



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)

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗЕМЕЛЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В
УСЛОВИЯХ МЕЛИОРАЦИИ**

Материалы Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием, посвященной
50-летию освоения Нечерноземной зоны

г. Тверь, ВНИИМЗ, 30 сентября 2024 года

Тверь 2024

УДК 631.6(082)

ББК П06я431

П42

Ответственные за выпуск:

Ю.Д. Смирнова – кандидат биологических наук,

О.Н. Анциферова – кандидат сельскохозяйственных наук

П42 **Повышение эффективности использования и экологической безопасности земель сельскохозяйственного назначения в условиях мелиорации:** Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию освоения Нечерноземной зоны: – Тверь: Издательство Тверского государственного университета, 2024. – 345 с.

ISBN 978-5-7609-2001-0

В сборнике представлены материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием *«Повышение эффективности использования и экологической безопасности земель сельскохозяйственного назначения в условиях мелиорации»*, посвященной 50-летию освоения Нечерноземной зоны: (Россия, г. Тверь, ВНИИМЗ, 30 сентября 2024 г.).

На конференции рассмотрены приоритетные задачи и перспективы развития аграрной науки на мелиорированных землях в условиях изменяющегося климата, инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии, экологизация земледелия и энергоресурсосбережение на мелиорированных землях, управление плодородием почв, агромелиоративным состоянием и продуктивностью мелиорированных земель, актуальные вопросы кормопроизводства в условиях мелиорации, передовые цифровые технологии и технические средства в АПК для эффективного использования почвенных и водных ресурсов.

УДК 631.6(082)

ББК П06я431

ISBN 978-5-7609-2001-0

© ВНИИМЗ, 2024

© Тверской государственный университет, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

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

- Смирнова Ю.Д., Соловьев Д.А.** Сельское хозяйство Нечерноземья: мелиорация и инновационные агротехнологии. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия* 7
- Рабинович Г.Ю.** Биотехнологический вектор ВНИИМЗ длиной в 35 лет. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия*..... 15
- Инишева Л.И.** Миграция химических элементов в осушаемых почвах. *Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия*..... 24
- Иванов Д.А., Рублюк М.В., Анциферова О.Н.** Особенности динамики агрохимических свойств почв в агроландшафте. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия* 32
- Касатиков В.А., Шабардина Н.П.** Влияние технологически различных агрохимикатов на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы. *ВНИИОУ - филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», п. Вяткино, Владимирская область, Судогодский р-н, Россия*..... 36
- Трешкин И.А., Рабинович Г.Ю.** Особенности почвенных ресурсов Тверской области в контексте их реальной и прогнозной сельскохозяйственной эксплуатации. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия*..... 44

РАЗДЕЛ II. Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии 53

- Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Первушина Н.К., Положенцева Л.П.** Эффективность послепосевного уплотнения почвы при гребнистом способе посева яровых зерновых культур. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия* 53
- Кудрявцев А.В., Степанов К.А., Синицин П.Г., Голубев В.В.** Инновационная технология селекционного возделывания картофеля. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* 64
- Волкова Е.С., Шайкова Т.В., Дятлова М.В.** Возделывание озимой ржи универсального назначения с применением биопрепаратов в Псковской области. *ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия*..... 72
- Иванов Д.А., Хархардинов Н.А., Курпас К.С.** Зависимость продуктивности многолетних трав от ландшафтно-климатических условий. *ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия*..... 80
- Королева Ю.С.** Урожайность ярового рапса в зависимости от некорневых подкормок. *ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия* 84
- Кижяева В.Е., Пешкова В.О.** Подбор продуктивных сортов зернобобовых культур для возделывания на мелкоконтурных участках при капельном орошении в аридной зоне Поволжья. *ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Россия* 91

Скворцов С.С. Влияние комплексонов микроэлементов на продуктивность льна-долгунца. <i>ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия</i>	98
Скворцов С.С. Урожайность льна-долгунца в зависимости от применяемых органоминеральных удобрений и стимуляторов роста. <i>ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», г. Тверь, Россия</i>	105
Шилова О.В. Изменение урожайности разных сортов картофеля под действием селенсодержащих соединений. <i>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия</i>	112
Шилова О.В. Исследование хелата меди при возделывании капусты белокочанной на мелиорированной почве. <i>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия</i>	122

РАЗДЕЛ III. Экологизация земледелия и энергоресурсосбережение на мелиорированных землях 132

Зинковская Т.С., Рабинович Г.Ю., Сорокина В.А. К вопросу влияния осушения дерново-подзолистой почвы на функционирование микробного сообщества. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	132
Кудрявцев Н.А., Шупик В.Д., Сухоруков А.М. Экологизация мероприятий по защите растений при обработке семян и посевах льна. <i>ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия</i>	138
Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Первушина Н.К., Положенцева Л.П. Особенности гребневой технологии при возделывании овса по пласту многолетних трав. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	144
Фомичева Н.В., Кашкова А.А. Влияние гуминовых препаратов на микрофлору почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	154
Пугачёва Л.В., Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В. Оценка состояния осушаемых залежных земель по растительному покрову. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	161
Подольян Е.А. Эффективность наноразмерного кремнегуминового препарата при выращивании растений томата. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	166

Рублюк М.В., Иванов Д.А. Роль осушаемого агроландшафта и фона удобрений в формировании свойств дерново-подзолистой почвы и урожайности яровой пшеницы. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	170
Хархардинов Н.А. Влияние мелиорированных агроландшафтов на урожайность зерновых и кормовых культур в севообороте. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	180

РАЗДЕЛ IV. Управление плодородием почв, агромелиоративным состоянием и продуктивностью мелиорированных земель 185

Анциферова О.А., Журавлева О.А. Ретроспективный анализ и прогнозирование изменения агрохимических свойств почв в Озерском муниципальном округе Калининградской области. <i>ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Россия</i>	185
--	-----

Багринцева В.Н., Ивашененко И.Н., Шмалько И.А., Серова О.Д. Эффективность агрохимикатов марки Батр на кукурузе в сравнении с минеральными удобрениями. <i>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы», г. Пятигорск, Россия</i>	194
Рублюк М.В., Иванов Д.А. Влияние одновидовых и смешанных посевов многолетних трав на плодородие дерново-подзолистой почвы при длительном возделывании в осушаемом агроландшафте. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	202
Трешкин И.А., Денисенко В.Д. Цинк в дерново-подзолистых почвах <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь, Россия</i>	212
Трешкин И.А., Киреева Д.С. Молибден в дерново-подзолистых почвах и его влияние на жизнедеятельность растений. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь, Россия</i>	219
Гуляев М.В. Влияние последействия объемного щелчевания в сочетании с обработками почвы на урожайность пшеницы. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	227
Хархардинов Н.А. Устойчивость озимой ржи сорта Дымка к зимним условиям: роль снежного покрова и влияние агромикрорландшафтов. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	233
 РАЗДЕЛ V. Актуальные вопросы кормопроизводства в условиях мелиорации	239
Пастушок Р.Т., Кравцова А.А., Шурмелева А.Н. Производство семян клевера гибридного в одновидовых и совместных посевах с райграсом однолетним на мелиорированных минеральных землях Поозерья. <i>РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Республика Беларусь</i>	239
Дрозд Д.А. Урожайность различных по скороспелости сортов клевера лугового при орошении. <i>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь</i>	249
Дрозд Д.А. Оценка влияния орошения на вынос элементов питания разноспелыми сортами клевера лугового второго года жизни. <i>УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь</i>	253
Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. Агроэнергетическая оценка продуктивности сеяных агрофитоценозов в условиях Тверской области. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	257
Пак Л.Н., Иванов Д.А. Тимофеевка луговая (<i>phleum pratense</i> L.) – ценная злаковая кормовая культура. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь, Россия</i>	265
Анисимова Т.Ю. Влияние агроприемов на трансформацию ботанического состава травостоя на выработанном торфянике. <i>Всероссийский НИИ органических удобрений и торфа – филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ, п. Вяткино, Судогодский р-н, Владимирская область, Россия</i>	274
Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Вагунин Д.А. Сложные бобово-злаковые травосмеси – главный резерв кормопроизводства ЦР НЗ. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	284

Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н. Приемы повышения урожайности сенокосных долголетних агроценозов при возделывании на осушаемых землях Тверской области. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	294
Ковшова В.Н. Приемы управления продуктивностью луговых агроэкосистем на выработанных торфяниках в условиях изменяющегося климата. <i>Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»</i>	303
Вагунин Д.А., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., Павлючик Е.Н., Амбросимова Н.Н. Луговые агроценозы сенокосного использования с включением козлятника восточного на почвах различной степени оглеенности. <i>ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ), г. Тверь, Россия</i>	309
РАЗДЕЛ VI. Передовые цифровые технологии и технические средства в АПК для эффективного использования почвенных и водных ресурсов	315
Бабаев Ш.М., Искендеров И.А., Голубев В.В. Обоснование технологии и теоретические исследования форм, параметров пробковых распределителей жидкости для локального применения пестицидов. <i>Азербайджанский аграрный университет, г. Гянджа, Азербайджан, ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия.</i>	315
Рязанцев А.И., Травкин В.С., Евсеев Е.Ю. К вопросу агрегатирования дождевальной установки в теплице с кассетной рассадой. <i>ФГБНУ Всероссийский НИИ систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», Московская обл., Коломенский район, пос. Радужный, ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет», г.о. Коломна, Россия</i>	325
Кудрявцев А.В., Иванова В.С., Васильев Д.В. Приспособление для технического обслуживания ремонта экологичной внедорожной мототранспортной техники. <i>ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия</i>	334
Насонов С.Ю. Технология планировки с применением усовершенствованной конструкции клин-планировщика. <i>ФГБНУ «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия</i>	339

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

УДК 631

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ: МЕЛИОРАЦИЯ И ИННОВАЦИОННЫЕ АГРОТЕХНОЛОГИИ

Смирнова Ю.Д., кандидат биологических наук,

Соловьев Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук

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

г. Тверь, Россия

Нечерноземье – это важный сельскохозяйственный район Российской Федерации. Развитию сельского хозяйства здесь благоприятствует наличие огромных массивов пахотных земель, множество лугов и пастбищ. Конкурентным преимуществом региона является отсутствие дефицита осадков, что позволяет получать гарантированные урожаи даже в остросасушливые годы, тем самым возрастает его значение в обеспечении продовольственной безопасности страны. Однако заболоченность и относительно низкое потенциальное плодородие почв, а также недостаток термических ресурсов препятствуют интенсивному развитию этого региона.

В 1974 году Правительством Советского Союза был определен план по ускоренному развитию сельского хозяйства Нечерноземной зоны на основе интенсификации, широкой мелиорации земель, комплексной механизации и химизации с привлечением достижений науки, техники и передового опыта.

© Соловьев Д.А., Смирнова Ю.Д., 2024

За период с 1974 по 1990 год было мелиорировано и передано хозяйствам для использования около 13 млн. гектаров угодий, в том числе – 3,6 млн. га осушенных, около 8 млн. га окультуренных, а также более 1 млн. га оросительных систем [1].

На мелиорированных землях был выполнен комплекс работ по осушению, окультуриванию и повышению плодородия почв (рис. 1). Мелиоративные преобразования в Нечерноземье быстро и эффективно отразились на увеличении объемов сельскохозяйственного производства.



Рис. 1. Мелиоративное обустройство территории Нечерноземья

Современное инженерное состояние оросительных и осушительных систем находится в неудовлетворительном состоянии. Отмечается износ значительной части основных фондов инженерных систем, открытые осушительные каналы поросли кустарником, присутствие бобровых плотин преграждают водотоки, в связи с чем в каналах образуются участки со стоячей водой. Это приводит к переувлажнению и заболачиванию земель и вывод их из сельскохозяйственного оборота [2].

В настоящее время сельское хозяйство в регионе развивается медленнее, чем в стране в целом. С 1991 по 2018 год доля Нечерноземья в валовой продукции снизилась на 10 % в основном за счет растениеводства.

После продовольственного эмбарго 2014 г. ситуация постепенно улучшается: в животноводстве отрицательный тренд переломился еще в 2013 г., в растениеводстве – в 2018 г. [3].

Министр сельского хозяйства Дмитрий Патрушев в своем докладе на выездном совещании Совета Госдумы «Практика развития АПК в условиях Нечерноземья», прошедшего в конце лета 2023 года в Тверской области отметил, что агропромышленный комплекс и сельские территории Нечерноземной зоны требуют особого государственного регулирования и поддержки [3].

Стратегически интенсификация сельского хозяйства в Нечерноземье связана с вводом земель в оборот, включая инвентаризацию земельных угодий и мелиоративных систем, разработку новых мелиоративных проектов по ремонтно-восстановительным работам инженерных сетей и мероприятий по повышению плодородия и окультуривания почв. Большую часть поставленных задач планируется решить в реализуемой с 2022 года Государственной программе «Эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развитие мелиоративного комплекса», которая направлена на поддержку регионов в мелиорации земель, включая Нечерноземную зону [4]. Особое внимание при расширении производства, введении новых сельскохозяйственных земель в оборот должно быть уделено экологизации производства, основанной на применении адаптивно-ландшафтных систем земледелия, предназначенных не только для увеличения продуктивности агроландшафтов, но и для их сохранения.

Нечерноземную зону условно делят на три подзоны – север, центр и юг. Юг Нечерноземья, к которым относятся такие области как Орловская и Брянская характеризуются высоким уровнем развития сельского хозяйства, они расширяют производство новых культур, более характерных для чернозёмной зоны. Север отличается небольшими земельными участками, пригодными для ведения сельского хозяйства.

Центр Нечерноземья традиционно сильная база для развития кормопроизводства, как подчеркивал с своим выступлении министр Патрушев, что в свою очередь, это создает базу для животноводства. В настоящее время на субъекты данной зоны приходится примерно 30% общероссийского производства свиней, птицы и молока, более 23% КРС и около 45% яиц. Для должного функционирования животноводческих комплексов необходима разработка нормативов и рекомендаций по их размещению в зависимости от экологических, социально-экономических и демографических условий.

В растениеводстве важна максимальная ориентация на выращивание культур, по которым центр Нечерноземья обладает конкурентными преимуществами перед другими регионами страны. Помимо кормовой базы, климатические условия благоприятны для производства овощной продукции и картофеля. Последний тренд развития сельского хозяйства региона – это значительное увеличение площадей, занятых посевами трав на семена.

Спрос на семена трав связан как с необходимостью поддержания сенокосных и пастбищных угодий, так и с озеленением городских территорий, а также с фитомелиоративным и фиторемедиационным залужением. Спрос на семена трав связан как с необходимостью поддержания сенокосных и пастбищных угодий, так и с озеленением городских территорий. Значительный объем семян трав приходится на проведение рекультивационных работ по ликвидации отрицательных последствий антропогенного воздействия на биосферу.

Тверская область относится к центру Нечерноземья. При поддержке губернатора области И.М. Рудени и государственных программ в области реализуется 8 крупных инвестпроектов: в свиноводстве, молочном животноводстве, птицеводстве и других отраслях (рис. 2). Благодаря их реализации создается 1,1 тыс. рабочих мест [5].

Имеется положительная тенденция и по увеличению посевных площадей, которые в 2023 году составили 441 тыс. га, что на 3,4 тыс. га больше, чем в 2022 году. Растет валовый сбор зерна и картофеля.

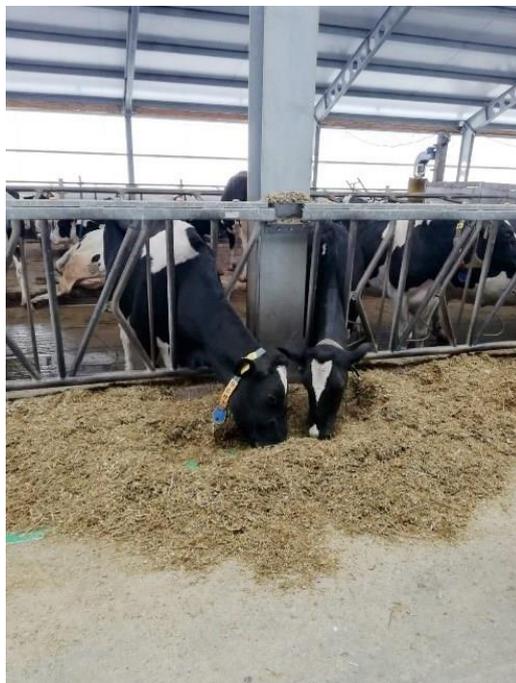


Рис. 2. Современный агрокомплекс молочного животноводства ЗАО «Калининское», г. Тверь

Особую озабоченность вызывает более интенсивное по сравнению с другими регионами сокращение численности сельского населения Нечерноземья. Это приводит к социальному опустыниванию сельских территорий, что связано с интенсивной миграцией населения в близлежащие крупнейшие городские агломерации – Московскую, Санкт-Петербургскую, Нижегородскую и др. [6].

Очевидно, что первоочередным должно быть развитие сельских территорий путем поддержки жилищного строительства, социальной, инженерной и цифровой инфраструктуры села. Программа поддержки села «Комплексное развитие сельских территорий Тверской области»

реализуется до 2030 года в Верхневолжье и направлена на развитие комфортной жизни на селе.

Программа включает мероприятия по сохранению и росту численности сельского населения, закреплению молодых кадров на селе. Это возможно при наличии достаточно развитой коммунальной, дорожной инфраструктуры, нового жилищного строительства [7].

Свой вклад в развитие региона вносит и ВНИИМЗ. Для сельскохозтоваропроизводителей Нечерноземной зоны России разработаны методические рекомендации по способам формирования высокопродуктивных кормовых агрофитоценозов с использованием новых сортов многолетних трав, технология создания и использования сеянных пастбищных травостоев, адаптивно-организованные севообороты на осушаемых землях, ресурсосберегающие технологии обработки почвы. В настоящее время проводятся изыскания по разработке адаптивных агротехнологий возделывания трав на семена для разных почвенных условий центра Нечерноземной зоны.

За последние три года ВНИИМЗ увеличил свои земельные ресурсы с 320 га до 1000 га. Большая часть новых земель – залежные, в настоящее время проведено их комплексное обследование.

В цикл работ входило почвенное обследование, в том числе агрохимическое и микробиологическое, 3 этапа геоботанических исследований, осмотр и оценка состояния мелиоративной системы и гидрологических условий. Идет планомерное введение земель в сельскохозяйственный оборот, увеличивается количество пашни (рис. 3), предпочтение отдается возделыванию трав на семена.

На одном из земельных массивов 270 га планируется организация площадки по откорму крупного рогатого скота с организацией пастбищных и сенокосных участков.



Рис. 3. Уборка посевов овса на агрополигоне Губино ВНИИМЗ

Кроме того, ВНИИМЗ осуществляет активную политику по поддержанию молодых кадров и привлечению их в научную деятельность, направленную на достижение высоких результатов в сельскохозяйственной науке и производстве. Во ВНИИМЗ проходят практику, стажировку, получают производственных опыт и работают студенты и выпускники всех трех ВУЗов областного центра – Тверского государственного технического университета (ТГТУ), Тверского государственного университета (ТГУ), Тверской государственной сельскохозяйственной академии (ТГСХА).

Список литературы

1. Рекомендации по развитию агропромышленного комплекса и сельских территорий нечерноземной зоны российской федерации до 2030 года. Версия 2.0. М.: «Издательство МБА». 2021. 400 с.

2. Бенин Д.М., Снежко В.Л. Оценка состояния земель мелиоративных систем методами кластерного анализа. Вестник Евразийской науки. 2019. №4. <https://esj.today/PDF/51SAVN419.pdf>

3. Ганенко Инна, Максимова Елена. Нечерноземная треть страны. 30 регионов производят четвертую часть российской сельхозпродукции.

Агроинвестор. 3 ноября 2023 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/markets/article/41324-nechernozemnaya-tret-strany-30-regionov-proizvodyat-chetvertuyu-chast-rossiyskoy-selkhozproduksii>

4. Анна Медведева. Как вдохнуть вторую аграрную жизнь в Нечерноземье. 22 июля 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/rossiiskie-agronovosti/kak-vdohnut-vtoruyu-agrarnuyu-zhizn-v-nechernozeme.html>

5. Анна Петрова. В Тверской области с сельским хозяйством все хорошо. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.tver.kp.ru/daily/27580.5/4851288/>

6. Гаевская З.А. Сельское расселение Нечерноземья в 2026 году: катастрофа или возрождение? Architecture and Modern Information Technologies. 2018. №2(43). С. 332-348 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2018/2kvart18/22_gaevskaya/index.php

7. Петрова А. В Тверской области решено благоустраивать и развивать сельские территории. 20 февраля 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.tver.kp.ru/daily/27568.5/4893989/>

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕКТОР ВНИИМЗ ДЛИНОЮ В 35 ЛЕТ

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

Всероссийский научно-исследовательский институт, сформированный на базе Калининской сельскохозяйственной опытной станции, и начавший функционировать с августа 1977 года, был связан с выполнением научно-исследовательских работ, далеких от биотехнологии. Были обозначены и выполнялись основные направления его деятельности, охватывающие широкий круг масштабных научных исследований в рамках эффективного использования мелиорированных земель в гумидной зоне России. Исследования включали, прежде всего, создание экологически сбалансированных систем земледелия в условиях комплексной мелиорации, разработку адаптивных ресурсосберегающих технологий производства зерна, картофеля и кормов и осуществление научно-обоснованной эксплуатации высокопродуктивных сенокосов и пастбищ.

Тем не менее, в период становления института (уже на рубеже 2-го десятилетия его существования) появились первые предпосылки для развития биотехнологического направления, которое наряду с его мировым развитием начало набирать обороты еще в Советском Союзе, а впоследствии и в странах постсоветского пространства, в том числе, в Российской Федерации.

© Рабинович Г.Ю., 2024

Начало развитию биотехнологии во ВНИИМЗ было положено благодаря разработке технологии аэробной твердофазной ферментации, которая в настоящее время поддерживается научно-технической документацией. Документация включает рабочий проект на строительство камер-биоферментаторов, технические условия на получаемый продукт – компост многоцелевого назначения (КМН) и технологический регламент производства. Технология производства КМН была поэтапно запатентована, кроме того, были разработаны патенты по ее автоматизации, а также по стимулированию процесса биопереработки. Данная технология была удостоена Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники 2001 года, а впоследствии вошла в список наилучших доступных технологий России (2015 год).

Технические условия на КМН свидетельствуют, что это однородная сухая сыпучая масса (влажностью 55-70%) темно-коричневого цвета с нейтральной или щелочной реакцией ($pH_{\text{сол.}}$ от 6,3 до 7,2), с высоким содержанием легкодоступных для растений питательных веществ – элементов питания и физиологически полезных соединений. В 1 т КМН содержится не менее 47 кг действующих веществ NPK. Будучи внесенным в почву КМН выполняет в ней две важные функции: во-первых, обеспечение растений повышенным содержанием легкодоступных, лимитирующих урожай сельскохозяйственных культур элементов питания (азота, фосфора и калия), во-вторых, являясь носителем огромного количества полезной микрофлоры, запускает в почве мобилизующие процессы, поставляющие дополнительное питание для возделываемых культур.

В течение довольно продолжительного периода времени (не менее десятилетия) во ВНИИМЗ проводились исследования по сравнительному изучению процессов ферментации, различающихся кислородной обеспеченностью, степенью экспрессности, подбору способов стимуляции

и активизации направленной трансформации. Данная работа велась в значительной степени в связке с Тверским государственным техническим университетом. Выполненные исследования продемонстрировали преимущество аэробной биоконверсии по отношению к аэробно-анаэробной или анаэробной. Основные разработки этого этапа были запатентованы и фактически стали отправными для дальнейших изысканий, реализуемых отделом биотехнологий ВНИИМЗ.

В начале 2000-х годов развиваемое в институте биотехнологическое направление исследований претерпело довольно серьезное изменение. Связано это было с тем, что была поставлена и решена задача по разработке каскадной (многоплановой) технологии, получившей наименование ферментационно-экстракционная. Благодаря ее реализации были осуществлены алгоритмы получения как твердофазных, так и жидкофазных продуктов для растениеводства и земледелия. Среди последних: жидкофазный биопрепарат (ЖФБ) и гуминовое удобрение (препарат) (БоГум). ЖФБ характеризуется высокой численностью агрономически полезной микрофлоры (10^9 - 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. БоГум же представляет собою темно-бурую жидкость без неприятного запаха с рН 11-13, содержанием гумата калия не менее 17 г/л, наличием ключевых биогенных элементов N, P_2O_5 , K_2O в доступной форме и микроэлементов (Mn, Mo, Fe, Cu и др.).

Важной вехой биотехнологического тренда ВНИИМЗ стало получение коллективом ученых, в составе которых были и сотрудники института, премии Правительства РФ в области науки и техники за 2013 год, в которой были представлены и обоснованы как продукция аэробной твердофазной ферментации (КМН), так и микробный препарат ЖФБ –

продукт ферментационно-экстракционной технологии. Было доказано, что совместное воздействие КМН и ЖФБ осуществляется по принципу «продуктивность + качество». И действительно, воздействие ЖФБ по фону КМН существенно улучшало качество продукции растениеводства, обеспечивая снижение количества нитратов (в среднем, от 20 до 70 % по разным культурам) и оптимизацию содержания в тестируемых растениях биогенных элементов, физиологически полезных веществ (сахаров, витаминов) и антиоксидантов. Выявлено, что применение ЖФБ путем опрыскивания способствует улучшению агрохимических и микробиологических показателей почвы, обеспечивает оптимизацию биометрических свойств и качество посевных культур. Влияние ЖФБ на растения способствует увеличению урожаев (от 10 до 40 % по разным культурам) и улучшению структуры урожаев за счет повышения его товарности.

Параллельно разработкам, связанным с каскадной ферментационно-экстракционной технологией, выполнялись исследования и разрабатывались альтернативные технологии биоконверсии органического сырья, в первую очередь навоза и помета, с целью получения высокоэффективных биоудобрений, являющихся альтернативой продукции аэробной твердофазной ферментации (КМН) и продукта ферментации (ПФ), получаемого ферментационно-экстракционной технологией.

Две из новейших разработанных технологий были положительно оценены научным сообществом. Так, был не только разработан, но запатентован и неоднократно модернизирован способ получения нового биоудобрения БиГуЭм, принципиально отличающийся от ранее разработанных нами способов биоконверсии органических ресурсов применением приема ощелачивания и использованием оригинальных биостимуляторов в разных дозах и концентрациях. Разработанная

технология получила свое наименование – ферментационная технология с ошелачиванием.

БиГуЭм характеризуется достаточно высокой численностью агрономически полезной микрофлоры, наличием элементов питания в форме, доступной для растений и микрофлоры, присутствием веществ с фитогормональным действием, в том числе, гумусовых кислот, а также благоприятной кислотностью. Его апробация, в частности, показала, что данное удобрение обладало выраженным протекторным действием, которое проявилось в устойчивости растений к фитофторозу и поражению колорадским жуком. Особенно высокий уровень устойчивости к патологиям и высокую урожайность демонстрировали опытные варианты с совместным применением БиГуЭм и НРК.

Наряду с прочими технологиями ВНИИМЗ развитие получил и новейший оригинальный подход, направленный на получение твердофазной продукции – биоудобрения БиКиГ, способ получения которого также был запатентован. Алгоритм ведения процесса ферментации по данной технологии включал не обычный (чаще используемый) щелочной, а кислотный гидролиз исходной смеси и две температурные стадии.

Итогом первой стадии оказалось достижение формируемым биоудобрением необходимого уровня экологичности, характеризуемого почти полным отсутствием санитарно-показательной микрофлоры (энтеробактерий) и следовым содержанием микроорганизмов порчи (грибной флоры), а результатом второй стадии биоконверсии, продолжающейся не менее пяти суток, – накопление в получаемом биоудобрении мезофильной микрофлоры, активно участвующей в формировании структуры почвы и уровня ее эффективного плодородия.

Активные усилия, связанные в период 1990-2010 годов с практическим продвижением серии выполненных разработок, позволили

отделу биотехнологий ВНИИМЗ приступить к осуществлению исследований, позволяющих совершенствовать разработанные алгоритмы технологий, способствуя тем самым модернизации получаемой биотехнологической продукции. С этой целью использовались разнообразные подходы и приемы, включающие внушительный спектр физико-химических, биологических и биохимических воздействий, способных менять течение процессов биоконверсии и формировать нужную целевую продукцию.

Особое внимание на данном этапе НИР, выполняемых отделом биотехнологий ВНИИМЗ, уделялось модернизации биопрепарата ЖФБ и гуминового препарата БоГум. В этой связи к препаратам были применены ультразвуковые воздействия разных уровней интенсивности и экспозиции, а в их составы в некоторых случаях были введены микроэлементы.

Были получены, к примеру, такие препараты, как НаноБоГум (в основе БоГум, подвергнутый УЗ воздействию), БоГум-С (в основе БоГум, обогащенный метасиликатом натрия), НаноБоГум-С (в основе БоГум, подвергнутый УЗ воздействию и обогащенный метасиликатом натрия), ЖФБ-Ме (ЖФБ с введенными в его состав наночастицами различных металлов, извлеченных из соответствующих солей методом зеленого синтеза).

Исследованиями отдела биотехнологий было установлено, что применение наноразмерных биосредств (НаноБоГум-С, НаноБоГум, металлосодержащего ЖФБ-Fe) для обработки клубней и вегетирующих растений картофеля, а также НаноБоГум для некорневой подкормки яровой пшеницы способствовало активизации микробиологических и биохимических почвенных процессов, направленных на увеличение содержания доступных элементов питания, что отражалось на приросте урожайности культур: картофеля в среднем до 25,0 %, зерна пшеницы – до 20%.

