси         сева семян, кг /га           1         Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87         3+3+8+4+6           2         Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвевец рогатый Солньшко         3+3+8+4+6           3         Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87         3+3+8+4+6           4         Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко         3+3+8+4+6           5         + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко         3+3+8+4+6           6         Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87         3+3+8+4+6           7         Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко         3+3+8+4+6           9         Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко         3+3+8+4+6           10         Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 70 + райграс п	№ва-		Норма вы-
Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + Клевер ползучий ВИК 70 + овсяница з+3+8+4+6  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница 3+3+8+4+6  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница 3+3+8+4+6  Попсерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница 3+3+8+4+6	ри-	Видовой и сортовой состав травосмеси	-
1 пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая ВИК 2+ клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница з+3+8+4+6  Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка пуговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко	_	• •	
Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + Клевер ползучий ВИК 70 + овсяница денинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Обезница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Обезница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Обезница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Обезница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Обезница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Обезница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Обезница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко		Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + райграс	
Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + Клевер ползучий ВИК 70 + овсяница денинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Обезница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Обезница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Обезница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Обезница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Обезница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Обезница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Обезница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко	1	пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 +	3+3+8+4+6
2 пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87 Полевица гигантская ВИК 2+клевер ползучий ВИК 70+ овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Мятлик луговой Балин + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграе пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграе пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87 Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграе пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87 Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграе пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87 Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87 Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87			
Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87 Полевица гигантская ВИК 2+клевер ползучий ВИК 70+ овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Мятлик луговой Балин + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87 Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87 Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница 3+3+8+4+6		Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + райграс	
Полевица гигантская ВИК 2 + клевер ползучий ВИК 70 + овеяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Полевица гигантская ВИК 2+клевер ползучий ВИК 70+ овеяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овеяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овеяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овеяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87  Овеяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овеяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овеяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овеяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овеяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Овеяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овеяница 3+3+8+4+6	2	пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 +	3+3+8+4+6
3		•	
Полевица гигантская ВИК 2+клевер ползучий ВИК 70+ овсяница тростниковая Лосинка+ тимофеевка луговая Ленинградская 204+ лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + Клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница 3+3+8+4+6			
4 Полевица гигантская ВИК 2+клевер ползучий ВИК 70+ овсяница тростниковая Лосинка+ тимофеевка луговая Ленинградская 204+ лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70+ овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница за 3+3+8+4+6	3	тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 +	3+3+8+4+6
4 тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204+ лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> Мятлик луговой <i>Балин</i> + Клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + Райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + Тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + Люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Мятлик луговой <i>Балин</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> Мятлик луговой <i>Балин</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Мятлик луговой <i>Балин</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> Овеяница красная <i>Максима</i> + Клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + Райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + Тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + Люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овеяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> Овеяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овеяница тростниковая <i>Лосинка</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овеяница тростниковая <i>Лосинка</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овеяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овеяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овеяница 3+3+8+4+6			
лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70+овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87 Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница 3+3+8+4+6			
5         Мятлик луговой Балин + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66+ Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87         3+3+8+4+6           6         Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко         3+3+8+4+6           7         Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко         3+3+8+4+6           8         Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70+овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко         3+3+8+4+6           9         Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко         3+3+8+4+6           10         Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный вИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко         3+3+8+4+6           10         Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87         3+3+8+4+6           11         Постниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87         3+3+8+4+6           10         Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая	4		3+3+8+4+6
5 + Райграс пастбищный ВИК 66+ Тимофеевка луговая  Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница з+3+8+4+6  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница з+3+8+4+6		•	
1		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	3+3+8+4+6
6       Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко       3+3+8+4+6         7       Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко       3+3+8+4+6         8       Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70+овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко       3+3+8+4+6         9       Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко       3+3+8+4+6         10       Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко       3+3+8+4+6         11       Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87       3+3+8+4+6         Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87       3+3+8+4+6	5		313101710
6 пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70+овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница з+3+8+4+6  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница з+3+8+4+6			
Пядвенец рогатый Солнышко  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70+овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87			3+3+8+4+6
7 Мятлик луговой <i>Балин</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> 8 Мятлик луговой <i>Балин</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> +овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> 9 Овсяница красная <i>Максима</i> + Клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + Райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + Тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + Люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> 10 Пастбищный <i>ВИК 66</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> 11 Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница 3+3+8+4+6	6		
7 Тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70+овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница 3+3+8+4+6  З+3+8+4+6		•	
люцерна изменчивая Вега 87         8       Мятлик луговой Балин + клевер ползучий ВИК 70+овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко       3+3+8+4+6         9       Овсяница красная Максима + Клевер ползучий ВИК 70 + Райграс пастбищный ВИК 66 + Тимофеевка луговая Ленинградская 204 + Люцерна изменчивая Вега 87       3+3+8+4+6         10       Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко       3+3+8+4+6         11       Тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87       3+3+8+4+6         Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87       3+3+8+4+6         Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница значний вик то не преденения вик то			3+3+8+4+6
8 Мятлик луговой <i>Балин</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> +овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> 9 Овсяница красная <i>Максима</i> + Клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + Райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + Тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + Люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> 10 Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> 11 Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница 3+3+8+4+6	/		
8 тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> 9 Овсяница красная <i>Максима</i> + Клевер ползучий <i>ВИК</i> 70 + Райграс пастбищный <i>ВИК</i> 66 + Тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + Люцерна изменчивая <i>Вега</i> 87  10 Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК</i> 70 + райграс пастбищный <i>ВИК</i> 66 + тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> 11 Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК</i> 70 + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + люцерна изменчивая <i>Вега</i> 87  Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК</i> 70 + овсяница 3+3+8+4+6			
лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + Клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + Райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + Тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + Люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница 3+3+8+4+6	0		3+3+8+4+6
Овсяница красная <i>Максима</i> + Клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + Райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + Тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + Люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница 3+3+8+4+6	8		
9 пастбищный <i>ВИК 66</i> + Тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + Люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница 3+3+8+4+6			
Люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + райграс пастбищный ВИК 66 + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + лядвенец рогатый Солнышко  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 + люцерна изменчивая Вега 87  Овсяница красная Максима + клевер ползучий ВИК 70 + овсяница 3+3+8+4+6	Q		3+3+8+4+6
Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + райграс пастбищный <i>ВИК 66</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница 3+3+8+4+6			
10 пастбищный <i>ВИК 66</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница 3 + 3 + 8 + 4 + 6		•	
лядвенец рогатый <i>Солнышко</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница 3 + 3 + 8 + 4 + 6	10		3+3+8+4+6
Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская 204</i> + люцерна изменчивая <i>Вега 87</i> Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК 70</i> + овсяница 3+3+8+4+6			
11 тростниковая <i>Лосинка</i> + тимофеевка луговая <i>Ленинградская</i> 204 + люцерна изменчивая <i>Вега</i> 87  Овсяница красная <i>Максима</i> + клевер ползучий <i>ВИК</i> 70 + овсяница			2 2 6 1 5
люцерна изменчивая $Beza 87$ Овсяница красная $Makcuma + $ клевер ползучий $BUK 70 + $ овсяница $3 + 3 + 8 + 4 + 6$	11		3+3+8+4+6
Овсяница красная $Mаксима +$ клевер ползучий $BUK70 +$ овсяница			
			2 . 2 . 0 . 4 . 6
12   Тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинграоская 204 +	12	тростниковая Лосинка + тимофеевка луговая Ленинградская 204 +	3+3+8+4+6
лядвенец рогатый Солнышко			

Наблюдения, замеры, учеты проводились в соответствии требованиям существующих методических пособий [5, 6]. Статистическую обработку результатов полевого эксперимента проводили методом дисперсионного анализа. Оценка качества зеленой массы и агрохимический анализ почвенных

образцов проведены по существующим методам в лаборатории массовых анализов ВНИИМЗ.

Продуктивность бобово-злаковых травостоев в той или иной степени зависит от погодных условий места произрастания, где они формируются.

Метеорологические условия в годы проведения исследований в целом были благоприятными для исследуемых бобовых и злаковых трав, как по влагообеспеченности, так и по температурному режиму.

Но наиболее благоприятные условия для роста, развития и формирования продукционного процеса изучаемых травостоев в условиях осущаемых земель можно считать сумму осадков за пастбищный сезон 300-350 мм и среднесуточную температуру воздуха 12-15  $^{\circ}$ C.

Исследования позволили оценить адаптивные реакции, роль видового состава и влияние удобрения на формирование продуктивности травостоев.

Установлено, что неудобренные травостои 2 года пользования, созданные на основе низовых злаков, сформировали на гектаре 15,5-18,9 тонну зеленой массы. Травостоями с полевицей получено в среднем 17,0 т/га, с мятликом — 17,2, с овсяницей красной — 17,0 т/га зеленой массы. Травосмеси, в составе которых имеется райграс пастбищный, обеспечивали большую продуктивность 17,2-17,5 т/га, что на 2,4-2,7 тонны с гектара по сравнению с травостоями с овсяницей тростниковой (16,6-16,8 т/га). Значения урожайности травостоев в зависимости от вида бобового компонента (люцерна изменчивая и лядвенец рогатый) изменялись по разному. Так в полевицевых и мятликовых травостоях наибольший сбор зеленой массы был с люцерной изменчивой — 15,4-17,8 т/га, что на 0,6-1,6 т/га больше урожайности травостоев с лядвенцем рогатым. А травостои овсяницы красной при включении лядвенца обеспечивали большую урожайность (17,2 т/га), чем при включении люцерны изменчивой (16,9 т/га).

Внесение удобрений способствовало росту продуктивности самовозобновляющихся травостоев (табл. 2). Урожайность зеленой массы исследуемых травостоев увеличивалась на 6,3-13,6 тонн на гектаре или в 1,5 и более раза. Наибольшую прибавку зеленой массы обеспечивали травостои с участием полевицы гигантской (7,0-13,6 т/га) и травостои мятлика лугового -7,2-11,5 т/га. Травосмеси с овсяницей красной менее реагировали на внесение удобрения, и их прибавка была -6,3-10,3 тонн с гектара. Нужно отметить, что травостои, имеющие в своем составе лядвенец рогатый, в зависимости от видового состава травосмесей показали большую прибавку урожайности от 6,0 до 13,6т/га (9,6т/га), чем травостои с люцерной изменчивой -7,0-9,6т/га (8,3т/га).

Таблица 2 Влияние минеральной подкормки на урожайность зеленой массы самовозобновляющихся травостоев, 2020 г.

Вариант опыта	зеленой	йность и массы,	Прибавка зеленой массы от	Содержание сухого вещества, %	
(видовой состав травостоя)	без удоб.	с удоб.	удобрений, <u>+</u> т/га	без удоб.	с удоб.
1. Полевица гигантская + клевер ползучий + райграс пастбищный + тимофеевка луговая + люцерна изменчивая	17,5	26,1	8,6	20,0	18,9
2. Полевица гигантская + клевер ползучий + райграс пастбищный + тимофеевка луговая + лядвенец рогатый	16,9	30,5	13,6	19,1	18,6
3. Полевица гигантская +клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимофеевка луговая + люцерна изменчивая	18,2	25,2	7,0	21,0	17,9
4. Полевица гигантская + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимофеевка луговая + лядвенец рогатый	15,5	25,5	10,0	0,20	19,2
5. Мятлик луговой + клевер ползучий + райграс пастбищный + тимофеевка луговая люцерна изменчивая	18,9	26,1	7,2	20,6	18,8
6. Мятлик луговой + клевер ползучий + райграс пастбищный + тимофеевка луговая + лядвенец рогатый	16,8	25,2	8,4	19,3	17,8
7. Мятлик луговой + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимофеевка луговая + люцерна изменчивая	17,4	25,4	8,0	22,2	19,3
8. Мятлик луговой + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимофеевка луговая + лядвенец рогатый	16,0	27,5	11,5	22,1	18,3
9. Овсяница красная + клевер ползучий + райграс пастбищный + тимофеевка луговая + люцерна изменчивая	17,1	25,3	8,2	20,2	18,6
10. Овсяница красная +клевер ползучий + райграс пастбищный + тимофеевка луговая + лядвенец рогатый	17,9	24,2	6,3	20,6	19,2
11. Овсяница красная + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимофеевка луговая + люцерна изменчивая	16,7	26,3	9,6	20,2	20,0
12. Овсяница красная + клевер ползучий + овсяница тростниковая + тимофеевка луговая + лядвенец рогатый	16,4	26,7	10,3	21,8	18,6
HCP <sub>005</sub>	1,100	1,029			

Урожайность сухого вещества травостоев различного ботанического состава на дерново-подзолистых почвах Нечернозёмной зоны определялась

составом и соотношением компонентов смеси, и погодными условиями вегетационного периода.

Таблица 3 Продуктивность самовозобновляющихся травостоев 3-го года жизни, т/га, 2020 г.

	Прод	уктивно	ость пас	тбищнь	іх траво	стоев
Вариант опыта	зеле	еная	сухая	масса,	Корг	и.ед,
(видовой состав травостоя)	масса	а, т/га	T/	га	тыс	:./га
	без	С	без	С	без	c
	удоб.	удоб.	удоб.	удоб.	удоб.	удоб.
1. Полевица гигантская + клевер ползучий					_	·
+ райграс пастбищный + тимофеевка	17,5	26,1	3,50	4,94	2,80	3,95
луговая + люцерна изменчивая	ŕ		,	,	,	,
2. Полевица гигантская + клевер ползучий						
+ райграс пастбищный + тимофеевка	16,9	30,5	3,23	5,70	2,58	4,56
луговая + лядвенец рогатый	ĺ	ĺ		,	,	Í
3. Полевица гигантская + клевер ползучий						
+ овсяница тростниковая + тимофеевка	18,2	25,2	3,98	4,53	3,18	3,62
луговая + люцерна изменчивая	- ,	- ,	- ,	,	- , -	- , -
4. Полевица гигантская + клевер ползучий						
+ овсяница тростниковая + тимофеевка	15,5	25,5	3,24	4,89	2,59	3,91
луговая + лядвенец рогатый	- 9-	- ,-	- ,	,	,	- ,-
5. Мятлик луговой + клевер ползучий +						
райграс пастбищный + тимофеевка	18,9	26,1	3,89	4,92	3,11	3,94
луговая люцерна изменчивая			-,		,,,,,,	- ,
6. Мятлик луговой + клевер ползучий +						
райграс пастбищный + тимофеевка	16,8	25,2	3,24	4,49	2,60	3,59
луговая + лядвенец рогатый	10,0		,	.,.,	_,00	0,00
7. Мятлик луговой + клевер ползучий +						
овсяница тростниковая + тимофеевка	17,4	25,4	3,86	4,91	3,10	3,93
луговая + люцерна изменчивая	, ,	,	,,,,,	.,.	,,,,,,	- ,
8. Мятлик луговой + клевер ползучий +						
овсяница тростниковая + тимофеевка	16,0	27,5	3,56	5,02	2,85	4,02
луговая + лядвенец рогатый		, , -	- ,	-,	_,-,	.,
9. Овсяница красная + клевер ползучий +						
райграс пастбищный + тимофеевка	17,1	25,3	3,46	4,72	2,77	3,78
луговая + люцерна изменчивая	, _		,,,,	-,	_,	2,, 3
10. Овсяница красная + клевер ползучий +						
райграс пастбищный + тимофеевка	17,9	24,2	3,69	4,65	2,95	3,72
луговая + лядвенец рогатый	17,5	2 .,2	3,07	.,02	2,70	3,72
11. Овсяница красная + клевер ползучий +						
овсяница тростниковая + тимофеевка	16,7	26,3	3,38	5,27	2,70	4,22
луговая + люцерна изменчивая	10,7	20,5	2,50	2,2,	_,,,	.,22
12. Овсяница красная + клевер ползучий						
ВИК 70 + овсяница тростниковая + тимо-	16,4	26,7	3,57	4,96	2,86	3,97
феевка луговая + лядвенец рогатый	10,1	20,7	3,37	1,,,0	2,00	5,71
НСР 005	1,100	1,029	0,066	0,105	0,052	0,084
1101 005	1,100	1,047	0,000	0,103	0,032	0,00

По данным исследований, наибольшую продуктивность, по фону удобрений, за сезон, обеспечивали травостои с полевицей гигантской 25,2-30,5 т/га зеленой массы, 4,53-5,70 т/га сухой массы и 3,62-4,56 тыс. корм. ед./га (табл. 3). Травосмеси с овсяницей красной среди изучаемых травостоев имели наименьший сбор пастбищного корма 24,2-26,7 т/га зеленой массы.