В последние годы вновь возрос интерес к КМН, что связано с разработками на базе классической технологии аэробной твердофазной ферментации обновленных алгоритмов ее проведения, в частности, с задействованием повышенных объемов птичьего помета с дешевыми углеродсодержащими компонентами, с подбором различных стимулирующих веществ. Данное направление НИР активно прорабатывается, позволяя надеяться на возможность создания технологии утилизации залежей помета с целью последующего применения продукции на удобрительные цели, а также для формирования почвогрунтов.

Кроме того, в 2020-2021 годах КМН стал объектом модернизации за счет введения в его состав микроэлементов и микроэлементных комплексов. Так, модифицированные виды КМН, такие, как КМН с цинково-молибденовым комплексом и КМН с цинково-медным комплексом, обеспечивали прибавку урожая сельскохозяйственных культур в зернотравяном и зернопропашном севооборотах до 25-35%.

Цинк, недостаток которого остро ощущается в дерново-подзолистых почвах Тверской области, где были проведены исследования, демонстрировал в этой связи сильные синергетические связи с медью и молибденом, при этом применяемые микроэлементы, относящиеся к тяжелым металлам, не оказывали негативного влияния на уровень безопасности продукции растениеводства.

Схожие результаты были получены и при использовании КМН с введенным в его состав кремнием на посевах яровой пшеницы. Полагаем, что направление исследований, связанное с модификацией КМН за счет введения в его состав микроэлементов и призванное обеспечивать весомую прибавку урожая, качество и безопасность получаемой продукции, будет продолжено сотрудниками отдела биотехнологий.

Отметим, что продукция, получаемая во ВНИИМЗ с помощью биотехнологических приемов, позиционировалась преимущественно в

качестве удобрений или препаратов для растениеводства и земледелия. Тем не менее еще в начале 2000-х годов в нашей работе не случайно обозначился и стал присутствовать тренд на разработки, связанные с их применением в кормопроизводстве и животноводстве. Так, благодаря каскадной ферментационно-экстракционной технологии были разработаны алгоритмы получения биоконсервантов (ЖиБиСил и ЖиБИММ) для кормопроизводства и животноводства.

Отдельные направления выполненной работы были запатентованы. Биоконсерванты отличает присутствие в их составе молочнокислых микроорганизмов, ферментов, сахаров, биогенных элементов и микроэлементов, являющихся катализаторами обменных процессов, особенно благоприятных для функционирования сельскохозяйственных животных. В настоящее время это направление получило дальнейшее продвижение и лежит в плоскости создания биопрепаратов двойного и даже тройного назначения.

Имея такой серьезный задел в биотехнологии, отметим, что лучшие разработки, осуществленные ВНИИМЗ в течение длительного времени, но еще не получившие широкого применения, предполагается внедрять путем, очевидно, напрашивающегося выполнения проектно-конструкторских работ и получения ранее зарекомендовавшей себя продукции (биоудобрений, препаратов, биоконсервантов) в промышленном или близком к этому масштабе для ее дальнейшего применения.

Позиционирование продукции, получаемой путем биоконверсии, заключается в ее научно-обоснованном применении в первую очередь в ключевых сельскохозяйственных отраслях. Важное замечание в этой связи: основное направление в области биотехнологии, развиваемой ВНИИМЗ, в дальнейшем будет связано с целевым использованием разработанной на данный период биотехнологической продукции не

только в сельском хозяйстве, но и в других заинтересованных в ней отраслях народного хозяйства, к тому же, вне всякого сомнения, будет продолжен традиционный биотехнологический вектор ВНИИМЗ, лежащий в плоскости разработки новейших алгоритмов биоконверсии самых разнообразных органических ресурсов.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

МИГРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОСУШАЕМЫХ ПОЧВАХ

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

Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия

Территория мелиоративного земледелия является зоной активного биологического воздействия на состав речных и подземных вод. В результате нарушается ранее сложившееся биогеохимическое равновесие в почвах и меняется качественный состав мигрирующего потока к речным и подземным водам. Решающее влияние на процессы аккумуляции и миграции веществ оказывают свойства почв, степень антропогенного воздействия.

Исследования проводили на объекте «Верхний луг» Зырянского района, площадью 472 га, расположенном на низкой пойме и осушаемом открытыми каналами и закрытым дренажем. Геоморфологический тип поймы – сегментно-грядистый, 3-й тип уровня режима, почвы – дерново-глееватые и торфяные. В геоморфологическом отношении данный объект приурочен к левобережной пойме р. Кии (приток р. Чулыма). Современные аллювиальные отложения представлены суглинками и глинами с прослоями торфа и иловатых супесей мощностью до 8 м. В притеррасной части с поверхности залегает торф мощностью 0,8-3,0 м. Торфяные почвы сложены торфом осоковым и древесно-осоковым торфом.

© Инишева Л.И., 2024

Гидролитическая кислотность изменяется от 6 до 15 мг-экв/100 г, pH водной – 6,2-6,8. Валовое содержание окислов: P_2O_5 – 0,10-0,42, K_2O – 0,10-0,21, CaO – 2,98-3,74, и Fe_2O_3 – 1,66-4,65 % на сухой торф.

Дерново-глееватые почвы притеррасной части поймы р. Кии имеют тяжелосуглинистый состав в верхней части профиля, сменяющийся на легкоглинистый с глубины 30-50 см. Мощность гумусового горизонта – 110 см, содержание гумуса – 1,3-6,2 %. Почвы характеризуются кислой реакцией почвенного раствора (pH 4,6-5,0), высокой гидролитической кислотностью (2,6-12,2 мг-экв/100 г). Обеспеченность подвижными формами фосфора и калия оценивается как низкая и средняя.

В торфяных почвах УГВ весной поднимаются близко к поверхности. В течение вегетационного периода они постепенно снижаются до 1,0-1,5 м. В торфяных почвах в процессе осушения резко окислительные условия (400-600 мВ) создаются в верхнем 60-сантиметровом слое, а с глубины 90 см в зоне непосредственного контакта с грунтовыми водами ОВП принимают отрицательные значения. В дерново-глееватых почвах УГВ весной поднимается до 60-80 см от поверхности и к середине июня опускается на отметку 3 м, создавая, таким образом, резко окислительные условия в метровом слое.

Макрокомпоненты анализировали по общепринятым методикам [2]. Опыты на монолитах дерново-глееватых и торфяных почв проводили по ранее разработанной нами методике [1].

Максимальное содержание кальция, магния, сульфатов в дренажных водах осушаемых дерново-глееватых почв наблюдается весной, когда отмечается наибольший сток и близкое залегание УГВ. Подвижное железо в дренажных водах содержится в небольших концентрациях и обнаруживается в небольших количествах в летний и осенний периоды, в весенний период оно отсутствует (табл. 1). Надо полагать, значительное количество подвижного железа закрепляется почвой. В торфяных почвах

концентрация компонентов химического состава дренажных вод во все периоды значительно выше, чем в минеральных как по средним, так и по максимальным показателям. В 2-3 раза выше содержание сульфатов и бикарбонатов, в 5-20 раз – хлоридов.

Таблица 1

Вынос химических элементов с дренажным стоком за вегетационный период, кг/га

Показатели химического состава	Коэффициент увлажнения					
	0,5	1,0	0,7	0,5	1,0	0,7
	торфяные			дерново-глееватые		
Na ⁺	5–11	0,1–2,2	0,21	0–0,4	0–1,4	0,17
K ⁺	0,1–4,8	0,1–2,2	0,18	0	нет	0,08
NH ₄ ⁺	0	0	0,02	0	0	0,01
Ca ²⁺	10–35	3,3–15,5	5,43	0,2–0,8	1,0–24,3	0,38
Mg ²⁺	1,2–6,2	0,5–2,6	1,06	0–0,1	0,3–4,4	0,05
Fe общее	нет	нет	0,03	нет	нет	нет
Cl ⁻	2,2–29,0	0,4–14,3	0,08	0,1–0,3	0,2–22,7	0,26
SO ₄ ²⁻	25–59	1,8–31,1	14,57	0,2–2,0	2,5–37,8	0,64
NO ₃ ⁻	нет	0,1–0,8	0,19	нет	0–1,8	0,03
HCO ₃ ⁻	18–47	6,2–19,1	5,98	0,5–1,6	1,3–11,5	1,34

Содержание отдельных химических элементов в дренажном стоке зависит как от его объема, так и вариантов дренажа. Следует заметить, что максимальный из замеренных на исследуемом участке осушения модуль дренажного стока составляет 0,12 л/(сек·га). Летом при выпадении обильных дождей модули дренажного стока достигают значений 0,12-0,19 л/(сек·га). При отсутствии дождей модуль стока уменьшается до 0,000026 л/(сек·га). В третьей декаде октября дренажный сток заканчивается. Общий слой данного стока за годы наблюдений составил 24-29 мм, а с учетом стока весеннего снеготаяния – 54-94 мм. Поэтому вынос химических соединений из почв с дренажным стоком характеризуется невысокими значениями (табл. 1). Большой вынос веществ отмечается на торфяных почвах. Данное различие обусловлено большим объемом стока

за год, а также интенсивностью биохимических процессов, протекающих в торфяных почвах. По величине выноса в торфяных почвах компоненты дренажного стока располагаются в ряд:

катионы – $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+$, анионы – $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$.

Подобная последовательность выноса химических элементов характерна и для дренажного стока дерново-глееватых почв, но катионы K^+ и NH_4^+ в дренажных водах этих почв практически отсутствуют. В основном все полученные взаимосвязи содержания отдельных компонентов в дренажных водах и объема стока описываются параболическими зависимостями. Отсутствие прямолинейной связи показывает, что в данной зависимости существенную роль играют и другие физико-химические и биологические факторы.

Заслуживает внимания вопрос баланса веществ в исследуемых почвах. Ежегодно в осушаемые почвы вносили дозу удобрений $\text{N}_{135}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ (соответственно аммиачная селитра, двойной суперфосфат, 40-процентная калийная соль). Получаемый в среднем урожай сена многолетних трав по вариантам (от 55 до 100 ц/га) выносит с 1 га почвы 236-430 кг азота, 22-40 кг фосфора и 160-290 кг калия. Следовательно, в избыточном количестве вносятся только фосфорные удобрения. Если даже принять, что все удобрения полностью используются в год их внесения, то многолетние травы удовлетворяют свои потребности в азоте на 31-57 % и в калии – на 21-37 %. Остальное количество питательных элементов потребляется ими из почвы. Метровый слой осушаемых почв имеет запасы подвижных форм азота и калия на 1 га соответственно 864 и 756 кг. Данного запаса питательных элементов достаточно для получения 55-100 ц сена многолетних трав только в течение 2-5 лет.

С удобрениями кроме основных питательных элементов на 1 га осушаемых почв ежегодно вносятся 77 кг хлора, 20,5 кг кальция, 15 кг натрия, а также магний, сульфаты и другие элементы. Но при урожае сена

многолетних трав 55-100 ц/га кальция выносятся 47-95, хлора – 8-16 и натрия – 17-33 кг/га. Кроме того, при этом выносятся 20-40 кг магния и 5-11 кг серы. Максимальный вынос кальция дренажным стоком в среднем за годы исследований был равен 36, хлора – 29, натрия – 11, серы – 59 и магния – 6 кг с 1 га. Таким образом, расход на урожай многолетних трав кальция, магния, натрия, серы превышает приход (содержание их в подвижных формах в почве и внесение с удобрениями).

Большое влияние на размеры выноса химических элементов оказывают вносимые в почву удобрения. С целью выяснения их влияния на химический состав дренажного стока были проведены опыты. В качестве лизиметров были использованы испарители типа ГР-26. Схема опыта: 1. – контроль без удобрений, 2. – $N_{120}P_{40}K_{90}$, 3. – $N_{600}P_{60}K_{420}$. Дренажные воды собирались сразу после полива. Дозы удобрений (мочевина, калийная соль, двойной суперфосфат) вносили в расчете на урожай сена многолетних трав 30, 100 и 160 ц/га. Первый урожай принят по проектным данным; второй – согласно опыту на мелиоративном участке; последний урожай рассчитан по фотосинтетически активной радиации. Оросительная норма рассчитывалась на площадь монолита. Полив начинали после затопления, имитируя весеннее подтопление паводковыми водами. Опыт проводили как в условиях увеличения поливной нормы, так и при постоянной норме полива. Опыт длился 22 дня. Удобрения вносили 1 раз перед проведением опыта. Поливные нормы рассчитывали исходя из следующего: минимальная поливная норма, существенно влияющая на почвенные процессы, составляет 10 мм, а максимальное количество, которое может быть принято почвой в один полив – 60 мм. Согласно значениям коэффициента фильтрации (1-2 м/сут) за время опыта было проведено 11 поливов, которые следовали через каждые два дня с последовательным увеличением поливной нормы на 10 мм (0,3 л). Полив проводился дистиллированной водой. На химический

анализ пробы дренажных вод отбирали каждые два дня. Образцы почв на анализ отбирали до и после данного опыта.

Увеличение концентрации химических элементов в лизиметрических водах происходит в следующем порядке (табл. 2):

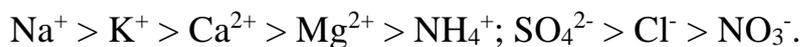


Таблица 2

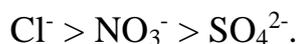
Вынос химических элементов дренажным стоком, лизиметрический опыт, дерново-глееватая почва, кг/га

Ингредиенты	Содержание элементов в стоке			Вынос	
	контроль	N ₁₂₀ P ₄₀ K ₉₀	N ₆₀₀ P ₆₀ K ₄₂₀	N ₁₂₀ P ₄₀ K ₉₀ (за вычетом контроля)	N ₆₀₀ P ₆₀ K ₄₂₀ (за вычетом контроля)
Na ⁺ +K ⁺	109,38	113,81	97,98	+4,43	-11,4
NH ₄ ⁺	0,87	0,88	1,66	+0,01	0,7
Ca ²⁺	57,64	65,95	171,11	+8,31	113,47
Mg ²⁺	14,11	18,76	37,79	+4,65	+23,68
Fe ²⁺	5,33	2,67	3,47	-2,66	-1,86
Fe ³⁺	1,09	1,12	1,92	+0,03	1,83
Cl ⁻	29,99	86,06	276,91	+58,07	246,02
SO ₄ ²⁻	140,13	132,55	160,60	-7,58	20,47
NO ₃ ⁻	6,95	8,26	19,06	1,31	12,11
NO ₂ ⁻	0,08	0,32	0,88	0,24	0,80

Примечание: знак «+» означает вынос; знак «-» означает, что вынос в контроле больше, чем в рассматриваемых вариантах

Вынос химических элементов из дерново-глееватых почв представлен небольшими величинами. В основном выносу подвергаются ионы Ca²⁺ и Cl⁻. Остальные элементы закрепляются в почве. Вместе с дозой суперфосфата в почвы было внесено приблизительно 7 кг Ca, с 90 и 420 кг калийной соли соответственно 46 и 215 кг хлора, 9 и 42 кг натрия. Следовательно, большой вынос кальция из почвы – результат обменных процессов между компонентами удобрений и почвой. Весь ион хлора, внесенный с удобрениями, подвергается миграции из метрового слоя. При высокой дозе азотных удобрений увеличивается вынос сульфат – ионов, которые в больших количествах выносятся и на контрольном участке.

Заметим, что ранее нами был проведен подобный опыт, но без моделирования затопления. Закономерность вымывания катионов аналогична. Вымывание анионов подчинялось иной закономерности:



Следовательно, затопление оказывает определенное влияние на динамику выноса химических элементов дренажным стоком.

Внесение удобрений оказывает существенное влияние на изменение состава дренажных вод и в торфяных почвах. Так, при варианте с дозой $\text{N}_{120}\text{P}_{40}\text{K}_{90}$ вынос аммонийного азота увеличился в 1,4 раза, нитратов – в 2 раза, калия – в 1,6 раза по сравнению с неудобренным вариантом. При увеличении дозы удобрений вынос питательных элементов соответственно возрастает: калия в 3,5 раза, аммонийного азота – в 2,8 раза, нитратов – в 5 раз (табл. 3).

Таблица 3

Вынос химических элементов дренажным стоком, лизиметрический опыт, торфяная почва, кг/га

Ингредиенты	Содержание элементов в общем стоке			Вынос	
	контроль	$\text{N}_{120}\text{P}_{40}\text{K}_{90}$	$\text{N}_{600}\text{P}_{60}\text{K}_{420}$	$\text{N}_{120}\text{P}_{40}\text{K}_{90}$ (за вычетом контроля)	$\text{N}_{600}\text{P}_{60}\text{K}_{420}$ (за вычетом контроля)
Na^+	13,9	12,6	11,9	-1,3	-2,0
K^+	9,8	15,4	34,4	+5,6	+24,6
NH_4^+	2,5	3,2	6,5	+0,7	+4,0
Ca^{2+}	169,0	191,0	217,6	+22,0	+48,6
Mg^{2+}	32,5	47,7	48,5	+15,2	+16,4
Cl^-	32,8	52,4	139,1	+19,6	+106,4
SO_4^{2-}	324,3	376,1	387,8	+51,8	+63,5
NO_3^-	7,0	14,7	36,3	+7,7	+29,3

Примечание: знак «+» означает вынос, знак «-» означает, что вынос в контроле больше, чем в рассматриваемых вариантах

Увеличение концентрации химических элементов в лизиметрических водах торфяных почв происходит в следующем порядке:



Таким образом, в увеличении концентрации катионов в лизиметрических водах торфяных почв отмечается иная закономерность: прежде мигрируют ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} . В больших количествах в торфяных почвах выносятся также NH_4^+ , SO_4^{2-} и NO_3^- .

Проведенные опыты показывают, что создание оборотных систем водоснабжения при двустороннем регулировании водного режима почв способствует возвращению в почву от 1 до 25 % вынесенных химических элементов. Построенные по этому принципу отдельные осушительные системы в Сибири, позволили сохранить экологию рек-водоприемников.

Список литературы

1. Инишева Л. И. Определение выноса химических элементов дренажными водами // Научные основы мелиорации земель при создании территориально-производственных комплексов в Сибири: Тез. докл. респ. науч.-техн. конф., 8-10 июля 1980 г. Красноярск, 1980. С. 490-491.

2. Унифицированные методы исследования качества вод. М. : СЭВ, 1983. Т. 2, ч. 1. 195 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТЕ

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

Рублюк М.В., кандидат сельскохозяйственных наук,

Анциферова О.Н., кандидат сельскохозяйственных наук

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

г. Тверь, Россия

В работе показаны результаты долговременного мониторинга пространственной динамики кислотности и содержания калия в почвах агрополигона Губино, расположенного в пределах конечно-моренного холма в 4-х км к востоку от г. Тверь. Исследования проводились на агроэкологической трансекте – массиве, пересекающем основные ландшафтные позиции холма, состоящем из 10 параллельных полей, каждое из которых имело индивидуальную историю. С 1996 по 2020 гг. проводились определения солевой кислотности и обменного калия в каждом поле в 30 точках опробования, расположенных в 40 м друг от друга.

В каждой точке определены характер изменения кислотности и потерь калия за этот период, что позволило оценить влияние на них природных и антропогенных условий. За четверть века каждое поле, вследствие экономических, технологических и научных причин, приобрело индивидуальные черты по степени специализации и антропогенного воздействия.

На основе этого возникла возможность изучить влияние антропогенных и природных условий на динамику потерь элементов питания растений при экстенсивном выращивании культур (таблица).

Таблица

Производственные характеристики полей в пределах трансекты

№ поля	Количество лет под угодьем/культурой													
	Пашня	Залежь	Луг	Севооборот ¹	Травы 1 г.п.	Травы 2 г.п.	Травы 3 г.п.	Картофель	Озимые	Яровые +травы	Яровые	Лен	Промежуточные	Однолетние травы
1	3	19	4	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2	15	0	11	26	5	4	2	0	2	5	3	0	3	2
3	17	0	9	26	4	3	2	0	3	4	7	1	2	0
4	15	0	11	26	4	4	3	0	2	5	4	1	1	1
5	15	0	11	26	4	4	3	0	1	4	4	2	1	1
6	16	0	10	26	4	3	3	2	1	4	5	2	2	0
7	17	0	9	26	3	3	3	1	2	3	7	2	1	0
8	14	0	12	26	4	4	4	0	1	4	5	1	2	0
9	9	17	0	9	0	0	0	0	1	0	1	0	4	1
10	7	16	3	10	1	1	1	0	1	2	1	0	3	0

Поля в пределах трансекты существенно различаются по степени и характеру антропогенного воздействия. Так поля 1, 9 и 10, включенные в трансекту позднее, находились гораздо меньше в состоянии севооборота, чем остальные, зато гораздо больше под залежью. Существенны различия между полями и по характеру чередования культур.

Эти обстоятельства позволяют изучить влияние антропогенных особенностей эксплуатации полей в различных ландшафтных условиях на характер подкисления и потери калия из пахотных горизонтов почв.

Статистическая обработка полученных данных заключалась в определении коэффициентов корреляции значений трансформации кислотности и потерь калия со временем определенного режима

¹ В севооборот включен уравнильный посев 1996 года.

эксплуатации поля и построении регрессионных моделей зависимости трансформации агрохимических свойств почв от совокупности антропогенных причин в различных микроландшафтах. Установлено, что характер миграции калия в агроландшафте зависит от времени, особенностей природных условий поля и его истории. В режиме экстенсивного выращивания культур, при изъятии прямых и побочных продуктов растениеводства, содержание калия в почвах существенно снижается – средние потери калия за 25 лет эксплуатации массива составили ≈ 11 мг/100 г почвы, вследствие чего обеспеченность почв калием снизилась на несколько категорий – с повышенной (средняя по трансекте ≈ 20 мг/100г.) до слабой (≈ 9 мг/100г.). В пределах всего агроландшафта достоверное влияние на пространственную динамику потерь этого элемента оказывает пестрота природных условий, тогда как характер истории полей сказывается на миграционных потоках только в пределах отдельных его частей. Особенности агроландшафта, интенсифицирующие потери калия – легкий гранулометрический состав и господство элювиальных процессов, в геокомплексах с преобладанием транзитных и аккумулятивных процессов потери калия заметно ниже.

Особенности истории полей заметным образом сказываются на миграционных потоках калия только в транзитных и транзитно-аккумулятивных ландшафтах, где их можно регулировать подбором культур и размещением залежей поперек склона. В элювиальных местоположениях (вершина и верхние части склонов) уменьшение потерь калия может быть осуществлено только с помощью земельных мелиораций – на основе глинования и известкования почв и применения цеолитов.

Результаты долговременного мониторинга показали, что в режиме экстенсивного земледелия произошло существенное закисление почв агрополигона. С 1996 по 2020 гг. средний показатель обменной кислотности снизился на 0,6 (0,023 за год), однако почвы не вышли из

категории слабокислых, на что потребуется еще 10 лет. За годы исследований существенно уменьшилась пространственная вариабельность показателей рН, из почвенного покрова исчезли как сильнокислые, так и нейтральные почвы. Установлено, что влияние ландшафтной среды определяет 34 % пространственной изменчивости показателей закисления почв, а антропогенные факторы только 26 %. Выделяются 4 группы территорий в пределах агроландшафта, достоверно различающихся по степени закисления почв, что объясняется неоднородностью рельефа и почвообразующих пород. Разнообразие антропогенного воздействия позволяет выделить 5 групп полей, где различия в степени закисления почв могут быть связаны с их историей.

На основе корреляционного анализа показано, что в целом по агроландшафту моренного холма невозможно выделить антропогенный фактор, достоверно влияющий на степень закисления почв, но в пределах отдельных подурочищ это воздействие ощутимо, что позволяет разработать мероприятия по снижению интенсивности этого деградационного фактора. Режим адаптивно-ландшафтного земледелия рекомендуется для снижения интенсивности закисления почв в пределах плоских, слабодренируемых вершин холмов разворачивать плодосменные севообороты и не допускать размещения залежей, сенокосов и выводных полей с козлятником восточным. На средних и нижних частях склонов, а также в межхолмных депрессиях не рекомендуется располагать посевы озимых и покровных культур. На основе полученных закономерностей возможна разработка мероприятий по адаптивному размещению угодий и посевов в пределах хозяйств, позволяющая минимизировать закисление почв и потери калия, а также уменьшать издержки на последующую рекультивацию ландшафта.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ РАЗЛИЧНЫХ АГРОХИМИКАТОВ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

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

Шабардина Н.П.

ВНИИОУ- филиал ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»,

п. Вяткино, Владимирская область, Судогодский р-н, Россия

В Российской Федерации ежегодно производится до 150 млн. т органических отходов. При этом каждая птицефабрика производит в сутки до 300 т подстилочного и бесподстилочного птичьего помета. При существующей ограниченности пахотных угодий вблизи птицефабрик и отсутствии переработки помета в первичный продукт животноводства производство и реализация агрохимикатов на основе птичьего помета часто являются нерентабельными. Помет складывается на длительный период времени, что приводит к сильному загрязнению прилегающих к птицефабрикам территорий, грунтовых и поверхностных вод, воздушной среды, что сопровождается нарушением экологической обстановки [1].

В связи с этим происходит интенсивная антропогенная нагрузка на почву за счёт высоких доз куриного помета в зоне их применения, что может негативно сказаться на агроэкологических свойствах почв. Так, в условиях таёжно-лесной зоны, в почвах с сезонным застоём влаги внесение органических удобрений способствует дополнительному развитию оглеения, особенно при использовании жидких стоков.

© Касатиков В.А., Шабардина Н.П., 2024

Это, в свою очередь, отрицательно влияет на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур.

Помет птиц является концентрированным органическим удобрением с повышенным содержанием азота фосфора в своём составе, что может привести к зафосфачиванию почв и дисбалансу питательного режима. Помимо фосфора в курином помете содержатся в большом количестве микроэлементы, а применяемые в рационе птиц кормовые добавки увеличивают их содержание. Длительное внесение куриного помета может привести к сверхнормативному накоплению в почве тяжёлых металлов, что сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур и качестве продукции.

По действию на урожай в первый год внесения птичий помет близок к минеральным удобрениям. Но благодаря высокой концентрации органических компонентов и их постепенному высвобождению птичий помет оказывает влияние на урожай и в следующие 2-3 года, то есть обладает последействием. И это надо учитывать при внесении помета, как и то обстоятельство, что количество питательных веществ в помете изменяется в зависимости от вида птицы, ее возраста и состава корма. Однако не следует считать птичий помет панацеей.

Соотношение питательных веществ подходит не всем огородным культурам, в частности картофелю, некоторым корнеплодам и другим калиелюбивым овощам. Дефицит калия можно компенсировать, добавляя удобрения, например, хлористый калий (100 г на 1 кг помета), или внося золу.

Есть и другой недостаток у этого удобрения: основная часть азота в помете находится в виде мочевой кислоты, которая при внесении высоких доз помета подавляет рост рассады и молодых растений. Постепенно она превращается в мочевину, а затем в углекислый аммоний, легко

нитрифицирующийся в почве. Поэтому результат передозировки – накопление нитратов в овощах.

К тому же свежий птичий помет токсичен для растений из-за водорастворимых метаболитов (продуктов жизнедеятельности птицы), и прямой его контакт с растением может привести к ожогам, заболеванию и даже гибели.

Для устранения негативного действия птичьего помета нужно вносить его вместе с соломой, торфом или опилками в соотношении 3:1. Помет обычно применяют в первой половине вегетации овощных культур [2].

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния технологически различных видов агрохимикатов на основе птичьего помета на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы.

Исследования проводились в 2022 г. в мелкоделяночных опытах, заложенных на опытном поле ВНИИ органических удобрений и торфа, на культурах яровое тритикале и яровая пшеница.

Почва участков дерново-подзолистая супесчаная, развитая на флювиогляционной супеси, подстилаемой моренным суглинком со следующими агрохимическими характеристиками: рН 5,3; содержание гумуса общего – 1,28 %; содержание подвижного фосфора ($P_{2O_{5\text{подв.}}}$) – 46,0 мг/кг, обменного калия ($K_2O_{\text{обм.}}$) – 37,0 мг/кг почвы; сумма обменных оснований – 7,18 мг-экв./ 100 г почвы.

Повторность в опытах 4-х кратная. В период вегетации культур проводились фенологические и метеорологические наблюдения. Агрохимическая характеристика агрохимикатов приведена в таблице 1.

Внесение агрохимикатов проведено вручную. Заделка в почву проведена на глубину 12-15 см при помощи мотокультиватора.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика агрохимикатов

Вид удобрения	Влажность	Зольность	Орг. в-во	pH _{KCl}	Содержание общих форм, %		
	%				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Агрохимикат - Биокomпост на основе птичьего помета	47,5	33,2	66,8	7,8	2,68	1,63	1,93
Агрохимикат - Гранулированное удобрение на основе птичьего помета	15,3	34,3	50,3	6,8	9,7	4,2	3,0

В почвенных образцах проводилось определение агрохимических параметров согласно следующим методам исследований: pH солевой вытяжки; подвижные формы фосфора и калия определяли в вытяжке Кирсанова: фосфор – колориметрически по Дениже, калий – методом пламенной фотометрии; содержание органического углерода – колориметрически по методу Тюрина в модификации Никитина (Практикум по агрохимии, 2001).

Оценка метеоусловий вегетационного периода 2022 года показала, что в первой половине вегетации, вплоть до середины июня отмечался существенный недостаток влаги при повышенном температурном фоне. Среднемесячные температуры отклонялись от нормы на 0,9-2,9 °С. ГТК этого периода составил 0,98, что характеризует условия данного периода как сухие.

С третьей декады июня произошла резкая смена погоды от жаркой и засушливой к прохладной и избыточно влажной. ГТК этого периода составил всего 2,6, что характеризует условия данного периода как переувлажненные (табл. 2).

Таблица 2

Метеорологические условия вегетационного периода 2022 г.

Месяц	Температура, °С					Осадки, мм					ГТК
	Декады			средне- месяч- ная	откло- нение от нормы	декады			сумма за месяц	% от нормы	
	I	II	III			I	II	III			
Апрель	4,1	4,8	10,9	6,6	+0,9	5	19	1	25	70	1,26
Май	14,7	15,1	16,7	15,5	+2,9	3	14	18	35	81	0,73
Июнь	20,1	17,4	17,4	18,3	+1,8	0	5	49	54	74	0,98
Июль	15,2	15,1	16,6	15,6	-3,1	16	42	53	111	182	2,30
Август	13,0	16,1	15,2	14,8	-1,7	23	59	5	87	135	1,90

В ходе проведенных исследований выявлено положительное влияние рассматриваемых в статье технологически различных видов агрохимикатов на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы в условиях их прямого внесения. В частности, анализ изменения агрохимических свойств пахотного слоя почвы по действию агрохимиката – Биокомпост на основе птичьего помета выявил снижение обменной кислотности почвы, пропорционально дозам биокомпоста и максимальное при дозе 15 т/га по сухому веществу (табл. 3).

При этом выявлена обратная зависимость $N_{\text{гидр.}}$ от $pH_{\text{сол.}}$. По действию биокомпоста проявляется увеличение суммы поглощенных оснований, пропорциональное его дозам и максимальное при дозе 15 т/га. Вследствие этого наблюдается увеличение емкости катионного обмена (ЕКО). Их значения выросли соответственно с 8,79 мг.-экв./100 г на контроле до 9,73 мг.-экв./100 г почвы на вариантах с биокомпостом. Данная зависимость обусловлена кислотно – основными свойствами данного агрохимиката, а также фактором разложения под влиянием почвенного биоценоза основной его массы и как следствие разрушением органоминеральных комплексов в составе агрохимиката с высвобождением катионов Ca^{+2} и Mg^{+2} .

По действию биокомпоста, содержащего P_2O_5 подв. и K_2O обм. в количестве, равном соответственно 1,63 и 1,93 мг/100 г, наблюдался значительный рост значений данных макроэлементов в слое 0-20 см, максимальный по действию биокомпоста в дозе 15 т/га (табл. 3).

Таблица 3

Действие агрохимиката – Биокомпост на основе птичьего помета, на агрохимическую характеристику дерново-подзолистой супесчаной почвы, слой 0-20 см

Вариант опыта	pH _к с _л	Н _г	S (Ca+M g)	ЕКО	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус %
					подв.	обм.	
					мг/кг		
Контроль	6,1	1,01	7,78	8,79	79	68	1,28
*Биокомпост на основе птичьего помета, 7,5 т/га	6,1	1,02	8,71	9,73	356	152	1,37
*Биокомпост на основе птичьего помета, 15 т/га	6,3	0,91	8,82	9,73	623	217	1,52

*Дозы удобрения даны на сухое вещество.

Анализ изменения агрохимических свойств пахотного слоя почвы по действию агрохимиката – Гранулированное удобрение на основе птичьего помета, в дозах 1-2 т/га под культивацию также, как и по действию биокомпоста на основе птичьего помета выявил снижение обменной кислотности почвы, пропорционально дозам агрохимиката (табл. 4). При этом также выявлена обратная зависимость Н_{гидр.} от pH_{сол.}.

По действию агрохимиката проявляется увеличение суммы поглощенных оснований, пропорциональное его дозам. Вследствие чего наблюдается увеличение емкости катионного обмена (ЕКО). Их значения выросли соответственно с 7,82 мг-экв/100 г на контроле до 8,12-8,33 мг-экв/100 г почвы при дозах агрохимиката 1-2 т/га под культивацию. При этом характер изменения кислотно-основных свойств выражен в меньшей степени в сравнении с биокомпостом на основе птичьего помета из-за различий в дозах агрохимикатов.

По действию агрохимиката – Гранулированное удобрение на основе птичьего помета, содержащего повышенное количество P_2O_5 подв и K_2O обм. (табл. 1) наблюдался значительный рост значений данных макроэлементов в слое 0-20 см (табл. 4), уступающий действию агрохимиката – Биокомпост на основе птичьего помета. Аналогичная зависимость выявлена по сравнительному влиянию агрохимикатов на гумусовое состояние почвы.

Таблица 4

Действие агрохимиката – Гранулированное удобрение на основе птичьего помета, на агрохимическую характеристику дерново-подзолистой супесчаной почвы, слой 0-20 см

Вариант опыта	рН _{КСL}	Н _г	S (Ca+M g)	ЕКО	P ₂ O ₅ подв.	K ₂ O обм.	Гумус %
Контроль	6,3	0,91	6,91	7,82	71	44	1,24
Агрохимикат – Гранулированное удобрение на основе птичьего помета, 1 т/га	6,41	0,85	7,27	8.12	131	59	1,39
Агрохимикат – Гранулированное удобрение на основе птичьего помета, 2 т/га	6,56	0,82	7,51	8, 33	180	72	1,46

Заключение

В результате проведенных исследований получены новые знания о влиянии технологически различных видов агрохимикатов на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы. Выявлено их положительное влияние как на кислотно-основные свойства почвы, так и на содержание P_2O_5 подв. и K_2O обм, пропорциональное дозам агрохимикатов.

По действию агрохимиката – Гранулированное удобрение на основе птичьего помета, содержащего повышенное количество P_2O_5 подв. и K_2O обм

наблюдался значительный рост значений данных макроэлементов в слое 0-20 см, уступающий действию агрохимиката – Биокомпост на основе птичьего помета. Аналогичная зависимость выявлена по сравнительному влиянию данных агрохимикатов на гумусовое состояние почвы.

Список литературы

1. Седых В.А., Савич В.И., Балабко П.Н. Почвенно-экологический мониторинг. М.: РГАУ-МСХА, 2013. 584 с.
2. Лысенко Е. Экологические аспекты устойчивого развития сельских территорий. Экономика сельского хозяйство России. 2011. №4. С.31.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ В КОНТЕКСТЕ ИХ РЕАЛЬНОЙ И ПРОГНОЗНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

Почвам Тверской области присуща пестрота почвенного покрова, характерная, в принципе, для всей гумидной зоны, что подтверждается существенным варьированием показателей плодородия, в первую очередь агрохимических. Почвообразование здесь осуществлялось, в основном, на ледниковых и постледниковых отложениях (моренных валунных и слабовалунных глинах, суглинках и супесях, а также покровных глинах и суглинках). Среди почв преобладают дерново-подзолистые (60 %) разной степени оподзоленности, довольно широко представлены болотно-подзолистые (22,6 %) и торфяно-болотные (10,7 %) почвы. Не более 3,5 % почвенного покрова Тверской области занимают аллювиальные, дерново-глеевые и дерново-карбонатные разновидности (рис. 1).

Наибольшее распространение в регионе получили подзолистые и дерново-подзолистые почвы на валунных или лессовидных суглинках. Среди всех видов дерново-подзолистых почв, которых выделяют не меньше десятка, большие процентные доли принадлежат мелко- и неглубоко подзолистым (48,4 %).

© Трешкин И.А., Рабинович Г.Ю., 2024

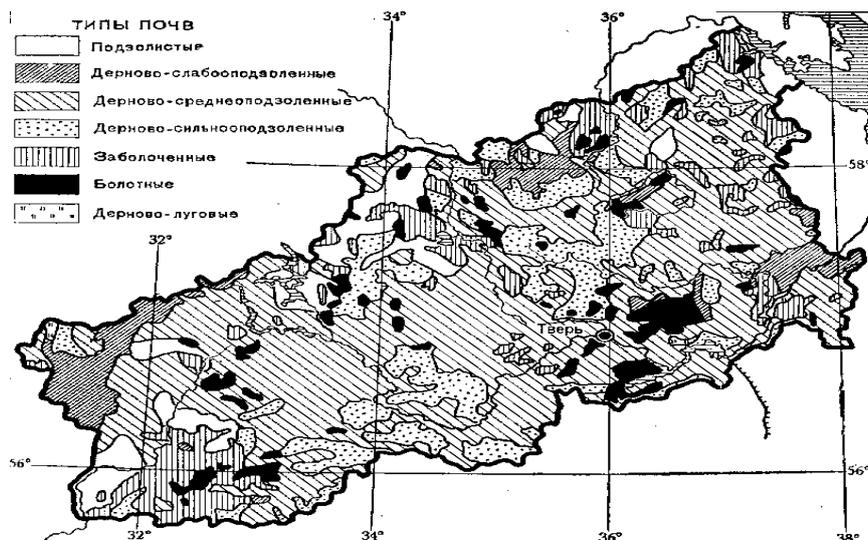


Рис. 1. Карта-схема почв Тверской области

Наибольшее распространение в регионе получили подзолистые и дерново-подзолистые почвы на валунных или лессовидных суглинках. Среди всех видов дерново-подзолистых почв, которых выделяют не меньше десятка, большие процентные доли принадлежат мелко- и неглубоко подзолистым (48,4 %). Довольно распространены неглубоко подзолистые (12,7 %) и иллювиально-железистые (10,3 %). Подчеркнем, что гранулометрический состав этих почв превалирующе суглинистый и супесчаный, а также песчаный.

Весьма заметна в Тверском регионе неравномерность выпадения осадков, связанная, в том числе, с его протяженностью по параллели: максимум – в западных районах (700-750 мм), минимум – в центральных районах и на востоке (500-650 мм). Отметим также, что в Тверской области количество выпадающих осадков чаще всего значительно выше испарения, что и отражается на водном режиме почв, свидетельствуя об избыточности увлажнения (средний коэффициент увлажнения достигает 1,3, прямо указывая на принадлежность почвенных ресурсов региона к гумидной зоне).

Почвам Тверской области присущ промывной водный режим, за счет чего и происходит вымывание питательных веществ из пахотных слоев в нижележащие, обеспечивая тем самым резкую дифференциацию почвенного профиля на горизонты. Интенсивность смыва элементов питания варьирует по районам (рис. 2). Так, максимум (от 6 т/га до 8 т/га) смыва обнаруживается на западе, минимум (от 1 до 3 т/га) – в восточных районах. Для районов, обозначенных на рисунке без выделения цветом, характерны промежуточные значения.

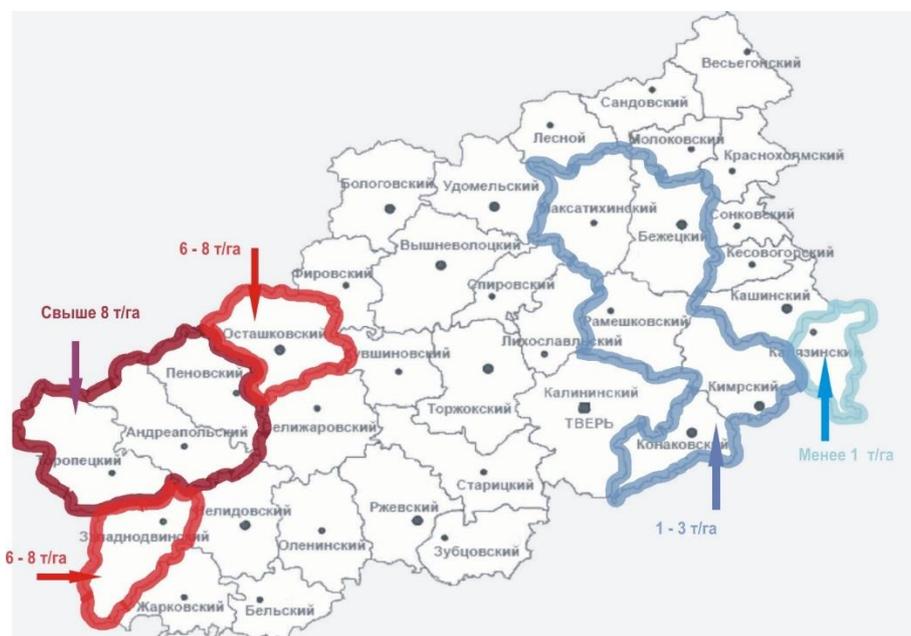


Рис 2. Интенсивность промывного режима почв Тверской области

Под лесом и кустарниковой растительностью, а также под болотами в Тверской области занято 57,6 %, а на долю сельскохозяйственных угодий остается не более 30 % ее территории. По данным Министерства сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Тверской области площадь сельскохозяйственных угодий достигает 2032,7 тыс. га, из которых 66,7 % – пашня, 12,8 % – сенокосы, 18,9 % – пастбища, 0,8 % – залежные земли. В целом, регион характеризуется малопродуктивными землями, 2/3 пахотных почв содержит менее 2 % гумуса, 1 млн 250 тыс. га

пашни представлены кислыми почвами, 4,8 % сельскохозяйственных земель заболочены и переувлажнены [1].

Реально низкая продуктивность земельного фонда Тверской области определяется рядом причин. Так, избыточная кислотность дерново-подзолистых почв во многом зависит от удобрений, используемых хозяйствами региона, а также от севооборота и почвообработки. Для проведения мелиоративных мероприятий необходимо минимум 1 раз в 5 лет известковать почвы с уровнем кислотности $pH < 5,0$ (а таких в регионе почти 30 %) в дозе не менее 5 т/га. Интенсивное известкование, однако, осуществлялось только в 1971-1993 гг. Поскольку по последним данным средневзвешенная величина pH составляет для дерново-подзолов 5,6 ед., при этом, не дотягивают до данного показателя районы запада и юго-запада Тверского региона, демонстрирующие избыточную кислотность (pH 5,0-5,2 – Бельский, Жарковский, Западнодвинский, Оленинский и Ржевский районы Тверской области [2].

Важнейшим фактором почвенного плодородия является содержание гумуса, оказывающего важнейшее влияние на пищевой режим, физико-механические и биологические свойства почвы. Результаты обследования почв Тверской области на содержание гумуса в пахотном горизонте представлены в таблице. Согласно многолетним наблюдениям (более 45 лет) государственного центра агрохимической службы «Тверской» за динамикой плодородия почв и урожайностью сельскохозяйственных культур, оптимальным содержанием гумуса для дерново-подзолистых почв Тверской области является 2,0-2,5 %, которое обеспечивает возможность получать стабильные и полноценные урожаи сельскохозяйственных культур [3].

Накопление гумуса и поддержание в дерново-подзолистых почвах необходимого уровня плодородия осуществляется главным образом за счет поступления органической массы с внесением повышенных доз

органических удобрений, возделыванием культур, оставляющих после себя в почве много растительных и корневых остатков, заделкой сидератов и соломы.

Таблица

Обеспеченность органическим веществом почв Тверской области, %

Очень низкое (до 1,5 %)	Низкое (1,6-2,0 %)	Среднее (2,1-2,5 %)	Повышенное (2,6-3,0 %)	Высокое (3,1-4,0 %)
14,8	32,3	25,8	17,6	9,5

Практиками сельскохозяйственной отрасли в регионе признается серьезная роль органических удобрений. Согласно балансовым расчетам, бездефицитный баланс гумуса в пахотных дерново-подзолистых почвах достигается при ежегодной насыщенности органическими удобрениями в пределах 10 т/га, тогда как фактически вносится 0,5 т/га.

В связи с тем, что, начиная с 1995 года крайне важные агроулучшающие мероприятия носят в Тверской области эпизодический характер, поэтому идет процесс не только потери уровня плодородия, но и вторичного подкисления, и даже деградации почвы. А если учесть, что пахотные угодья в последнее время сокращались за счет низко плодородных почв, которые выводились из севооборота, то все залежные почвы в настоящий период имеют сильно кислую реакцию среды и для их ввода в севооборот требуется внесение известковой муки в дозе не менее 6 т/га. Отметим, что наибольшее количество пахотных земель приходится на восточные районы (Бежецкий, Краснохолмский), на южные районы (Старицкий, Ржевский, Зубцовский) и на центральные (Торжокский, Калининский, Рамешковский). В связи с обширными площадями под лесами и озерами в северных и юго-западных районах (Бельский, Бологовский, Лесной, Максатихинский, Осташковский, Удомельский) пахотных земель там не так много. По данным Тверьстата посевные площади в Тверской области занимают 441,5 тыс. га [4].

В Тверской области, как, собственно, и во всей нашей стране, сократилось использование минеральных удобрений (~ в 15-18 раз). Это вызвало прогрессирующую деградацию почвенного плодородия и представляет угрозу экологической, продовольственной и национальной безопасности страны. Поэтому необходимо мобилизовать и рационально использовать все имеющиеся ресурсы органического сырья [5].

Основным средством в повышении плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных растений являются органические удобрения и различные биопрепараты и биосредства, произведенные на органической основе. В качестве органических удобрений рекомендуется использовать в максимально возможных объемах солому, торф, органические компосты, зелёную массу сидеральных культур, бытовые отходы, а также твёрдую фракцию и жидкие стоки крупных животноводческих комплексов и других биосредств органической природы с минимальным вредным воздействием на окружающую природную среду и качество жизни человека.

Современные органические биосредства характеризуются высоким уровнем агрономически полезной микрофлоры, которая, взаимодействуя с почвенным микробиоценозом, усиливает и направляет ключевые процессы формирования плодородия почв – минерализацию и гумификацию. Обогащенный микробиоценоз почвы активно участвует в процессах накопления элементов минерального питания и делает их наиболее доступными для формирования растений.

Подчеркнем, что аграрное хозяйство Тверской области имеет многоплановую животноводческую направленность (свиноводство, животноводство КРС и птицеводство). Согласно статистике, на территории региона на 1 января 2024 года в хозяйствах различной формы собственности насчитывалось свыше 80 тыс. голов КРС, свыше 1 миллиона свиней, свыше 30 тыс. голов мелкого рогатого скота и свыше

3300 тыс. голов птиц. Данное поголовье способно дать отходов порядка 1,6 млн. тонн (760 тыс. тонн навоза и около 1600 тыс. тонн помета), используемых на получение органических удобрений, которое способно обеспечить внесение органических удобрений в почвы в дозе 1,2 т/га.

Для обеспечения животноводства Тверской области растениеводческая отрасль фокусируется на развитии кормовой базы. Благоприятные погодные условия (умеренные температуры летом и достаточное количество осадков) способствуют высокоурожайному возделыванию трав на лугах и пастбищах. Естественно, что почвенные ресурсы региона должны соответствовать обозначенной потребности, способствуя производству стратегически важных сельскохозяйственных культур [4].

Кроме повышения плодородия существующих пахотных угодий необходимо уделить особое внимание залежным землям как основе увеличения пахотного клина Нечерноземья. Основной массив залежных земель сформировался на протяжении 10-20 последних лет, когда выводились из оборота наименее плодородные почвы. Дерново-подзолистые почвы на песчаной и супесчаной основе отличаются от суглинистых почв низким содержанием гумуса и калия, повышенной кислотностью и низкой суммой поглощённых оснований. В настоящее время пахотные почвы области, в том числе обозначенные выше, используются крайне ограниченно. На основании этого ставится вопрос о целесообразности их введения в сельскохозяйственный оборот и полноценной эксплуатации. Сейчас они поросли сорной травянистой растительностью, кустарником, молодой древесной порослью и закочкарились. Диаметр стволов поросли достигает 4 см (до 10 лет без использования) и 9 см (от 10 до 15 лет без использования). На территории региона обнаруживаются также участки с мелколесьем, выбывшие из использования уже свыше 15 лет назад [6].

Помимо залежных земель, в Тверской области ненадлежащим образом эксплуатируются и земли мелиоративного фонда, осушаемые с 70-х гг. прошлого столетия. В настоящее время в Тверской области находится в наличии 257,8 тыс. га осушенных земель, в т.ч. осушенных сельхозугодий 250,8 тыс. га. В составе осушенных сельскохозяйственных угодий пашня занимает 179,6 тыс. га, кормовые угодья 71 тыс. га, многолетние насаждения 0,2 тыс. га. Общая площадь орошаемых земель в Тверской области существенно меньше – 5,2 тыс. га [7].

Резюмируя, отметим, что заброшенные и неправильно эксплуатируемые земли Тверской области должны постепенно вводиться в хозяйственный оборот с учетом реанимирования мелиоративного фонда, включая комплекс мероприятий. Среди них: использование безопасных пестицидов, способных целенаправленно уничтожить сорную растительность, выкорчевка кустарников и мелколесья, раскисление почвы и применение оптимальной системы удобрений (органических и минеральных), ликвидирующих дисбаланс элементов питания. Вместе с тем существует настоятельная необходимость ввода в севооборот однолетних и многолетних бобовых культур, обеспечивающих поступление в дерново-подзолистую почву биологического азота, а также проведение агромероприятий по возделыванию культур-сидератов. Безусловно, что введение в эксплуатацию земель Тверской области, в разное время выведенных из оборота, позволит получать дополнительную и высококачественную продукцию растениеводства.

Список литературы

1. Фирсов С.А. Состояние плодородия почв Тверской области. Агрохимический вестник. 2011. № 5. С. 30-32.
2. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2020 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2022. 384 с.

3. Фирсов С.А. Оптимизация агроэкологического состояния дерново-подзолистых почв Тверской области. Плодородие. 2011. № 5. С. 30-32.

4. Растениеводство Тверской области // Министерство сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Тверской области. Официальный сайт. Режим доступа: <https://минсельхоз.тверскаяобласть.пф/deyatelnost-iogv/napravleniya/rastenievodstvo/?print=y> (дата обращения 05.09.2024)

5. Шевченко В.А., Соловьев А.М. Динамика содержания органического вещества при освоении выбывших из оборота малопродуктивных мелиорированных земель в зависимости от системы удобрения и предшественников. Плодородие. 2019. №6. С. 6-10.

6. Шевченко В.А. Вовлечение в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения. Мелиорация и водное хозяйство. 2021. № 4. С. 12-16.

7. О мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Тверской области. Режим доступа:

https://минздрав.тверскаяобласть.пф/novosti/novosti/?print=y&ELEMENT_ID=61308 (дата обращения 05.09.2024).

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

РАЗДЕЛ II. ИННОВАЦИОННЫЕ АГРО- И БИОТЕХНОЛОГИИ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

УДК 633.1: 631.331

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОСЛЕПОСЕВНОГО УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ ПРИ ГРЕБНИСТОМ СПОСОБЕ ПОСЕВА ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Митрофанов Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук,

Гуляев М.В., кандидат сельскохозяйственных наук,

Первушина Н.К., Положенцева Л.П.

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

г. Тверь, Россия

В северо-западной части Нечерноземной зоны Российской Федерации одним из направлений технологического совершенствования земледелия является разработка и применение гребне-грядовых технологий возделывания полевых культур, обеспечивающих более устойчивое управление водно-воздушным режимом почвы в условиях гумидной зоны, прежде всего, на осушаемых и временно переувлажняемых землях [1].

Исследованиями Всероссийского НИИ мелиорированных земель установлено, что такие технологии эффективны при выращивании как пропашных, так и зерновых культур. В гребневых технологиях зерновых культур высокая эффективность от профилирования поверхности почвы была получена при гребнистом ленточно-разбросном способе их посева.

© Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В.,
Первушина Н.К., Положенцева Л.П., 2024

Также высокая эффективность от профилирования поверхности почвы наблюдалась при гребнистой вспашке почвы в системе зяблевой обработки под яровые культуры [1-4]. Растения при гребнистом ленточно-разбросном способе посева размещаются на гребнях высотой 6-8 см. При посеве рассев семян проводится лентами на выровненную поверхность поля с вдавливанием их в почву катками и последующим закрытием загортачами (Патент №188274 «Сеялка зерновая»).

Исследования показали, что гребнистый ленточно-разбросной способ посева зерновых культур обладает, по сравнению с обычным рядовым, более высокой технологичностью и адаптивностью к погодным и почвенно-мелиоративным условиям осушаемых земель, обеспечивает более надежную защиту растений от негативных последствий, связанных с повышенным увлажнением почвы, существенно улучшает агрофизические параметры посевного слоя почвы, обеспечивает более устойчивый режим аэрации почвы в зоне расположения узла кущения, повышает всхожесть семян, улучшает стартовый рост и развитие растений. При гребнистом ленточно-разбросном способе посева улучшается температурный режим почвы в посевном слое, повышается фотосинтетическая деятельность растений, снижается засоренность посевов, поражение растений снежной плесенью и корневыми гнилями. В среднем по культурам и опытам полевая всхожесть семян при гребнистом способе посева составила 77,8% и была выше, чем при рядовом на 10,3 %. У озимых культур повышается сохранность растений при перезимовке на 12,5-19,1 %.

Прибавка урожая при гребнистом ленточно-разбросном способе посева, по сравнению с обычным рядовым, по отдельным зерновым культурам колеблется от 0,21 до 1,19 т/га (от 6,3 до 68,0 %). Прирост урожая обеспечивается как за счет улучшения площади питания растений (35,2%), так и за счет улучшения агрофизических условий в посевном слое

почвы (64,8 %). Наиболее значительное увеличение урожайности получено на озимых культурах [5-7].

Установлено, что влияние гребнистой формы поверхности на состояние водно-воздушного режима почвы, прежде всего в посевном слое, проявляется как в избыточно влажных, для которых и разрабатывался этот способ посева, так и в засушливых условиях. При этом влажность почвы при гребнистом посеве в обоих случаях была более низкой. В посевном слое 0-5 см влажность почвы в гребешках в среднем за 5 лет в фазу всходов была ниже, по сравнению с обычным рядовым посевом, на 2,2 абсолютных процента – относительное снижение влаги составило 13,4 %. в фазу кущения и колошения растений различия составили соответственно 2,7 % (15,8 %) и 1,0 (4,2 %). При высокой обеспеченности осадками более низкая влажность посевного слоя при гребневой форме поверхности объясняется более быстрым освобождением почвы в зоне расположения семян и узла кущения от избыточной влаги. Пористость аэрации в посевном слое при гребнистом посеве в довсходовый период, по сравнению с обычным рядовым посевом, была выше на 27,7-71,1 %. В засушливых условиях гребнистая поверхность становится фактором, ускоряющим потери влаги из посевного слоя почвы в результате более интенсивного ее испарения с поверхности почвы.

Связано это с увеличением испаряющей поверхности – при гребнистом посеве, по сравнению с ровной поверхностью, площадь испарения влаги с поверхности почвы увеличивается на 17,0 % и с повышенной рыхлостью посевного слоя, что в условиях солнечной и ветреной погоды также является фактором, усиливающим потери влаги из почвы. Следует отметить, что различия во влажности почвы объясняются, видимо, и более интенсивным потреблением влаги лучше развитыми посевами зерновых культур на варианте с гребнистым способом посева.

Указанные особенности формирования водно-воздушного режима в посевном слое почвы при гребнистом способе посева, безусловно, могут оказывать влияние на плотность продуктивного стеблестоя посевов, кущение растений и формирование первоначальных параметров колоса (метелки).

Целью данной работы является дальнейшее совершенствование гребнистого ленточно-разбросного способа посева, расширение его технологических возможностей по адаптации к агроэкологическим, почвенным и засушливым погодным условиям.

Исследования проводились в полевом опыте на агрополигоне «Губино» на осушаемых закрытым гончарным дренажом землях (междреннее расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м). Схема опыта включала два варианта способов посева: 1) улучшенный гребнистый ленточно-разбросной – СЗГК-3,6У (с выравнивающими устройствами) – контроль, 2) улучшенный гребнистый ленточно-разбросной – СЗГК-3,6У с уплотнением гребней легкими катками после посева. Культуры – яровая пшеница (сорт Лада) и овес (сорта Аргамак и Яков), предшественники в севообороте картофель и клевер. Сложные удобрения в виде азофоски вносились под предпосевную обработку, подкормка проводится в фазу выхода растений в трубку. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая. Содержание гумуса 2,78 %, доступного фосфора – 17,1 и обменного калия 13,1 мг/100 г почвы, рН 5,4.

Послепосевное уплотнение почвы изменяло первоначальные параметры гребней – уменьшало высоту до 4,5-5,0 см, выравнивало верхнюю часть гребней и увеличивало их ширину по верху с 6-8 до 14-15 см, приводило к увеличению плотности сложения посевного слоя почвы (в гребне), в среднем за вегетацию, на 0,04 г/см³ и понижению общей пористости посевного слоя на 1,4 %. Уплотнение гребней при посеве снижало пористость устойчивой аэрации, в среднем за вегетацию, на 2,4%,

а коэффициент аэрации, отражающий соотношение в почве воды и воздуха, на 0,16 единицы (на 12,2 %). На контроле коэффициент аэрации составлял 1,32 единицы, на варианте с уплотнением гребней 1,16 (табл. 1).

Таблица 1

Влияние послепосевого уплотнения на агрофизические свойства почвы, среднее за вегетацию, 2021-2022 гг.

Способ посева	ОМ, г/см ³	ОП, %	НВ, в % от объема	Пористость устойчивой аэрации, %	Каэр
Посевной слой 0-5 см					
Гребнистый ленточно разбросной (контроль)	- 1,10	57,7	25,2	32,6	1,32
Гребнистый ленточно разбросной с прикатыванием гребней после посева	- 1,14	56,3	26,1	30,2	1,16
Подпосевной слой 5-15 см					
Гребнистый ленточно разбросной (контроль)	- 1,18	54,4	27,6	27,8	1,02
Гребнистый ленточно разбросной с прикатыванием гребней после посева	- 1,20	53,9	27,6	26,2	0,95

ОМ – объемная масса, ОП - общая пористость, НВ – наименьшая влагоемкость

Параметры всех критериев на обоих вариантах опыта находились в зоне оптимальных значений по их нижней границе. В подпосевном слое почвы (5-15 см) различия в показателях объемной массы, общей пористости и пористости устойчивой аэрации по способам посева были менее значительными. Объемная масса почвы на контроле составила 1,18 г/см³, на варианте с уплотнением гребней – 1,20 г/см³, пористость устойчивой аэрации – 27,8 % и 26,2 % соответственно. Более существенно варианты посева различались по параметрам водно-воздушного режима, коэффициент аэрации (при НВ) на варианте с гребнистым посевом был на 9,3 % меньше, чем на контроле и составил 0,95.