Самовозобновляющиеся травостои, созданные с участием полевицы гигантской, мятлика лугового и овсяницы красной, в агроклиматических условиях 2020 года, на естественном фоне произрастания обеспечивали получение с гектара 17,0-17,5 тонн зеленой массы, 3,23-3,98 тонн сухой массы, 2,58-3,18 тыс. кормовых единиц.

Одним из важных критериев оценки адаптивных реакций растений являются урожайность надземной массы и её биохимический состав.

Биохимический состав корма определяется многими факторами: ботаническим составом, фазой вегетации, почвенно-климатическими условиями и агротехническими приемами.

Питательная ценность растений определяется по количеству белка, жира, клетчатки и их специфическому действию на продуктивность животных. Увеличение частоты скашивания повышает содержание сырого протеина, жира, снижает содержание клетчатки.

Продуктивность животных в значительной мере зависит от обеспеченности корма протеином. Недостаток его приводит к перерасходу на единицу продукции, а избыток нарушает обмен веществ. По данным многих ученых-луговодов, при выпасе коров содержание сырого протеина в траве должно быть на уровне 14-15%.

В зеленой массе трав третьего года жизни содержание сырого протеина колебалось от 14-19% от абсолютно сухой массы, что соответствует зоотехническим нормам кормления. Более качественный корм по этому показателю был на травостое, в состав которого входила люцерна изменчивая -18,91-19,08%. Люцерна образовывала много прикорневых листьев, а по содержанию сырого протеина и других питательных веществ листья превосходят стебли в 2-3 раза.

Сырой жир является важным источником полинасыщенных жирных кислот. Следует отметить, что его количество увеличивается в зависимости от года пользования травостоями. На 2 год пользования его содержание выросло до 4,39-4,50%. Содержание жира в траве в размере 4-5% от сухого вещества считается достаточным для обеспечения потребности коров.

Большое физиологическое значение для молочного скота имеет клетчатка. Содержание сырой клетчатки в растениях определялось долей злакового компонента в травостое. В пастбищном корме всех изучаемых травостоев среднее ее содержание находилось в пределах 25,6-30,6% и соответствовало потребности различных видов животных. Наибольшее содержание сырой клетчатки по годам пользования отмечалось в травостоях с высоким содержанием злаковых видов трав — 31,9%. В этих травостоях наряду с листовым аппаратом активно развивались стебли, отличающиеся грубым строением.

Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) и в особенности легкорастворимые углеводы служат источником энергии для животных. В наших исследованиях содержание БЭВ в зеленой массе в зависимости от видового состава травостоев изменялось незначительно. Наибольшим оно было в травостое с лядвенцем рогатым 48,5-50,5%.

Содержание сырой золы в корме колебалось от 5,54 до 8,39%. При высоком содержании в травостоях злаковых видов трав содержание золы увеличивалось на 0,3-0,5%. Изучаемые травостои в условиях мелиорированных земель формируют биомассу с высоким содержанием сырого протеина (14-19%) и низким сырой клетчатки.

Полученная информация о формировании адаптивных реакций бобовозлаковых травостоев на осущаемых землях позволила выявить оптимальные травосмеси, созданные с участием самовозобновляющихся видов трав.

В условиях вегетационного периода 2020 года, на 3й год жизни, наиболее устойчивыми к сохранению бобовых видов, внедрению разнотравья и низкоурожайных видов злаковых трав являются травостои на естественном фоне произрастания (без удобрений), обеспечившие получение с гектара 17,0-17,5 тонн зеленой массы, 3,23-3,98 тонн сухой массы, 2,58-3,18 тыс. кормовых единиц.

По фону удобрений наибольшую продуктивнось, за сезон, обеспечивали травостои с полевицей гигантской 25,2-30,5т/га зеленой массы. Травосмеси с овсяницей красной среди изучаемых травостоев имели наименьший сбор корма 24,2-26,7 т/га зеленой массы.

Исследованиями установлено, что использование сортов иностранной селекции (мятлика лугового Балин и овсяницы красной Максима) в климатических условиях 2020 года и при почвенно-мелиоративной обстановке осущаемых земель является менее результативным.

Таким образом, при создании пастбищ длительного использования в

районах рискованного земледелия в условиях осущаемых земель необходимо учитывать адаптивные реакции травостоев, что позволит получать высокие урожаи высококачественного зеленого корма, сбалансированного по всем основным элементам питания при сохранении плодородных характеристик почвы.

#### Список литературы

- 1. Беляк В.Б. Новые компоненты сенокосно-пастбищных смесей для лесостепной зоны/ В.Б.Беляк, О.А.Тимошкин, В.И.Болахнова //Кормопроизводство. 2016. №12. С.7-11.
- 2. Кирюшин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. СПб: ООО «Квадро», 2020. 276 с.
- 3. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология /В.М.Косолапов, И.А.Трофимов, Г.Н.Бычков, Л.С.Трофимова, Е.П.Яковлева //Кормопроизводство. 2016. №8. С.3-10.
- 4. Ларетин Н.А. Экономические проблемы развития лугопастбищного хозяйства в условиях Российского Нечерноземья //Сб. научных трудов «Роль культурных пастбищ в развитии молочного скотоводства Нечерноземной зоны России в современных условиях». М.: Угрешская типография, 2010. С. 26-31.
- 5. Методика опытов на сенокосах и пастбищах / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. Москва, 1996. С.143.
- 6. Проведение научных исследований на мелиорированных землях избыточно увлажненной части СССР, Методические указания. ВНИИМЗ, 1984. 163с.
- 7. Ускоренное освоение залежных земель под пастбища и сенокосы на основе многовариантных технологий по зонам России: практическое руководство. М.: РЦСК, 2010. 48 с.

## ПРОДУКТИВНОСТЬ И КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ КЛЕВЕРО-ЛЮЦЕРНО-ЗЛАКОВЫХ КОРМОВЫХ ТРАВОСМЕСЕЙНА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Павлючик Е.Н.,** кандидат сельскохозяйственных наук, **Капсамун А.Д.,** доктор сельскохозяйственных наук, **Иванова Н.Н.,** кандидат сельскохозяйственных наук,

#### Епифанова Н.А.

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

Для Нечерноземной зоны, где складываются благоприятные условия увлажнения (К увл. близок к 1), большое значение имеет создание высокопродуктивных посевов многолетних бобовых трав, позволяющих наиболее полно использовать влагу и фотосинтетически активную радиацию, накапливать в почве наибольшее количество азота и органического вещества. К таким культурам относятся люцерна изменчивая (Medicago sativa L.) и традиционный для зоны клевер луговой (Trifolium pratense L.).

Интенсивные сорта клевера лугового и люцерны изменчивой отличаются повышенным потенциалом продуктивности, долголетием, многоукосностью, высокими кормовыми и агротехническими достоинствами [1,7].

Подбор и оптимальное соотношение новых сортов клевера лугового при использовании в сенокосных смесях с более долголетней бобовой культурой — люцерной изменчивой, способствует значительному снижению затрат на производство кормов и увеличению их количества, качества и долголетия, сбалансированности кормовых рационов по элементам питания и обеспечению сохранения и повышения почвенного плодородия.

Введение интенсивных, более адаптированных сортов кормовых трав и приёмы эффективного их использования способствуют увеличению стабильной продуктивности кормовых угодий, повышают ареал их распространения и эффективность использования почвенно-климатических ресурсов [3].

При использовании бобово-злаковый травостоев сохраняется и повышается плодородие почв; минимизируется обработка почвы, в итоге снижается техногенное воздействие на почву; отказ от применения химических средств защиты растений позволяет получать благодаря фитосанитарным свойствам клевера и люцерны экологически чистую продукцию; разные

сроки поспевания трав позволяют создавать устойчивую и высокопродуктивную агроэкосистему.

Исследования проводились в полевых опытах (2018-2020гг.) на дерново-подзолистых осущаемых почвах на полевом полигоне ВНИИМЗ в Тверской области. Объектами исследований являлись клевер луговой, люцерна изменчивая, тимофеевка луговая, овсяница луговая, используемые в смеси.

В смесях использовались новые сорта клевера лугового: Кретуновский, который отличается раннеспелостью, высокой зимостойкостью, влаголюбием, устойчивостью к полеганию. Не менее зимостойкими являются сорта Грин и Шанс (90-100 %). Отличие сорта Грин состоит в толерантности к повышенной кислотности почвы, что является важным условием получения стабильной урожайности на кислых почвах [4].

Изучаемые сорта клевера лугового созданы селекционерами Фалёнской селекционной опытной станции (филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, Кировская область).

Закладка опыта проводилась по методике Б.А. Доспехова, проведение исследований основывалось на использовании методических рекомендаций по рациональному использованию осущаемых земель в Нечернозёмной зоне России, методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [2,5,6].

Результаты показали, что агроклиматическая обеспеченность урожайности изучаемых культур отличалась от среднемноголетних показателей. Наибольшим колебаниям подвержены: суммарное водопотребление, сумма осадков, коэффициент увлажнения. Радиационный баланс по годам за вегетацию травосмесей был выше среднемноголетних показателей. Осадков в годы исследований (2019 и 2020) в период вегетации трав выпадало выше нормы. ГТК в первый год составил 1,24, во второй 2,3.

Благодаря своим биологическим особенностям и полному использованию природных ресурсов многолетние бобово-злаковые травосмеси в 1-ый и 2-ой все годы формирует высокую урожайность зелёной, сухой и кормовой массы (табл. 1).

В целом продуктивность сухой массы травосмесей 1-го года пользования с участием клевера лугового новых сортов составила за 2 укоса 7,0-9,1т/га. Следует отметить, что в зависимости от злакового компонента наиболее продуктивны смеси с участием тимофеевки луговой -8,6т/га сухой массы, ниже урожай смесей, в состав которых входила овсяница -7,6т/га.

Таблица 1 Урожайность многолетних бобово-злаковых травосмесей в сумме за 2 укоса

	Уро	жай	Сб	op	Вы	ход	
T.C.	зелёной		сухой массы,		кормовых ед.,		
Культура	массь	ı, т/га	<b>T</b> /1	га	тыс	тыс./га	
	2019	2020	2019	2020	2001	2002	
Клевер луг. Грин, люцерна изм.							
Вега87 тимофеевка луг. ВИК 9	33,8	35,0	9,1	8,7	7,8	7,2	
Клевер луг. Кретуновский, люцерна							
изм. Вега 87, тимофеевка луг. ВИК 9	34,4	37,4	9,1	9,2	7,7	7,7	
Клевер луг. Фаленский 86, люцерна							
изм. Вега 87, тимофеевка луг. ВИК 9	32,8	38,0	8,4	9,4	7,2	7,8	
Клевер луг. Шанс, люцерна изм. Вега							
87, тимофеевка луг. ВИК 9	29,2	39,6	7,6	9,6	6,5	8,0	
Клевер луг. Грин, люцерна изм. Вега							
87, овсяница луг. Сахаровская	30,8	31,4	7,4	8,2	6,2	6,8	
Клевер луг. Кретуновский люцерна							
изм. Вега87 овсяница луг. Сахаров-	31,0	33,3	7,8	8,2	6,6	6,9	
ская	31,0	33,3	7,0	0,2	0,0	0,7	
Клевер луг. Фаленский86, люцерна							
изм. Вега87 овсяница луг. Сахаров-	26,0	33,0	7,0	7,7	6,0	6,4	
ская	20,0	33,0	7,0	,,,	0,0	0,1	
Клевер луг. Шанс люцерна изм. Вега							
87 овсяница луг. Сахаровская	30,6	34,0	7,8	8,6	6,6	7,3	
HCP <sub>0.05</sub>	4,920	2,172	1,308	1,017	2,246		

Анализ полученных данных в зависимости от сорта клевера лугового в смеси показал, что в сумме за 2 укоса наилучшие показатели продуктивности сухой массы отмечены у смесей с клевером Кретуновский — 8,5т/га и Грин — 8,2т/га. Эти раннеспелые сорта при сложившихся быстроменяющихся погодных условиях в период их роста (засушливые в мае-июне месяце, обильные в июле-августе) сформировали высокий урожай, что позволяет оценить их высокие адаптационные качества. Продуктивность сухой массы исследуемых смесей с сортами клевера Фаленский 86 и Шанс составила 7,7-7,8т/га.

Несмотря на сложные погодные условия 2019 года клеверо-люцернотимофеечные и клеверо-люцерно-овсяницевые смеси сформировали два укоса, выход кормовых единиц в среднем по опыту составил 6,85 тыс./га. Согласно полученным данным наиболее адаптированными к условиям осушаемых земель гумидной зоны показали себя травосмеси с ультрараннеспелым клевером Кретуновский и раннеспелым Грин в смеси с тимофеевкой луговой, которые за период вегетации формировали полноценный урожай сухой массы до 9,1т/га. Выход сухой массы данных сортов клеверов при использовании в смеси с овсяницей луговой составил 7,6т/га.

Сравнительная оценка сортов клевера во второй год пользования травостои позволила сделать вывод, что наиболее урожайны смеси с клевером Шанс – 36,8т/га, ниже на 1,2-1,5т/га урожай зеленой массы травостоев с клеверами Кретуновский и Фаленский 86 и на 3,6т/га с клевером сорта Грин.

В целом в 2020 году продуктивность сухой массы травосмесей с участием клевера лугового исследуемых сортов составила за 2 укоса 7,7-9,6т/га. Следует отметить, что из злаковых компонентов наиболее продуктивны смеси с участием тимофеевки луговой -9,6 т/га сухой массы, ниже на 1,4 тонну урожай смесей с овсяницей -8,2 т/га.

По выходу сухой массы в сумме за 2 укоса высокоурожайными показали себя травосмеси с клевером Шанс и Кретуновский 8,8-9,1 т/га, у смесей с Фаленский 86 и Грин данный показатель составил 8,5-8,6 т/га.

Усредненные полученные данные показывают, что во второй год пользования травостоями, также как и в первый год, выше урожай растительной массы у смесей с тимофеевкой луговой -37,5т/га, данный показатель смесей с овсяницей луговой не превышает 33,0т/га зеленой массы.

Кормовая ценность корма определяется по совокупности всех его питательных свойств. Для характеристики ценности корма учитываются все его важнейшие свойства: протеиновая (белковая), углеводная, витаминная, минеральная и общая — энергетическая питательность.

В ходе исследований отмечено, что содержание сухого вещества, клетчатки и сырого протеина в кормовых культурах колеблется в широких пределах и зависит от погодных условий, вида растений и сроков их скашивания.

В условиях вегетационного периода 2019-2020 года наибольшее содержание сухого вещества отмечалось в травосмесях с клеверами Грин и Кретуновский в смеси с люцерной изменчивой и тимофеевкой луговой – 26,4-27,1% и с клевером Фаленский 86 в смеси с люцерной изменчивой и овсяницей луговой – 26,6т/га (табл.2).

Оценивая содержание сухого вещества по злаковому компоненту меньшее содержание его в смесях с овсяницей луговой 25,6%, в сравнении в смесях с тимофеевкой данный показатель составляет 26,2%.