Наблюдения за влажностью почвы показали, что ее содержание в почве под влиянием погодных условий по периодам вегетации может

варьировать от практически избыточного до остро засушливого состояния. Послепосевное уплотнение гребней, увеличение плотности почвы и снижение повышенной аэрации посевного слоя, способствовало сохранению влаги в посевном и пахотном слоях почвы в период вегетации культур. В среднем за 4 года на варианте с уплотнением гребней влажность почвы (в % от НВ) в посевном слое в фазу всходов была больше, чем на контроле, на 6,7, в фазу кущения – 7,2, в фазу колошения на 10,5 %, в пахотном слое соответственно на 5,7, 16,3 и 12,9 % (табл. 2).

Таблица 2

Влияние послепосевного уплотнения гребней на динамику влажности почвы под посевами яровых зерновых культур, среднее за 4 года

Способ посева	Всходы		Кущение		Колошение	
	% от массы почвы	% НВ	% от массы почвы	% НВ	% от массы почвы	% НВ
	Посевной слой почвы, 0-5см					
Гребнистый ленточно – разбросной - контроль	15,1	65,4	13,4	58,2	8,65	37,2
Гребнистый ленточно - разбросной с прикатыванием гребней после посева	16,0	69,4	14,3	62,4	9,46	41,1
	106,0	106,1	106,7	107,2	109,4	110,5
	В слое почвы 0-15/20см					
Гребнистый ленточно – разбросной -контроль	17,4	75,6	12,2	52,9	8,87	38,6
Гребнистый ленточно - разбросной с прикатыванием гребней после посева	18,4	79,9	14,1	61,5	10,0	43,6
	105,7	105,7	115,5	116,3	112,7	112,9

На овсе прикатывание гребней практически не повлияло на глубину заделки семян и глубину залегания узла, на яровой пшенице незначительно уменьшило эти показатели – на 0,6 см и 0,3 см (табл. 3). При сложившихся погодных условиях и посеве во влажную почву полевая всхожесть семян на обоих вариантах посева была высокой – у овса – 82,1-84,5 %, у яровой пшеницы 87,8-88,7 %.

Различия по способам посева были небольшими – у овса всхожесть семян под влиянием уплотнения гребней увеличилась на 2,3 %, у яровой пшеницы на 0,9 %. Отсутствие значительного влияния послепосевного уплотнения почвы на полевую всхожесть семян объясняется тем, что почва перед посевом на обоих вариантах опыта уплотнялась при обработке комбинированным агрегатом КБМ 4,2, а посев проводился с локальным уплотнением посевного ложе и с вдавливанием семян в почву, что обеспечило семенам хорошие условия для их прорастания.

Таблица 3

Влияние послепосевного уплотнения почвы на глубину заделки и полевую всхожесть семян

Способ посева	Количество растений, шт/м ²	Глубина заделки семян, см	Глубина залегания узла кущения, см	Полевая всхожесть семян, %
Овес – сорт Яков				
Гребнистый ленточно - разбросной (контроль)	452	2,4	1,4	82,2
Гребнистый ленточно - разбросной с прикатыванием гребней после посева	465	2,3	1,4	84,5
Яровая пшеница – сорт - Злата				
Гребнистый ленточно - разбросной (контроль)	527	4,0	2,7	87,8
Гребнистый ленточно - разбросной с прикатыванием гребней после посева	532	3,4	2,4	88,7

Норма высева яровой пшеницы – 6,0 млн/га всх. зерен, овса – 5,5 млн.

В период вегетации отмечено положительное влияние послепосевного уплотнения почвы на развитие растений и формирование листовой поверхности, на снижение в посевах количества сорняков и растений, пораженных корневым гнилями.

Послепосевное уплотнение почвы повысило урожайность овса, в среднем за 2 года, на 0,80 т/га или 20,6 %, яровой пшеницы соответственно на 0,47 и 9,8 %. В 2020 году, с большим количеством осадков в мае и

первой половине июня (168-191 % от нормы), послепосевное уплотнение почвы эффекта не имело (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность яровых зерновых культур при разных способах посева, т/га

Культура	Год	Способ посева		К контролю:	
		Гребнистый ленточно – разбросной(контроль)	Гребнистый ленточно - разбросной с прикатыванием гребней после посева	±	%
Овес	2015	4,56	5,33	+0,77	116,8
	2021	3,42	4,26	+ 0,84	124,5
	Среднее	3,99	4,80	+0,80	120,6
Яровая пшеница	2020	4,55	4,71	+0,17	103,5
	2022	4,85	5,63	+0,78	116,1
	Среднее	4,70	5,17	+0,47	109,8
Среднее по культурам		4,34	4,98	+0,64	115,2

НСР₀₅ 0,58 т/га

Анализ структуры урожая овса показал, что в годы с наличием засушливых условий в первой половине вегетационного периода более высокая урожайность на варианте с уплотнением гребней, по сравнению с контролем, была получена за счет увеличения массы зерна в метелке на 0,29 г или 22,6 %, в среднем за 2 года (табл. 5).

Число зерен в метелке увеличилось на 6,7 шт. или 20,3 %, а масса 1000 зерен на 2,6 грамма (на 8,0 %). Прирост урожая был получен при некотором снижении количества стеблей с метелкой – на контроле их было больше на 26 шт./м² или 6,8 %. При этом урожайность (расчетная), за счет увеличения массы зерна в метелке, выросла на 0,73 т/га или 16,1 %.

На яровой пшенице аналогичные результаты были получены только в 2022 году – весь прирост биологического урожая (12,5 %) был получен также за счет увеличения массы зерна в колосе – на 0,22 г или 17,0 %. Число зерен в колосе в этом году увеличилось на 4,5 шт. (14,0 %), масса

1000 зерен на 1,0 грамм (2,5 %). В 2020 году различий в структуре урожая яровой пшеницы по вариантам опыта существенных не отмечено (табл. 5).

Таблица 5

Структура урожая яровых зерновых культур
при разных способах посева

Культура	Способ посева	Год	Количество, шт/м ²		Число зерен в колосе, шт.	Масса, г	
			растений	стеблей с колосом		1000 зерен	зерна в колосе
Овес	Гребнистый ленточно-разбросной (контроль) -	2015	296	306	44,0	33,9	1,49
		2021	365	462	26,6	31,4	0,87
		среднее	330	384	35,3	32,6	1,18
	Гребнистый ленточно-разбросной с прикатыванием гребней после посева -	2015	266	286	52,0	36,2	1,88
		2021	405	430	32,0	34,2	1,09
		среднее	335	358	42,0	35,2	1,47
Яровая пшеница	Гребнистый ленточно-разбросной (контроль) -	2020	-	591	27,6	38,2	1,05
		2022	500	515	32,1	40,2	1,29
		Среднее	500	553	29,8	39,2	1,17
	Гребнистый ленточно-разбросной с прикатыванием гребней после посева -	2020	-	574	27,9	37,9	1,06
		2022	465	495	36,6	41,2	1,51
		Среднее	465	535	32,2	39,5	1,28
Среднее по культурам	Гребнистый ленточно-разбросной (контроль)		415	468	32,6	35,9	1,17
	Гребнистый ленточно-разбросной с прикатыванием гребней		400	446	37,1	37,7	1,37
+ к контролю			-15	-22	+4,5	+1,8	+0,20

В среднем за 4 г. по обоим культурам прибавка урожая при послепосевном уплотнении почвы в гребнях составила 0,64 т /га или 15,2%, 85,0 % этого прироста урожая получено за счет увеличения числа зерен в колосе (метелке). Количество стеблей с колосом в структуре урожая, при этом, уменьшилось на 20 шт./м² или 3,9 %, а биологическая (расчетная) урожайность, за счет увеличения массы зерна в колосе, выросла на 12,3 %.

Таким образом, послепосевное уплотнение гребней является важным технологическим приемом адаптации гребнистого ленточно-разбросного способа посева яровых зерновых культур к агроэкологическим условиям. Прием рассчитан на замедление процесса иссушения почвы, находящейся в гребнях, на создание в посевном слое почвы более благоприятных агрофизических условий для функционирования узла кущения и первичной корневой системы.

Изменения в состоянии посевного слоя почвы при уплотнении гребней практически не отразились на полевой всхожести семян, кущении растений, плотности продуктивного стеблестоя и вызвали значительные изменения в продуктивности колоса. Масса зерна в колосе (метелке) за счет, прежде всего, числа зерен увеличилась на 0,22-0,29 грамма или 17,0-22,6 %, а урожайность овса и яровой пшеницы, в среднем, на 0,64 т/га или 15,2 %

Список литературы

1. Митрофанов Ю. И. Озимая рожь на осушаемых землях Нечерноземной зоны (монография). Тверь: АгросферА, 2008. 166 с.
2. Митрофанов Ю. И. О способах посева озимой ржи на осушаемых землях. Зерновое хозяйство. 2006. № 3. С. 10-14.
3. Митрофанов Ю. И. Совершенствование способов и технических средств посева зерновых культур на осушаемых землях. Сб. тр. Механизация и электрификация сельского хозяйства. Глеваха (Украина). 2012. Вып. 96. С. 60-67.
4. Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Смирнова Н.А., Лапушкина В.Н. О способах посева овса на осушаемых землях. Российская сельскохозяйственная наука. 2018. №5. С.3-8.
5. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н., Пугачева Л.В., Смирнова Н.А., Лукьянов С.А. Улучшенный гребнистый способ посева овса на

осушаемых землях. Достижения науки и техники АПК. 2020. №4. Т. 34. С. 32-35.

6. Митрофанов, Л.В. Пугачева, Н.А. Смирнова. Улучшенный гребнистый способ посева озимой ржи на осушаемых землях. Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. №5. С. 48-51.

7. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н. Гребнистый способ посева зерновых культур на осушаемых землях. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. №3. С. 301-312.

Дата поступления рукописи в редакцию:

15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Кудрявцев А.В., кандидат технических наук, доцент,

Степанов К.А., Сеницин П.Г.,

Голубев В.В., доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

С целью ввода залежных участков в тепличном хозяйстве ФГБОУ ВО Тверская ГСХА предусмотрено селекционное разведение инновационных сортов картофеля производства ФГБНУ ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха. Картофель распространен почти повсеместно, что связано с его высокой приспособляемостью к различным почвенно-климатическим условиям. Но это не говорит о том, что он во всех местах хорошо развивается и накапливает высокий урожай клубней. Для получения высоких урожаев большое значение имеет правильный выбор сорта. Поэтому целью нашего полевого опыта является экспериментально выявить наиболее адаптированный сорт из нескольких сортов картофеля на приусадебном участке, для чего были взяты следующие сорта: «Кумач», «Примабелль», «Коллете» (ранний), «Вымпел» [1].

Сортоиспытание – ответственнейшее задание, от которого зависит внедрение в производство лучшего сорта, обеспечивающего более высокий урожай. Одной из задач выполнения лабораторно-полевого опыта было определение исходных физических свойств почвы: влажности, плотности, твёрдости и их влияние на урожайность и высоты ботвы картофеля.

© Кудрявцев А.В., Степанов К.А.,
Сеницин П.Г., Голубев В.В., 2024

Разработанная инновационная технология включала следующие технологические операции. Подготовка и обработка почвы предусматривала использование мотоблока «Нева» МБ 23Н, который агрегатировался навесным оборудованием, выпускаемым отечественными производителями.

Исходя из основных технологических операций возделывания картофеля, на кафедре технологических и транспортных машин и комплексов составлены технологические карты, применительно к опытному полю, имеющегося комплекта средств механизации, с учётом календарных агротехнических сроков начала и выполнения сельскохозяйственных работ [2, 3], приведённых в таблице 1.

Таблица 1

Сельскохозяйственные работы и сроки

№ п/п	Наименование сельскохозяйственных работ	Календарные агротехнические сроки начала работ
1	Вспашка почвы на глубину 20 см	08.04
2	Раннее весеннее боронование	08.04
3	Погрузка минеральных удобрений	09.04
4	Транспортировка минеральных удобрений на расстояние до 2 км	09.04
5	Внесение минеральных удобрений	09.04
6	Предпосевная культивация на глубину 6-8 см	10.04
7	Нарезка гребней	15.04
8	Посадка картофеля (3,2 т/га) с внесением минеральных удобрений (120 кг/га)	15.04
9	Окучивание с боронованием до всходов	25.04
10	Окучивание	5.06

Отвальная вспашка почвы на глубину 22 см выполнялась мотоблоком «Нева» МБ-23, агрегатируемым фрезой-культиватором и плугом оборотным НЕВА. Предпосадочная культивация осуществлена двухследным проходом по диагонали к фрезерованию использованием складной бороны «НЕВА» с увеличенной шириной захвата.

Способом посадки был выбран гребневой. Гребни формировались путём однократного прохода в агрегате мотоблока с двухкорпусным окучником на ширину междурядий 70 см. При гребневой посадке растения лучше обеспечиваются воздухом, питательными веществами, благодаря качественному прогреванию почвы и отводу избыточной влаги по бороздам.

Для оценки влияния площади питания на вегетацию растений и качество урожая картофеля использовалась вводимая залежь в тепличном хозяйстве ФГБОУ ВО Тверская ГСХА. Учётная площадь участка 10x12 м (0,012 га), почва дерново-подзолистая, длина гона 12 м, уклоны до 1 %.

Перед началом экспериментальных исследований фиксировались метеоусловия в период посадки и вегетации. Метеоусловия в период посадки и вегетации картофеля характеризовались по выполненным измерениям следующими данными: средняя температура в мае днём +16°C; ночью около +8°C. При этом максимальная температура в этом месяце составила +27°C, а минимальная –3°C соответственно. Средняя температура в июне составила днём около +23°C, а ночью около +17°C. Максимальная температура +32°C, минимальная температура +10°C соответственно. По результатам определения физических свойств почвы сформированы таблицы 2-4.

Оценка физических свойств почвы позволит определить правильность её подготовки к возделыванию культур, а также стойкость к ветровой эрозии и вымыванию агрономически ценных почвенных агрегатов осадками.

Влажность почвы определялась согласно ГОСТ 28268-89 «ПОЧВЫ методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений». В качестве измерительных средств использовались: сушильный шкаф В-151,

электронные весы (точность 0,1 г); бюксы; бг 60*40 (мм); щипцы для колб, модель 00000033326.

На участках № 1-3 брались пробы почвы, методом погружения бюкс в землю на глубину 10 см, по 5 проб с каждого участка в разных местах. Затем почвенные пробы нумеровались и закрывались крышками. Бюксы были взвешены пустые и после забора проб, на электронных весах. Затем бюксы открыли и вместе с крышками поместили в нагретый сушильный шкаф. После этого почву высушили до постоянной массы при температуре $105 \pm 2^\circ\text{C}$. Время высушивания заняло порядка 5 ч. Данные показания занесены в журнал измерений, составленный на основании ГОСТ 20915 – 2011.

По результатам исследований средняя влажность почвы составила 15%, что согласно ГОСТ 28268-89 соответствует оптимальному значению влажности дерново-подзолистой почвы (10-15 %). Точность измерения влажности почвы не менее 1 % (табл. 2).

Таблица 2

Значения влажности почвы

№ п/п	Масса стаканчика, г	Масса стаканчика с влажной почвой, г	Масса стаканчика с сухой почвой, г	Масса влаги, г	Масса, сухой почвы, г	Влажность почвы, %
1	31,2	95	86,47	8,53	55,27	15,4
2	30,4	95,09	86,5	8,59	56,1	15,3
3	22,4	81,31	75,01	6,3	52,61	12
4	31,2	87,52	76,24	11,28	45,04	25
5	22,7	80,16	72,35	7,81	49,65	15,7

Плотность почвы определялась по госту 20915-2011 с использованием формулы

$$\rho = \frac{m}{v}, \quad (1)$$

где, ρ - плотность почвы, г/см³;

m- масса сухой почвы, г;

v- объем почвы, см³.

Для определения плотности почвы использовались вырезные кольца с комплекта полевой лаборатории Литвинова ППЛ-9. Обработанные первичные данные отражены в виде таблицы 3.

Таблица 3

Значения плотности почвы

№ п/п	Масса стаканчика влажной почвы, г	Влажность почвы, %	Масса сухой почвы, г	Высота почвы в стаканчике, см	Плотность почвы, г/см ³
1	81,31	12	75,01	4	1,179
2	80,16	15,7	72,35	4	1,138
3	95,09	15,3	86,5	4	1,36
4	87,52	25	76,24	4	1,199
5	95	15,4	86,47	4	1,36

Немаловажным показателем, определяющим не только вегетацию растений, но и энергоёмкость технологических процессов, является твёрдость почвы, которая определялась согласно ГОСТ 20915-2011. Использовалось следующее приборное обеспечение – твердомер Ревякина с глубиной погружения до 50 см, причём точность измерений глубины обработанного слоя $\pm 0,5$ см, а также бумага миллиметровая; AstKanz с карандашом марки Brauberg 2 М. Твердомер имеет основание, в котором через направляющую проходит шток с наконечником. На верхнем конце штока свободно посажена рукоятка, ниже которой вставлена пружина, удерживаемая упором, жестко закрепленным на штоке. Давление рук через пружину и шток передается наконечнику. Твёрдость почвы определялась до глубины 10 см.

На каждом участке делали по 3 измерения. Значение силы давления Р и глубина погружения h записываются карандашом на миллиметровой

бумаге в виде графической зависимости усилия деформации почвы от глубины погружения штампа (табл. 4).

Таблица 4

Значения твёрдости почвы

№ п/п	Средняя высота ординаты по всем повторностям	Средняя высота ординаты по повторностям					Твёрдость почвы, кг/г ²	Твёрдость почвы, МПа
		2	2,1	1,9	1,8	2,2		
1	2	2	2,1	1,9	1,8	2,2	10,2	1
2	1,8	1,7	1,5	1,9	2	1,8	9,2	0,9
3	2	1,9	2,1	2,3	1,8	1,7	10,2	1

Предварительные фенологические наблюдения позволили выполнить выводы, что показатели температуры и осадков являлись неблагоприятными для вегетации картофеля.

Вместе с тем, качественно и своевременно подготовленная почва оказала существенное влияние на рост и развития картофеля.

В качестве промежуточных итогов роста и развития картофеля выполнены следующие выводы: первая фенологическая фаза картофеля – появление всходов, которые появились через 20 дней после посадки.

Для последующего анализа урожайности и зависимости её от густоты и высоты сформированной ботвы, выполнялись соответствующие измерения. Значения высоты ботвы занесены в таблицу 5.

Начиная с 2 сентября выполнена уборка опытных участков. Технология уборки включала следующие технологические операции – кошение и измельчение ботвы мотоблоком с косилкой «Заря», последующее подкапывание пассивным копателем, активным марки ККМ-1 и модернизированным шнековым копателем, оборудованным цилиндрическим сепаратором [4].

Таблица 5

Значение высоты ботвы

Максимальная высота ботвы						
Участок 2	Проба № 1 (см)	Проба № 2 (см)	Проба № 3(см)	Проба № 4 (см)	Проба № 5 (см)	Ср.знач (см).
Повторность№ 1	38,5	33	33	38	37	35,9
Повторность № 2	40	47	51	43	48	45,8
Повторность № 3	30	36	29	40	48	36,6
Участок 3	Проба № 1 (см)	Проба № 2 (см)	Проба № 3 (см)	Проба № 4 (см)	Проба№ 5 (см)	Ср.знач.
Повторность№ 1	71	65	44	59,5	80	63,9
Повторность № 2	59	53	60	54	51	55,4
Повторность№ 3	62	65	76	69	61	66,6
Минимальная высота ботвы						
Участок 2	Проба № 1 (см)	Проба № 2 (см)	Проба № 3 (см)	4 проба (см)	5 проба (см)	Ср.знач (см).
Повторность№ 1	9	10	7	11,5	21	11,7
Повторность № 2	13	13	12	13,5	16	16
Повторность № 3	17	14	10	17	15	14,6
Участок 3	Проба № 1 (см)	Проба № 2 (см)	Проба № 3 (см)	Проба № 4 (см)	Проба № 5 (см)	Ср.знач (см)
Повторность№ 1	27	15	17,5	11	12	16
Повторность № 2	11	24	10	13	11	13,8
Повторность № 3	15,6	9	14	11	10	12

После уборки различным комплектом рабочих органов получены следующие средние значения урожайности картофеля (табл. 6).

Таблица 6

Характеристики полученного урожая в 2024 году

Наименование сорта (схема опыта)	Масса товарных клубней, г	Количество клубней в кусте, шт.	Среднее значение урожайности, ц/га
Кумач (А)	78	6	190...203
Вымпел (А)	84	7	195...200
Коллете (Б)	70	4	85...95
Примабелль (Б)	72	4	87...98

В качестве общего вывода следует отметить, что предложенная инновационная технология возделывания и уборки селекционного

картофеля с применением малогабаритной техники показала положительные результаты. Следующим этапом исследований является применение модернизированных малогабаритных машин на уборке для снижения трудоёмкости технологического процесса в среднем до 20 % [5].

Список литературы

1. Немирова Н.А. Оптимизация приемов семеноводства и агротехники картофеля в условиях ЗАО "Картофель" Курганской области / Н. А. Немирова Н.П. Балужева // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК: Сб. ст. V Всероссийской (национальной) научно-практ. конф. Курган: Курганский ГУ. 2024. С. 52-55.

2. Норчаев Д.Р. Технические средства для возделывания овощей и картофеля к мотоблоку и Результаты экспериментальных исследований / Д.Р. Норчаев, Ж.Р. Норчаев, Б.С. Хусаинов / Евразийский Союз Ученых. Серия: техн. и физико-математ. науки. 2022. № 9(102). С. 10-14.

3. Срибный А.С. Разработка мотоблочной технологии и комплекса орудий по возделыванию картофеля на мелкоконтурных участках: диссерт. уч. ст. канд. техн. наук. Москва, 2005. 148 с.

4. Обоснование винтовой части рабочего органа для удаления корневой системы борщевика Сосновского / А. Г. Серов, Д. Ю. Турыгин, А. В. Кудрявцев [и др.]. Проблемы и перспективы развития науки и образования: Матер. Всероссийской науч.-практ. конф.: Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2023. С. 329-334

5. Пономаренко И.Г. Влияние конструкции спирального аппарата на его производительность. Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве. Матер. межд. науч.-практ. конф. Минск: Белорусский ГТАУ. 2014. С. 92-93.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ОЗИМОЙ РЖИ УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ В ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Волкова Е.С.,

Шайкова Т.В., кандидат сельскохозяйственных наук,

Дятлова М.В., кандидат сельскохозяйственных наук

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

В соответствии с планами НИР в лаборатории агротехнологий ФНЦ ЛК проводились исследования с целью разработки элементов ресурсосберегающей технологии возделывания озимой ржи универсального назначения. В зерне объекта исследований – озимой ржи «Новая Эра», содержание водорастворимых арабиноксиланов (ВАК), нарушающих пищеварение у сельскохозяйственных животных, находится на низком уровне. Потенциал урожайности новой популяции достигает 8,5 т/га, а сохранение хозяйственно ценных качеств делает ее экономически привлекательной культурой [1]. Современные агротехнологии предусматривают интегрированный подход в использовании минеральных удобрений и биологически активных соединений с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур, повышения эффективности удобрений, снижения фитопатогенных свойств почвы [2]. В ходе исследований биологические препараты применяли на фоне полного минерального удобрения со средней дозой азота, внесенного в два приема: в основную обработку и в подкормку.

© Волкова Е.С., Шайкова Т.В., Дятлова М.В., 2024

Зерновые культуры, в том числе и озимая рожь, обеспечивают потребности населения в растительном белке. Поэтому белок – один из наиболее важных показателей качества. Содержание белка в зерне злаковых культур может находиться в пределах 8-17 %, содержание углеводов и жира, в зависимости от условий выращивания и сорта, составляет 52-63 % и 1,6-1,9 % [3]. Применение удобрений вызывает изменение урожайности и содержания белка. На низком азотном фоне урожайность имеет прямолинейную зависимость от количества доступного азота, а содержание белка в зерне остается постоянным. На среднем азотном фоне зависимость между содержанием белка и урожайностью нелинейна, что объясняется эффектом разбавления постоянного количества азота в увеличивающемся углеводном компоненте. На высоком азотном фоне содержание белка повышается быстрее урожайности, и белковость зерна возрастает [4]. Последним объясняется эффективность азотных подкормок, которые повышают белковость зерна без снижения продуктивности.

Научно-исследовательская работа проводилась в 2019-2023 гг. на опытном поле лаборатории агротехнологий ФГБНУ «Федеральный центр лубяных культур» обособленного подразделения Псковский НИИСХ в соответствии с методическими указаниями [5].

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка: pH_{KCl} 5,4; содержание подвижного фосфора 280,0 мг/кг; содержание подвижного калия 164,1 мг/кг; гидролитическая кислотность 5,8 мг-экв/100 г; сумма обменных оснований 7,7 мг-экв/100 г, содержание гумуса 2,0%.

Агротехнические приемы и сроки их проведения для зоны возделывания озимой ржи: дискование по предшественнику, вспашка, культивация, внесение удобрений. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию в виде азофоски, суперфосфата аммонизированного и калия хлористого в качестве основного удобрения.

Посев производили 15 сентября 2022 года сеялкой СПУ нормой высева 150 кг/га (5 млн. всхожих семян). Лабораторная всхожесть семян – 90 %, масса 1000 семян – 27 г). Весной в виде подкормок в исследуемых дозах вносили аммиачную селитру. Азотные и листовые подкормки проводили в фазу кущения при возобновлении весенней вегетации растений и в фазу выхода в трубку. Норма расхода препаратов установлена в соответствии с инструкцией по их применению: К-гумат-Na – 15 мл/100 м² в разведении 1:100; Кодамин В-Мо – 2 л/га в разведении 1:100; Агрофлорин и Ауксинолен – 0,25 л/га в разведении 1:1000; Бисолбифит вносили совместно с минеральными удобрениями перед посевом из расчета 4 кг/т удобрений, предварительно тщательно все перемешивая.

Результаты по влиянию минеральных удобрений и биопрепаратов на продуктивность озимой ржи и окупаемость НРК приведены в таблице 1. В 2023 г. продуктивность озимой ржи без внесения удобрений составила 2,38 т з.ед./га по чистому пару и 3,12 т з.ед./га по клеверу. На контроле по клеверному предшественнику получено на 0,74 т з. ед./га или на 30,9 % больше, чем по чистому пару. Максимальная продуктивность по чистому пару, 5,05 т з.ед./га установлена при совместном применении минеральных удобрений и препарата К-Гумат-Na. По клеверу 5,13 т з.ед./га получено при внесении минеральных удобрений с максимальной дозой азота.

Агрономическая эффективность минеральных удобрений по чистому пару находились в пределах 1,19-1,77 т з.ед./га или 33-50 % по отношению к контролю при окупаемости 1 кг НРК 7,8-9,7 кг з.ед.; по клеверу – 1,16-2,01 т з.ед./га или 29-44 % к контролю при окупаемости 8,1-10,6 кг з.ед.

Действие биопрепаратов изучалось на фоне полного минерального удобрения (N₂₀P₄₀K₇₀+N₂₀). Биопрепараты Кодамин В-Мо, К-Гумат-Na и БисолбиФит на озимой ржи по чистому пару обеспечивали получение дополнительно к минеральному фону 1,12-1,22-0,77 т з.ед./га. Различия в продуктивности между вариантами значимы при НСР₀₅=0,5 т з.ед./га.

Таблица 1

Влияние удобрений и биопрепаратов на продуктивность озимой ржи и окупаемость 1 кг NPK зерновыми единицами в 2023 г.

№	Варианты опыта	Продуктивность озимой ржи, т з.ед./га				Окупаемость 1 кг NPK, кг з. ед.	
		по чистому пару		по клеверу			
		всего	+/-	всего	+/-	1*	2
1	Без удобрений	2,38	-	3,12	-		
2	N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀	3,57	1,19	4,28	1,16	9,2	8,9
3	N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀	3,55	1,17	4,34	1,22	7,8	8,1
4	N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₂₀ - фон	3,83	1,45	4,41	1,29	9,7	8,6
5	N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₄₀	3,97	1,59	4,52	1,40	9,4	8,2
6	N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₄₀ + N ₂₀	4,15	1,77	5,13	2,01	9,3	10,6
7	фон + Ауксинолен+ Агрофлорин	4,24	1,86	4,65	1,53	12,4	10,2
8	фон + Кодамин В-Мо	4,95	2,57	4,40	1,28	17,2	8,5
9	фон + К - Гумат - На	5,05	2,67	4,39	1,27	17,8	8,5
10	фон + Бисолбифит	4,60	2,22	4,73	1,61	14,8	10,7
НСР ₀₅ 0,8 т з. ед./га; НСР ₀₅ для предшественников 0,2 т з. ед./га; НСР ₀₅ для удобрений и биопрепаратов 0,5 т з. ед./га.							

Примечание: 1 – по чистому пару; 2- по клеверу

Под влиянием листовых подкормок Агрофлорина и Ауксинолена наблюдалась тенденция повышения продуктивности (0,41 т з.ед./га), но она не подтверждается статистически. Агрономическая эффективность биопрепаратов по чистому пару: Агрофлорина и Ауксинолена, Кодамина В-Мо, К-Гумат-На и БисолбиФит соответствовала 11-29-32-20 % по отношению к минеральному фону. Биопрепараты повышали окупаемость 1 кг NPK на 2,7 – 7,5 – 8,1 – 5,1 кг з.ед. соответственно.