Питательность кормов и потребность жвачных животных в белке характеризуются содержанием сырого протеина. Чем выше содержание сырого протеина в корме, тем выше питательность корма. Содержание сырого

протеина в сухом веществе зеленого корма зависит от вида растений, фазы развития и условий питания.

Таблица 2 Содержание основных элементов питания в биомассе многолетних травосмесей (год закладки опыта 2018)

Показатели/ состав траво- смеси	Клевер Грин + люцерна Вега 87 + тимо- феевка ВИК 9	Клевер Кретунов- ский + люцерна Вега 87 + тимофе- евка ВИК9	Клевер Фаленс- кий 86 + люцерна Вега 87 + тимофе- евка ВИК9	Клевер Шанс + люцерна Вега 87 + тимофе- евка ВИК9	Клевер Грин + люцерна Вега 87 +овся- ница Са- харо- вская	Клевер Крету- новский + люцерна Вега 87 + овся-ница Сахаро- вская	Клевер Фаленс- кий 86 + люцерна Вега 87 + овся-ница Сахаро- вская	Клевер Шанс + люцерна Вега 87 + овсяница Сахаро- вская
Сухое вещество,%	27,1	26,4	25,3	26,0	24,7	25,8	26,6	25,3
Сырой протеин, % от СВ	9,9	11,2	11,1	10,1	13,0	10,8	10,1	11,9
Сырой жир, % от СВ	1,7	1,8	2,1	2,2	2,1	2,1	2,0	2,4
Сырая клетчатка,% от СВ	31,0	30,5	30,6	30,9	31,2	29,8	31,4	30,1

В период исследований растительная масса бобово-злаковых травосмесей отличалась невысоким содержанием сырого протеина — 9,9-13,0%. Содержание жира составило 1,7-2,4. Травосмеси с овсяницей луговой имели более высокое содержание жира 2,0-2,4%, с тимофеевкой луговой данный показатель составил — 1,7-2,2%.

В состав структурных углеводов входит сырая клетчатка, к углеводам обменным и запасным относятся безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), их роль заключается в обеспечении энергией животных при кормлении.

Клетчатка нормализует пищеварение в рубце и благоприятно влияет на содержание жира в молоке жвачных, при её повышении снижается переваримость.

Неблагоприятные погодные условия при проведении опыта отрицательно отразились содержании клетчатки в сухом веществе, при норме 20-25%, данный показатель составил 29,8-31,2% при скашивании трав в период бутонизации-начала цветения клеверов.Значительных различий в зеленой массе травосмесей разных сортов клевера лугового и разных видов злаковых компонентов по наличию клетчатки не отмечено, в среднем по опыту её содержание составило 30,7%.

Показатель питательной ценности кормов в зависимости от состава кормовых травосмесей оставался на одном уровне и составил 0,22-0,24 корм.ед. (табл.3).

Таблица 3 Биоэнергетическая оценка агрофитоценозов (год закладки опыта 2018)

Показатели/ состав траво- смеси	кл. Грин + лю- церна Вега 87 + тимофе- евка ВИК 9	кл. Кретуновский + люцерна Вега 87 + тимофеевка ВИК	кл. Фаленский 86 + люцерна Вега 87 + тимофеевка ВИК	кл. Шанс + лю- церна Вега 87 + тимофе- евка ВИК 9	кл. Грин + лю- церна Вега 87 + овсяница Сахаров- ская	кл. Кретуновский + люцерна Вега 87 + овсяница Сахаровская	кл. Фаленский 86 + люцерна Вега 87 + овсяница Сахаровская	кл. Шанс + лю- церна Вега 87 + овсяница Сахаров- ская
Перевари- мый про- теин, г	17,5	17,0	17,0	15,9	19,4	18,2	18,2	18,7
В 1кг корма корм. единиц	0,23	0,24	0,23	0,24	0,22	0,24	0,24	0,23
Обеспечен. корм.ед. перев. про- теином, г	69,5	70,8	75,1	65,7	87,9	80,0	74,9	81,2
Энергети- ческая пи- тательность	1,26	1,22	1,17	1,22	1,09	1,20	1,21	1,16

Исследованиями отмечено хорошее качество полученной растительной массы, содержание переваримого протеина составило 15,9-19,4г/кг почвы при энергетической питательности 1,09-1,26.

#### Заключение

Клеверо-люцерно-тимофеечныеиклеверо-люцерно-овсяницевыесмеси при сложившихся неблагоприятных погодных условиях способны формировать два укоса с выходом кормовых единиц в 1-ый год пользования 7,3тыс. корм ед. в смеси с тимофеевкой, в смеси с овсяницей луговой 6,4тыс. корм ед. На второй год пользования травостоями выход кормовой массы выше, в связи с более активным ростом второго бобового компонента люцерны изменчивой, и составил в смесях с тимофеевкой – 7,7 тыс.корм. ед/га, в смесях с овсяницей – 6,8тыс.корм.ед./га.

Согласно проведённым исследованиям травосмеси на основе новых сортов клевера лугового в смеси с люцерной изменчивой и злаковыми травами способны давать сбор сухой массы 7,8-8,6т/га с энергетической питательностью 1,09-1,26.

Использование в сельском хозяйстве трехкомпонентных травосмесей позволит получить за два укоса от 7,8 до 8,6 тонн с гектара сухой массы полноценного корма с энергетической питательностью 1,09-1,26 для крупного рогатого скота, что особенно важно в настоящее время. Адаптация и возделывание на дерново-подзолистых почвах в условиях гумидной зоны Нечерноземья травосмесей, состоящих из кормовых трав нового поколения, является одним из резервов повышения продуктивности кормовых культур более чем на 10 %.

#### Список литературы

- 1. Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. М., ВНИИ кормов, 2002. С.105-111; 157-170.
  - 2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат, 1985. 350 с.
- 3. Косолапов В.М., ПилипенкоС.В. Состояние и перспективы селекции многолетних кормовых культур. //Кормопроизводство, №7. 2017. С. 25-27.
- 4. Онучина О.Л., Тумасова М.И., Грипась М.Н. Новые адаптивные сорта клевера//Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2007; (4 (14)):45-48
- 5. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М: Агропромиздат, 1997. 27 с.
- 6. Проведение научных исследований на мелиорированных землях избыточно увлажненной части СССР, Методические указания. ВНИИМЗ, 1984. 163 с.
- 7. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Гончаров П.Л. Кормовые растения России. М., 1999. 370 с.

# ПРОДУКТИВНОСТЬ КЛЕВЕРОТИМОФЕЕЧНОЙ ТРАВОСМЕСИ НА ОСУШАЕМЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВАХ ГУМИДНОЙ ЗОНЫ

Карасева О.В., кандидат сельскохозяйственных наук, Иванов Д.А., член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Рублюк М.В., кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия

Резкое сокращение объемов внесения органических и минеральных удобрений заставляет искать альтернативу для сохранения, восстановления и управления плодородием почв, рационально использовать земельные ресурсы. В земледелии многолетние травы на пашне сохраняют свое значение как важнейшая кормовая культура, как средство повышения плодородия почв. Формируя большую массу корней, оказывают благотворное влияние на почвенное плодородие, обладают хорошими адаптивными свойствами, имеют почвозащитное и средообразующее значение. Они являются одним из резервов сохранения и повышения плодородия почв за счет пополнения запасов органического вещества с поступающими в почву корневыми, пожнивными остатками, с опадом, потерями при уборке урожая и т.п.

Исследования проводились на стационаре ВНИИМЗ, который расположен на холме с плоской вершиной и длинными пологими склонами. В пределах полигона выделено четыре типа элементарных геохимических ландшафтов, являющихся вариантами ландшафтно-полевого опыта: 1 - элювиально-аккумулятивный (Э-А) на вершине в пределах пологих верхних частей склонов, где вместе с нисходящим током веществ наблюдается их аккумуляция в микропонижениях; 2 - элювиально-транзитный (Э-Т) на склоне, где наблюдается нисходящий ток веществ и боковое перемещение на склонах; 3 - транзитный (Т) на склонах с боковым перемещением веществ; 4 - транзитно-аккумулятивный (Т-А) в наиболее пониженных частях полигона, где совмещено латеральное перемещение веществ и частичная их аккумуляция из грунтовых и намывных вод.

Почвообразующие породы в пределах полигона имеют ярко выраженный двучленный характер, на южном склоне средняя глубина морены превышает 1 м, на северном она залегает на глубину 0,5-0,6 м, местами выходя

на поверхность. В элювиально-аккумулятивных микроландшафтах преобладают дерново-подзолистые слабооглеенные почвы, в элювиально-транзитных наблюдается более сложный почвенный покров, состоящий из дерново-подзолистых глеевых и глееватых почв. В транзитных микроландшафтах структура почвенного покрова состоит из трех компонентов: глеевой, глееватой и слабооглеенной почвы. Ниже по склону почвенный покров приобретает двухкомпонентный характер.

Опытный участок расположен на осущаемых землях. Глубина закладки гончарного дренажа 1м. Междренное расстояние составляет 20 м — в транзитно-аккумулятивных микроландшафтах; 30 м — в транзитных вариантах и 40 м — в элювиальных вариантах. Делянки опыта имеют вид непрерывных параллельных полос, в пределах которых развернут во времени и пространстве семипольный зернотравяной севооборот: овес + мн. травы (клевер + тимофеевка) — многолетние травы 1 — 3 года пользования — яровая пшеница — сидерат (яровой рапс) — озимая рожь. Ширина полосы, занятая одной культурой 7,2 м, а длина 1400 м.

Агрохимическое обследование стационара определило на южном склоне почву дерново-подзолистую слабооглеенную супесчаную, среднеслабосмытую на мощном двучлене, содержание в ней составляло гумуса 2,92 %,  $P_2O_5-727$  и  $K_2O-238$  мг/кг почвы,  $pH_{KCl}-5,81$ . Плоская вершина характеризуется дерново-подзолистой, преимущественно глееватой песчаной почвой на среднемощном двучлене, содержание гумуса составляет 2,69 %,  $P_2O_5-439$  и  $K_2O-292$  мг/кг почвы,  $pH_{KCl}-5,36$ . На северном склоне почва дерново-подзолистая глееватая легко- и среднесуглинистая на маломощном двучлене, содержание гумуса составляло 3,21%,  $P_2O_5-289$  и  $K_2O-116$  мг/кг почвы,  $pH_{KCl}-6,12$ . Удобрения за время наблюдений не вносились.

Изучение характеристик травостоев производилось в точках опробования, различающихся только в ландшафтном отношении, на основе общепринятых методик. Они регулярно расположены по транссекте на расстоянии 40 м друг от друга.

Основным проявлением адаптивных реакций растений на природные условия является их продуктивность. Покровная культура (овес) по мере роста и развития, увеличения густоты и высоты стеблестоя, наращивания биомассы уменьшает проникновение света к посевам трав и оказывает влияние на урожай сена клеверотимофеечной смеси первого года пользования. В нашем опыте средний урожай сена составил 3,25 т/га, при этом отмечено

повышение продуктивности на вариантах южного склона 3,22-4,84 т/га, на северном -2,37-2,84 т/га (табл. 1).

Таблица 1 Влияние агромикроландшафтных условий на урожай сена и ботанический состав клеверотимофеечной смеси 1 года пользования, 2021 год

Воличи АМП	Урожай сена,		Доля компонента,%					
Вариант АМЛ	т/га	Клевер	Тимофеевка	Разнотравье				
Т-Аю	4,84	32,9	46,4	20,7				
Тю	3,40	32,7	49,0	18,3				
Э-Тю	3,22	46,3	42,8	10,9				
Э-А	3,26	36,2	51,0	12,8				
Э-Тс	2,37	28,8	52,0	19,3				
Tc	2,83	27,2	68,4	4,5				
T-Ac	2,84	26,6	67,9	5,4				
Среднее	3,25	32,9	53,9	13,1				
Нср	1,050							

Ботанический состав травостоя — важный показатель ее кормовой ценности и конкурентоспособности травосмеси. Преобладающей доле в составе сена травосмеси в 2021 году была тимофеевка 53,9 %, что для трав 1 г.п. не характерно. Сено трав первого года пользования отличались более высокой долей бобового компонента на вариантах южного склона 32,7-46,3 % и плоской вершине 36,2%. При этом отмечено снижение доли тимофеевки в сене на этих вариантах. Кроме того отмечено повышение доли разнотравья в сене многолетних трав 1 года пользования. В транзите и транзитно-аккумулятивном вариантах северного склона доля тимофеевки увеличивается до 67,9-68,4 %, но при этом резко снижается внедрение разнотравья в посевах (табл. 1).

Корреляционный анализ выявил слабую положительную связь урожая сена с долей бобового компонента многолетних трав 1 г.п. r=0.26. Более тесная связь отмечена урожайности с долей тимофеевкиг = - 0,47, а с разнотравьем r=0.46.

Продуктивность трав 2 г.п. была выше на 56,6% продуктивности трав 1 г.п., что говорит о снижении влияния покровной культуры на посевы травосмеси и высокой их пластичности и адаптивности. Урожайность сена травосмеси 2 года пользования в среднем составила 5,09 т/га и варьировала по вариантам опыта 4,12-6,60 т/га. Наиболее высокой продуктивностью отмечены варианты с элювиальными процессами в почве на плоской вершине 5,53-6,60 т/га, снижаясь по склонам обеих экспозиций (табл. 2).

Влияние агромикроландшафтных условий на урожайность сена и ботанический состав клеверотимофеечной смеси 2 года пользования, 2021 год

Воличи АМП	Урожай сена,	Доля компонента,%				
Вариант АМЛ	т/га	Клевер	Тимофеевка	Разнотравье		
Т-Аю	4,12	9,6	53,6	36,8		
Тю	4,91	5,0	70,9	24,1		
Э-Тю	5,53	23,1	50,9	26,0		
Э-А	6,60	51,9	45,0	3,1		
Э-Тс	5,55	43,1	46,7	10,2		
Tc	4,30	31,5	54,6	13,9		
T-Ac	4,65	27,4	53,6	19,0		
Среднее	5,09	27,4	53,6	19,0		
Нср	1,111					

Доля участия клевера в урожае многолетних трав 2 г.п. составила 27,4% в среднем по опыту, изменяясь по вариантам от 5,0% до 51,9 %. Наибольшее выпадение клевера наблюдалось на вариантах транзита и транзитно-аккумулятивном южного склона (5,0-9,6%). Лучшие условия складывались для бобовых элювиально-аккумулятивном варианте, где они в сене составляли 51,9%. В целом доля клевера на северном склоне выше, чем на южном (27,4-43,1%). Для тимофеевки лучше условия складывались в транзитах обоих склонов 54,9% на севере и 70,9 % на юге склона. На южном склоне отмечалось повышенное внедрение в посевы многолетних трав разнотравья 26,0-36,8%, а самое низкое – на плоской вершине 3,1%.

При оценке степени корреляции в 2021 году урожая сена травосмеси 2 г.п. с долей клевера отмечена тесная положительная связьr=0,69, а также с разнотравьем, но отрицательная r=-0,68 и слабая отрицательная связь с тимофеевкой r=-0,48.

В соответствии с биологическими особенностями и агроэкологическими требованиями современных сортов трав, адаптированных к условиям осущаемых земель травосмеси, обеспечивающие высокую и устойчивую продуктивность в севообороте. В условиях жаркого и сухого вегетационного периода 2021 года сеяные многолетние травы 2 года пользования обеспечивали стабильность и высокую биопродуктивность агромикроландшафтов. В севообороте опыта регулярное возвращение (через 4 года) бобовозлаковой смеси видимо способствует сохранению живой культуры азотобактера в почве и благоприятно влияет на вновь высеваемые семена и растения клевера в первый и последующий годы жизни.

#### Список литературы

- 1. Анциферова О.А. Продуктивность ячменя на осущенных почвах разной степени гидроморфиизма /Использование мелиорированных земель современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: материалы Междунар. научнопракт. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27-28 августа 2015 г. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. С. 38-43.
- 2. Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. Ботанический состав и продуктивность агрофитоценозов многолетних трав с участием клевета лугового тетраплоидного //Вестник российской сельскохозяйственной науки. № 5, сентябрь-октябрь, 2018. С. 59-62.
- 3. Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Первушина Н.К. Место многолетних трав в полевых севооборотах на осущаемых минеральных почвах/Использование мелиорированных земель современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: материалы Междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27-28 августа 2015 г. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. С. 84-88.
- 4. Павлючик К.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Вагунин Д.А., Силина О.С., Епифанова Н.А. Сравнительная оценка кормовой продуктивности клеверо-злаковых травосмесей на осущаемых землях гумидной зоны/Использование мелиорированных земель современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: материалы Междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27-28 августа 2015 г. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. С. 38-43.
- 5. Тюлин В.А. Формирование устойчивой продуктивности бобово-злаковых и злаковых травостоев /В.А. Тюлин. Тверь. Издательство ООО «Губернская медицина», 2000. 224 с.

# ПРОДУКТИВНЫЕ СЕНОКОСНЫЕ ТРАВОСТОИ НА ОСНОВЕ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО В ОСУШАЕНМЫХ ЗЕМЛЯХ ГУМИДНОЙ ЗОНЫ

Вагунин Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук, Иванова Н.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, Амбросимова Н.Н.

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

Многолетние травы — мощный средообразующий фактор в сохранении и повышении почвенного плодородия. Роль многолетних трав на пашне, в лугопастбищном хозяйстве в современных условиях при серьезном ограничении финансовых средств все более возрастает. В связи с этим возникает необходимость в максимальном их использовании [1].

Как природный фитомелиорант козлятник восточный обладает способностью симбиотически усваивать атмосферный азот и накапливать его в почве. Благодаря мощной, хорошо развитой корневой системе он легко усваивает фосфор и калий, улучшает структуру и плодородие почвы, обогащая ее органическим веществом за счет массы корней и пожнивных остатков [6].

Бобово-злаковые кормосмеси обогащают почву азотом и органическими веществами, в том числе калием, кальцием, фосфором, улучшают структуру почвы ее физические и физико-химические свойства, повышают активность полезной микрофлоры, защищают почву от размытия и сдува, подавляют рост сорняков. Размер накопления растениями органического вещества определяется сроком и интенсивностью их жизни, это зависит как от биологических особенностей сельскохозяйственных культур, так и от технологии их выращивания [5].

Эффективно возделывать козлятник восточный в смеси со злаковыми травами, т.к. этот прием позволяет снизить развитие инвазионной растительности, в том числе вредных и ядовитых растений [4].

Между тем, хорошо известно, что основным источником полноценного растительного белка и фактором сохранения и повышения плодородия почвы являются бобовые травы. Это, с одной стороны, а с другой — возделываемые в области традиционные виды злаковых трав (тимофеевка луго-

вая, овсяница луговая, кострец безостый и др.) имеют сравнительно невысокое содержание сахаров и не позволяют сбалансировать рационы животных по водорастворимым сахарам. Смешанные посевы трав, состоящие из бобового компонента с высоким содержанием белка и злакового с высоким содержанием сахаров, позволяют сбалансировать рационы по энергии и сахаропротеиновому соотношению, а также, при правильном подборе культур — по основным питательным веществам. Очень важно, чтобы кормовые культуры смешанных посевов сохраняли высокую продуктивность продолжительное время, т.е. отличались долголетием [7].

Козлятник восточный является перспективным бобовым растением для полевого травосеяния. Эта культура в течение десяти и более лет обеспечивает получение высоких урожаев зеленой массы, богатой белком, хорошо поедается всеми видами животных, имеет хорошую переваримость питательных веществ, содержит активные вещества, стимулирует секрецию молока и усиливает процессы кровообращения. Возделывание его в хозяйствах повышает эффективность использования пахотных земель, лугов и пастбищ, хорошо выполняет почвозащитную функцию, улучшает экологическую обстановку. Козлятник восточный восстанавливает структуру почвы, повышает ее плодородие, является хорошим предшественником в севообороте. Козлятник восточный имеет важное народно-хозяйственное значение. Благодаря ценным качествам растения этого вида используют на корм скоту в свежем виде, для заготовки сена, сенажа, приготовления искусственно высушенных высокобелковых концентратов. Также он известен как медонос и лекарственное растение. Следовательно, значимость козлятника восточного для кормопроизводства указывает на необходимость его широкого внедрения в сельскохозяйственное производство [2,3].

В опыте проводились исследования перспективных и высокоурожайных сортов бобовой культуры (козлятника восточного) и злаковых трав (кострец безостый, двукисточник тростниковый и тимофеевка луговая).

Сорта козлятника восточного: Гале селекции Эстонском НИИ земледелия и мелиорации, Юбиляр – ГНУ Псковского НИИСХ, Кривич – ГНУ Псковского НИИСХ. Изучаемые сорта относятся к засухо- и морозоустойчивым культурам, слабо поражаемые болезнями и вредителями, обеспечивающие высокий экономический эффект.

Полевые исследования проводились на мелиоративном объекте "Губино", расположенном на экспериментальной базе Всероссийского НИИ мелиорированных земель в 2018-2020 гг.

Объектом исследований в опыте являлись 3 сорта козлятника восточного.

В варианте 1 одновидовой травостой козлятника восточного сорт Гале (контроль). Вариант 3, 5 в качестве сравнения с контролем, одновидовой травостой козлятника восточного сорта Юбиляр и одновидовой травостой козлятника восточного сорта Кривич. Варианты 2, 4, 6 травостои 4-х компонентных бобово-злаковой травосмесей, включающие в себя: сорта козлятника восточного: Гале, Юбиляр, Кривич, кострец безостый Вегур, тимофеевку луговую ВИК 9, двукисточник тростниковый Урал. В варианте 7 злаковый 3х компонентный травостой, включающий кострец безостый Вегур, тимофеевку луговую ВИК 9, двукисточник тростниковый Урал (табл.1).

Таблица 1 Схема опыта

<b>№</b> п/п	Виды трав	Норма высева семян, кг/га	Число укосов
1	Козлятник восточный (Гале) (контроль)	20	2
	Козлятник восточный (Гале) +	12	
2	тимофеевка луговая (ВИК 9) +	5	2
2	кострец безостый (Вегур) +	6	2
	двукисточник тростниковый (Урал)	6	
3	Козлятник восточный (Юбиляр)	20	2
	Козлятник восточный (Юбиляр) +	12	
4	тимофеевка луговая (ВИК 9) +	5	2
4	кострец безостый (Вегур) +	6	2
	двукисточник тростниковый (Урал)	6	
5	Козлятник восточный (Кривич)	20	2
	Козлятник восточный (Кривич) +	12	
6	тимофеевка луговая (ВИК 9) +	5	2
0	кострец безостый (Вегур) +	6	2
	двукисточник тростниковый (Урал)	6	
	Кострец безостый (Вегур) +	6	
7	тимофеевка луговая (ВИК 9) +	5	2
	двукисточник тростниковый (Урал)	6	

Почва участка дерново-подзолистая, супесчаная, на 3x почвенных разностях (глубокооглеенная, глееватая, глеевая), с содержанием подвижного фосфора 100,9 мг/кг и 140,2 мг/кг обменного калия. Реакция почвенного раствора на контроле — среднекислая рН — 4,5-5,0. Удельная масса почвы 2,59 г/см<sup>3</sup>. Преобладающими почвообразующими породами являются маломощные двучлены (более 60-70%). Междренные расстояния регулирующей сети 18-40 м, глубина закладки дрен колеблется от 0,8 до 1,1 метра. Содержание гумуса — 1,4-1,9.

В среднем за 2018-2020 гг. густота стеблестоя козлятника восточного

варьировала от 42 до 103 шт./м². Наибольшая густота побегов галеги отмечалась в травосмеси 5 глеевой почвы 103 шт./м². Менее плотный стеблестой Галеги восточной выявлен на глубокооглеенной почве травосмеси 6-42 шт./м². Козлятник восточный сорта Юбиляр более загущен по сравнение с другими сортами. На контрольном варианте густота побегов Галеги восточной составляла 58-79 шт./м². Густота стеблестоя одновидовых посевов козлятника восточного сорта Юбиляр и Кривич варьировала 72-92 и 61-103 шт./м²соответственно. В смеси со злаками сорт Гале галеги восточного составлял по плотности от 45 до 73 шт./м², сорт Юбиляр — 45-69 шт./м², Кривич — 42-57 шт./м².

По усредненным трехлетним данным высота козлятника восточного за 2 укоса составляла 58-80 см. Сеянные злаковые травы достигали высоты 64-93 см. Наиболее высоким козлятник восточный отмечен на глееватой почвенной разности. На контрольном варианте высота галеги колебалась на уровне 58-68см. По сортовым особенностям, наиболее высокорослым отмечен козлятник восточный Юбиляр одновидового посева 66-80см. Козлятник восточный сорта Кривич достигал высоты 65-78см, Гале — 58-68см.

В наших исследованиях было установлено, что в среднем, на протяжении трехлетнего использования многолетних бобово-злаковых сенокосных травостоев, процентная доля козлятника восточного варьировала 19,9-80,7%. Наименьшее процентное содержание сорной растительности отмечалось в смешанном посеве варианта 4 козлятника восточного сорта Юбиляр глееватой почвы 6,9%. Смешанные травостои были менее засорены. Долевое участие несеяных видов трав в одновидовых посевах составило 19,3-35,1%. Злаковые сеяные виды трав в процентном содержании составляли: кострец безостый 11,9-22,3%, двукисточник тростниковый 15,2-28,5%, тимофеевка луговая 17,9-32,8%. Наибольшая процентная доля среди сенных злаковых трав была отмечена у тимофеевки луговой на глееватой почве 32,8%. Содержание козлятника восточного в одновидовых посевах составляло 64,9-80,7%, в смеси со злаковыми травами 19,9-42,2%. Одновидовые посевы козлятника восточного сорта Юбиляр и Гале содержали в себе бобового компонента на уровне 64,9-80,7% и 67,6-71,4% соответственно. Долевое участие козлятника восточного в смешанных травостоях составляло: сорт Гале 31,7-42,2%, Юбиляр 19,9-30,2%, Кривич 32,0-41,6%.

Фитоценотическая активность козлятника восточного в среднем за 2018-2020 год составляла 0,5–1,0. Ценотическая активность костреца без-

остого варьировала от 0,6 до 1,1, двукисточника тростникового 0,7-1,4, тимофеевки луговой 1,0-1,9. Козлятник в контрольном варианте показал ценотическую активность на уровне 0,7, в смеси со злаковыми травами его активность изменялась от 0,5 до 1,0. Менее активным в травостое отмечен сорт козлятника восточного Юбиляр смешанного посева 0,5-0,7. В монопосевах фитоценотическая активность козлятника восточного составляла 0,7-0,8. Ценотическая активность козлятника восточного Юбиляр и Кривич в одновидовом посеве находилась в пределах 0,7-0,8. В смеси с сеяными злаками активность культуры варьировала 0,8-1,0 у сорта Гале, 0,5-0,7 у сорта Юбиляр, 0,8-1,0 у сорта Кривич.

Козлятник восточный в течение трехлетнего использования обладал хорошей облиственностью, процентная доля которых составила в среднем 50,7-58,3%. В одновидовых посевах на долю листьев у козлятника восточного приходилось 52,9-58,1%, в смешанных агроценозах — 50,7-58,3%. Процентная доля листьев сорта Гале составляла 50,7-58,1%, Юбиляр - 52,8-54,6%, Кривич - 52,4-58,3%.

Зоотехническая оценка кормов показала, что в среднем за три года исследований содержание сырого протеина находилось на уровне 9,6-19,4%. Наибольшее содержание протеина в корме на основе козлятника восточного отмечалось в одновидовом посеве сорта Кривич - 17,9-19,4%.

Злаковая травосмесь менее насыщена протеином, показатель составлял 9,6-10,4%. В зависимости от варианта процентная доля сырой клетчатки колебалась от 25,9 до 32,2%. Наиболее высокий процент содержания клетчатки отмечен в чисто злаковой сеяной травосмеси - 30,9-32,2%. На контроле процентная доля сырой клетчатки составляла 25,9-28,1%, наименьший показатель среди изучаемых вариантов. Минеральный состав корма изменялся в зависимости от состава травосмеси. Содержание фосфора в травостоях оставляло 0,9-1,1%. Процентная доля магния была 0,2-0,7%. Процент содержания в сенокосных травостоях кальция варьировал в пределах 0,3-1,1%. Долевое содержание сырого жира и сырой золы в агроценозах составляло 1,5-2,5% и 4,5-6,2%. Изучаемые травостои содержали в себе безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) на уровне 44,7-51,9%.

Урожайность сенокосных бобово-злаковых агроценозов изменяется по вариантам опыта. Средние показатели урожайности травостоев, полученные за трехлетнее использование, составляли 19,5-39,0 т/га зеленой массы, 4,4-7,7 т/га сухой массы, 3,9-6,7 тыс.к.ед./га. Наиболее высокая урожайность была отмечена на посевах козлятника восточного сорта Кривич - 7,7 т/га

сена. В одновидовых посевах урожайность колебалась от 4,8-7,7 т/га сухой массы. Менее продуктивным отмечен злаковый травостой на глубокооглеенной почве - 4,4 т/га высушенной массы. В смешанных агроценозах на основе козлятника восточного урожайность варьировала в предклах 5,6-7,7 т/га сена. В злаковой сеяной травосмеси продуктивность колебалась от 4,4 до 5,8 т/га сухой массы (табл.2).

Таблица 2 Урожайность бобово—злаковых травостоев на основе козлятника восточного на почвах разной степени оглеености (в среднем за 2018-2020 гг.)