Влияние биопрепаратов на продуктивность озимой ржи по клеверу заключалось в некотором ее повышении при проведении листовых подкормок Агрофлорином и Ауксиноленом (0,24 т з.ед./га) и внесении с

минеральными удобрениями МБП БисолбиФит (0,32 т з.ед./га), но различия между вариантами находились в пределах НСР₀₅. Под влиянием указанных препаратов окупаемость 1 кг НРК возрастала на 1,6-2,1 кг з.ед.

В ходе исследований было изучено содержание сырого протеина – одного из важнейших показателей качества зерна. Данные рисунка 1, показывают, что содержание сырого протеина в зерне, полученном по паровому предшественнику, составляло 9,0-10,8 % АСВ, и было больше, чем в зерне по клеверу (7,7-8,8 % АСВ). Прямолинейная зависимость содержания сырого протеина от доз вносимых азотных удобрений наблюдалась по бобовому предшественнику: с 7,9 % АСВ при внесении минеральных удобрений с минимальной дозой азота, внесенной в основное удобрений с осени, до 8,7 % АСВ при внесении N₂₀P₄₀K₇₀ с осени и двух подкормок (в фазу кущения и фазу трубкования).

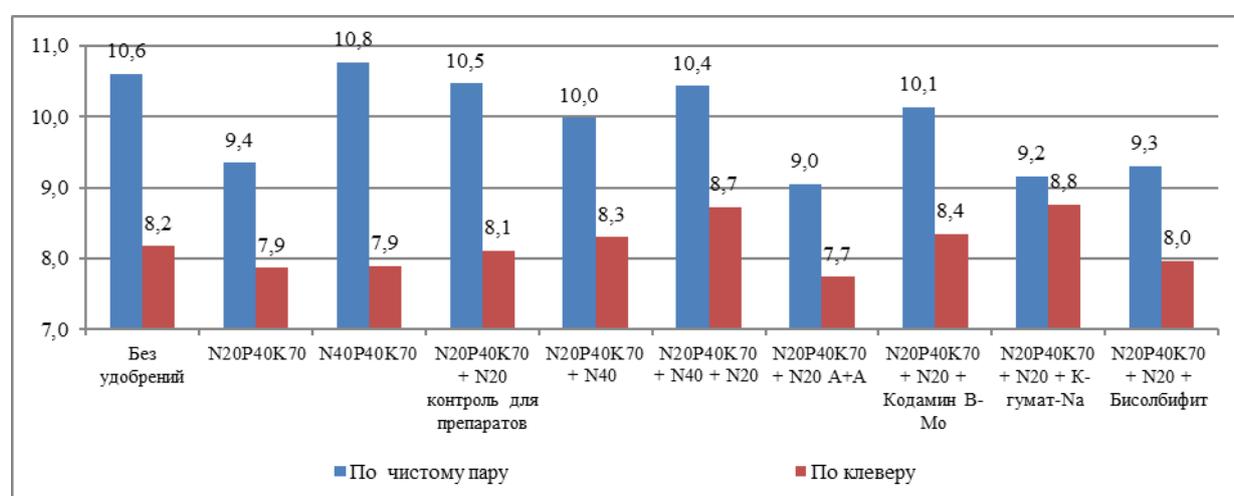


Рис. 1. Содержание сырого протеина в зерне озимой ржи при внесении минеральных удобрений и биопрепаратов по двум предшественникам, % АСВ

Изучение факторов, влияющих на накопление белка в зерне злаков, некоторыми авторами показало, что процессы накопления азота и углеводов не зависят друг от друга. Погодные условия могут обуславливать отрицательную корреляцию между урожайностью и

белковостью. Установлено, что скорость накопления азота для синтеза белка в значительной степени зависит от количества доступного азота почвы и концентрации его в вегетативных органах в фазу налива зерна и мало зависит от температуры и водообеспеченности. Однако, в засушливый период поступление углеводов в зерновку снижается вследствие интенсивного поступления азота, накопленного до цветения в вегетативных органах, что ускоряет старение листьев. Поэтому, сокращение фазы налива семян в жаркие годы компенсируется повышением накопления азота и синтеза белка в зерновке [6].

Сбор сырого протеина имеет прямую зависимость от урожайности зерна. Данные, полученные при расчетах показателя, представлены на рисунке 2.

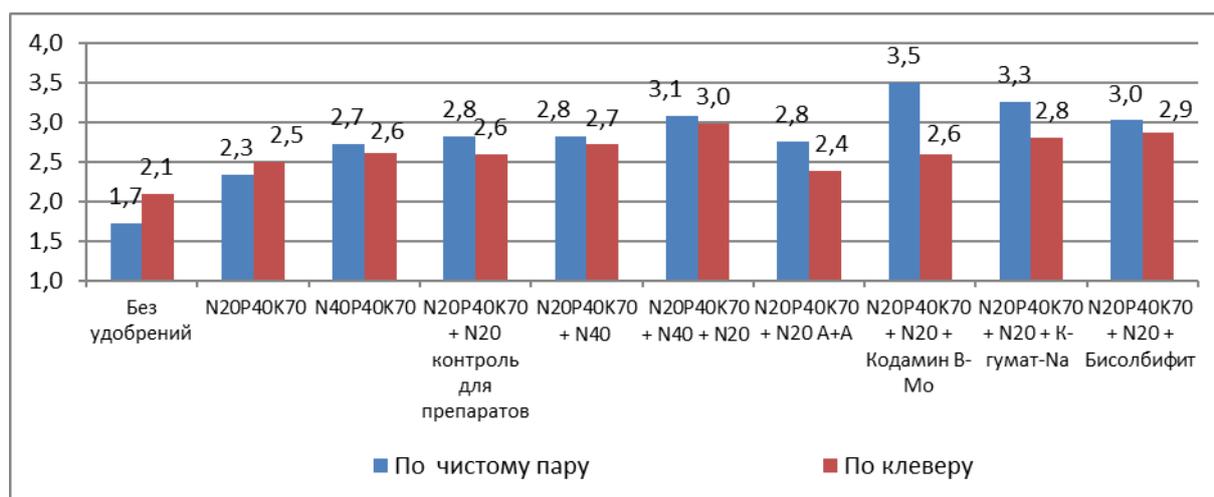


Рис. 2. Сбор сырого протеина при внесении минеральных удобрений и биопрепаратов по двум предшественникам, ц/га

В контрольном варианте, при минимальной продуктивности, получено 1,7-2,1 ц/га сырого протеина. Рост продуктивности обеспечивал и повышение его сбора: с 2,3-2,5 ц/га при внесении минеральных удобрений с минимальной дозой азота до 3,1-3,0 ц/га при внесении N₂₀P₄₀K₇₀ + N₄₀ + N₂₀.

Наибольший эффект был достигнут при совместном применении минеральных удобрений N₂₀P₄₀K₇₀ + N₂₀ и листовых подкормок препаратом

Кодамин В-Мо на озимой ржи по чистому пару, где получено 3,5 ц/га сырого протеина.

В убывающем ряду по эффективности по данному предшественнику можно расположить К-Гумат-На и Бисолбифит, которые обеспечили сбор сырого протеина на 0,5-0,2 ц/га больше минерального фона.

По бобовому предшественнику положительное действие МБП Бисолбифит и препарата К-Гумат-На заключалось в обеспечении прибавки к минеральному фону – 0,3-0,2 ц/га.

Применение минеральных удобрений и биопрепаратов на озимой ржи в условиях Псковской области в 2023 году обеспечивало дополнительно 1,2-2,2 т з.ед./га и до 1,8 ц/га сырого протеина.

Чистая эффективность биопрепаратов на озимой ржи по паровому предшественнику достигала 11-32 %. По клеверу отмечено положительное действие МБП БисолбиФит и препаратов на основе фитогормонов, но оно было незначимым.

Список литературы

1. Аниськов Н. И., Кобылянский В. Д., Сафонова И. В. Оценка экологической стабильности и пластичности новых сортов озимой ржи в условиях Северо-Западного региона. Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Сельскохозяйственные науки. 2016. № 3 (24). С. 118-121.
2. Кирюшин В.И., Кирюшин С.В. Агротехнологии. СПб.: Изд-во «Лань», 2015. 464 с.
3. Кондратенко Е.П., Константинова О.Б., Соболева О.М., Ижмулкина Е.А. Накопление углеводов и жира в зерне озимых культур в зависимости от сортовых особенностей. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. №8 (130). С. 27-34.
4. Кузнецов В.В. Физиология растений / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. Изд. 2-е. М.: Высш. школа. 2006. 742 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1985. 416 с.

6. Кошкин Е.И. Возможно ли сочетание высокой урожайности и качества урожая полевых культур? *Агрохимия*. 2018. №6. С. 89-98.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДУКТИВНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ОТ ЛАНДШАФТНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

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

Хархардинов Н.А., Курпас К.С.

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

г. Тверь, Россия

Проведен мониторинг урожайности (1998-2023 гг.) клеверотимофеечных травостоев 1 и 2 годов пользования в пределах моренного холма с целью нахождения закономерностей влияния на нее особенностей ландшафта в различных агроклиматических условиях. Исследования выполнялись на агроэкологическом полигоне Всероссийского НИИ мелиорированных земель – филиала ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева» (ВНИИМЗ), занимающим площадь 50 га, заложенном в 1996 г. и расположенном в 4-х км к востоку от г. Тверь. В пределах моренного холма с относительной высотой 15 м выделяются геоморфологические элементы – плоская вершина, северный пологий склон крутизной 2-3°, более крутой (3-5°) южный склон и межхолмные депрессии (северная и южная).

Мониторинг урожайности сена клеверотимофеечных травосмесей 1 и 2 года пользования проводился на агроэкологической трансекте (физико-географическом профиле) – производственном массиве, состоящем из 10-ти продольных полей-полос и пересекающем все микроландшафтные позиции полигона.

© Иванов Д.А., Хархардинов Н.А., Курпас К.С., 2024

Поля имели ширину 7,2 м и длину 1300 м. Травы высевались под покров овса и выращивались без внесения удобрений, кроме подкормки овса в фазу кущения аммиачной селитрой в дозе 1 ц/га (N_{30} кг га). Травостой эксплуатировались в одноукосном режиме. Каждое поле разбито на 120 одинаковых равноудаленных делянок площадью 20 м², на которых определялась урожайность сена в четырехкратной повторности.

С помощью регрессионного анализа определялись влияние рельефа, физических и агрохимических свойств почв на урожайность трав, а также зависимость степени данного воздействия от климатических условий.

Выявлено, что влияние факторов ландшафтной среды на урожайность трав зависит от характера многолетней изменчивости агроклиматических условий. Временная частота (вероятность) влияния фактора на растения определяется его зависимостью от климатических условий.

Можно выстроить условный ряд по уменьшению частоты влияния факторов ландшафтной среды на продуктивность трав: гранулометрический состав почв, агрохимические свойства почв и высота местоположения, солнечная радиация, крутизна и кривизна поверхности, в котором частота воздействия факторов на урожай снижается с 55 до 10 %. Влияние на корневые системы растений гранулометрического состава почв как наиболее стабильного во времени фактора агроландшафта в наименьшей степени зависит от изменения климатических условий, в то время как характеристики поверхности (ее крутизна и кривизна), влияющие на степень дренированности микротерриторий, существенно зависят от характера погод.

По снижению силы влияния эдафических факторов на продуктивность трав образуется следующий ряд: высота местоположения, гранулометрический состав почв и их агрохимические свойства, степень прогрева территории, крутизна и кривизна поверхности, в котором сила

воздействия факторов на урожайность уменьшается от 12 до 1 %. Высота местоположения, определяющая характер водно-воздушного режима почв и направленность геохимических потоков в агроландшафте, в наибольшей степени обуславливает продуктивность трав, тогда как влияние характера дневной поверхности на урожайность трав носит локальный и спорадический характер.

Произведение вероятности проявления фактора и степени его воздействия на урожайность определяет его активность по отношению к растениям. По степени уменьшения активности факторов можно выстроить следующий ряд: высота местоположения, гранулометрический состав почв, агрохимические свойства почв, характер поверхности, в котором активности снижаются в 21 раз – изменяются от 497 до 24. При старении травостоев активность всех изученных факторов увеличивается.

Средняя активность факторов, влияющих на урожайность трав 1 г.п., равна 79,6, а на урожайность трав 2 г. п. – 295,2, что свидетельствует о лучшей приспособленности зрелых травостоев к ландшафтным условиям. Наиболее существенно увеличивается активность факторов содержания гравия (2-3 мм), среднего песка и гумуса (в 35,4, 23 и 13,7 раза соответственно), что объясняется развитием корневой системы трав и доминированием злаков в травостое.

Степень воздействия факторов агроландшафтной среды на произрастание трав во многом определяется колебаниями метеоусловий. Так, степень воздействия высоты местоположения на урожайность трав во многом зависит от колебания термических ресурсов агроландшафта, выраженных через различные показатели, а также от степени увлажнения территории. Влияние содержания камней и мелких фракций почвы на растения в основном определяется изменчивостью степени прогрева поверхности.

«Климатические сценарии» конкретного фактора – наборы метеорологических параметров, при которых проявляется воздействие фактора на продукционный процесс культуры в годы посева и укосов, как правило, кардинально не различаются. Наиболее значимыми факторами для прогнозирования урожайности трав являются высота местоположения и характеристики гранулометрического состава почв.

Представление о вероятности проявления, силе воздействия и характере «климатических сценариев» факторов позволяет точнее прогнозировать урожайность культуры в пределах агроландшафта и, таким образом, оптимизировать расположение посевов на территории конкретного хозяйства.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК

Королева Ю.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

Рапс (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera*) – перспективная пищевая и кормовая масличная культура, также относится к техническим не пропашным культурам севооборота.

В зависимости от содержания в семенах эруковой кислоты и гликозинолатов в растениях способы использования его различны. Сорты с низким содержанием используются для производства масла на пищевые цели, жмых и шрота на корм животным. Масло рапса имеет значение в пищевой, мыловаренной, полиграфической и других отраслях промышленности.

Корма из безэруковых сортов рапса служат хорошим кормом. Шрот из семян обычных сортов рапса содержит 6-7 % гликозинолатов, тогда как безэруковых – менее 0,5 %. Жмых и шрот из семян обыкновенных сортов может скармливаться животным, однако в небольших количествах. 100 кг жмыха соответствуют 100 кормовым единицам. Рапсовая мука по питательности превосходит зерновые культуры в 2 раза.

Рапс может применяться в промежуточных и поукосных посевах для производства кормов - зеленой массы, силоса, сенажа, травяной муки. Поедаемость зеленой массы сельскохозяйственными животными достигает 93 %, а органическое вещество характеризуется высокой переваримостью (70-80 %).

Недостатком является низкое содержание сухого вещества (9-11 %). Скармливание зеленой массы повышает продуктивность и жирность молока [2-5].

Благодаря высокой холодостойкости, низким расходом семян, коротким вегетационным периодом рапс может служить ведущей культурой пожнивных и поукосных посевов. Такие посевы обеспечивают зеленым кормом животных до установления снежного покрова. Кроме того, яровой рапс в посевах выполняет фитосанитарную роль, улучшает структуру почвы. Считается отличным медоносом.

Для увеличения урожайности рапса важно соблюдать условия агротехники. Сбалансированное минеральное питание и некорневые подкормки бором оказывают положительное влияние на рост и развитие продукции,

Цель исследований – изучить влияние удобрений и некорневых подкормок на урожайность ярового рапса гибрида Траппер.

Опыты закладывались в 2023 году методом организованных повторений с систематическим размещением вариантов на поле кафедры растениеводства и технологий переработки льна Тверской ГСХА. Почва участка дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая по гранулометрическому составу на морене, кислотность 5,19; содержание P_2O_5 – 161; K_2O – 81 мг на 100 г почвы, органического вещества 5,18 %.

В опыте соблюдали рекомендованную технологию возделывания: весно-вспашку, культивацию с боронованием в 2 следа; внесение удобрений согласно схеме опыта; посев; прикатывание; некорневую обработку растений по схеме опыта. Против однодольных сорняков в период полных всходов проводили обработку гербицидом Хилер. Площадь делянки – 12 м².

Объект исследований гибрид Траппер. Гибрид 00 типа. Лист короткий - средней длины, средней ширины, зубчатость края листа слабая

– средняя. Время цветения очень раннее – раннее. Образование пыльцы имеется. Растение по высоте низкое – среднее. Стручок (без носика) и носик средней длины, цветоножка короткая – средняя. Вегетационный период 88 дней. Устойчивость к полеганию 5,0 балла, к осыпанию – 4,3 балла. Масса 1000 семян 3,5 г. Содержание жира в семенах 43,5 %. Рекомендован для возделывания на семена [1].

Схема опыта включала следующие варианты: Фактор А – фон минерального питания: 1 – без удобрений; 2 – $N_{24}P_{24}K_{24}$ (азофоска 1,5 ц/га). Фактор В – некорневая обработка: 1 – вода; 2 – борная кислота; 3 – В-ЭДДЯК. Вегетирующие растения в фазе бутонизации опрыскивали растворами H_3BO_3 , В-ЭДДЯК с концентрацией 0,001 моль/л; в контрольном варианте – H_2O_{dist} из расчёта 100 мл/м².

Полевые и лабораторные исследования проводились в соответствии с общепринятыми методиками в растениеводстве и земледелии.

Сумма температур за вегетационный период в 2023 году превышала норму на 18°C. От посадки до уборки сумма осадков составила 72,7 % от нормы. Самой теплой были 1 декада августа, холодной – 2 декада июля; влажной была 3 декада июля.

Для посева использовали протравленные семена Селест Топ с чистотой 100 %, энергией прорастания 96 %, всхожестью 96 %, влажностью 8,1 % и отсутствием посторонней примеси. Посев рапса ярового проведен 11 мая 2023 года, всходы отмечены 15-16 мая 2023 г.

Обработка растений микроэлементом бор при некорневой подкормке не влияла на прохождение фаз роста и развития ярового рапса. Незначительную роль играл минеральный фон питания. При внесении удобрений растения раньше вступали в фазы роста и развития на 1 -2 дня.

К фазе бутонизации без внесения удобрений растения были менее рослыми, чем при внесении. В среднем по фонам разница составила + 9 см. Некорневая подкормка увеличивала рост растений в высоту. В вариантах

без внесения удобрений лучшими были растения при обработке В-ЭДДЯК 70 см, при внесении – обработке борной кислотой – 78 см. Такая же тенденция наблюдалась и по количеству листьев на растении – 6,3 шт. и 6,3 шт. соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Габитус растений ярового рапса в фазе бутонизации

Удобрения	Некорневая обработка	Высота растений, см	Число листьев, шт.
Без удобрений	Вода	65	4,7
	H ₃ BO ₃	67	4,7
	В-ЭДДЯК	70	6,3
В среднем		67	5,2
N ₂₄ P ₂₄ K ₂₄	Вода	74	5,3
	H ₃ BO ₃	78	6,3
	В-ЭДДЯК	76	5,7
В среднем		76	5,8

Рапс можно использовать не только для получения масла из семян, но и на зеленый корм, особенно сорта не содержащие эруковой кислоты (00 типа), поэтому была проанализирована динамика накопления зеленой массы (табл. 2).

Таблица 2

Динамика накопления зеленой массы 1 растения, г

Удобрения	Некорневая обработка	Розетка листьев	Бутонизация	Цветение	Образование стручков	Созревание
Без удобрений	Вода	3,3	5,5	13,9	14,5	10,3
	H ₃ BO ₃	3,5	5,7	14,9	15,3	9,7
	В-ЭДДЯК	4,1	5,8	16,2	16,7	10,0
В среднем		3,6	5,7	15,0	15,5	10,0
N ₂₄ P ₂₄ K ₂₄	Вода	4,2	6,0	28,7	15,0	12,5
	H ₃ BO ₃	4,6	6,5	38,7	16,8	13,4
	В-ЭДДЯК	4,4	6,2	36,8	16,5	13,0
В среднем		4,4	6,2	34,7	16,1	12,9

Без внесения удобрений и обработке водой растения имели низкий вес 3,3 г в фазе розетки листьев и далее эта тенденция сохранялась. При некорневой обработке борной кислотой растения были более весомыми 3,5 г в начальные фазы. Обработка В-ЭДДЯК обеспечила больший вес

растений на этом фоне – 4,1 г. При внесении удобрений растения рапса весили больше – 4,2 г, 4,6 г, 4,4 г. соответственно. К фазе цветения масса растений увеличилась значительно, но тенденция сохранилась. В среднем по фонам внесение удобрения увеличивало массу в 2,3 раза. На фоне с естественным плодородием выделялся вариант с В-ЭДДЯК, при внесении NPK – борная кислота. За счет снижения количества листьев и усыхания стебля масса растений снижалась и к фазе созревания была минимальной.

Для получения семян важно изучить структуру урожая (табл. 3). Наибольшее количество стручков сформировалось при внесении удобрений и некорневой подкормки борной кислотой – 33 шт. Минеральный фон обеспечивал количество стручков в 1,7 раз больше.

Таблица 3

Структура урожая ярового рапса

Удобрения	Некорневая обработка	Количество стручков, шт.	Количество семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г
Без удобрений	Вода	16	10,0	3,5
	H ₃ BO ₃	19	11,7	3,7
	В-ЭДДЯК	17	12,0	4,2
В среднем		17	10,9	3,7
N ₂₄ P ₂₄ K ₂₄	Вода	23	11,7	4,3
	H ₃ BO ₃	30	12,2	5,1
	В-ЭДДЯК	25	12,5	4,6
В среднем		28,7	12,1	4,9

Количество семян в стручке изменялось от 10,0-11,7 шт. на контроле до 12,0-12,5 шт. при некорневой обработке В-ЭДДЯК. Наибольшая масса 1000 семян 5,1 г сформировалась на минеральном фоне при обработке борной кислотой.

В среднем по минеральному фону урожайность семян рапса составила 14,9 ц/га, что выше контроля на 13,1 ц/га. Лучший вариант это 18,7 ц/га при обработке борной кислотой. Без внесения удобрений высокая урожайность сформировалась при некорневой обработке В-ЭДДЯК – 8,6 ц/га (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность ярового рапса

Удобрения	Некорневая обработка	Урожайность семян, ц/га	Прибавка, ц/га
Без удобрений	Вода	5,6	0
	Н ₃ ВО ₃	8,2	+2,6
	В-ЭДДЯК	8,6	+3,0
В среднем		7,5	
N ₂₄ P ₂₄ K ₂₄	Вода	11,6	+6,0
	Н ₃ ВО ₃	18,7	+13,1
	В-ЭДДЯК	14,4	+8,8
В среднем		14,9	
НСР ₀₅ для фактора А		0,37	
НСР ₀₅ для фактора В		0,30	
НСР ₀₅ для взаимодействия АВ		0,37	

Анализируя экономическую эффективность возделывания рапса, отмечено, что наибольшая стоимость продукции отмечена в варианте с высокой урожайностью семян рапса – 130,9 тыс.руб. В этом же варианте отмечены высокие затраты по опыту – 52,7 тыс.руб./га. На контрольном варианте за счет низкой урожайности, а, следовательно, и стоимости продукции отмечен убыток – 10,14 тыс.руб. Наибольший условно-чистый доход получен в варианте с внесением НРК и обработки растений борной кислотой – 78,17 тыс.руб. В этом же варианте отчается высокий уровень рентабельности по опыту – 148,2 % и низкая себестоимость 2819,7 руб. В вариантах без внесения удобрений некорневая обработка растений микроудобрениями увеличивала рентабельность производства. При обработке борной кислотой она составила 15,1 %, а В-ЭДДЯК – 20,6 %. При внесении N₂₄P₂₄K₂₄ некорневые обработки растений так же способствовали увеличению уровня рентабельности до 148,2 % и 95,0 % соответственно.

С экономической точки зрения целесообразно возделывать яровой рапс с внесением минеральной удобрений и обработкой растений борной кислотой и В-ЭДДЯК, когда рентабельность составляет 148,2 % и 95,0 % соответственно.

Список литературы

1. Коломейченко В.В. Растениеводство. М.: Агробизнесцентр. 2007. 600 с.
2. Смирнова Т.И. Возможность применения хелатных комплексов микроэлементов-неметаллов в качестве микроудобрений / Смирнова Т.И., Толкачёва Л.Н., Тумасьева И.Г. // Образование, инновации, цифровизация: взгляд регионов: сборник научных трудов по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Тверь. 2022. С.20-23.
3. Усанова З.И. Увеличение содержания полифруктанов в клубнях топинамбура под влиянием хелатных комплексов микроэлементов / Усанова З.И., Смирнова Т.И., Иванютина Н.Н., Павлов М.Н., Булюкина О.А. // Вестник ТГУ-Серия: Химия. 2017. №3. С.139-147.
4. Кузнецова С.Н. Влияние внекорневых обработок комплексными удобрениями посевов ярового рапса гибрида Траппер на его урожайность // Племенное животноводство, кормопроизводство и автоматизация сельского хозяйства в Российской Федерации Сб. науч. тр. XV Международной научно-практической конференции 14 мая 2024 года. - Тверь: ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, 2024. С.119-122.
5. Королева Ю.С. Влияние некорневых подкормок на урожайность ярового рапса / Королева Ю.С., Смирнова Т.И. // Проблемы и перспективы развития науки и образования: Сборник научных трудов по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции 13 февраля 2024 г. – Тверь: ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, 2024. С.91-92.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

**ПОДБОР ПРОДУКТИВНЫХ СОРТОВ ЗЕРНОБОБОВЫХ
КУЛЬТУР ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА МЕЛКОКОНТУРНЫХ
УЧАСТКАХ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В АРИДНОЙ ЗОНЕ
ПОВОЛЖЬЯ**

Кижяева В.Е., кандидат сельскохозяйственных наук,

Пешкова В.О., кандидат биологических наук

*ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации», г. Энгельс, Россия*

Потенциал развития производства зернобобовых культур очень велик как за счет увеличения посевных площадей, так и за счет расширения сортов и применения инноваций в технологическом процессе возделывания. Усиливающаяся аридизация климата диктует острую необходимость в подборе устойчивых к засухе сельскохозяйственных культур. Во исполнение целевых показателей Государственной программы по эффективному вовлечению в оборот земель сельскохозяйственного назначения разработана ресурсосберегающая технология возделывания зернобобовых культур на мелкоконтурных участках при капельном орошении в агроценозах Поволжского региона, что обеспечит получение дополнительного урожая семян. Мелкоконтурные участки являются зонами с особыми условиями использования и представляют собой сельскохозяйственные угодья небольшой площадью с неровными, сильно изрезанными границами, на которых создаются неблагоприятные условия, ограничивающие деятельность по возделыванию сельскохозяйственных культур [1, 2].

© Кижяева В.Е., Пешкова В.О., 2024

Создание ресурсосберегающих технологий с микроорошением, адаптированных к почвенно-климатическим условиям районов применения, при максимизации критериев экономической эффективности, эргономичности, надежности, качества, экологической и технологической безопасности реализуется путем создания мобильных оросительных комплексов.

В Российской Федерации насчитывается более 40 миллионов мелких землепользователей – собственников земельных участков с общей площадью в 27,8 млн. га, в том числе личные подсобные хозяйства населения – 12 млн. га, фермерские хозяйства – 15,8 млн. га. Площадь земельных наделов в личных подсобных хозяйствах варьирует в пределах 0,04-2,0 га; в фермерских хозяйствах – 0,1-40,0 га. Эти участки чаще всего характеризуются сложной конфигурацией и рельефом. Так как 60 % угодий фермеров расположены в зонах с недостаточным естественным увлажнением, проблема создания орошаемых участков для этой категории землепользователей остается крайне актуальной.

В результате проведенных исследований выявлено, что на мелко контурных участках эффективно применять быстро сборные, мало затратные и рентабельные системы капельного орошения.

Ресурсосберегающая технология возделывания зернобобовых культур включает не только эффективные агроприемы, такие как дифференцированный режим орошения, оптимальный режим применения удобрений и стимуляторов роста, но и подбор сортов зернобобовых культур с повышенной урожайностью и высокими показателями качественных характеристик по содержанию протеина в зерне.

Проводимая работа адаптирована к почвенно-климатическим условиям сухостепной зоны Поволжья, отвечает критериям экономической эффективности, эргономичности, качества, экологической и технологической безопасности.

Зернобобовые культуры имеют большое продовольственное, кормовое и агротехническое значение. Генофонд зернобобовых культур, содержащийся в коллекции Всероссийского института растениеводства (ВИР), созданной Н.И. Вавиловым, представляет репрезентативную выборку мирового разнообразия бобовых, употребляемых преимущественно на зерно. Коллекция зернобобовых культур, насчитывает более 47,3 тысяч образцов, представленных уникальными экспедиционными сборами, селекционным материалом, сортами, собранными со всего мира в течение 85 лет.

Сельхозтоваропроизводители в производственных целях используют в основном горох, сою, фасоль, чечевицу, вику, люпин, кормовые бобы и в последнее время нут.

Основным поставщиком сортового разнообразия является Средиземноморье и Западно-Азиатский регион. В настоящее время число образцов из стран Средиземноморья в коллекции зернобобовых ВИР составляет 5563. Большинство зернобобовых культур, как известно, произошли из юго-западно-азиатского центра. Как показали флористические исследования, в естественной и культурной растительности Средиземноморья насчитывается 1974 вида бобовых, что означает наличие значительного ресурсного потенциала [3, 4].

При выборе сортового разнообразия зернобобовых культур для возделывания на мелкоконтурных участках с применением капельного орошения отдан приоритет районированным сортам с повышенной урожайностью и высокими показателями качественных характеристик по содержанию протеина в зерне.

Интенсификация производства зерна бобовых культур возможна за счёт использования уже имеющихся высокопродуктивных видов, а также за счёт интродукции новых видов и сортов, наиболее полно использующих природно-климатические условия региона.