				2	Craves	CEan
Вариант		_	r	Зеленая	Сухая	Сбор
			Гочва	масса	масса	к.е.,
	_			(т/га)	(т/га)	тыс./га
козлятник восточный (Г	але)		оглеенная	22,7	4,8	4,2
(контроль)		глееват	ая	30,3	5,9	4,9
` - '		глеевая		29,0	6,6	5,4
козлятник восточный (Г		глубоко	оглеенная	27,8	5,6	4,9
тимофеевка луговая (ВИ кострец безостый (Вегур		глееват	ая	31,2	6,7	5,7
кисточник тростниковы		глеевая		26,2	6,4	5,5
		глубоко	оглеенная	28,7	6,1	5,1
козлятник восточный (К	Обиляр)	глееват	ая	32,6	6,9	6,0
		глеевая		27,6	7,0	5,7
козлятник восточный (К		глубоко	оглеенная	25,5	5,9	5,2
ляр)+тимофеевка лугова (ВИК 9) +	R	глееват	ая	29,6	6,5	5,6
кострец безостый (Вегур	o) +					
двукисточник тростнико	вый	глеевая		28,7	7,2	5,9
(Урал)						
		глубокооглеенная		25,8	5,9	4,9
козлятник восточный (К	ривич)	глееватая		39,0	7,7	6,7
		глеевая		33,7	7,1	6,0
козлятник восточный (К		глубокооглеенная		25,5	5,8	5,0
+тимофеевка луговая (В кострец безостый (Вегур		глееватая		35,8	7,7	6,6
двукисточник тростнико (Урал)		глеевая		25,2	5,9	5,0
кострец безостый (Вегур	<del>)</del> +	глубоко	оглеенная	19,5	4,4	3,9
тимофеевка луговая (ВИ		глееват		26,2	5,8	4,8
двукисточник тростнико (Урал)		глеевая		21,4	5,4	4,5
( pui)	7,	<u> </u> сленая масса			царана и поста и пост	<u> </u>
H C P (vnobent			2020	2018	2019	2020
H.C.P. (уровень значимости = 0.05):	2010	2019	2020	2010	2017	2020
для частных различий -	7,7	6,4	6,9	2,0	1,3	1,2
для фактора В –	2,9	2,4	2,6	0,8	0,5	0,4
для фактора А –		3,7	4,0			$0,4 \\ 0,7$
для фактора А – для взаимодействия АВ	4,5		·	1,2	0,7	· ·
для взаимоденствия АБ	4,5	3,7	4,0	1,2	0,7	0,7

#### Список литературы

- 1. Донских Н.А. Травостои козлятника восточного для лугового кормопроизводства / Н.А. Донских, А.Б. Никулин // Кормопроизводство. 2017. №6. С. 6-10.
- 2. Донских Н.А.Травостои с участием козлятника восточного десятого и одиннадцатого годов пользования / Н.А. Донских, А.Б Никулин // Известия Санкт–Петербургского государственного аграрного университета. 2018.№2 (51). С. 17–23.
- 3. Лукашов В.Н. Эффективность выращивания многолетних бобово-злаковых травосмесей на серых лесных почвах Калужской области / В.Н. Лукашов, Т.Н. Короткова, А.Н. Исаков // Владимирский земледелец. 2018. №4 (86). С. 43–47.
- 4. Никулин А.Б. Формирование укосных травостоев с козлятником восточным в первый год пользования / А.Б.Никулин // Вестник ИрГСХА. 2019.№ 91. С. 25–32.
- 5. Шадских, В.А. Многокомпонентные кормосмеси основа продуктивности и качества кормов на орошении / В.А. Шадских, В.Е. Кижаева, В.О. Пешкова /Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства: матер. междунар. научно-практич. конф., посвященной 50-летию Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия, г.Волгоград, 6-9 сентября 2017 г. ВНИИОЗ [и др.]. Волгоград, 2017. С. 261-268.
- 6. Щапова Л.Н. Влияние поверхностной обработки и уровня удобрения почвы на микрофлору агроземов и гумусообразование при возделывании многолетних трав / Л.Н. Щапова, Л.Н. Пуртова, И.В. Киселева // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2019.№ 1(203). С. 44-50
- 7. Эседуллаев С.Т. Научные основы адаптивной технологии возделывания нетрадиционных многолетних трав в одновидовых и смешанных посевах на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья /С.Т. Эседуллаев. В кн.: Современные тенденции в научном обеспечении АПК Верхневолжского региона. Коллективная монография: в 2 томах. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Верхневолжсий аграрный научный центр». Суздаль, 2018. С.198–213.

# РАЗДЕЛ V. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 631.616:621.72

### РАСЧЕТ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ПОЛЬДЕРНЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

<sup>1</sup>Кащенко Н.М., доктор физико-математических наук,  $^2$ Ковалев В.П., инженер

<sup>1</sup>Балтийский Федеральный университет им. И. Канта, <sup>2</sup>ООО «Бюро мелиоративных технологий», г. Калининград, Россия

Эффективность работы польдерных систем определяется корректностью проведенного расчета составляющих польдерную систему элементов с учетом характера формирования стока на осущаемом массиве, их взаимодействия и режимом откачки насосной станцией избытка дренажного стока с осущаемого массива [2–6].

Расчет параметров существующего дренажа осуществлялся, в основном, на значения модулей дренажного стока  $q_{\partial p.np.} = 1.10 - 1.20 \pi/(c \cdot \epsilon a)$  пре-имущественно по формулам С.Ф. Аверьянова [1]. Указанные зависимости не позволяют корректно учесть динамику формирования уровней воды в каналах проводящей сети польдерной системы [1].

Расчет параметров насосной станции и каналов проводящей сети действующих систем проводился по гидрологическим формулам или экспериментальным зависимостям, непосредственно не учитывающих проектных характеристик дренажа [1].

Проведенные системные экспериментальные исследования работы действующих систем 15, 20, 29, 35, 37, 41 выявили характерную для них неравномерность осущения массива, приводящую к снижению эффективности работы дренажа до 35-40%. При откачке в открытых каналах проводящей сети, действующих польдерных систем, формируются уклоны свободной поверхности воды в пределах  $i = 1.5 \dots 2.5 \cdot 10^{-4}$ , влияние которых на уровенный режим в каналах, распространяясь на расстояния в  $L=3.5 \dots 5.0$  км, формирует динамику уровней грунтовых вод, имеющую для польдерной системы 15 следующий вид  $i_{veg} = 6.7exp(-0.00026L)$ , где  $i_{veg}$ -уклон грунтовых

вод, L-расстояние от рассматриваемой дренажной системы, по каналу, до створа насосной станции, м [2].

Многолетнее изучение работы дренажа, проведенное на производственно-экспериментальных участках, один из которых — "Аксеново», мини- польдерная система нс116а,  $F_{nc}$ =116 га, показало, что рассчитанные по использованным методам параметры дренажа действующих польдерных систем, имеют эффективность работы, существенно, до двух раз, превышающую их проектные параметры [2].

Экспериментальные гидрологические исследования работы действующих польдерных систем, проведенные В.А. Филатовым для Неманской показали, что эффективность работы существующего дренажа определяется зависимостями стока с польдерных систем от их площади [3]. Для приведенных на рис.1 данных это означает, что дренаж, имеющий проектные значения эффективности работы в  $q_{op.np.} = 1.1 - 1.2\pi/(c \cdot za)$  для площадей массивов осущениядействующих польдерных систем в  $F_{nc}$ =2500–3500 га будет обеспечивать значение модуля в пределах  $q_{op.np.} = 0.75 - 0.8\pi/(c \cdot za)$  (рис.1).

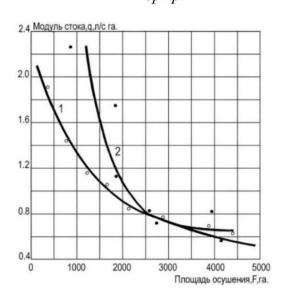


Рис. 1. Зависимости модуля откачки с польдерных систем от размеров площади осущаемого массива.  $1-q=0.6+2.0\exp(-0.001F), \text{ весеннее половодье,} \\ 2-q=0.4+3.7\exp(-0.0008F), \text{ летне-осенний паводок, •,} \\ \bigcirc \neg \text{экспериментальные данные [3].}$ 

Здесь очевидно, что для польдерных систем: 15,  $F_{oc}$  = 2420 га, 29,  $F_{oc}$  = 2980 га, 35,  $F_{oc}$  = 3461 га, 38,  $F_{oc}$  = 3461 га, 50,  $F_{oc}$  = 3340 га, 51,  $F_{oc}$  = 4940 га, с материальным дренажем, запроектированным и построенным на модуль

 $q_{\partial p.np.} = 1.1 - 1,2\pi/(c \cdot \epsilon a)$ , но обеспечиваемым значением  $q_{\partial p.np.} = 0.8\pi/(c \cdot \epsilon a)$  фактическаяэффективность работы существующего дренажа рассматриваемых систем не превышает 73% от его проектного значения.

Реконструкция польдерных систем, заключающаяся в пересчете параметров сети проводящих каналов и насосной станции, основывается на определении на выделяемых на осущаемом массиве участках площадью  $F_{yy}=5-25$  га, фактических значений модулей дренажного стока систем (метод "коротких каналов") и использовании для расчетов предложенной проблемно-ориентированной математической модели [2].

Очевидно, что отсутствие возможности расчета параметров польдерной системы в динамическом режиме, одновременно и с учетом всех составляющих систему элементов, не позволило достичь расчетной эффективности работы действующих польдерных систем [1-3].

Применение для расчета и проектирования польдерных систем математического моделирования позволяет качественно улучшить процесс расчета реконструируемых систем [2].

Перенос влаги в междренной полосе рассчитывается с учетом распределения почвенных пор по диаметрам, что позволяет вести расчет, как в насыщенной, так и в ненасыщенной зонах почвы. Для этих условий система уравнений имеет вид [4]:

$$\begin{cases}
(\mu_0 - \sum_{i=1}^n \mu_i) \frac{\partial H}{\partial t} = \nabla \left( \int_{H_d - kL_d}^H K_{\phi}(z) dz \cdot \nabla H \right) + \xi - \sum_{i=1}^n \mu_i f_i \\
\frac{\partial H_i}{\partial t} = f_i, \quad i = \overline{1, n}
\end{cases} \tag{1}$$

где H – уровень грунтовых вод, м;  $\mu_0$  – коэффициент водоотдачи;  $d_i$  – диаметр капилляров, м;  $\mu_i$  – относительный объем капилляров диаметром  $d_i$ ;  $K_{\phi}(z)$  – скорость фильтрации в зависимости от уровня z, м/с;  $H_d$  – уровень заложения дрен, м;  $L_d$  – междренное расстояние, м;  $H_i$  – уровень воды в капиллярах диаметром  $d_i$ , м;  $f_i = V_{ki} \frac{H_{ki} + H - H_i}{H_{ki}}$ ;  $V_{ki}$  – скорость капиллярного подъема в капиллярах диаметром  $d_i$ , м/с;  $H_{ki}$  – высота капиллярного подъема в капиллярах диаметром  $d_i$ , м. Для капилляров диаметром d для воды с  $t = 20^{\circ}$ С скорость капиллярного подъема  $V_{ki} = 1.5 \cdot 10^{5} \cdot d^2$ , а высота капиллярного подъема  $H_{ki} = 3 \cdot 10^{-5} \cdot d^{-1}$ .

Гипотеза неразрывности пор одного диаметра в почвенном массиве и экспериментальные данные интегрального распределения водопроводящих

пор по диаметрам приводят к гипотезе существования минимального объема почвы [2,4]. Причем строение порового пространства и водопроводящие характеристики минимального объема почвы будут идентичны соответствующим характеристикам любого другого объема данной почвы, независимо от его расположения и ориентации в рассматриваемом почвенном массиве [4].

В модели (3) обмен влагой между пленкой и капиллярной влагой в уравнениях непрерывности пленки и в капиллярных уравнениях учитывается слагаемым:  $\frac{h_0 - h}{\tau_p}$ , где  $h_0$  — толщина равновесной пленки, м,  $\tau_p$  — скорость (характерное время) влагообмена, с.

Расчеты переноса влаги в почве для низких значений влажности для почв с диаметром пор 1.3 мк в максимуме спектра проведенные с использованием системы уравнений (4) с учетом экспериментальных данных показали хорошее качественное соответствие рассчитанных профилей влажности условиям экспериментов позволяет использовать систему уравнений (1) как составную часть метода расчете параметров дренажа польдерных систем [2,4,5].

Таким образом, фильтрация грунтовых вод в насыщенной и ненасыщенной зонах почвы может быть достаточно хорошо описана квазилинейным двухмерным нестационарным уравнением капиллярной модели совместно с моделью переноса влаги по пленкам [2,4,5]:

$$\begin{cases}
(\mu_{0} - \sum_{i=1}^{n} \mu_{i}) \frac{\partial H}{\partial t} = \nabla \left( \int_{H_{d}}^{H} K_{\delta}(z) dz \cdot \nabla H \right) + \xi - \sum_{i=1}^{n} \mu_{i} f_{i} - \int_{H_{d}}^{0} \frac{h_{0} - h}{\tau_{p}} S dz \\
\frac{\partial H_{i}}{\partial t} = f_{i}, \quad i = \overline{1, n} \\
\frac{\partial h}{\partial t} + \nabla (h \vec{V}) = \frac{h_{0} - h}{\tau_{p}} \\
\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V} \nabla, \vec{V}) + a \nabla h = 0
\end{cases} \tag{2}$$

где: x — размерная координата, направленная вдоль канала, м; y — размерная координата, направленная перпендикулярно каналу, м; H — уровень грунтовых вод, м;  $\mu_0$  — коэффициент водоотдачи;  $d_i$  — диаметр капилляров, м;  $\mu_i$  — относительный объем капилляров диаметром  $d_i$ ;  $K_{\phi}(z)$  — скорость фильтрации в зависимости от уровня z, м/с;  $H_i$  — уровень воды в капиллярах диамет-

толщина равновесной пленки, м,  $\tau_p$  — скорость (характерное время) влагообмена, с. Для этой системы уравнений граничные условия задаются на границах области интегрирования в виде нулевых потоков  $\frac{\partial H}{\partial n} = 0$ , где n — координата, перпендикулярная к границе.

В модели расчета используется схематизация формирования стока на осущаемом массиве, основанная на использовании адаптированного к топологии польдерной системы интегралу Дюамеля [2,5]:

$$W_{\mathcal{B}\mathcal{I}.\mathcal{N}\mathcal{I}.i} = q_{\partial\mathcal{P}.c.i}F_{\partial\mathcal{P}.c.i}\tau_i, \quad W_{\mathcal{B}\mathcal{I}.\mathcal{K}\mathcal{B}\mathcal{H}.k} = \sum_{i_k} W_{\mathcal{B}\mathcal{I}.\mathcal{N}\mathcal{I}.i_k}, \quad W_{\mathcal{B}\mathcal{I}.\mathcal{N}\mathcal{B}\mathcal{B}\mathcal{B}} = \sum_{k} W_{\mathcal{B}\mathcal{I}.\mathcal{K}\mathcal{B}\mathcal{H}.k} \quad (3)$$

где:  $W_{6л.эл.n.}$  — объём влияния для элементарной площадки, дренажной системы,  $\mathbf{M}^3$ ;  $W_{6л. \kappa ah}$  — объем влияния для отдельного, единичного канала,  $\mathbf{M}^3$ ;  $W_{6л. noльo.}$  — объем влияния для польдерной системы в целом,  $\mathbf{M}^3$ ;  $q_{qp.c.i}$  — расчётный модуль стока дренажной системы,  $\mathbf{M}^3/\mathbf{c} \cdot \mathbf{ra}$ ;  $\tau_i$ — время добегания расхода дренажной системы до створа насосной станции,  $\mathbf{c}$ ;  $\tau_i$ =L/v; L — расстояние от дренажной системы до створа насосной станции,  $\mathbf{m}$ ; V — принятая расчётная скорость движения потока воды в канале,  $\mathbf{m}/\mathbf{c}$ ;  $i=1,\ldots,n$  — число дренажных систем с площадью  $F_{qpi}$ , подсоединённых к каналу;  $k=1,\ldots,m$  — число каналов польдерной системы.

Характерное время польдерной системы,  $t_{nc} = \tau_{\text{max}} = L_{\text{max}} / V_{\text{max}}$  определяет время снижения напоров на дренаже до горизонтов его заложения, и устанавливает зависимость расстояния между дренами от площади осущаемого массива системы.

Из (3) следует, что создание непосредственной гидравлической связи каждой отдельной дренажной системы со створом насосной станции обеспечивает равномерность осущения массива [2,5].

Производительность насосной станции определяется как сумма:

$$Q_{HC} = Q_{KAH} + Q_{\partial D} = V_{KAH} / t_{nC} + q_{\partial D} F_{nC}$$

$$\tag{4}$$

где:  $V_{_{\!\kappa\!a\!H}}$  — объем канала от поверхности почвы до минимального горизонта откачки, м $^3$ ;  $t_{_{\!n\!c}}$  — характерное время польдерной системы, с;  $q_{\partial p}$  — расчетный модуль дренажного стока;  $F_{\!n\!c}$  — площадь осущаемого массива, га.

Математическая модель польдерной системы ориентированная на расчет параметров систем при их работе в режиме осущения, кроме системы уравнений (9), включает уравнения Сен-Венана, описывающие течения воды в каналах проводящей сети уравнения, уравнение Коновалова-Петрова, описывающее течения воды в дрене [2,5].

Результаты численных экспериментов с использованием модели (1–4) показали достаточно хорошую сходимость с экспериментальными данными (рис.2) [2].

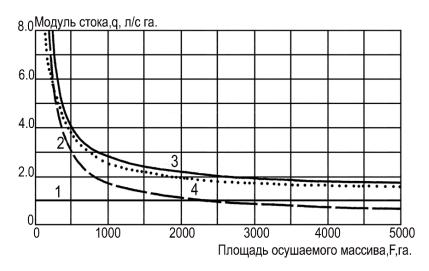


Рис. 2. Производительность насосной станции:

1 – составляющая откачки канала  $Q_{\text{кан}}$ ,

2 – составляющая откачки дренажного стока  $Q_{\rm др}$ ,

3 – рассчитанная при моделировании,  $Q_{\text{нс}} = Q_{\text{кан}} + Q_{\text{др}}$ ,

4 – рассчитанная по экспериментальным данным [6].

Экспериментальные значения производительности насосной станции рассчитаны по зависимости, основанной на полученном по результатам анализа экспериментальных данных откачки выражении коэффициента редукции стока с польдерных систем, рис. 2 [6]:

$$q_{np.c.}F = q_{qp.c.}/(1 - \varphi_{s.n})F, \quad q_{h.c.}F = q_{qp.c.}/\varphi_{s.n}F$$

$$\varphi_{s.n} = 13.8/(F + 450)^{0.43}$$
(6)

где:  $q_{np.c.}$  — модуль стока для расчета параметров проводящей сети, л/с га;  $q_{n.c.}$  — модуль стока для расчета производительности насосной станции, л/(с га);  $q_{qp.c.}$  — модуль дренажного стока л/(с га);  $\varphi_{в.n}$  — модуль редукции стока весеннего половодья; F— площадь осущаемого массива, га.

Численные эксперименты, проведенные с использованием математической модели (1-3) проводились для польдерной системы общей площадю массива осущения  $F_{nc}$ =4 000 га. Площадь отдельных полей массива  $F_{non}$ . =500 га. Численные эксперименты проводены для массивов площадью  $F_{nc}$ . =1000,2000,3000,4000 $\varepsilon$ a , плотностью каналов проводящей сети  $L_{\kappa au}/F_{\kappa accus}$ = 8.9÷26.83 м/га, длинах дрен  $L_{\partial p}$ =185÷559 м, диаметре дрен  $d_{\partial p}$ =100 мм, положении водоупора на глубине  $h_{soo}$ =4.0 м. Рассчитанные уклоны свободной поверхности воды в каналах проводящей сети при условии выполненного условия обеспечения непосредственной гидравлической связи дренажных систем с насосной станцией (10), имеют значения i=0.000002–0.000014 [8,9,15].

Проведенные численные эксперименты показали возможность получения эффективности работы дренажа, задаваемой значениям модуля дренажного стока в пределах  $q_{\partial p, \phi_{akm}} = 0.96 - 2.31\pi/(c \cdot \epsilon a)$ , соответствующих требованиям к водному режиму почв для всех выращиваемых сельскохозяйственных культур многопольного севооборота на всей площади осущаемого массива в пределах  $F_{nc}$ =100–4 000 га [5].

Аппроксимирующие зависимости полученных результатов имеют следующий вид: $1-k_{\phi}=0.5$ м/сут, q=0.437exp(11.23/E),  $2-k_{\phi}=1.25$ м/сут, q=0.585exp(16.89/E),  $3-k_{\phi}=2.5$ м/сут, q=1.454exp(10.48/E).

Результаты экспериментальных исследований работы польдерных систем и проведенные численные эксперименты позволяют сформулировать принципы расчета и проектирования реконструкции действующих польдерных систем:

- тип многопольного севооборота сельскохозяйственного производства на массиве осущения реконструируемой системы определяется экспериментально полученными методом "коротких каналов" значениями модулей дренажного стока систем  $q_{\partial p, \phi a \kappa m}$ ;
- равномерность осущения массива достигается обеспечением непосредственной гидравлической связи отдельных, составляющих массив осушения, дренажных систем со створом насосной станции;

- реконструкция польдерной системы заключающаяся в пересчете параметров сети проводящих каналов и насосной станции в динамическом режиме, основанная на фактических, экспериментально определенных значениях модулей дренажного стока  $q_{\partial p.\phi a \kappa m}$  методом "коротких каналов" и использовании предложенной проблемно-ориентированной математической модели имеет существенный, от полутора до двух раз, потенциал увеличения эффективности работы действующих польдерных систем;
- очевидно, что рассматриваемая технология применима для оценки работы действующих самотечных мелиоративных систем при проведении их реконструкции, как полной, так и в части формирования параметров водоприемников.

#### Список литературы

- 1. Руководство по проектированию и изысканию объектов мелиоративного и водохозяйственного строительства в Белорусской ССР (РПИ-82). Часть ІІ. Осушительные и осушительно-увлажнительные системы. Книга 2. Мелиоративные системы с механическим водоотводом. Мн.: Белгипроводхоз.1983. 176с.
- 2. Кащенко, Н. М. Расчет линейных польдерных систем / Н. М. Кащенко, В. П. Ковалев /Проблемы устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования: Материалы юбилейной международной конференции. М. 2007. С. 195–200.
- 3. Филатов, В.А. Опыт осушения польдерных земель калининградской области. /В.А. Филатов /Мелиорация земель в зоне влияния равнинных водохранилищ: Труды ВАСХНИЛ. М.: Колос. 1974. С. 169-183.
- 4. Кащенко Н.М. Расчет влагопереноса в почве при расчете параметров дренажа польдерных систем. /Н.М. Кащенко, В.П. Ковалев /Инновационные технологии в мелиорации: Материалы юбилейной международной конференции. М., 2011. С. 79-84.
- 5. Кащенко Н.М. Польдерные системы сельскохозяйственного назначения. Расчет параметров реконструируемых систем. / Н.М. Кащенко, В.П. Ковалев, В.В. Васильев //Вестник белорусской государственной сельскохозяйственной академии. №.4. 2019. С.131-137.
- 6. Филатов, В.А. Расчет польдерных систем с учетом редукции стока / В.А Филатов, В.П. Ковалев //Мелиорация и водное хозяйство. М., 2005. №4. С.31-34.

#### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ТУВИНСКОЙ КОТЛОВИНЕ

### **Самбуу А.Д.,** доктор биологических наук, **Оксюлюк А.О.**

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, г. Кызыл, Россия

Сукцессия растительности — последовательный ряд смены серийных растительных сообществ на конкретном местообитании после выведения конкретной экосистемы из состояния динамического равновесия [1]. Наиболее ярко сукцессия в экосистеме проявляется в смене растительности — в изменении видового состава и замещения одних доминантов другими. Смены растительности проходят по-разному в зависимости от типа сукцессии, полночленности экосистемы, ее положения в рельефе и вида антропогенной нагрузки.

Особый вид вторичной сукцессии — восстановление изначальной экосистемы с помощью залежи. В России с 1990 по 2003 гг. произошло сокращение сельскохозяйственных угодий на 22,1%. Общая площадь залежных земель в 2003 г. в стране составила 44 400 тыс. га. В Западной Сибири — 4 550 тыс. га, в Республике Тува — 2 034 тыс. га, что соответствует 56,9% бывшего до 1990 г. фонда сельскохозяйственных угодий [2].

В условиях резко континентального климата Тувы развитие земледелия без орошения себя не оправдало. В 1950–1960 годы были периоды массового освоения целинных земель. В начале 1990-х площади земель, обрабатываемых для возделывания сельхозкультур, стали резко сокращаться.

В связи с небольшой длительностью земледельческого использования территории Республики Тыва, брошенные пахотные земли находятся в процессе залежной сукцессии.

До 1995 г. специальное изучение флоры и растительности залежных земель Тувы не проводилось. В работе рассматриваются исследования особенностей зарастания заброшенной пашни, изменение видового состава растительности, продуктивности, стадий зацелинения и их длительности, перспектив их использования в качестве кормовых угодий.

Для оценки влияния времени развития экосистем на ход сукцессии исследовались участки залежей на исходно сухих степях, расположенные в степной зоне на каштановой среднемощной супесчаной почве в Тувинской котловине. Залежные сукцессии нами были изучены на 6 ключевых участках. Полное описание видового состава сообществ, определение запасов фитомассы проводилось в 1996–2020 гг.

В качестве параметров вторичной сукцессии, характеризующих ход сукцессии, в неполночленной экосистеме зарастающей залежи, использованы показатель фитоценотической структуры видового состава, долевое участие различных видов фитоценотических групп в сложении фитомассы сообщества и распределение видов по группам обилия.

Фитоценотические группы включают сорные виды, характерные для начальных стадий сукцессии, залежные, доминирующие на промежуточных стадиях, и терминальные, т.е. виды, слагающие зональные незасоренные сообщества. Разные показатели описывают разные структуры сообщества и различным образом меняются в сукцессии. По близости их количественных значений к параметрам, характеризующим терминальные стадии, можно судить о скорости сукцессии и о сходстве трендов растительности в разных сукцессионных сериях.

Одновременно с сукцессией растительности происходят существенные изменения в автотрофном звене биологического круговорота. В ходе первичной сукцессии создаются, а в ходе вторичной трансформируются запасы зеленой фотосинтезирующей фитомассы и подземных органов. Смена доминантов приводит к качественным и количественным изменениям в сложении надземной и подземной фитомассы. Изменение структуры растительного вещества также характерно для сукцессии, как смена самой растительности.

В первый год сукцессии на залежных экосистемах Тувинской котловины отмечалось максимальное число видов, которое в течение 3-х лет их количество уменьшилось в 2 раза. Сорные виды в первый год составили 48%, а по фитомассе – больше 50%.

За 22 года восстановления залежной растительности на ранее сухих степях произошли значительные изменения, особенно в сложении фитомассы сообществ. В видовом составе доля сорных видов уменьшилась на 37% и 2,5 раза возросла доля терминальных. Залежных виды присутствовали в фитоценозе с самого начала, их доля в 7–8 гг. сукцессии незначи-

тельно увеличилась и за 22 года их доля уменьшилась на 40–50%. В структуре же фитомассы доля сорных видов в начальной стадии сукцессии было сложено сорными видами, за 22 восстановления залежи 63% зеленой массы было сложено терминальными видами.

Двадцатидвухлетняя залежь по обоим показателям еще далека от субклимаксового травостоя сухой степи, в котором терминальные виды превалируют и по числу и по массе. Особенно резко уменьшается фитомасса сорных видов, хотя их доля от видового богатства залежных экосистем довольно значительна.

Таким образом, залежная сукцессия — яркий пример вторичной сукцессии. Главное условие сукцессии — наличие в сообществе видов, которые в будущем займут доминирующие позиции, — было с самого начала. Из всех рассмотренных нами показателей позднее всего выходит на терминальный уровень структура растительного вещества. В целом сукцессия идет закономерно в сторону восстановления исходного степного фитоценоза и процесс этот характеризуется довольно высокой скоростью.

#### Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-05208\19 мк.

#### Список литературы

- 1. Миркин Б.М. Антропогенная динамика растительности // Итоги науки и техники. Ботаника, 1984. С. 198–226.
- 2. Люри Д.И., Горячин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX в. и постагрогенное восстановление растительности и почв». М.: ГЕОС, 2010. 415 с.

#### ВЛИЯНИЕ АГРОЛАНДШАФТОВ ГУМИДНОЙ ЗОНЫ НА ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ И ВЛАГОЕМКОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КЛЕВЕРО-ТИМОФЕЕЧНОЙ ТРАВОСМЕСИ

Рублюк М.В., кандидат сельскохозяйственных наук, Иванов Д.А., член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Карасева О.В., кандидат сельскохозяйственных наук, Хархардинов Н.А, аспирант

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

Почвенные исследования в агромикроландшафтах при возделывании разных видов культур позволят прогнозировать изменения их свойств в течение длительного периода использованы, что является приоритетным для дифференцированного применения удобрений, химической мелиорации и приемов по улучшению водно-физических свойств дерново-подзолистых почв[1, 2, 3]. Многолетние травы благодаря своей пластичности, меньшей требовательности к условиям произрастания, большому разнообразию видов менее других культур зависят от погодных и почвенных условий [4, 5].

Методика. Для изучения влияния агроландшафтов на свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность трав в 1997 году был заложен эксперимент на опытном стационаре «Губино». В пределах опытного участка был развернут зернотравяной севооборот со следующим чередованием культур: 1) Яровая пшеница; 2) Рапс (на сидерат); 3) Озимая рожь; 4) Овес + травы; 5-7) Травы 1-3 г пользования. В опыте изучалось влияние агроландшафтных условий на водопроницаемость и влагоемкость почвы при возделывании клеверо-тимофеечной травосмеси второго года пользования. Вариантами опыта являются микроландшафты, которые охватывают вершину холма, склоны (южный и северный) и межхолмную депрессию (понижение склонов). 1. Т,-Аю – транзитно-аккумулятивный южного склона; 2. Тю – транзитный южного склона; 3. Э-Тю – элювиально-транзитный южного склона; 4. Э-А – элювиально-аккумулятивный (вершина холма); 5.Э-Тс –

элювиально-транзитный северного склона; 6. Тс –транзитный северного склона; 7. Т-Ас – транзитно-аккумулятивный северного склона.

Почва опытного участка дерново-сильноподзолистая остаточно-карбонатная глееватая. Гранулометрический состав вариантов южного склона и вершины – супесчаный, северного склона – легкосуглинистый. Почвообразующие породы имеют двучленный характер. На южном склоне средняя глубина морены превышает 1м, а на северном она залегает на глубину 0,5-0,6 м, местами выходит на поверхность.

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

Водопроницаемость почвы определяли методом заливных квадратов. Учет расхода воды наблюдали в следующих интервалах времени: первый час за каждые 10 мин (6 отсчетов); во второй и третий часы — за каждые 30 мин (4 отсчета) и далее за каждый последующий час — 1 отсчет. Водопроницаемость прослеживали на выбранных участках в протяжении 5 часов. Изучение водопроницаемости почвы проводили на посевах травосмеси 2 г.п. в 2-х кратной повторности [6]. Учет урожая трав определяли сплошным методом.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного и корреляционного анализа.

Водопроницаемость почвы изучалась под посевом травосмеси второго года пользования в 2019-2021 гг. (табл.1). Скорость просачивания воды за пять часов наблюдений составила 0,36-1,36 мм/мин. Наиболее низкий коэффициент фильтрации получен в транзитном варианте северного склона — 0,36 мм/мин. На южном склоне (в Тю) величина этого показателя была максимальной и составила 1,36 мм/мин.

Таблица 1 Коэффициент фильтрации воды в осушаемых агроландшафтах, мм/мин

АМЛ		Среднее			
	2019	2020	2021		
1. Т-Аю	0,42	0,36	0,51	0,43	
2. Тю	1,36	0,42	0,53	0,77	
3. Э-Тю	0,51	0,63	1,01	0,73	
4. Э-A	0,71	0,61	0,66	0,66	
5.Э -Tc	0,46	0,66	0,74	0,62	
6. Tc	0,36	0,43	0,47	0,42	
7. T-Ac	0,56	0,51	0,82	0,63	
Среднее	0,63	0,52	0,68	0,58	
$HCP_{05}$	Различия незначимы				

Коэффициент фильтрации в 2020 году под посевами трав изменялся незначительно и составил 0,36-0,66 мм/мин. Повышение водопроницаемости почвы отмечено в элювиальных вариантах на 0,09-0,14 мм/мин. На склонах наблюдалось снижение водопроницаемости почвы. Максимальное снижение этого показателя отмечено в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона (на 0,16 мм/мин). В 2021 году коэффициент фильтрации воды в почве составил в среднем по опыту 0,68 мм/мин. Наиболее высокий этот показатель получен в элювиально-транзитном варианте южного склона — 1,01 мм/мин. В транзите северного склона величина данного показателя была минимальной — 0,47 мм/мин. По другим вариантам коэффициент фильтрации находился в пределах 0,51-0,82 мм/мин.