Для возделывания сортов сои, гороха, нута в аридных условиях Поволжья на орошаемых землях провели подбор продуктивных сортов зернобобовых культур для возделывания на мелкоконтурных участках при капельном орошении по методикам: ГОСТ 12038–84; ГОСТ 10968–88; ГОСТ ISO 520–2014; ГОСТР 57444–2017 [5, 6].

Закон о семеноводстве регламентирует использование для посева семена только тех сортов культур, которые внесены в Государственный реестр селекционных достижений по конкретному региону. Смысл этого ограничения в том, чтобы обеспечить продовольственную безопасность, прежде всего это касается стратегических культур.

Отобранные для исследований районированные сорта зернобобовых культур, допущены для использования в Поволжском 8 регионе:

- горох сортов «Астронавт», «Альфа», «Юбиляр»;
- соя сортов «Покровская», «Марина», «Бара»;
- нут сортов «Сокол», Краснокутский 36», «Волгоградский 10».

Для посева использовали семена I и II класса, отобранные по ГОСТ Р 52325-2005. За 3-4 недели до посева их протравливали против корневых гнилей и аскохитоза препаратами ТМТД в дозе 3-4 кг/т, фунгицидными препаратами – 3-4 кг/т. Протравливание проводили в машинах ПСШ-3, ТСШ-5, ПС-10, «Мобитокс» и агрегатом АПЗ-10 полусухим способом с расходом 5 л воды на 1 т семян. Перед посевом семена обработали бактериальными удобрениями и микроудобрениями.

Важными критериями при отборе семенного материала перед севом являются показатели: вес 1000 зерен семян, всхожесть и энергия их прорастания (табл. 1).

Полученные данные лабораторных исследований на всхожесть, энергию прорастания и вес 1000 зерен позволили выделить сорта зернобобовых культур по наилучшим показателям:

- горох – сорта «Астронавт», вес 1000 зерен = 152 г, энергия

прорастания = 90,2 %, всхожесть = 97,5 %;

– соя – сорта «Покровская», вес 1000 зерен = 160 г, энергия прорастания = 89,3 %, всхожесть = 94,7 %;

– нут – сорта «Сокол», вес 1000 зерен = 230 г, энергия прорастания = 82,9 %, всхожесть = 94,2 %.

Таблица 1

Результаты отбора семян сортов зернобобовых культур по качественным показателям перед севом, в среднем за 2022-2024 гг.

Зернобобовая культура	Сорт	Масса 1000 зерен, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Горох	«Астронавт»	152	90,2	97,5
	«Альфа»	148	87,5	89,7
	«Юбиляр»	142	78,7	85,3
Соя	«Покровская»	160	89,3	94,7
	«Марина»	144	79,5	88,5
	«Бара»	170	75,5	82,3
Нут	«Сокол»	230	82,9	94,2
	«Краснокутский 36»	220	80,5	87,2
	«Волгоградский 10»	195	74,7	82,7
<i>НСР 05 обще.</i>		<i>0,49</i>	<i>0,34</i>	<i>0,27</i>

Примечание: высевалось в 2022-2024 гг.

Интегральным показателем, характеризующим обоснованность подбора именно представленных сортов зернобобовых культур, является их продуктивность (табл. 2).

В результате проведенных исследований подобраны продуктивные для сельскохозяйственного производства Поволжского региона зернобобовые культуры: горох сорта «Астронавт» с урожайностью – 1,57 т/га, соя «Покровская» – 3,63, нут «Сокол» – 2,52 т/га для возделывания по ресурсосберегающей технологии на мелкоконтурных участках при капельном орошении.

Таблица 2

Продуктивность зернобобовых культур в агроценозах мелкоконтурных участков при капельном орошении, в среднем за 2022-2024 гг.

Зернобобовая культура	Сорт	Урожайность, т/га	Масса семян на 1 растение, г	Масса 1000 зерен, г
Горох	«Астронавт»	1,57	4,19	140,30
	«Альфа»	1,27	3,97	131,73
	«Юбиляр»	1,29	3,77	134,41
Соя	«Покровская»	3,63	12,08	191,70
	«Марина»	3,51	9,82	176,32
	«Бара»	3,57	8,55	166,02
Нут	«Сокол»	2,52	4,92	229,51
	«Краснокутский 36»	2,46	4,49	217,74
	«Волгоградский 10»	2,49	4,73	223,04
<i>НСР₀₅ общ.</i>		0,20	0,19	0,12

Примечание: высевалось в 2022-2024 гг.

Адаптивное внедрение данных сортов в сельскохозяйственное производство на мелкоконтурных участках обеспечит не только получение дополнительной продукции с одного гектара, но и повышение коэффициента земельного использования сельскохозяйственных угодий.

Список литературы

1. Еремина И.Г., Кутькина Н.В. Оценка природного потенциала пахотных земель и пригодности под сельскохозяйственные культуры в предгорной части Бейского района Республики Хакасия. *Аграрная наука*. 2019. № 11-12. С. 52-56.
2. Иванова Е.И., Хуснидинов Ш.К., Мартемьянова А.А., Замашиков Р.В. Агроэкологическая оценка видового и сортового разнообразия люпина при его интродукции в условиях Предбайкалья. *Вестник ИрГСХА*. 2023. № 116. С. 22-32.
3. Зотиков В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур. *Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры»*. 2020. № 3(35). С. 12-19.

4. Вишнякова М.А., Александрова Т.Г., Буравцева Т.В. [и др.] Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции (обзор). Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180(2). С. 109-123.

5. Кардай О.Е., Шестакова Л. В. Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции. ФГБОУ ВО Приморская ГСА. Электрон.текст.дан. Уссурийск: ПГСХА, 2015. 53 с. Режим доступа: www.elib.primacad.ru

6. Красовская А.В., Веремей Т.М., Степанов А.Ф. Сравнительная оценка зернобобовых культур по урожайности и качеству зерна в подтаёжной зоне Западной Сибири. Земледелие. 2017. № 8. С. 45-51.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСОНАТОВ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

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

Лен-долгунец (*Linum usitatissimum* L.) относится к числу ценных лубяных культур.

Лен – удивительная культура с широким спектром полезных и до конца не изученных свойств. Это и прекрасная защита от ультрафиолета, и отсутствие электростатики, и бактерицидные свойства, и комфортное жилье, удобная одежда, полезный пищевой продукт и многое, многое другое [1].

Льняное масло сегодня используется в качестве пищевой добавки: в его состав входят компоненты, «сжигающие» холестерин и активно способствующие омоложению организма. Из льна в большом количестве производятся изделия для современной армии, включая укрывные материалы, маскировочные сети и парашюты, а также изделия для нужд угольной, горнодобывающей, мукомольной и другой промышленности. Широкий ассортимент изделий из льняной ткани выпускается текстильной и швейной промышленностью. На Западе спрос и цена на эти изделия постоянно растут. Волокно льна-долгунца используется в медицине, в частности, для изготовления тончайших хирургических нитей, отличающихся повышенной совместимостью с тканями живого организма, волокнистых нетканых материалов, среди которых медицинская вата и перевязочные средства не уступают подобным изделиям из хлопка.

© Скворцов С.С., 2024

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.

Лен-долгунец относится к группе культур, чувствительных по отношению к недостатку бора, меди, цинка. Однако целесообразность и технология их применения для условий Северо-Западной зоны РФ являются недостаточно изученными.

Целью исследований являлось – изучить влияние комплексонов микроэлементов на урожайность льна-долгунца [1].

Для этого в 2023 году был проведён однофакторный полевой эксперимент на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая остаточной карбонатной глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу.

До закладки опыта в почве содержалось гумуса – 2,01 %, P₂O₅ – 262 и K₂O – 86 мг/кг, рН 6,72.

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

Таблица 1

Схема полевого опыта 2023 г.

№ варианта	Комплексонаты
1.	Без обработки
2.	Cu-ЭДДЯК
3.	ZN-ЭДДЯК
4.	В-ЭДДЯК

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.

Изучаемые в опыте комплексонаты микроэлементов обеспечили сохранность на уровне 82,5-87,2 %. Максимальную сохранность растений льна-долгунца 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 Cu -ЭДДЯК и ZN-ЭДДЯК соответственно.

Минимальное значение данного показателя отмечено у растений льна-долгунца – 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.

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

Таблица 2

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

Вариант	Высота растений, см			
	Ёлочки	Бутониза-ции	Цвете-ние	Созрева-ние
Без обработки	7,2	56,8	72,2	77,8
Сu-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

Так, к фазе бутонизации максимальной высоты 61,9 см, достигли растения льна с применением комплексоната В-ЭДДЯК, к нему был близок вариант с применением комплексоната ZN-ЭДДЯК – 58,5 см, 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 78,0-81,9 см.

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 – 3,8 см в сутки. В период цветения созревание отмечено снижение среднесуточного прироста у всех изучаемых вариантах применения комплексонатов микроэлементов и составило по вариантам опыта от 0,3-0,5 см 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, Cu-ЭДДЯК, ZN-ЭДДЯК, В-ЭДДЯК. Влияние сорта и органоминеральных удобрений на урожайность льна долгунца представлено в таблице 3.

Таблица 3

Влияние комплексонатов микроэлементов на урожайность льна-долгунца,
ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га	
	соломы	семян
Без обработки	28,4	3,8
Cu-ЭДДЯК	33,1	5,1
ZN-ЭДДЯК	32,3	5,0
В-ЭДДЯК	36,8	5,8
НСР _{0,5}	1,02	0,74

Применяемые в опыте комплексонаты микроэлементов увеличивают

урожайность льна-долгунца, как по семенам, так и по соломе, и по выходу волокна.

Самая низкая урожайность семян (3,8 ц/га) получена у льна-долгунца на контроле без применения комплексонов микроэлементов. Наибольшую урожайность из изучаемых вариантов применения комплексонов микроэлементов обеспечил комплексонат В-ЭДДЯК – 5,8 ц/га, что на 2,0 ц/га выше, чем варианте на контроле и на 0,7 ц/га и 0,8 ц/га выше, чем в вариантах с применением Cu-ЭДДЯК и Zn-ЭДДЯК соответственно.

Рассматривая показатели урожайности соломы льна-долгунца, можно отметить, что самая низкая урожайность соломы (28,4 ц/га) получена в контрольном варианте. Наибольшую урожайность из изучаемых вариантов применения комплексонов обеспечил комплексонат В-ЭДДЯК – 36,8 ц/га, что на 8,4 ц/га выше, чем в контрольном варианте и на 3,7 ц/га и 4,5 ц/га выше, чем в вариантах с применением Cu-ЭДДЯК и Zn-ЭДДЯК соответственно.

Таким образом, среди изучаемых вариантов применения комплексонов микроэлементов преимущество по урожайности льносемян и соломы имел комплексонат В-ЭДДЯК. Растения льна в данном варианте увеличивают семенную продуктивность и урожайность льносоломы на 22,8% и 34,5% по сравнению с контролем соответственно.

Список литературы

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

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

3. Жарких, О. А. Влияние хелатных препаратов на урожай льна-долгунца и качество льнопродукции / О. А. Жарких, И. И. Дмитриевская, С. Л. Белопухов // Плодородие. 2021. №4. С. 19-22.

4. Мамутова, А.А. Химия и действие регуляторов роста и развития растений. Алматы, 2013. 148 с.

5. 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.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

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

Лен – культура с широким спектром полезных свойств. Это и прекрасная защита от ультрафиолета, и отсутствие электростатики, и бактерицидные свойства, и комфортное жильё, удобная одежда, полезный пищевой продукт и многое, многое другое [1].

Льняное масло используется в качестве пищевой добавки: в его состав входят компоненты, «сжигающие» холестерин и активно способствующие омоложению организма. Из льна в большом количестве производятся изделия для современной армии, включая укрывные материалы, маскировочные сети и парашюты, а также изделия для нужд угольной, горнодобывающей, мукомольной и другой промышленности. Широкий ассортимент изделий из льняной ткани выпускается текстильной и швейной промышленностью. На Западе спрос и цена на эти изделия постоянно растут. Волокно льна-долгунца используется в медицине, в частности, для изготовления тончайших хирургических нитей, отличающихся повышенной совместимостью с тканями живого организма, волокнистых нетканых материалов, среди которых медицинская вата и перевязочные средства не уступают подобным изделиям из хлопка.

Большое значение для текстильной промышленности имеет использование короткого волокна и отходов трепания для производства хлопкообразного волокна – котонина для получения смесовых пряж и тканей [2,3,5].

Производство пряжи из котонизированного льноволокна в смеси с хлопком дает возможность сократить потребность в нем на 20-30%. Отходы волокна применяют для изготовления прошивного ватина и как уплотнитель-утеплитель. Костру используют для изготовления мебели, упаковочной тары, бумаги, картона, технического этилового спирта [4].

Лен может быть использован для изготовления высокоэффективного сорбента для очистки воды и воздуха от вредных примесей.

Льняное масло широко используют в качестве пищевого продукта, а также в химической, авиационной и медицинской промышленности. В семенах льна содержится от 35 до 42 % жира и около 23 % белка. Отходы, образующиеся при обмолоте и переработке льносемян (жмых, мякина) – ценный корм для сельскохозяйственных животных [2,3].

В условиях недостатка средств для внесения удобрений, частом нарушении севооборотов, снижении биологической активности почвы и ухудшения природоохранной обстановки, важное значение приобретают регуляторы роста естественного происхождения, положительно влияющие на устойчивость культурных растений к болезням и другим стрессовым факторам, активизирующие обмен веществ в растениях и повышающие качество урожая.

Целью исследований являлось – изучить влияние стимуляторов роста и органоминеральных удобрений на урожайность льна-долгунца [1].

Для этого в 2023 году был проведён двухфакторный полевой опыт на опытном поле Тверской ГСХА. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая остаточной карбонатной глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу.

До закладки опыта в почве содержалось гумуса – 2,01%, P₂O₅ – 262 и K₂O – 86 мг/кг, рН – 6,72.

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

Таблица 1

Схема полевого опыта 2023 г.

№№ п/п	Варианты	
1.	Контроль	Фульвогель
2.		Циркон
3.	Сивид-Магик (0,2 кг/га)	Фульвогель
4.		Циркон
5.	Сивид-Комплекс (0,2 кг/га)	Фульвогель
6.		Циркон

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

В результате исследований было выявлено, что густота стеблестоя оказывает значительное влияние на величину урожай и качество льнопродукции.

Из литературных источников известно, что в изреженных посевах лён вырастает толстостебельным и разветвлённым с большим числом коробочек. Из таких стеблей волокна получают меньше, и оно более грубое. В загущенных посевах в годы с избыточным увлажнением наблюдается полегание. Изучаемые стимуляторы роста и органоминеральные удобрения значительно влияли на густоту стеблестоя льна. В фазу всходов густота стеблестоя сформировалась примерно на одинаковом уровне и составила по вариантам опыта от 1322 до 1348 шт./м². К уборке при применении органоминеральных удобрений и стимуляторов роста сформировался стеблестой культуры значительно выше, чем на контроле. Так перед уборкой на контроле было отмечено

1064 и 1076 шт./м² растений, в то время как при обработки посевов препаратом Сивид-Магик с применением в посевах льна-долгунца стимулятора роста Фульвогеля и Циркон насчитывалось 1210 и 1182 шт./м² растений, а препаратом Сивид-Комплекс 1242 и 1198 шт./м² растений соответственно.

Среди изучаемых стимуляторов роста, наибольшее количество растений перед уборкой насчитывалось у стимулятора Фульвогеля по всем вариантам опыта.

Рост растений, накопление ими органического вещества являются конечными результатами взаимодействия с факторами внешней среды, итогом сложных, часто взаимоисключающих друг друга процессов, протекающих в клетках, тканях и органах. Ускоряя рост растений путем создания оптимальных условий корневого питания, мы тем самым открываем возможность более полного использования самих элементов питания.

Накопление сухой биомассы растениями льна определялось в основном теми же особенностями, что и динамика роста.

В наших исследованиях накопление надземной массы протекало более энергично у растений льна-долгунца, обработанных органоминеральным удобрением Сивид-Комплекс, при применении обоих изучаемых стимуляторов роста.

Так, в фазу ёлочка максимальное накопление массы отмечено у стимулятора Фульвогель при обработке органоминеральным удобрением Сивид – Комплекс и составило 34 г., к нему оказался близок стимулятор Циркон 30 г. В фазу быстрого роста у стимулятора Фульвогель при обработке органоминеральным удобрением Сивид – Комплекс, отмечено максимальное накопление органической массы 88 г, минимальное у стимулятора Циркон на контроле 66 г.

К фазе бутонизации, в вариантах с применением органоминеральных удобрений, накопление массы растений было выше, чем на контроле, и более высоким в 5 варианте. Наиболее высокие темпы среднесуточного накопления сухой биомассы отмечены в период от начала интенсивного роста до конца цветения с постепенным их уменьшением к периоду созревания. С переходом к цветению и образованию коробочек рост приостанавливался, сухая же масса растений продолжала увеличиваться и в период ранней желтой спелости. При этом наиболее интенсивные среднесуточные приросты сухой биомассы отмечены при обработке посевов льна-долгунца стимулятором Фульвогель. Внедрение в производство новых, высокоурожайных сортов льна требует создание условий, при которых проявились бы все потенциальные возможности, заложенные в наследственных свойствах сорта. Физиологический механизм реализации генетически обусловленных свойств очень сложный и может изменяться в зависимости от складывающихся условий.

Влияние стимуляторов роста и органоминеральных удобрений на урожайность льна-долгунца представлено в таблице 2.

Таблица 2

Влияние стимуляторов роста и органоминеральных удобрений на урожайность соломы и семян льна, ц/га

Вариант		Солома	Семена
Контроль	Фульвогель	30,2	4,0
	Циркон	32,2	4,2
Сивид-Магик (0,2 кг/га)	Фульвогель	36,5	6,1
	Циркон	35,3	5,5
Сивид-Комплекс (0,2 кг/га)	Фульвогель	37,5	6,4
	Циркон	36,2	5,6

Все испытанные в опыте органоминеральные удобрения и стимуляторы роста обеспечили получение большего количества семян и соломы льна, чем контроль.

Самая низкая урожайность льносоломы (30,2 ц/га) и семян (4,0 ц/га) получены у стимулятора роста Фульвогель в контрольном варианте. Наибольшую прибавку по урожайности семян и соломы обеспечил стимулятор Фульвогель при обработке посевов препаратом Сивид-Комплекс 6,4 и 37,5 ц/га соответственно, что на 2,4 и 7,3 ц/га выше контрольного варианта с применением данного препарата.

Таким образом, применение органоминерального удобрения Сивид—Комплекс совместно со стимулятором роста Фульвогель, обеспечивает максимальную прибавку урожая, увеличивает на 2,4 ц/га урожай семян и соломы льна-долгунца на 7,3 ц/га соответственно. Урожайность в контрольном варианте составила при применении стимулятора роста Фульвогель – льносоломы 30,2 ц/га и льносемян 4,0 ц/га.

Применение в посевах льна-долгунца стимулятора роста Циркон совместно с органоминеральными удобрениями положительно влияет на структуру урожая и урожайность культуры.

Применение органоминеральных удобрений совместно с изучаемыми стимуляторами роста, увеличивает волокнистость льна-долгунца.

Список литературы

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

2. Мамутова А.А. Химия и действие регуляторов роста и развития растений. Алматы. 2013. 148 с.

3. 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.

4. Сорокина О.Ю. Влияние совместного внесения микроэлементов на проявление синергизма и антагонизма при поступлении их в растения льна-долгунца и многолетние травы. Плодородие. 2018. № 4 (103). С. 21 - 23.

5. Тихомирова В.Я., Сорокина О.Ю. Лен-долгунец. Биологические особенности. Управление формированием урожая и его качества: научное издание. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2011. 160 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ РАЗНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

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

Селен – мощный антиоксидант, усиливающий иммунную защиту организма. Селен защищает организм от накопления продуктов окисления, способствующих окислительной деструкции клеточных и органоидных мембран. Установлена зависимость между высоким содержанием селена в пище и низкой смертностью от рака. Хорошо известна способность селена предохранять организм от отравления соединениями ртути и кадмия [6].

Обогащение продуктов питания (в частности, сельскохозяйственной продукции) селеном при помощи использования экологически безопасных биологических соединений, содержащих данный микроэлемент, имеет большие перспективы практического применения.

Поэтому одной из важных задач в настоящее время остается дальнейшее всестороннее изучение особенностей применения биологически активных средств на основе органических субстратов, включающих селен. В качестве указанных соединений, быстро разлагающимися в естественных условиях следует считать селенсодержащие комплексоны на основе эффективных и экологически безопасных комплексонов: этилендиаминдиантарной кислоты (ЭДДЯК), иминодиантарной кислоты (ИДЯК) и др. [1,4].

© Шилова О.В., 2024

Однако об особенностях воздействия указанных комплексонов и их хелатированных комплексов с микроэлементами (в том числе, с селеном) на формирование урожайности сельскохозяйственных культур имеются немногочисленные, иногда противоречивые экспериментальные данные. В связи с этим целью проведенных исследований стало изучение эффективности применения селеносодержащих соединений в посадках разных сортов картофеля.

Исследования проводились на экспериментальном участке кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования в пределах агротехнологического полигона Тверской ГСХА. Общая площадь опытного участка – 1600 м², площадь одной делянки – 14 м². Повторность вариантов – трехкратная, их расположение – рендомизированное.

Перед закладкой полевого опыта был заложен разрез для описания морфологических свойств почвы экспериментального участка. Ниже приведена характеристика по каждому горизонту.

$A_{\text{пах}} \frac{0-22}{22}$ пахотный горизонт, песчаный, серый, непрочнокомковатый, рыхлый, встречаются многочисленные корни травянистой растительности, наблюдаются подзолистые пятна, переход к следующему горизонту резкий по цвету.

$A_2 \frac{22-34}{12}$ элювиальный горизонт, песчаный, белесо-палевого цвета, бесструктурный; уплотнен, заметны охристые пятна, переход к следующему горизонту постепенный по цвету.

$A_2/B \frac{34-53}{19}$ горизонт переходный к иллювиальному, песчаный, белесоватый с ожелезнением в виде охристых пятен и железисто-марганцевых конкреций, уплотнен, переход к следующему горизонту заметный по цвету.

В $\frac{53-89}{36}$ иллювиальный горизонт, неоднородный по механическому составу, красновато-коричневый, плотный, заметны затеки SiO_2 , местами встречаются сизоватые пятна, переход к следующему горизонту постепенный по цвету.

В/С $\frac{89-119}{30}$ горизонт, переходный к материнской породе. Легкосуглинистый, комковато-глыбистый, плотный, встречаются сизоватые прожилки, вскипает от HCl со 107 см, переход к следующему горизонту постепенный по цвету.

С $\frac{119-128}{\text{ниже}}$ материнская порода, представлена красновато-коричневой карбонатной мореной, комковато-глыбистая, плотная, грунтовые воды с глубины ниже 128 см.

В профиле дерново-подзолистой почвы наибольшее процентное содержание установлено для фракции мелкого песка (0,25 – 0,05 мм) – 68,3% (в горизонте $A_{\text{пах}}$). Вниз по профилю почвы она снижалась вплоть до материнской породы (18,6 %).

Максимальные значения фракции мелкого песка выявлены в подзолистом (A_2) и переходном горизонтах (A_2/B) – 70,7 % и 75,4 % соответственно.

Наименьшим процентным содержанием по всем почвенным горизонтам отличалась пыль мелкая (частицы размером 0,005-0,001мм): от 0,94 % – в подзолистом горизонте до 1,92 % в пахотном горизонте. Следует отметить, что указанная фракция не обнаружена в переходном горизонте (A_2/B).

В иллювиальном, переходном горизонтах и почвообразующей породе процентное содержание мелкой пыли возрастало до 3,4 %, 3,9 % и 3,8 % соответственно.

Суммарное количество фракций с размером частиц менее 0,01 мм в $A_{\text{пах}}$ составило 12,19 %. Вниз по профилю значение варьировало от 2,1 % в горизонте A_2/B до 26,7 % в горизонте B/C .

Мощность пахотного горизонта составила 22 см, а подзолистого горизонта – 12 см, максимальной мощностью обладал иллювиальный горизонт (36 см).

По своим агрохимическим свойствам почва участка – типичная для дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава. Наибольшее значение обменной кислотности установлено для верхнего горизонта (5,7), а вниз по профилю ее значения снижаются до 5,0 в переходном горизонте (A_2/B) и до 4,9 иллювиальном горизонте (B).

Основное содержание гумуса сосредоточено в пахотном горизонте (1,92 %), а в нижерасположенных почвенных слоях гумус практически не определяется (0,17-0,24 %).

По содержанию подвижного фосфора почва относится к высоко обеспеченным (в среднем 214 мг/кг почвы), по содержанию калия – к повышено обеспеченным (в среднем 116 мг/кг почвы). Отметим высокую насыщенность основаниями (81,4 %).

Схема двухфакторного опыта включала:

Фактор А (сорт): 1 – Гала; 2 – Венета.

Фактор В (некорневая подкормка растворами селенсодержащих микроудобрений):

1. Контроль (без удобрений и без опрыскивания растений)
2. $N_{60}P_{60}K_{90}$ (без опрыскивания растений)
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$ и опрыскивание растений раствором Na_2SeO_3
4. $N_{60}P_{60}K_{90}$ и опрыскивание растений раствором Se-ЭДДЯК

В качестве минеральных удобрений использовали азофоску в дозе 350 кг/га (490 г на делянку) и хлористый калий в дозе 59 кг/га (82,6 г на делянку).

Азофоску вносили весной под предпосевную культивацию, а хлористый калий – осенью под основную обработку почвы.

Селенсодержащий комплекс (Se-ЭДДЯК) на основе этилендиаминдиантарной кислоты (ЭДДЯК) были синтезированы на кафедре агрохимии, земледелия и лесопользования Тверской ГСХА к.х.н., доцентом Смирновой Т.И. ЭДДЯК и Se-ЭДДЯК – порошки белого цвета, умеренно растворимые в воде комнатной температуры и хорошо растворимые при температуре воды $t=40^{\circ}\text{C}$.

На основе сухих порошков указанных соединений были приготовлены водные растворы с концентрацией $1,27 \cdot 10^{-5}$ моль/л (по рекомендации доцента Т.И. Смирновой). Для сравнения в опытах применялся раствор микроэлементного удобрения – селенита натрия (Na_2SeO_3) такой же концентрации.

В качестве опытной культуры был выбран картофель следующих сортов: Гала и Венета.

Сорт Гала – среднеранний сорт столового назначения. Урожайность в среднем 216-263 ц/га, максимальная – 390 ц/га. Масса товарного клубня от 71 до 122 г. Содержание крахмала 10,2-13,2%. Лежкость – 89%.

Сорт Венета – раннеспелый сорт столового назначения. Урожайность в среднем 180-270 ц/га, максимальная – до 400 ц. Масса товарного клубня картофеля от 75 до 130 г. Содержание крахмала 12,8-14,9 % [5].

Посадка клубней картофеля была проведена в третьей декаде мая. Норма посадки составила 3 т/га (или 43 тыс. клубней на га).

Перед посадкой клубни картофеля обоих сортов обрабатывали протравлителем «Эместо Квантум» в концентрации 250 мл на 10 л воды. Вегетирующие культуры дважды опрыскивали исследуемыми селенсодержащими растворами в объеме 100 мл/м^2 .

В течение вегетационного периода растения картофеля обрабатывали растворами гербицида «Сойл» (в дозе 0,8 кг/га, расход рабочей жидкости

300 л/га) и фунгицидов «Рапид Голд», «Инфинито» и «Танос» (в дозе 2,5 кг/га, 1,6 л/га и 0,6 кг/га соответственно, расход рабочей жидкости 400 л/га).

Учёт продуктивности картофеля обоих сортов проводили весовым методом. Данные по урожайности опытной культуры обрабатывали методом дисперсионного анализа (по Доспехову Б.А., 1985).

После уборки клубней в первой декаде сентября был проанализирован их биохимический состав. В клубнях картофеля определяли: 1. Содержание крахмала – по удельной массе клубней [3]; 2. Количество аскорбиновой кислоты – титриметрическим методом в смеси соляной и щавелевой кислот редокс-метрией с 2,6-дихлорфенолинфенолом индикатора [2]. Несмотря на внесение равных доз минеральных удобрений и опрыскивание растений растворами биологически активных соединений, урожайность картофеля сортов Гала и Венета оказалась различной (табл. 1).

Таблица 1

Влияние хелатных соединений селена на продуктивность сортов
картофеля, ц/га

Вариант	Гала			Венета		
	Средняя урожайность	± к контролю	% к контролю	Средняя урожайность	± к контролю	% к контролю
1. Контроль (без удобрений и без опрыскивания растений)	209	-	-	198	-	-
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ (без опрыскивания растений)	228	19	9,1	216	17	8,6
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ и опрыскивание растений Na ₂ SeO ₃	233	24	11,5	219	21	10,6
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ и опрыскивание растений Se-ЭДДЯК	239	30	14,4	225	27	13,6
НСР ₀₅ ц/га	-	5,72	-	-	4,96	-

Контрольный вариант уступал по урожайности всем вариантам (в среднем по сортам на 17-30 ц/га). Применение минеральных удобрений

позволило увеличить продуктивность обоих сортов картофеля в среднем на 17-19 ц/га (в зависимости от сорта) по сравнению с контрольными значениями. Опрыскивание растений раствором селенита натрия на минеральном фоне привело к увеличению урожайности картофеля обоих сортов на 21 ц/га (у сорта Венета) и на 24 ц/га (у сорта Гала) по отношению к контролю, а при обработке раствором хелатированного селена – на 27 ц/га и 30 ц/га соответственно.