В среднем за 2019-2021 гг. водопроницаемость почвы под посевами трав второго года пользования возрастала на вариантах южного склона и снижалась в транзитном варианте северного склона и в Т-Аю. Установлено, что максимальный коэффициент фильтрации под посевами трав второго года пользования получен в транзитном АМЛ южного склона (0,77 мм/мин). Увеличение скорости просачивания воды составило 0,19 мм/мин. Наименьшая скорость просачивания воды характерна для транзитного АМЛ северного склона, где снижение коэффициента фильтрации составило 0,16 мм/мин. Водопроницаемость почвы зависела от гранулометрического состава и ее порозности.

Наименьшая влагоемкость почвы является очень важной гидрологической характеристикой почвы. Этот показатель применяют для определения дефицита влаги в почве. Влагоемкость почвы изучали под посевом трав второго года пользования в 2019-2021 гг. Как видно из таблицы 2, полевая влагоемкость почвы в 2019 году изменялась от 18,4 до 31,7%. Наименьший ее показатель отмечен в элювиально-аккумулятивном варианте (18,4 %). Увеличение влагоемкости почвы наблюдалось в транзитных вариантах северного склона на 3,5 и 8,3 %.

В 2020 году наименьшая влагоемкость почвы находилась в пределах 19-24,6 %. Наименьшее значение данного показателя отмечено в транзитном варианте южного склона. Его снижение составило 2,0%. Максимальное увеличение влагоемкости почвы (на 2,8%) наблюдалось в элювиально-транзитном варианте южного склона. Влагоемкость почвы в 2021 году находилась в пределах 18,7-31,5%. На легких супесчаных почвах южного склона величина данного показателя была наименьшей и ее снижение составило 4,4-4,6 %. В элювиальных вариантах и в транзитах северного склона влагоемкость почвы возрастала. Максимальный показатель отмечен в Т-Ас и составил 31,5 %.

Таблица 2 Наименьшая влагоемкость почвы в осушаемых агроландшафтах, %

АМЛ		Cnaduaa			
	2019	2020	2021	- Среднее	
1. Т-Аю	19,0	19,0	18,7	18,9	
2. Тю	24,9	19,8	18,9	21,2	
3. Э-Тю	20,2	24,6	24,2	23,0	
4. Э-A	9-A 18,4		22,5	20,5	
5. Э-Tc	22,3	21,8	25,8	23,3	
6. Tc	26,9	23,8	24,7	25,1	
7. T-Ac	31,7	23,4	31,5	28,8	
Среднее	23,4	21,8	23,3	22,9	
$HCP_{05}$	3,34				

В среднем за 2019-2021 гг. наименьшая влагоемкость почвы под посевом трав второго года возрастала в транзитных вариантах северного склона и снижалась в понижении южного склона и на вершине холма. Нижний предел этого показателя отмечен в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона  $-18.9\,\%$ .

На северном склоне вТ-Ас величина этого показателя была максимальной -28.8 %. По влагоемкости почвы отмечена тенденция ее увеличения от вершины вниз по северному склону. Наименьшая влагоемкость почвы в пределах агроландшафта зависела от гранулометрического состава почвы и ее структурности.

Урожайность бобово-злаковой травосмеси второго года пользования в засушливом 2019 году была невысокой и составила в среднем по опыту 1,62 т/га сена (табл. 3).

Таблица 3 Урожайность сена бобово-злаковой травосмеси второго года пользования в осущаемых агроландшафтах, т/га

АМЛ		Cardina			
	2019	2020	2021	Среднее	
1. Т-Аю	1,27	3,66	4,12	3,01	
2. Тю	1,24	4,95	4,91	3,70	
3. Э-Тю	1,39	5,73	5,53	4,21	
4. Э-A	1,62	6,40	6,60	4,87	
5. Э-Tc	1,43	4,10	5,55	3,69	
6. Tc	2,17	4,39	4,30	3,62	
7. T-Ac	2,21	5,01	4,65	3,95	
Среднее	1,62	4,89	5,09	3,86	
$HCP_{05}$	Различия незначимы				

Урожайность трав в 2020 году варьировала от 3,66 до 6,4 т/га сена. Наибольшая продуктивность травосмеси была получена в элювиально-ак-кумулятивном варианте -6,4 4/га. На южном склоне - в Т-Аю значение этого показателя было наименьшим -3,66 т/га. В жаркий и сухой 2021 год продуктивность травостоев была высокой и составила 4,12-6,6 т/ га сена. В элювиальных вариантах урожайность возрастала на 0,44-1,5 т/га сена.

В среднем за 2019-2021 гг. урожайность травосмеси второго года использования составила 3,01-4,87 т/га сена. Наибольшая продуктивность травосмеси получена на вершине холма. Увеличение этого показателя здесь составило 26%. В понижении южного склона (в Т-Аю) урожайность травосмесимаксимально снижалась — на 28,2%. По урожайности трав второго года установлена прямая корреляционная зависимость с водопроницаемостью почвы ( r = 0,57).

**Выводы**. Изучаемые агроландшафты оказали влияние на водопроницаемость и влагоемкость почвы при возделывании клеверо-тимофеечной травосмеси. Водопроницаемость почвы в среднем за 2019-2021 гг. изменялась в пределах 0,42-0,77 мм/мин. Максимальный показатель коэффициента фильтрации под посевами трав получен в транзитном АМЛ южного склона (0,77 мм/мин). В транзитном агроландшафте северного склона скорость просачивания воды была наименьшей и составила 0,42 мм/мин.

Наименьшая влагоемкость почвы (HB) повышалась от вершины вниз по северному склону. Максимальное значение этого показателя получено в транзитно-аккумулятивном варианте северного склона (28,8 %). Нижний предел ее отмечен в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона -18,9 %.

Урожайность травосмеси второго года использования в среднем за 2019-2021 гг. составила 3,01-4,87 т/га сена. Наибольшая продуктивность травосмеси получена на вершине холма. Увеличение этого показателя здесь составило 26 %. По урожайности трав второго года установлена прямая корреляционная зависимость с водопроницаемостью почвы ( r = 0,57).

#### Список литературы

- 1. Иванов Д.А, Рублюк М.В., Карасева О.В. Мониторинг влияния факторов природной среды на урожайность травостоев// Кормопроизводство, 2019, № 8. С. 10-14.
- 2. Рублюк М.В., Иванов Д.А., Хархардинов Н.А. Водопроницаемость дерновоподзолистой почвы в различных частях мелиоративного агроландшафта /Высокопродуктивное и экологически чистое агрохозяйство на мелиорированных землях: Материалы международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ. г. Тверь, 30 сентября 2019 года. С. 178-181.

- 3. Рублюк М.В., Иванов Д.А., Карасева О.В., Хархардинов Н.А. Влияние ландшафтных условий на свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность клеверо-тимофеечной травосмеси //Достижения науки и техники АПК. 2020. №10. Т. 54. С. 85-89.
- 4. Касаткина Н.И., Нелюбина Ж.С. Особенности роста и развития многолетних трав на основе клевера тетраплоидного //Аграрная наука евро-северо-востока, 2019. Том 20. №3. С. 247-255.
- 3. Иванова Н.Н., Капспмун А.Д., Амбросимова Н.Н. Кормовая и средообразующая роль пастбищных травостоев в условиях осущаемых почв Центрального Нечерноземья//Кормопроизводство, 2019, № 4. С. 14-17.
- 6. Вадюнина А.Ф., Корчагмна З.А. Методы определения физических свойств почв и грунтов. Из-во 2-е. Учебное пособие для студентов вузов (специальность «Агрохимия и почвоведение»). М.: Высшая школа, 11973. 395 с.

УДК 631.331.5

#### ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛИН-ПЛАНИРОВЩИКА В КОМПЛЕКСЕ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РАБОТ

**Насонов С. Ю.,** старший преподаватель ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва. Россия

Технология высокоточной планировки рисовых чеков является одним из наиболее важнейших мелиоративных приёмов, оказывающих значительное влияние на урожайность этой культуры. Сохранение и поддержание точности поверхности чеков позволяет улучшать состояние грунта при полном равномерном насыщении его водой при затоплении в вегетационный период. Также, управлять продолжительностью вегетационного периода путём поддержания уровня температурного режима в среде обитания риса на всей площади чека. Кроме того, снизить расход поливной воды, что приводит к решению проблемы острой нехватки воды, особенно, в маловодные годы. Следует отметить и уменьшение ежегодного прироста объёмов планировочных работ, что приводит к сокращению числа проходов планировщика по полю и уменьшению уплотнения грунта. Все отмеченные факторы являются производными элементами, подчёркивающими необходимость выполнения планировочных работ.

Многолетними исследованиями, проведёнными в Краснодарском крае, установлено, что урожайность риса при колебаниях высотных отметок

чека в пределах  $\pm 3$  см в 1.5 раза выше, чем при отклонениях в  $\pm 5$  см. При этом затраты оросительной воды сокращаются в 1.6 раза [1].

Большинство технических средств механизации планировочных работ имеют рабочий орган в виде бездонного ковша с одним или двумя режущими ножами. В процессе планировки довольно часто наблюдаются случаи, когда при значительных объёмах срезки грунта ковш очень быстро переполняется. Из-за чего, в дальнейшем, приходится перемещать эти объёмы на расстояния отсыпки со значительными трудностями. Имеют место случаи оставления этих спланированных объёмов грунта в виде временных отвалом, что также, усложняет в целом весь комплекс проведения таких работ по исправлению нарушенной поверхности.

Для решения этой проблемы, одним из вариантов, является, наличие у планировщика принципиально отличающегося рабочего органа. Для обеспечения срезки грунта при проведении планировки предлагается конструкция клин-планировщика, рабочий орган которого представляет собой два отвала постоянного радиуса кривизны, закреплённых под углом 90° друг к другу. В настоящее время в рисосеящих хозяйствах Краснодарского края такие машины применяются на капитальной и эксплуатационной планировке. Конструкция клин-планировщика показана на рисунке 1.



Рис. 1. Клин-планировщик припланировки поверхности чека.

При непрерывной срезке грунта формирующиеся объёмы призм волочения перераспределяются вдоль рабочего органа по двум сторонам в виде валиков и насыпей, которые остаются на поле и впоследствии развозятся скреперами в понижения, где отсыпаются до проектных отметок.

Среди стоящих нерешённых вопросов, связанных с использованием клин-планировщика, напрашивается необходимость согласования ширины захвата рабочего органа и параметров профиля рабочего органа с тяговыми возможностями трактора.

Для последующей дальнейшей отработки параметров рабочего органа клин-планировщика предполагается проведение серий экспериментов с использованием масштабных физических моделей (с разными геометрическими параметрами значений, [2]), рисунок 2, на грунтовом канале. Полученные результаты могут быть применены в качестве основообразующих факторов при окончательной доработке конструкции такой машины.

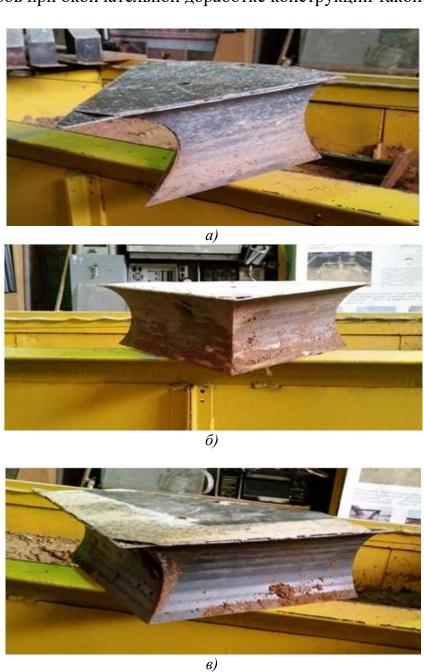


Рисунок 2. Изготовленные масштабные физические модели (с отличающимися параметрами: a),  $\delta$ ),  $\epsilon$ ) рабочего органа клин-планировщика.

#### Список литературы

- 1. Ефремов А. Н. Планировка земель с применением лазерных систем. М.: ООО «Литера Принт», 2014. 130 с.
- 2. Насонов С. Ю. Сравнительный анализ выравнивания поверхности рисовых чеков различными типами мелиоративных планировщиков / Тезисы доклад. 2-ой н.-практ. конф. уч. России и Хорватии в Дубровнике. М.: НИТУ МИСиС, 2020. С. 71.

УДК 631.432.1

#### К МЕТОДИКЕ ЗАМЕРА ГРУНТОВЫХ ВОД НА ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВАХ

Уланов Н.А., кандидат сельскохозяйственных наук Кировская лугоболотная опытная станция — филиал ФГБНУ «ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса», Кировская обл., Оричевский р/н., п. Юбилейный, Россия.

Введение. Процесс определения среднего за период вегетации (средневегетационного) уровня грунтовых вод (УГВ) продиктован необходимостью их поддержания в рекомендуемых для возделывания сельскохозяйственных культур пределах. В научной литературе имеется довольно общирное количество материала, касающегося различных методик проведения полевых наблюдений за водным режимом, в частности за УГВ. Относительно последнего, существуют следующие рекомендации: частота замеров УГВ в летний период должна составлять один раз в десять дней, а в зимний период – один раз в месяц [1-5]. Цель нашей работы – определить оптимальную частоту замеров УГВ, максимально сохраняя точность полученного результата.

Объекты и методы. Для анализа были взяты данные, полученные в 2010, 2014 и 2018 годах на метеорологической площадке Кировской луго-болотной опытной станции — филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса». Объект расположен на территории невыработанного низинного торфомассива «Гадовское» площадью 3000 га. Режим водного питания ослабленный грунтово-напорный. По количеству выпавших осадков вегетационные периоды рассматриваемых лет

(1.V-30.IX), относительно среднего многолетнего значения (314,0 мм), характеризуются так: 2010 — сухой (224,2 мм), 2014 — норма (277,0 мм), 2018 — влажный (413,3 мм).

Для того чтобы установить оптимальную частоту замеров УГВ в период вегетации, необходимо было провести сравнительную оценку методов замера средневегетационного УГВ с различной частотой проведения наблюдений. За контроль был взят средневегетационный УГВ, полученный при ежедневных замерах. Он сравнивался со средними значениями, полученными при проведении наблюдений с частотой один раз в 10 дней (5,15 и 25 числа каждого месяца), один раз в месяц (15 числа каждого месяца), один раз в два месяца (15 мая, 15 июля и 15 сентября) и два раза за вегетационный период (15 мая и 15 сентября).

**Обсуждение результатов.** Согласно полученным в результате ежедневных замеров данным, средневегетационный УГВ на метеоплощадке составил в 2010 году 95 см, в 2014-75 см, в 2018-47 см.

При замере УГВ с частотой один раз в 10 дней, независимо от влагообеспеченности года осадками, полученное среднее значение отличалось от контроля на 0.5-0.8%.

При замере УГВ с частотой один раз в месяц, отмечается резкое снижение точности получаемого результата в условиях избыточной влагообеспеченности (вегетационный период 2018 года). Отклонение среднего значения от контроля в 2010 и 2014 годах составило 1,1-1,2%, тогда как в 2018 — 8,2%. Происходит это потому, что день замера может совпасть с днем, когда выпадает большое количество осадков. Выпадение осадков в количестве до 15-20 мм в день практически не приводит к искажению среднемесячного УГВ. Однако в нашем случае 9 июля 2018 года выпало более 80 мм осадков, что не могло не повлиять на результаты измерений.

Для того чтобы УГВ после выпадения такого количества осадков вернулся в исходное состояние, требуется 7-8 дней, при условии, что осадки полностью прекратятся (При выпадении 30-40 мм время восстановления прежнего УГВ составляет 3-4 дня). В нашем случае такого не произошло, влага осадков продолжала поступать в почву 15 и 19 числа, не позволяя УГВ стабилизироваться. Лишь в конце месяца УГВ начал приходить в норму. В результате того, что за июль 2018 года выпало 196,8 мм осадков (что в 2,5 раза больше средней многолетней нормы), среднемесячное значение УГВ

было довольно высоким (31 см). В таких условиях довольно сложно получить точное среднемесячное значение при редкой частоте замеров УГВ (один раз в месяц), так как он часто меняется (В начале месяца – 67 см, в середине 5-20 см, в конце – 50 см).

Очевидно одно – не имеет смысла измерять УГВ во время дождя. Если в день запланированного замера выпадают осадки, его необходимо отложить на определенное время (в зависимости от интенсивности осадков). Если период выпадения осадков (включая время на восстановление прежнего УГВ) составляет более половины месяца, то получить точное значение среднемесячного УГВ, как правило, не удается.

Остается лишь надеяться, что в выбранный день замера УГВ будет как можно ближе к фактическому среднемесячному (неизвестному нам) УГВ, в нашем случае это 31 см. Но поскольку условно взятый нами день замера (15 число) совпал с выпадением осадков (мы не переносили его, вопреки рекомендации) и УГВ в этот день составлял 13 см, то именно эту цифру мы и использовали в расчетах.

При замере УГВ с частотой один раз в два месяца, точность получаемого результата в условиях избыточной влагообеспеченности (2018 год) снижается еще сильнее (отклонение от контроля – 10,5%), чем при ежемесячном замере. Незначительно снижается и точность получаемого результата (отклонение от контроля – 2,2%) в условиях засушливого вегетационного периода (2016 год). Однако точность получаемого результата при такой частоте замеров в условиях умеренной влагообеспеченности (2014 год) наоборот выросла (отклонение от контроля – 0,2%).

При замере УГВ в начале и в конце вегетационного периода, наблюдается дальнейшее снижение точности получаемого результата в условиях избыточной влагообеспеченности (2018 год). В нашем случае, при использовании данных за 15 мая и 15 сентября, отклонение от контроля составило 20,5%. Точность результатов, полученных в условиях засушливого (2010 год) и умеренного (2014 год) вегетационных периодов при такой частоте замеров оставалась достаточно хорошей, отклонение от контроля составляло 2,0% и 0,9% соответственно.

**Выводы.** Точность получаемых результатов при определении средневегетационного УГВ в значительной степени зависит от агрометеорологических условий конкретного года. В периоды выпадения обильных атмо-

сферных осадков она существенно снижается при частоте замеров реже одного раза в 10 дней. Для повышения объективности получаемых результатов, замер УГВ не следует производить в день выпадения осадков, а следует переносить его на 3-8 дней, в зависимости от количества выпавших осадков.

В условиях засушливого и умеренного по осадкам вегетационного периода, даже при частоте замеров один раз в два месяца, получаемые результаты практически не отличаются от результатов, полученных при ежедневном замере, что свидетельствует о весьма хорошем сохранении точности.

#### Список литературы

- 1. Методическое руководство по изучению режима подземных вод / Под общ. ред. М.Е. Альтовского и А.А. Коноплянцева; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т гидрогеологии и инженерной геологии ВСЕГИНГЕО М-ва геологии и охраны недр СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1954. 196 с.
- 2. Роде А.А. Методы изучения водного режима почв. Акад. наук СССР. Почв.инт им. В. В. Докучаева. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1960. 244 с.
- 3. Шебеко В.Ф. Гидрологический режим осушаемых территорий. Минск: Урожай, 1970. 300 с.
- 4. Головко Д.Г. Вопросы методики полевых исследований на торфяных почвах осущаемых болот / Режим осущения и методика полевых научных исследований. Под ред. академика ВАСХНИЛ С.Ф. Аверьянова. М.: Колос, 1971. С. 167-174.
- 5. Рекомендации по изучению режима и баланса грунтовых вод на подтапливаемых промышленных площадках. / Под общ.ред. С.К. Абрамова и И.Я. Пантелеева. М.: ВОДГЕО, 1973. 96 с.

#### ДИНАМИКА УРОВНЯ ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ ВОД ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

#### Хархардинов Н.А., аспирант

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

Контроль состояния природных систем, включающих как экологическую, так и гидрологическую составляющую ландшафта, осуществляется в процессе мониторинга — системы непрерывных или цикличных наблюдений и описаний на определенный момент времени. Гидрологический мониторинг с целью выявления особенностей функционирования природных систем в различных погодных условиях и антропогенных воздействиях включает основные элементы водного баланса: поступление осадков, их перехват и испарение пологом леса, динамику запасов почвенных и грунтовых вод, испарение почв и растительного покрова, инфильтрацию, поверхностный и грунтовый сток [1, 2].

С гидрологических позиций почвы являются той системой, в теле которой происходят поглощение, удержание и испарение влаги, что фиксируется в наблюдениях за динамикой почвенной влажности. Важно при этом оценивать почву и как звено биогеоценоза, которое совместно с растительным покровом обусловливает тип местного оборота влаги, ее поступление в грунтовые воды и далее – в водные системы [1, 2].

Организация мониторинга сопряжена с определенными трудностями научно-методического характера. Наибольшую сложность представляет разделение влияния естественного тренда климатической изменчивости и антропогенных воздействий. Поэтому мониторинговые исследования по продолжительности должны быть сопоставимы с климатическими циклами, охватывать различные погодные условия [3].

Основными параметрами состояния природной среды для агрономамелиоратора служат водно-физические свойства почв, а также режим уровня почвенно-грунтовых вод (УПГВ). Физические свойства почв во многом определяют характер поступления, накопления и использования почвенным биоценозом воды, воздуха и тепла, скорость и направление роста корневых систем [4].

Цель исследований: наблюдение за динамикой уровня почвенно-грунтовых вод, в различных видах осущаемых земель.

Почва опытного участка дерново-сильноподзолистая остаточно-карбонатная глееватая. Ее гранулометрический состав на южном склоне и на вершине песчано-супесчаный, на северном склоне — супесчано-легкосуглинистый. Почвообразующие породы имеют двучленный характер. На южном склоне средняя глубина морены превышает 1 м, а на северном она залегает на глубину 0,5...0,6 м, местами выходит на поверхность.

Исследования проводили наагроэкологической трансекте стационара ВНИИМЗ длиной 1300 м.

Схема опыта включает 7 вариантов: Т-Аю – транзитно-аккумулятивный микроландшафт южного склона; Тю – транзитный микроландшафт южного склона; Э-Тю – элювиально-транзитный микроландшафт южного склона; Э-А – элювиально-аккумулятивный микроландшафт – вершина холма; Э-Тс – элювиально-транзитный микроландшафт северного склона; Тс – транзитный микроландшафт северного склона; Т-Ас – транзитно-аккумулятивный микроландшафт северного склона.

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

Наблюдения за уровнем почвенно-грунтовых вод проводили в течение вегетационных периодов (апрель-сентябрь) в центральных частях АМЛ в стационарных скважинах, глубиной 4 м с использованием общепринятой методики. Результаты мониторинга обрабатывали с использованием компьютерной программы EXCEL 2007.

Средние значения результатов мониторинга УПГВ 2021 года в пределах объекта исследования представлено в таблице 1.

Таблица 1 Средние значения результатов мониторинга УПГВ 2021 года в пределах объекта

АМЛ	Месяц наблюдений в 2021г					Сполисо	
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	Среднее
Т-Аю	-	-	-	-	-	-	-
Тю	74,7	113,5	161,0	210,6	272,1	272,5	184,0
Э-Тю	70,0	108,0	152,8	173,4	195,0	-	149,0
Э-А	97,0	118,3	153,5	174,2	199,8	210,1	158,8
Э-Тс	80,3	110,4	141,3	150,2	199,6	232,5	152,3
Tc	53,0	80,1	128,3	164,6	197,2	212,5	139,2
T-Ac	72,7	94,5	124,8	167,25	185,3	200,0	140,6

В целом по агроландшафту конечно-моренного холма среднее значение УПГВ находится ниже отметки 150 см, что свидетельствует о недостаточно интенсивной работе дренажной системы. Отмечено влияние экспозиции склонов, гранулометрического состава почв и геологического строения почвообразующих пород на пространственную изменчивость среднемноголетнего уровня верховодки. На северном склоне холма, где почвы образованы на маломощных двучленах, УПГВ выше 130 см, что свидетельствует о недостаточном здесь осущении.

С самого начала наблюдений динамики уровня почвенно-грунтовых вод на вариантетранзитно-аккумулятивного микроландшафта южного склона была повреждена скважина. Аналогичная ситуация произошла на варианте элювиально-транзитного микроландшафта южного склона в сентябре. По этой причине данные не представлены в таблице.

На вершине (элювиально-аккумулятивный АМЛ) зафиксирован пониженный уровень верховодки, вследствие наличия здесь значительных высотных отметок, что обусловливает отсутствие притока влаги из других гипсометрических позиций. Верхние части склонов отличаются более высокими значениями уровня воды, из-за снижения здесь абсолютной высоты и наличия грунтового поступления влаги со стороны вершины.

Мониторинг показал, что в пределах всего агроландшафта за время вегетации происходит постепенное снижение УПГВ. Весной (апрель—май) его среднее значения, как правило, выше 90 см, что обеспечивает энергичную работу дренажа. Летом и ранней осенью происходит резкое снижение УПГВ, особенно на южном склоне. Вариабельность уровня грунтовых вод в разных частях агроландшафта зависит также и от перемещения влаги в пределах отдельных микроландшафтов.

Следовательно, процесс планирования агромелиоративных и агрономических воздействий на природный комплекс должен включать в себя учет факта заметного влияния ландшафтных условий на изменчивость УПГВ – культуры, устойчивые к гидротермическим стрессам (многолетние травы), можно размещать на склонах холмов, тогда как влаголюбивые растения (например, овес) лучше размещать на слабодренируемых вершинах с более постоянным уровнем УПГВ.

Режим почвенно-грунтовых вод в пределах агрогеокомплекса конечно-моренной гряды, отличающегося сложным геолого-почвенно-ландшафтным устройством, зависит, прежде всего, от погодных условий, затем от особенностей микробассейна (агроландшафт разделяется на три зоны,

различающиеся по характеру динамики УПГВ) и, в определенной степени, от пестроты природной среды геокомплекса.

#### Список литературы

- 1. Воронков Н.А. О гидрологической роли почв и некоторых экологических методах управления водными ресурсами // Почвоведение. 1993. № 9. С. 55–63.
  - 2. Воронков Н.А. Роль лесов в охране вод. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 285 с.
- 3. Лебедев, А. Ф. Почвенные и грунтовые воды / А. Ф. Лебедев. 4-е изд. Москва; Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1936. 320 с.
- 4. Шаповалов Д. В. Влияние систем удобрений на агрофизические свойства выщелоченного чернозема и урожайность сои на поверхностной обработке почвы // Научный журнал КубГАУ. 2009. № 52(8). С. 95–102.

УДК 631.347.084.13

## К ВОПРОСУ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЯ МНОГООПОРНЫМИ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ

<sup>1</sup>Смирнов А.И., аспирант,

<sup>2</sup>Рязанцев А.И., доктор технических наук, профессор, <sup>3</sup>Антипов А.О., кандидат доктор технических наук, доцент, <sup>1</sup>Евсеев Е.Ю., аспирант

<sup>1</sup>Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань, Россия <sup>2</sup>ФГБНУ ВНИИ «Радуга», пос. Радужный, Коломенского г.о., <sup>3</sup>Государственный социально-гуманитарный университет, г. Коломна

Одним их недостатков дождевальных машин кругового действия (ДМ), типа «Кубань–ЛК1» и «Фрегат», является их повышенное колееобразование при многократных проходах (глубина колеи достигает 0.35 м и более, рисунок 1), снижающее эффективность их применения [3,4].



Рис. 1. Общий вид погружения ходового колеса ДМ «Кубань-ЛК1»

Наиболее эффективным способом уменьшения колееобразования самоходных средств, как признано в мировой практике, является увеличение прочностных характеристик опорной поверхности передвижения [1].

Это является наиболее актуальным для многоопорых машин кругового действия, движущихся по одному следу, в течение всего периода их эксплуатации [1].

Повышение несущей способности опорной поверхности в следе колеи от самоходных тележек ДМ может быть достигнуто его засыпкой почвой (заполнением), во время движения самоходных тележек. За время межполивного периода (полного оборота машины), засыпанная почва в колее, упрочняется, за счёт её высыхания, и служит твёрдой основой для ходовых систем ДМ при последующих проходах.

Увеличение прочности опорной поверхности при движении ДМ позволит улучшить её показатели работы по уменьшению энергопотребления и её стоимости.

Проведённые лабораторные исследования позволили выявить зависимость, наиболее полно моделирующую изменение прочности засыпанной почвы в следе колеи от ДМ за счёт высыхания, (посредством уменьшения значения её абсолютной влажности) за время межполивного периода. Исследования проводились применительно к условиям среднего суглинка, характерного для почвенных условий объекта-представителя, эксплуатирующего подобного типа ДМ (АО «Озёры» Московской области).

Как следует из приведённых данных, полученных в ходе исследований в почвенном канале, вследствие высыхания засыпанной почвы в колее (рисунок 2), (за счёт уменьшения её абсолютной влажности W%, с 50 до 10%) (рисунок 3), характерного для типичного межполивного периода (до 5 и более суток), несущая способность опорной поверхности  $P_0$  возрастает согласно выражению (1)

$$P_0 = a + bW \tag{1}$$

где a и b – эмпирические коэффициенты (a = - 26.29, b=1263).

За счёт засыпки почвой колеи и её высыхании, значение несущей способности опорной поверхности в среднем увеличивается от 100 до 1000 кПа. Это, как отмечалось выше, позволит значительно улучшить показатели работы ДМ кругового действия в усложнённых почвенных условиях.



Рис. 2. Вид опорной почвенной поверхности в колее при засыпке и высыхании

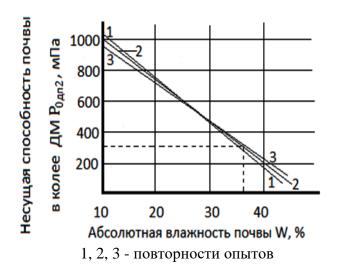


Рис. 3. Изменение несущей способности почвы в колее ДМ от её влажности для среднесуглинистой почвы ЗАО Озёры Московской области.

Для заполнения колеи от тележек дождевальных машин кругового действия могут быть использованы различные по конструкции устройства (загортачи, следозаделыватели и заравниватели) [2].

#### Список литературы

- 1. Беккер, М. Г. Введение в систему «местность-машина» / М.Г. Беккер; пер. с англ. В.В. Гуськова. М.: Машиностроение, 1973. 520 с.
- 2. Егоров, Ю. Н. Повышение проходимости многоопорных дождевальных машин посредством заравнивания колеи: рекомендации / Ю. Н. Егоров, А. И. Рязанцев. М.: Росинформагротех, 2002. 44 с.
- 3. Рязанцев, А.И. Механико-технологическое совершенствование дождевальной техники / А. И Рязанцев. Коломна: ФГОУ «КИППК» Минсельхоза России, 2003. 246 с.
- 4. Рязанцев, А.И. Повышение эксплуатационных показателей транспортных систем многоопорных машин [Текст] /А.И. Рязанцев, А.О. Антипов, Смирнова Е.А. Коломна: ГОУ ВО МО ГСГУ, 2018. 246 с.

#### Научное издание

# ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА В РАМКАХ МЕРОПРИЯТИЙ ГОДА НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Материалы международной научно-практической конференции, ВНИИМЗ, г. Тверь, 30 сентября 2021 года

Отпечатано с авторских оригиналов

Подписано в печать 09.12.2021. Формат 60x84  $^{1}$ /<sub>16</sub>. Усл. печ. л. 16,28. Тираж 300. Заказ № 363 Издательство Тверского государственного университета. Адрес: 170100, г. Тверь, Студенческий пер., 12, корпус Б. Тел. (4822) 35-60-63.