Наибольшая урожайность клубней обоих сортов при использовании селеносодержащих соединений по сравнению с контролем получена на варианте с применением хелатированного селена на минеральном фоне (225 ц/га – у сорта Венета и 239 ц/га – у сорта Гала). Таким образом, совместное применение минеральных удобрений и комплексоната селена позволяет увеличивать выход клубней картофеля исследованных сортов в среднем на 13,6-14,4%, а без применения биологически активных соединений – на 8,6-9,1%. Использование растворов селеносодержащих соединений способствовало увеличению количества крахмала в клубнях картофеля обоих сортов (табл. 2).

Таблица 2

Содержание крахмала в клубнях картофеля, %

Вариант	Гала			Венета		
	%	± к контролю, %	% от контроля	%	± к контролю, %	% от контроля
1. Контроль (без удобрений и без опрыскивания растений)	9,5	-	-	9,2	-	-
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ (без опрыскивания растений)	10,9	1,4	14,7	10,7	1,5	16,3
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ и опрыскивание растений Na ₂ SeO ₃	11,4	1,9	20,0	11,3	2,1	22,8
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ и опрыскивание растений Se-ЭДДЯК	12,0	2,5	26,3	11,9	2,7	29,3
НСР ₀₅ %	-	0,47	-	-	0,54	-

Следует отметить, что в клубнях сорта Гала количество крахмала оказалось немного большим по сравнению с сортом Венета (в среднем на 0,1-0,3%). Однако, прибавки крахмала по вариантам превысили его содержание в клубнях сорта Венета по отношению к клубням сорта Гала в среднем на 0,1-0,2%.

Комплексонат селена на минеральном фоне по сравнению с селенитом натрия способствовал увеличению крахмала в клубнях обоих сортов картофеля на 0,6% и на 1,1% и 1,2% по отношению к варианту без применения селеносодержащих растворов (у сорта Гала и у сорта Венета соответственно). Клубни, выращенные на варианте с обработкой комплексонатом селена отличались наибольшим содержанием витамина С – 11,3-11,7 мг/100 г сырого вещества (в зависимости от сорта картофеля). Это количество превышало содержание аскорбиновой кислоты в клубнях варианта с селенитом натрия на 1,5-1,7 мг/100 г сырого вещества и на 3,1-3,4 мг/100 г сырого вещества в клубнях контрольного варианта.

Таким образом, применение селеносодержащих соединений (особенно хелатированного селена) способствовало увеличению количества крахмала и витамина С в клубнях исследуемых сортов картофеля. Наряду с изменением продуктивности и биохимического состава клубней картофеля, выявлено неоднозначное влияние растворов биологически активных соединений на динамику подвижных форм элементов питания в пахотном слое почвы опытного участка. Наибольшим содержанием нитратов в первой половине вегетации отличался вариант с минеральными удобрениями, особенно в сочетании с комплексонатом селена (в среднем 29-31 мг/кг почвы). Во второй половине вегетационного периода культур уменьшилось количество нитратов в почве всех вариантов, особенно на контроле (в среднем до 20 мг/кг почвы). В конце вегетации максимальное содержание нитратного азота выявлено на вариантах с применением

комплексоната селена на минеральном фоне (в среднем 25 мг/кг почвы соответственно).

Совместное применение минеральных удобрений и соединений селена привело к увеличению количества фосфатов в почве в течение всех периодов проведения опыта. В начале вегетации культур наименьшее количество P_2O_5 было в почве контрольного варианта (208 мг/кг почвы). Значения на остальных вариантах были различными и колебались от 214 мг/кг почвы до 219 мг/кг почвы. В период с июня по август прослеживалась четкая тенденция снижения количества P_2O_5 на всех вариантах опыта (в среднем на 12-15 мг/кг почвы), особенно на контроле (на 18 мг/кг почвы). Максимальное количество P_2O_5 в июле и в августе получено на фоне минеральных удобрений (с опрыскиванием растений хелатированным селеном) – 210 мг/кг почвы и 207 мг/кг почвы соответственно.

Сезонная динамика обменного калия на опытном участке заключалась в постепенном увеличении его количества с июня по август. В начале вегетации больше всего K_2O находилось в почве варианта с обработкой растений комплексонатом селена на минеральном фоне (в среднем 112 мг/кг почвы). Почва удобренного варианта, но без применения биологически активных соединений, уступала указанному варианту по содержанию K_2O (в среднем на 2,9-3,1%). В середине вегетации максимальным количеством обменного калия отличалась удобренная почва, но на вариантах с опрыскиванием растений селенсодержащими растворами значения K_2O оказались больше по сравнению с вариантами без их применения (в среднем на 2,3 мг/кг почвы). К концу вегетации соотношение в количестве обменного калия между вариантами осталось прежним, однако на варианте с минеральными удобрениями и комплексонатом селена содержание калия преобладало над

значениями варианта без применения биологически активных соединений (в среднем на 9,1-10,2 мг/кг почвы).

В целом, на протяжении вегетационного периода картофеля сортов Гала и Венета наибольшим содержанием подвижных форм азота, фосфора и калия отличался вариант с использованием хелатированного селена на минеральном фоне, а наименьшим – контрольный вариант.

Таким образом, результаты проведенных исследований подтвердили предположение о целесообразности применения селеносодержащих соединений в виде растворов (особенно Se–ЭДДЯК) при возделывании картофеля сортов Гала и Венета на дерново-подзолистой почве в условиях Тверской области.

Список литературы

1. Логинова Е.С., Никольский В.М., Смирнова Т.И. Экологически безопасные комплексоны в качестве стимуляторов роста растений. Технологии техносферной безопасности. 2015. № 6(64). С. 260-264.

2. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений: /Б. П. Плешков– 3-е изд., доп. и перераб. М.: Колос, 1985. 255 с

3. Практикум по агрохимии /В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзаренко и др.; под ред. В.В. Кидина. Москва: Колос, 2008. 599 с.

4. Цой Т.Л. Влияние сверхмалых доз комплексонатов биогенных металлов на онтогенез, урожайность и качество льна-долгунца и картофеля: автор. дис. Барнаул, 2007. 23 с.

5. Государственный реестр селекционных достижений [сайт]. – URL: <https://reestr.gossortrf.ru/> (дата обращения 12.09.2024)

6. Биологическая роль селена и его соединений. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=14184> (дата обращения 10.09.2024)

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХЕЛАТА МЕДИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ НА МЕЛИОРИРОВАННОЙ ПОЧВЕ

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

При осуществлении интенсивных технологий ведения современной сельскохозяйственного производства с целью обеспечения возделываемых культур микроэлементами необходимо отдавать предпочтение использованию альтернативных минеральным солям органических удобрений. Например, в виде комплексонов и комплексонатов металлов или неметаллов. Применение этих средств в качестве некорневой подкормки может повысить выход растительной продукции при одновременном снижении техногенной нагрузки на почвы [4].

При этом следует учитывать, что использование биологически активных соединений должно обеспечивать растения жизненно важными минеральными элементами, одним из которых является медь.

Этот микроэлемент играет специфическую роль в жизни растений: регулирует концентрацию образующихся в растениях ингибиторов роста; водный обмен; перераспределение углеводов и ферментов. Медь повышает устойчивость растений к низким отрицательным и высоким положительным температурам, а также к недостатку влаги в почве. Под влиянием меди в листьях увеличивается содержание фотосинтетических пигментов; повышается устойчивость растений к бактериальным и грибным болезням [3].

© Шилова О.В., 2024

С учетом дефицита меди в дерново-подзолистых почвах Тверской области и многих регионов Российской Федерации, следует обратить внимание на использование медьсодержащих органических соединений, среди которых эффективными и экологически безопасными являются комплексоны и комплексонаты.

К веществам, быстро разлагающимся в окружающей среде и легко усваиваемым растениями, относятся: этилендиаминдиантарная кислота (ЭДДЯК), иминодиантарная кислота (ИДЯК) и др. [2].

Однако об эффективности применения ЭДДЯК и ее хелатированных комплексов с металлами или неметаллами (в том числе меди) при возделывании сельскохозяйственных культур имеются немногочисленные научные публикации [2,4]. Поэтому целью исследований стало изучение влияния удобрений и медьсодержащих соединений на продуктивность и биохимический состав кочанов капусты белокочанной.

В условиях агротехнологического полигона Тверской ГСХА был заложен полевой опыт, общей площадью 300 м². Площадь учётной делянки 5 м², повторность вариантов – трехкратная, их расположение – рендомизированное.

Перед закладкой опыта был определен гранулометрический состав пахотного слоя дерново-подзолистой почвы. Преобладающей фракцией в пахотном слое оказался песок тонкий – 48,9.

Наименьшим процентным содержанием отличались крупный песок (5,41%) и иловая фракция с размером частиц >0,001 мм (7,15%). Суммарное количество фракций с размером частиц >0,01 мм составило 22,54%.

Агрохимическая характеристика почвы экспериментального участка: рН_{ксл} 5,5; содержание С_{орг.вещ-ва}: 1,98%, Р₂О₅ – 210 мг/кг почвы, К₂О – 108 мг/кг почвы. Схема опыта включала следующие варианты: контроль (без удобрений и без опрыскивания растений); опрыскивание растений одним из следующих растворов: сульфата меди (CuSO₄); комплексона ЭДДЯК,

комплексоната меди (Cu-ЭДДЯК) на разных фонах питания растений. В качестве удобрений использовалась азофоска, которая была внесена в почву до высадки рассады.

ЭДДЯК (этилендиаминдиянтарная кислота) и комплексонат меди (Cu-ЭДДЯК) были синтезированы доцентом Смирновой Т.И. на кафедре агрохимии, земледелия и лесопользования Тверской ГСХА. Для сравнения в опыте применялся раствор на основе сернокислой меди. На опыте возделывалась капуста белокочанная сорта «Трансфер». Это один из сортов, который отлично растет во всех регионах России. Капуста Трансфер является результатом отечественной селекции. Была внесена в Государственный реестр в 1993 году.

Культура относится к раннеспелым сортам. Вегетативный период занимает от 90 до 100 дней. Созревание капусты дружное, разнится лишь на 8-10 дней. Масса кочана составляет 0,8-1,5 кг. По форме овощ округлый, небольшого размера. Окрас листов внутри и снаружи зеленовато-бледный. Плотность кочана средняя.

Листья не слишком плотно прилегают друг к другу. Текстура очень нежная. Внутренняя кочерыжка короткая. Сорт урожайный – с 1 м² можно собрать от 3 до 4 кг. Средняя урожайность в промышленном масштабе равняется 215-381 ц с 1 га. К положительным сторонам сорта следует отнести сочный, яркий вкус. Устойчивость к грибковым заболеваниям и ряду вредителей – высокая. Из недостатков отмечается, что сорт требует периодического рыхления участка вокруг с удалением сорняков [5].

Рассаду капусты указанного сорта высаживали в открытый грунт во второй декаде мая. Вегетирующие растения капусты дважды опрыскивали с помощью ручного опрыскивателя «Garden expert» исследуемыми растворами с концентрацией 2 мМ из расчета 100 мл/м². На опыте применялись инсектицид «Актара».

Во второй декаде сентября были убраны все кочаны капусты. Учет урожая проводили весовым методом. Данные по урожайности картофеля обрабатывали методами дисперсионного анализа (по Доспехову Б.А., 1985). В кочанах был определен их биохимический состав [1].

Несмотря на внесение равных доз минерального удобрения, получена разная урожайность капусты белокочанной. Вероятно, разница между значениями продуктивности обусловлена непосредственным влиянием исследуемых растворов биологически активных соединений (табл. 1).

Таблица 1

Влияние медьсодержащих соединений на урожайность капусты

Вариант опыта	Средняя урожайность, кг/м ²	Прибавка к контролю	
		кг/м ²	%
1. Контроль (без удобрений и без опрыскивания растений)	3,6	-	-
2. Опрыскивание растений раствором CuSO ₄	3,8	0,2	5,6
3. Опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	3,9	0,3	8,3
4. Опрыскивание растений раствором Cu-ЭДДЯК	4,1	0,5	13,9
5. N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ (без опрыскивания растений)	4,6	1,0	27,8
6. N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ и опрыскивание растений раствором CuSO ₄	4,7	1,1	30,6
7. N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ и опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	5,0	1,4	38,9
8. N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ и опрыскивание растений раствором Cu-ЭДДЯК	5,2	1,6	44,4
НСР ₀₅ кг/м ²	-	0,95	-

Контрольный вариант заметно уступал по урожайности всем вариантам опыта (3,6 кг/м²). Отметим, что на неудобренном фоне опрыскивание растений раствором сульфата меди привело к увеличению продуктивности капусты по сравнению с контролем на 0,2 кг/м² (или на 5,6 %), а при обработке раствором комплексоната меди – на 0,5 кг/м² (или на 13,9 %). То есть разница между значениями указанных вариантов

составила 0,3 кг/м² (или 8,3 %). Наименьшая урожайность среди вариантов с применением азофоски получена на минеральном фоне без опрыскивания растений медьсодержащими растворами – 4,6 кг/м² (с прибавкой к контролю 1 кг/м² или 27,8 %).

Наибольшая урожайность капусты установлена на варианте с применением медьсодержащего комплекса на минеральном фоне – 5,2 кг/м² с прибавкой к контролю 1,6 кг/м². При этом опрыскивание растений сульфатом меди на удобренном фоне увеличивало урожайность капусты по сравнению с контролем на 1,1 кг/м² или 30,6%. Использование раствора ЭДДЯК на разных фонах питания растений способствовало повышению продуктивности капусты на 0,3 кг/м² (или на 8,3%) и 1,4 кг/м² (или на 38,9%) по отношению к контрольному значению. Таким образом, совместное применение минеральных удобрений и медьсодержащего хелата (Cu-ЭДДЯК) позволяет увеличивать урожайность капусты на 44,4 % по отношению к контролю и на 5,5-38,8% по сравнению с остальными вариантами опыта.

Использование растворов биологически активных соединений как на неудобренных, так и на удобренных фонах способствовало изменению значений биохимических показателей в кочанах капусты (табл. 2).

При опрыскивании растений медьсодержащими соединениями на неудобренном фоне количество сухого вещества в кочанах возросло на 0,2 – 0,5 % по сравнению с контролем. На минеральном фоне содержание сухого вещества увеличилось на 1,0 % при использовании сульфата меди и на 1,7 % – при использовании комплексоната меди, т.е. разница в значениях составила 0,7%.

Кроме того, применение растворов медьсодержащих соединений как на неудобренном фоне, так и при внесении азофоски привело к изменениям количества моно- и дисахаридов в кочанах.

Таблица 2

Влияние медьсодержащих соединений на биохимический состав кочанов
капусты

Вариант опыта	Сухое вещество		Моно- и дисахара		Аскорбиновая кислота	
	%	± к контролю, %	г	± к контролю, г	мг/100 г	± к контролю мг/100 г
1. Контроль (без удобрений и без опрыскивания растений)	6,8	-	2,5	-	16±0,1	-
2. Опрыскивание растений раствором CuSO ₄	7,0	0,2	2,6	0,1	19±0,1	3
3. Опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	7,1	0,3	2,8	0,3	21±0,1	5
4. Опрыскивание растений раствором Cu-ЭДДЯК	7,3	0,5	3,0	0,5	24±0,1	8
5. N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ (без опрыскивания растений)	7,6	0,8	3,2	0,7	27±0,1	11
6. N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ и опрыскивание растений раствором CuSO ₄	7,8	1,0	3,5	1,0	29±0,2	13
7. N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ и опрыскивание растений раствором ЭДДЯК	8,2	1,4	3,7	1,2	34±0,2	18
8. N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ и опрыскивание растений раствором Cu-ЭДДЯК	8,5	1,7	4,1	1,6	39±0,2	23

Так, при обработке сернокислой медью на разных фонах значения увеличились на 0,1 % и 1,2 %, а при использовании хелатированной меди – на 0,5 % и 1,6 % по сравнению с контрольной величиной.

При опрыскивании растений медьсодержащими растворами на разных фонах увеличилось количество аскорбиновой кислоты в кочанах всех вариантов по отношению к контролю. В частности, на неудобренном фоне при использовании CuSO₄ содержание витамина С возросло на 19 мг/100 г, а при использовании Cu-ЭДДЯК – и на 24 мг/100 г соответственно.

На минеральном фоне питания растений закономерность между вариантами по количеству аскорбиновой кислоты в кочанах соответствовала неудобренному фону: наибольшее содержание выявлено в

кочанах капусты, обработанной раствором хелатированной меди – 23 мг/100 г, а наименьшее – при использовании сульфата меди (13 мг/100 г).

Обработка растений раствором комплексона на разных фонах питания способствовала возрастанию как моно- и дисахаридов, так и витамина С. Отметим, что полученные величины превысили значения на варианте с сернокислой медью, но уступили варианту с использованием комплексоната меди.

Кроме изменений растительных показателей, установлены незначительные изменения в динамике подвижных форм элементов питания в пахотном слое почвы. В частности, в июне применение минеральных удобрений способствовало увеличению количества нитратного азота – в среднем на 11-13 мг/кг почвы по отношению к контролю. Максимальные значения нитратов получены в почве варианта с минеральными удобрениями (без опрыскивания растений) – 30 мг/кг почвы, а минимальные среди удобренных вариантов – с комплексонатом меди (24 мг/кг почвы).

Варианты с обработкой растений медьсодержащими растворами, но без внесения в почву азофоски, отличались наименьшим количеством нитратного азота (в среднем на 9-14 мг/кг почвы). При этом минимальное содержание нитратов обнаружено на варианте с обработкой растений медным комплексом на неудобренном фоне и контроле.

С июня по июль количество нитратного азота возросло в почве всех опытных делянок, за исключением контроля. При этом наибольшее содержание нитратов выявлено на варианте с минеральными удобрениями (35 мг/кг почвы), а наименьшее среди удобренных – с сульфатом меди и комплексонатом меди (33 мг/кг и 30 мг/кг почвы соответственно). Максимальное количество нитратной формы азота в неудобренной почве в июле по сравнению с контролем установлено на варианте с опрыскиванием растений раствором сульфата меди (22 мг/кг почвы).

С июля по август количество нитратов уменьшилось в почве всех опытных делянок, особенно на контроле. Содержание нитратного азота в удобренной почве, но с применением медьсодержащих растворов, оказалось больше по сравнению с контролем (в среднем на 6-9 мг/кг почвы).

Применение азофоски с опрыскиванием растений медьсодержащими растворами привело к изменениям количества подвижного фосфора в почве на протяжении всех периодов проведения опыта. В июне минимальное содержание фосфатов выявлено на контроле (206 мг/кг почвы). Значения на остальных вариантах опыта были различными и варьировали от 210 мг/кг почвы до 224 мг/кг почвы. При этом максимальным количеством подвижного фосфора отличался вариант с азофоской без обработки растений испытываемыми растворами (224 мг/кг почвы). Наибольшее значение P_2O_5 на удобренном фоне получено на варианте с использованием сульфата меди (214 мг/кг почвы), а наименьшее – при использовании хелатированной меди (210 мг/кг почвы).

В период с июня по июль снижалось количество фосфатов в почве всех делянок (в среднем на 5-10 мг/кг почвы). При этом максимальное содержание подвижного фосфора установлено на варианте без применения исследуемых растворов на минеральном фоне – 227 мг/кг почвы. Остальные варианты уступали указанному варианту в среднем на 9-12% на удобренном фоне и на 5-7 на минеральном фоне.

С июля по август выявлено дальнейшее снижение количества фосфатов в почве, особенно на контроле (на 11 мг/кг почвы). В среднем значения уменьшились на 6-9 мг/кг почвы по сравнению со значениями фосфатов в июле. Несмотря на подобные изменения, наибольшим содержанием P_2O_5 в августе среди удобренных делянок отличался вариант с минеральными удобрениями (220 мг/кг почвы), а среди удобренных – вариант с использованием раствора сернокислой меди (202 мг/кг почвы).

Наряду с изменениями в количестве нитратного азота и фосфатов, динамика обменного калия заключалась в незначительном увеличении его количества с июня по август. В июне наибольшее содержание обменного калия обнаружено в почве с азофоской (120 мг/кг почвы). Варианты совместного применения минеральных удобрений и растворов медьсодержащих соединений уступали указанному варианту (в среднем на 7-9 мг/кг почвы). Неудобренная почва содержала значительно меньше обменного калия (в среднем на 23-25 мг/кг почвы).

С июля по август количество K_2O незначительно возросло в почве всех опытных делянок (кроме почвы контрольного варианта). Однако максимальное содержание обменного калия выявлено на варианте с минеральными удобрениями, как в чистом виде, так и в сочетании с медьсодержащими растворами. Отметим, что количество K_2O в почве с азофоской, но без применения медьсодержащих растворов оказалось выше, чем на удобренных фонах с некорневой подкормкой растений растворами сульфатат меди и комплексоната меди (в среднем на 7-10 мг/кг почвы соответственно). На неудобренных делянках значения K_2O превышали его содержание в почве контрольного варианта (в среднем на 5-12 мг/кг почвы).

Таким образом, на основе проведенного полевого опыта, следует сделать выводы об эффективности Cu -ЭДДЯК в качестве медного микроудобрения на разных фонах питания, способствующего увеличению продуктивности белокочанной капусты, а также качественному изменению биохимического состава кочанов. Отметим, что некорневая подкормка растений растворами биологически активных соединений не оказала влияния на почвенные показатели. Выявленные изменения связаны с применением минеральных удобрений в дозах, удовлетворяющих потребности капусты в основных макроэлементах.

Список литературы

1. Волобуева В.Ф., Шатилова Т.И. Практикум по биохимии овощных, плодовых, ягодных, эфирноносных и лекарственных культур / М.: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. 2008. 135 с.

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

3. Значение меди в питании растений. Особенности применения и дозировки. – URL: <https://www.arrsagro.ru/znachenie-medi-v-pitanii-rastenij-osobennosti-primenenija-i-dozirovki/>

4. Применение комплексонов и комплексонатов металлов в сельском хозяйстве. – URL: <https://chem21.info/info/1530047/>

5. Капуста Трансфер: описание и характеристики сорта, особенности выращивания. – URL: <https://stroy-podskazka.ru/kapusta/sorta/transfer/?ysclid=m1ke2m9bkz81544334>

6. Применение комплексонов и комплексонатов металлов в сельском хозяйстве. – URL: <https://chem21.info/info/1530047/>

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

РАЗДЕЛ III. ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ

УДК 631.62:461

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ОСУШЕНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА

Зинковская Т.С., кандидат сельскохозяйственных наук,

Рабинович Г.Ю., доктор биологических наук, профессор,

Сорокина В.А.

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

г. Тверь, Россия

При разработке мероприятий по сохранению и повышению плодородия мелиорируемых земель особое внимание должно быть направлено на рациональную максимально биологизированную систему применения удобрений, правильное построение севооборотов, обеспечивающих достаточное поступление органического вещества в почву, использование бобовых компонентов многолетних трав, сидератов, биопрепаратов и растений мелиорантов. Осушение, внесение удобрений, известкование кислых почв является одним из мощных средств антропогенного воздействия на микрофлору почвы и её биодинамику. Эти мероприятия, оптимизируя водный режим и обогащая почву энергетическим материалом, создают более благоприятные условия для различных групп микробов.

© Зинковская Т.С., Рабинович Г.Ю., Сорокина В.А., 2024

При этом возрастает содержание аммонифицирующих, нитрифицирующих и целлюлозоразрушающих микроорганизмов, активизирующих ферментативные процессы, интенсивность выделения почвой CO₂, аммонификацию и нитрификацию.

Запасы микробной массы исследованных зональных типов почв располагаются следующим образом: серая лесная – 5,7 т/га, дерново-подзолистая – 14 т/га, чернозём – 15 т/га и каштановая – 32 т/га [1]. Наибольшей биомассой в дерново-подзолистых почвах обладает мицелий грибов, наименьшей – актиномицетный мицелий. В наиболее кислых и бедных основаниями дерново-подзолистых почвах при невысокой общей численности микроорганизмов часто преобладают низшие грибы.

Основными факторами, определяющими своеобразие микрофлоры осушаемой дерново-подзолистой почвы, являются физико-химические свойства и характер поступающих в них растительных остатков.

При окультуривании дерново-подзолистых почв происходит их обогащение минеральными элементами, доступными органическими соединениями и создаются предпосылки для развития более богатой и разнообразной микрофлоры.

С улучшением условий питания, водно-воздушным режимом связанных с осушением, окультуриванием, увеличивается роль бактерий в почвенной микрофлоре и, они становятся доминирующей группой микроорганизмов [2].

Большую роль в регуляции деятельности микроорганизмов играет водно-воздушный режим почвы.

При её переувлажнении и снижении окислительно-восстановительного потенциала в микробном комплексе усиливаются анаэробные процессы, что приводит к выбросу молекулярного азота и его окислов в атмосферу. Потери подвижного азота почвы могут достигать 40 % и более. Применение азотных удобрений только увеличивает эти

потери. В этих условиях усиливаются процессы глееобразования и восстановления трёхвалентного железа в двухвалентное, что в свою очередь оказывает отрицательное влияние на микрофлору почвы и продуктивность растений.

В условиях переувлажнения, особенно в коротких севооборотах при насыщении их основной культурой, возрастает заболеваемость растений, увеличивается фитотоксичность почвы в результате накопления продуктов неполного разложения органического вещества. Нарушение режима аэрации создаёт условия благоприятные для деятельности денитрифицирующих и анаэробных аммонифицирующих групп микроорганизмов. Подавляется активность нитрифицирующих бактерий, от которых зависит образование в почве нитратов. В несколько раз снижается численность целлюлозоразлагающих бактерий.

С осушением дерново-подзолистых почв понижается уровень грунтовых вод, увеличивается доля кислорода в составе почвенного воздуха, возрастает аэрация. Это значительно изменяет экологическую обстановку в их профиле, Особенностью осушенных дерново-подзолистых почв является повышенная динамичность окислительно-восстановительных процессов, что не всегда является положительным результатом из-за нарушения баланса между синтезом органического вещества и его минерализацией.

Изменение физического и химического состояния почвы приводит к перестройке микрофлоры. Это сказывается не только на степени развития и качественном составе микроорганизмов, но и на их биологической активности. Общеизвестно, что микробиологические процессы в бедных основаниями почвах протекают значительно медленнее, чем при окультуривании [3, 4].

В процессе осушения и окультуривания возрастает биогенность дерново-подзолистых почв и микрофлора обогащается целым рядом

требовательных к условиям питания микроорганизмов. Значение плесневых грибов в микробном населении почвы снижается, и преобладающую его часть составляют бактерии. Изменяется и видовой состав микроорганизмов. По мнению Мишустина Е.Н. [2] качественный состав целлюлозоразрушителей точно отражает агрономическое состояние почвы.

Интенсивное окультуривание подзолистых почв приводит к появлению в их микрофлоре азотобактера и нитрифицирующих микроорганизмов. Биологически активной в окультуренных почвах оказывается, как правило, верхняя часть почвенного профиля. К низу почвенного профиля численность микроорганизмов быстро снижается. Известкование, совместное внесение минеральных и органических удобрений является мощным средством активизации биологических процессов.

Также претерпевают значительные колебания численность и состав микрофлоры, связанные с сезонными изменениями, меняется распределение микроорганизмов по почвенному профилю.

Кривые сезонной динамики различных физиологических групп микроорганизмов часто не совпадают с ходом кривой, отражающей численность микрофлоры в целом [5]. В почвах избыточного увлажнения с признаками глеевого процесса сезонная динамика носит менее закономерный характер и в разных почвенных горизонтах может проявляться по-разному, чем на мелиорированных землях.

Осеннее поступление в почву свежего растительного материала приводит обычно к интенсификации микробиологических процессов [2]. В тех случаях, когда весной и осенью жизнедеятельность микроорганизмов ограничивается высокой влажностью, максимум численности микрофлоры приходится на летние месяцы. Основная их масса сосредоточена в верхних горизонтах подзолистых почв. Если общая численность микроорганизмов

в горизонте А₁ под лесом составляет 2,5-3 млн/г почвы, то в верхнем слое окультуренной почвы их количество достигает 6-7 млн/г. В то же время в нормально увлажняемых почвах максимум микроорганизмов может наблюдаться к осени и ранней весной их численность в большинстве случаев сохраняется на достаточно высоком уровне, а летом может идти на спад. Причиной служит истощение запаса питательных веществ и засухи, особенно для почв лёгкого механического состава.

В почвах, где удобрения применяются в больших дозах длительный период, наблюдается перестройка почвенного микробного ценоза и, его структура может принципиально отличаться от эталонной.

Исследования по влиянию различных систем удобрений на микробиологический режим дерново-подзолистой почвы, показали, что использование совместной органоминеральной системы оказывает наиболее благоприятное воздействие на изменение биологических свойств изучаемой почвы [6,7]. Наибольшая суммарная биологическая активность отмечается при использовании смешанной системы удобрений. При минеральной системе удобрений азотобактера практически нет [6,7].

Известкование кислых почв усиливает развитие азотфиксирующей микрофлоры, обеспечивает увеличение устойчивости её микробного сообщества к высоким дозам минеральных удобрений, но, с другой стороны, может приводить к потерям азота в результате денитрификации.

Установление норм внесения удобрений в конкретных почвенно-экологических условиях должно учитывать не только потребность растений в питательных элементах, но и реакцию почвенного микробоценоза. Чтобы избежать снижения устойчивости агроландшафта необходимы меры постоянного контроля.

Для отслеживания и предупреждения отрицательного влияния последствий сельскохозяйственной деятельности на мелиорируемых землях необходимо включать в систему почвенного мониторинга

микробиологические показатели. Отбор необходимо производить на одних и тех же реперных точках и с одинаковой периодичностью, что и по другим показателям.

Список литературы

1. Звягинцев Д.Г. Биомасса микробных комплексов в почвах сухостепных ландшафтов / Д.Г. Звягинцев, Л.М. Полянская и др. // Сб. Биоразнообразия байкальской Сибири. Новосибирск. 1999. С. 174-184.
2. Емцев В.Т. Микробиология / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. М.: Дрофа, 2005. 445 с.
3. Широких А.А. Запасы и профильное распределение микробной массы в кислых почвах Кировской области / А.А. Широких, И.Г. Широких // Сб. Сельскохозяйственная микробиология в 20-21 вв. тезисы докл. Всероссийской конференции. Санкт-Петербург, 2001.
4. Широких А.А. Микробное сообщество кислых почв Кировской области / А.А. Широких, И.Г. Широких. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2004. 332 с.
5. Никитин Д.А. Сезонная динамика микроорганизмов в дерново-подзолистой почве / Д.А. Никитин, Т.И. Чернов и др. // Почвоведение. 2019. №11. С. 1356-1364.
6. Карягина Л.А. Влияние различных систем удобрений на микробиологический режим дерново-подзолистой почвы / Л.А. Карягина, Е.Н. Воробьева // Почвоведение. 1980. № 11. С. 65-69.
7. Матюк Н.С. Активность микроорганизмов дерново-подзолистой почвы в различных агроэкосистемах / Н.С. Матюк, В.А. Шевченко и др. // Плодородие. 2020. №2. С. 61-62.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН И ПОСЕВОВ ЛЬНА

Кудрявцев Н.А., доктор сельскохозяйственных наук,

Шупик В.Д., Сухоруков А.М.

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,

г. Тверь, Россия

Повышение количества, качества и эффективности производства льнопродукции в России – важнейшая задача, ориентированная на обеспечение стратегической независимости страны. Решение данной задачи возможно с привлечением инноваций [1].

Кроме повышения эффективности отрасли, современные требования к выращиванию льна в связи с необходимостью усиления охраны природы, снижения отрицательного воздействия на нее пестицидов – обязывают находить новые экологизированные решения вопросов производства льнопродукции. Некоторые элементы технологии льноводства остаются опасными в природоохранном и санитарно-гигиеническом отношении [2].

Все еще применяются для обработки семян и посевов льна пестициды, опасные для человека и природы. Россия приняла концепцию гармонизации с природой глобального развития современной цивилизации (*sustainable development*), поэтому аграриям следует принимать во внимание и получение сельскохозяйственной продукции, и состояние охраны природы планеты Земля. В рамках этой концепции должно ограничиваться применение токсичных пестицидов и очевидный приоритет получают биологические средства защиты растений [3].

© Кудрявцев Н.А., Шупик В.Д., Сухоруков А.М., 2024

Благоприятная биоценотическая обстановка на льняных полях при снижении угрозы проявления вредоносных организмов и повышении эффективной деятельности полезных видов может быть создана применением биопестицидов взамен токсичных химических пестицидов. На культуре льна испытан ряд биопрепаратов, например, Агат-25К [4], Альбит [5], Витаплан [6].

Особый интерес в последнее время имеют разработки эффективных элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур, не только защищающих растения от болезней и других стрессовых факторов, но и повышающих урожайность и качественные показатели продукции. В этом плане могут быть перспективны биологизированные препараты, одновременно повышающие устойчивость культурных растений к болезням и фитофагам, а также усиливающие формообразовательные и ростовые процессы. Таким средством является Энергия-М (кремнийорганический биостимулятор, д. в.: ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль + 1-хлорметилсилатран, КРП /кристаллический порошок/ и ТАБ /таблетки/). Энергия-М уже зарекомендовала себя защитно-стимулирующими, антистрессовыми и рострегулирующими эффектами на различных сельскохозяйственных культурах, в том числе и на льне при обработке семян и посевах.

В исследованиях ОП НИИ льна ФНЦ ЛК выявлена статистически достоверная относительно высокая эффективность инкрустирования семян льна препаратом Энергия-М (кремнепротатрановой композицией, иммунопротектором, индуктором фитосанитарной устойчивости) против болезней всходов льна: бактериоза, антракноза, крапчатости. Кроме того, отмечено снижение поврежденности всходов льна блошками льняными, по сравнению с контролем и стандартами. Этот эффект позволил не применять инсектициды против вредителей и снизить уровень загрязнения природы. Сочетание обработки семян препаратом Энергия-М и посевов

его композицией с гербицидами Кортес, Хармони и Тарга Супер (в сниженных нормах их применения, что улучшило агроэкологические параметры фитосанитарных мероприятий), способствовало повышению эффективности защиты льна от сорных растений и возбудителей болезней, а также достоверно увеличивало урожайность льнопродукции. Применение препарата Энергия-М, как средства для инкрустирования семян и как добавки к гербицидам, реализовано в 2014 г. в СПК «Восток» Гагаринского района Смоленской области на площади 100 га посевов льна при экономическом эффекте, по сравнению с базовым вариантом, + 14 426 руб./га.

Большой интерес представляет применение на культуре льна атрано-протатрановой композиции Лостор, как защитно-стимулирующего, антистрессового и рострегулирующего средства нового поколения, показавшего положительные эффекты повышения урожайности и качества продукции на многих сельскохозяйственных культурах.

Эксперименты по испытаниям и разработке регламентов применения препаратов для инкрустирования семян льна и опрыскивания посевов этой культуры – проведены в соответствии с классическими методическими рекомендациями по агрономическим наукам с некоторыми уточнениями применительно ко льну и регистрационным испытаниям пестицидов и агрохимикатов.

В наших экспериментах проявился выраженный ростстимулирующий эффект применения препаратов. Обработка семян и опрыскивание вегетирующих растений льна препаратом Лостор, КРП повысили густоту стеблестоя культуры и снизили отмирание растений за вегетацию.

Данные по влиянию препарата Лостор, КРП на урожайность соломы и семян льна представлены в таблице 1. Обработка семян и посевов препаратом Лостор, КРП способствовала получению урожайности

льнопродукции, превышающей уровень контроля (вар. №1 – без обработки посевов) на величины, большие, чем НСР₀₅. Наиболее урожайным в опыте оказалось применение препарата Лостор, КРП (20 г/т и 20 г/га), обеспечившее урожайность льносолумы и семян соответственно 46,8 и 5,6 ц/га (при показателях контроля – 30,2 и 3,5 ц/га).

Таблица 1

Влияние препарата Лостор, КРП при обработке семян и посевов на урожайность соломы и семян льна-долгунца (в среднем за 2020-2022 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га		Преимущество, по сравнению с контролем, в урожайности, ц/га	
	Льносолумы	Льносемян	Льносолумы	Льносемян
1. Контроль без обработки семян и посевов	30,2	3,5	-	-
2. Лостор, КРП Предпосевная обработка семян, расход препарата – 10 г/т семян Опрыскивание растений – в фазе елочки, расход препарата – 10 г/га	40,9	5,0	10,7	1,5
3. Лостор, КРП Предпосевная обработка семян, расход препарата – 15 г/т семян Опрыскивание растений – в фазе елочки, расход препарата – 15 г/га	44,9	5,3	14,7	1,8
4. Лостор, КРП Предпосевная обработка семян, расход препарата – 20 г/т семян Опрыскивание растений – в фазе елочки, расход препарата – 20 г/га	46,8	5,6	16,7	2,1
НСР _{0,5}	1,2	0,3	1,2	0,3

В 2022 г. проведены исследования в производственной обстановке в АО «Ленпром» - ООО «Пасечник» Торжокского района Тверской области, показавшие достоверное защитное действие препарата Лостор против болезней всходов льна и их поврежденности блошками льняными.

Данные по влиянию препарата Лостор на урожайность соломы и семян льна-долгунца в производственной обстановке представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние препарата Лостор на урожайность соломы и семян льна-долгунца (ООО «Пасечник» Тверской области, 2022 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га		Преимущество, по сравнению с контролем, в урожайности, ц/га	
	Льносолом	Льносемян	Льносолом	Льносемян
1. Контроль.	25,7	3,3	-	-
2. Стандарт. Предпосевная обработка семян ТМТД, ВСК, расход препарата – 4,0 л/т семян. Химпрополка посевов - в фазе «елочки» льна, расход гербицидов: Кортес - 0,005 кг/га + Хармони – 0,01 кг/га + Тарга Супер – 1,5 л/га	29,8	4,5	4,1	1,2
3. Предпосевная обработка семян препаратом Лостор – 0,015 кг/т семян, расход рабочего раствора – 7 л/т. Опрыскивание растений - в фазе «елочки» (совместно с гербицидами: Кортес - 0,005 кг/га + Хармони – 0,01 кг/га + Тарга Супер – 1,5 л/га) – препаратом Лостор – 0,01 кг/га, расход рабочего раствора – 200 л/га	31,6	4,9	5,9	1,6
НСР _{0,5}	1,4	0,2	1,4	0,2

Благодарности. Работа выполняется при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема FGSS –2024-0005).

Список литературы

1. Kudryavtsev N. A., Zaitseva L. A., Savoskina O. A., Chebanenko S. I. Herbological and agrotechnological approaches to weeding plants in modern flax growing // Caspian journal of environmental sciences. Vol. 19. №5. 2021. P. 903-908.

2. Savoskina O.A., Chebanenko S.I., Kurbanova Z.K., Kudryavtsev N.A. Optimization of the phytosanitary condition of agrocenoses in the nonchernozem zone of the russian federation. International Simposium «Eath sciences: history, contemporary issues and prospects». 2020. P. 55.

3. Vasiliev A.S., Farinyuk Y.T., Yakovleva S.V., Kudryavtsev N.A. Phytopathological condition of flax crops during treatment with hightech preparations. Annals of Biology. 2022. Т. 38. №1. P. 71-76.

4. Кудрявцев Н.А. Агат-25К для защиты льна. Защита и карантин растений. 2001. № 3. С. 29.

5. Злотников А.К., Подварко А.Т., Рябчинская Т.А., Кудрявцев Н.А., Злотников К.М., Ханиева И.М. Оценка эффективности использования биопрепарата Альбит в системе защиты полевых культур. Земледелие. 2017. № 4. С. 37-42.

6. Захарова Л.М., Кудрявцев Н.А. Биофунгицид Витаплан на посевах льна. Защита и карантин растений. 2015. № 3. С. 26-28.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ОСОБЕННОСТИ ГРЕБНЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВСА ПО ПЛАСТУ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Митрофанов Ю.И., кандидат сельскохозяйственных наук,

Гуляев М.В., кандидат сельскохозяйственных наук,

Первушина Н.К., Положенцева Л.П.

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

г. Тверь, Россия

Разработка гребне-рядовых технологий возделывания полевых культур является одним из важных направлений технологического совершенствования земледелия в условиях северо-западной части Нечерноземной зоны Российской Федерации. Применение таких технологий в этом регионе связано с необходимостью оптимизации водно-воздушного режима почв, прежде всего на осушаемых и временно переувлажняемых землях [1]. Исследованиями Всероссийского НИИ мелиорированных земель установлено, что в гребневых технологиях яровых зерновых культур большой интерес могут представлять гребнистый ленточно-разбросной способ их посева и гребнистая вспашка в системе зяблевой обработки почвы [1-3]. Растения при гребнистом способе посева размещаются на гребнях высотой 6-8 см, гребневая поверхность формируется в процессе посева. При гребнистой вспашке гребневая поверхность формируются осенью при зяблевой вспашке специальными или переоборудованными для этих целей обычными плугами.

© Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В.,

Первушина Н.К., Положенцева Л.П., 2024

Проведенные исследования показали, что гребнистый ленточно-разбросной способ посева обладает, по сравнению с обычным рядовым, более высокой технологичностью и адаптивностью к погодным и почвенно-мелиоративным условиям, обеспечивает более надежную защиту растений от негативных последствий, связанных с повышенным увлажнением почвы. При разработанной технологии гребнистого посева повышается полевая всхожесть семян, выживаемость и сохранность растений, усиливается фотосинтетическая деятельность растений, улучшается структура урожая, увеличивается урожайность – по отдельным культурам на 0,21-1,19 т/га. Прирост урожая был получен как за счет увеличения количества продуктивных стеблей – на 17,8% (в среднем по культурам), так и более высокой массы зерна в колосе (метелке) – на 10,0% [1,3-5]. В отношении осеннего гребневания поверхности почвы было установлено, что этот прием позволяет существенно уменьшить опасность переувлажнения пахотного слоя в осенний и ранневесенний периоды вегетации, улучшить водно-воздушный режим почвы, создать более благоприятные условия для физических, химических и биологических процессов, протекающих в почве, ускорить сроки наступления мягкопластичного состояния и физической спелости почвы, обеспечить более равномерное просыхание осушаемых территорий весной и высококачественную подготовку посевного слоя почвы [1,2,6]. При замене вспашки или чизелевания (после картофеля и ячменя) аналогичной обработкой с одновременным гребневанием поверхности урожайность овса увеличивается на 15,2-16,9 %. Прибавка урожая овса формируется за счет увеличения количества колосоносных стеблей – на 4,8-5,3 и массы зерна метелке – на 6,1-7,3 %. При этом необходимо отметить, что в проведенных опытах овес севообороте размещался после «мягких», в отношении обработки почвы, предшественников – картофеля и зерновых культур. Вместе с тем, значительная часть яровых зерновых культур, в том

числе овса, в севооборотах выращивается после многолетних трав 2 и 3 годов пользования. Особенности обработки почвы и посева зерновых культур после этих предшественников связаны с наличием в пахотном слое большого количества растительных остатков, что создает определенные трудности для применения гребневых технологий выращивания зерновых культур.

Цель данной работы изучить эффективность гребнистой вспашки и гребнистого ленточно-разбросного способа посева при возделывании овса в севообороте после многолетних трав второго года пользования, возможность совмещения этого предшественника с гребневой технологией выращивания яровых зерновых культур.

Исследования проводились в 2022-2023 гг. на агрополигоне Губино ВНИИМЗ (Тверская область), осушаемом закрытым дренажом (междреннее расстояние 20 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м). Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая, содержание гумуса 2,78 %, доступного фосфора – 17,1 мг/100 г почвы, обменного калия – 13,1 мг/100 г почвы, рН 5,4. Изучались 2 способа посева: 1) обычный рядовой – сеялка СЗ-3,6 – контроль; 2) улучшенный гребнистый ленточно-разбросной – сеялка СЗГК-3,6У (переоборудованная СЗ-3,6, Патент №188274 «Сеялка зерновая»). Технологическая схема гребнистого улучшенного ленточно-разбросного способа посева предусматривает выравнивание поверхности почвы в зоне расположения семян, рассев семян лентами на выровненную поверхность поля, вдавливание семян в почву катками и закрытие их загортачами. Растения размещаются на гребнях высотой 40-80 мм лентами шириной 13-15 см.

Способы посева сравнивались на фоне двух вариантов основной обработки почвы: 1) обычная (гладкая) вспашка на 20-22 см (контроль); 2) гребнистая вспашка на 20-22 см – высота гребней 23-25 см, расстояние между гребнями 70 см. Гребнистая вспашка проводилась переоборудованным

плугом ПН-4-35, предпосевная обработка – культиватором КПС- 4Г (1 след) и комбинированным агрегатом КБМ-4,2 (2 след). Овес (сорт Яков) выращивался по нормальной технологии – сложные минеральные удобрения в виде азофоски вносились под предпосевную обработку из расчета $N_{50}P_{50}K_{50}$, подкормка проводилась в фазу выхода растений в трубку – 1 ц/га аммиачной селитры. Повторность опытов 4-кратная. Общая площадь делянок 200-280 м². Достоверность прибавок урожая определяли методом дисперсионного анализа. Метеоусловия в годы проведения исследований в период весенне-летней вегетации были разными – от благоприятных до неблагоприятных, прежде всего по условиям увлажнения.

Результаты исследований показали, что гребневая технология вспашки, по сравнению с обычной, существенно ухудшает заделку дернины и увеличивает количество растительных остатков в верхней части пахотного слоя, что создавало определенные трудности для выполнения технологических операций и качественного проведения посева, прежде всего гребнистым способом. Для снижения негативных последствий от растительных остатков гребнистый посев проводился при максимальном давлении катков на почву. При гребнистом посеве отмечено уменьшение глубины заделки семян и глубины залегания узла кущения, а также полевой всхожести семян. В целом полевая всхожесть на всех вариантах опыта была высокой – 80,7-90,6 %, при гребнистом посеве отмечено снижение на 1,5 и 7,9 %. Причина снижения – повышенное количество растительных остатков в посевном слое почвы.

Наблюдения за агрофизическим состоянием почвы проводились в посевном (0-5 см) и подпосевном (5-15 см) слоях почвы в фазу полных всходов и перед уборкой урожая. Установлено, что в обоих слоях почвы плотность, в целом, соответствовала оптимальным значениям. В посевном слое плотность почвы по вариантам опыта, по данным за 2 года,

изменялась в пределах 1,07-1,14 г/см³ и составила, в среднем, 1,09 г/см³ (табл. 1). Различия по способам посева проявились только на фоне гладкой вспашки. Наиболее низкая плотность и наиболее высокий уровень аэрации почвы были на вариантах с гребнистой вспашкой и гребнистым способом посева. Агрофизическое состояние подпосевного слоя почвы существенно отличается от посевного. В среднем за 2 года плотность почвы в подпосевном слое по вариантам опыта составила 1,13-1,16 г/см³ (в среднем 1,14 г/см³), общая пористость аэрации 55,4-56,4%, пористость устойчивой аэрации – 28,0-29,0%, коэффициент 0,91-0,98. Различия между вариантами опыта были несущественными.

Влажность почвы в годы проведения исследований по отдельным периодам вегетации овса и по вариантам опыта (в слое 0-20 см) колебалась от практически избыточного состояния (102,2 % от НВ) до остро засушливого (22,6 % от НВ).

Таблица 1

Агрофизические свойства почвы при разных способах обработки почвы и посева овса (среднее за вегетацию, среднее за 2 года)

Способ посева	Гладкая вспашка				Гребнистая вспашка			
	ОМ, г/см ³	ОП, %	НВ в % от объема	К аэр	ОМ, г/см ³	ОП, %	НВ в % от объема	К аэр
В слое 0-5см								
Рядовой	1,14	56,1	28,5	0,98	1,08	58,5	27,0	1,17
Гребнистый	1,07	58,8	26,6	1,22	1,07	58,8	26,9	1,19
В слое 5-15см								
Рядовой	1,14	56,2	28,5	0,97	1,13	56,4	28,4	0,98
Гребнистый	1,13	56,4	28,4	0,98	1,16	55,4	29,0	0,91

*ОМ – объемная масса почвы; ОП – общая пористость; НВ – наименьшая влагоемкость; Каэр – коэффициент аэрации почвы

Приемы основной обработки почвы по своему влиянию на влажность почвы существенно не различались. Более значительное влияние на динамику влажности почвы оказывали способы посева. При гребнистом

посеве влажность почвы в пахотном слое, в среднем за вегетацию, составила 52,0-52,3 % от НВ, на варианте с обычным рядовым способе посева она была выше – 55,8-56,3 % (табл. 2).

Таблица 2

Динамика влажности почвы в пахотном слое под овсом в зависимости от способа посева и обработки почвы, в % к массе абсолютно сухой почвы

Способ основной обработки почвы	Способ посева	Год	Фаза развития растений						В % от НВ – в среднем за вегетацию
			полные всходы	кущение	выход в трубку	выметывание	полная спелость	среднее за вегетацию	
Обычная вспашка	рядовой	2022	19,1	22,5	8,0	6,2	10,2	13,2	57,4
		2023	12,0	16,6	6,0	-	19,6	13,8	55,2
		Ср.	15,6	19,6	7,0	6,2	14,9	13,5	56,3
	гребнистый	2022	18,7	21,5	7,4	5,7	10,6	12,8	55,6
		2023	12,0	14,0	6,1	-	17,6	12,1	48,4
		Ср.	15,3	17,8	6,7	5,7	14,1	12,4	52,0
	среднее			15,4	18,7	6,9	6,0	14,5	13,0
Гребнистая вспашка	рядовой	2022	19,1	23,5	8,7	6,2	10,4	13,6	59,1
		2023	11,5	15,4	8,1	-	17,3	13,1	52,4
		Ср.	15,3	19,5	8,4	6,2	13,9	13,3	55,8
	гребнистый	2022	17,0	21,1	8,6	5,2	9,8	12,3	53,9
		2023	10,7	13,7	7,9	-	16,7	12,7	50,8
		Ср.	13,9	17,4	8,2	5,2	13,1	12,5	52,3
	среднее			14,6	18,5	8,3	5,7	13,5	12,9

Наблюдения за содержанием минерального азота в почве показали, что гребневые способы обработки почвы и посева оказывают положительное влияние на содержание минерального азота, в том числе нитратного, в пахотном и посевном слоях почвы на начальных стадиях вегетации овса. В фазу всходов и кущения овса, в условиях обоих годов, наиболее высокое содержание азота было на вариантах с гребнистой вспашкой и гребнистым способом посева. Основное количество минерального и нитратного азота в эти фазы находилось в верхнем (0-10 см) слое почвы. В период прохождения других фаз развития овса различия в содержании минерального азота в почве были несущественными.

В период вегетации овса влияние приемов гребневания на биометрические показатели посевов проявилось в параметрах листовой поверхности и в накоплении биомассы растений. Лучшие показатели были на вариантах с гребнистым посевом. Площадь листовой поверхности, в среднем за вегетацию, при гребнистом посеве была больше, по сравнению с рядовым посевом, на 2,6 тыс. м²/га или 10,9 % (табл. 3). Различия по вариантам основной обработки почвы были, в целом, незначительными.

Таблица 3

Влияние способов посева и обработки почвы на листовую поверхность овса, тыс. м²/га, среднее за 2 года

Способ посева	Способ вспашки	Фаза развития растений.				
		кущение	Выход в трубку	колошение	Молочная спелость	В среднем за вегетацию
Рядовой	Обычная	22,0	43,4	28,7	4,14	24,5
	Гребнистая	19,7	42,0	29,2	1,64	23,1
	Среднее	20,8	42,7	29,0	2,89	23,8
Гребнистый	Обычная	20,9	48,3	32,8	3,08	26,3
	Гребнистая	18,5	44,3	30,2	13,0	26,5
	Среднее	19,8	46,3	31,5	8,04	26,4

В результате, наиболее высокая урожайность овса была получена на вариантах с гребнистым способом посева – прибавка урожая (по годам и фонемам обработки почвы) составляла 0,23-0,70 т зерна с 1га. Наиболее значительное повышение урожая при гребнистом посеве было получено на варианте с гладкой вспашкой пласта трав – в 2022 году прибавка урожая составила 0,70 т/га или 13,7 %, в 2023 году – 0,69 т/га или 15,1 % (табл. 4). На фоне гребнистой вспашки прибавки урожая были менее значительными – 0,23-0,39 т/га (4,6 и 5,1%). Гребнистая вспашка пласта многолетних трав, в целом, оказалась неэффективной. При размещении овса в севообороте после многолетних 2 г.п. лучшим технологическим решением является сочетание обычной (гладкой) вспашки пласта трав на

глубину пахотного слоя почвы с гребнистым ленточно- разбросным способом посева. По сравнению с контролем (гладкая вспашка + обычный рядовой посев) прирост урожая на этом варианте, в среднем за 2 года, составил 0,70 т зерна с 1 га или 14,5%.

Таблица 4

Урожайность овса при разных способах посева и обработки почвы, т/га

Способ посева	Способ обработки почвы		К контролю:	
	Обычная вспашка-контроль	Гребнистая вспашка	+	%
2022 г.				
Рядовой - контроль	5,11	4,84	- 0,27	94,7
Гребнистый	5,81	5,23	- 0,58	90,0
<u>±</u> к контролю	+ 0,70	+ 0,39		
2023 г.				
Рядовой - контроль	4,58	4,97	+ 0,39	108,5
Гребнистый	5,27	5,20	- 0,03	98,7
<u>±</u> к контролю	+ 0,69	+ 0,23		
Среднее за 2 года				
Рядовой - контроль	4,84	4,91	+ 0,07	101,6
Гребнистый	5,54	5,22	- 0,32	94,4
к контролю:	<u>±</u>	+ 0,70	+ 0,31	
	<u>%</u>	114,5	106,3	

НСР₀₅ среднее по способу посева – 0,29, для любых средних – 0,36т/га

Преимущество варианта с гладкой вспашкой и гребнистым способом посева овса сформировалось за счет большей продуктивности метелки, при меньшей плотности продуктивного стеблестоя. В среднем за 2 года масса зерна в метелке на лучшем варианте была больше, по сравнению с контролем, на 24,3 % – за счет большего числа зерен в метелке – на 14, 8% и большей массы 1000 зерен – на 7,3 % (табл. 5).

Таким образом, при выращивании овса на дерново-подзолистых глееватых осушаемых закрытым дренажем почвах после многолетних трав 2 г.п., лучшим технологическим вариантом является сочетание обычной вспашки пласта трав на глубину пахотного слоя почвы с гребнистым ленточно-разбросным способом посева.

Таблица 5

Структура урожая овса в зависимости от способа посева и обработки

ПОЧВЫ

Способ посева	Способ обработки почвы	Количество, шт./м ²		Число зерен в колосе, шт.	Масса, г			Биологический урожай, г/м ²
		растений	стеблей с метелкой		1000 зерен	зерна в метелке	зерна на 1 м ²	
2022 г.								
Рядовой - контроль	1*	427	495	45,4	35,2	1,60	681	792
	2**	520	540	40,2	33,1	1,34	645	718
	среднее	473	517	42,8	34,1	1,47	663	745
Гребнистый	1	290	475	48,5	38,4	1,86	775	883
	2	412	518	44,8	35,7	1,50	698	828
	среднее	351	497	46,7	37,1	1,68	736	855
К контролю:	+	-122	-20	+3,9	+3,0	+0,21	+73	+1,10
	%	74,2	96,1	109,1	108,8	114,3	111,0	114,7
2023 г.								
Рядовой-- контроль	1	481	495	33,0	41,6	1,37	458	677
	2	550	543	34,3	38,8	1,33	497	722
	среднее	465	519	33,7	40,2	1,35	478	700
Гребнистый	1	374	399	41,4	44,0	1,82	538	726
	2	392	388	43,2	42,9	1,85	520	719
	среднее	383	394	42,3	43,5	1,84	529	725
К контролю:	+	- 82	-125	+8,6	+3,3	+0,49	+51	+25
	%	82,4	75,9	125,5	108,2	136,3	110,7	103,6

1* - Обычная вспашка- контроль, 2** - Гребнистая вспашка

Совместное применение гребнистой вспашки и гребнистого ленточно-разбросного способа посева по пласту многолетних трав является менее эффективным.

Список литературы

1. Митрофанов, Ю.И. Адаптивные севообороты и технологии на осушаемых землях Нечерноземной зоны. Тверь: Тв. гос. ун-т, 2010. 288 с.
2. Митрофанов Ю.И. Гребнистая обработка почвы под зернофуражные культуры. Мелиорация и водное хозяйство. 2011. № 4. С. 14-17.
3. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н. Гребнистый способ посева зерновых культур на осушаемых землях. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. №3. С. 301-312.

4. Митрофанов Ю.И., Пугачева Л.В., Смирнова Н.А., Лапушкина В.Н. О способах посева овса на осушаемых землях. Российская сельскохозяйственная наука. 2018. №5. С.3-8.

5. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н., Пугачева Л.В., Смирнова Н.А., Лукьянов С.А. Улучшенный гребнистый способ посева овса на осушаемых землях. Достижения науки и техники АПК. 2020. №4. Т. 34., С. 32-35.

6. Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Смирнова Н.А. Гребнистая обработка осушаемых почв под культуры ранних сроков сева. Мелиорация и водное хозяйство в 21 веке: проблемы и перспективы развития: Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 27-28 августа 2014 г. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. Кн.1. С. 187-193.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

**ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА МИКРОФЛОРУ
ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР**

Фомичева Н.В., кандидат биологических наук,

Кашкова А.А.

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

В настоящее время гуминовые удобрения и препараты занимают устойчивую нишу на потребительском рынке. Гуминовые вещества, входящие в их состав, положительно влияют на свойства почвы, повышают сопротивляемость растений к болезням, снижают негативное влияние абиотических факторов, связывают тяжёлые металлы, нефтепродукты и т.д. [1,2]. Сотрудники отдела биотехнологий ВНИИМЗ (филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева») также работают над получением и применением гуминовых препаратов [3-6].

Цель работы – определить влияние гуминовых препаратов на почвенную микрофлору и урожайность сельскохозяйственных культур.

В данной работе представлены лучшие варианты применения гуминовых препаратов БоГум (гуминовых кислот – не менее 10 г/л, сухого остатка – не менее 20 г/л, эффективный диаметр частиц – 374 нм) и н-БоГум (гуминовых кислот – не менее 13 г/л, сухого остатка – не менее 25 г/л, эффективный диаметр частиц – 311 нм) при выращивании, соответственно, яровой пшеницы и картофеля.

© Фомичева Н.В., Кашкова А.А., 2024

Микробиологические исследования почвы проводили классическим методом предельных разведений с посевом на твердые питательные среды.

При этом учитывали численность доминирующих для дерново-подзолистой почвы физиологических групп почвенных микроорганизмов: использующих органический азот (на питательной среде мясопептонный агар – МПА); использующих минеральный азот (на питательной среде крахмало-аммиачный агар – КАА) и мобилизующих органофосфаты (на питательной среде Менкиной). Кроме этого, для оценки интенсивности и направленности процессов в почве использовали расчетный коэффициент минерализации K_m по азоту (КАА/МПА).

В 2017-2019 гг. проводили полевой опыт по возделыванию яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (гумус – 2,1-2,5 %; pH_{KCl} – 4,8-5,0; $N_{лг}$ – 35-38 мг/кг; P_2O_5 – 176-190 мг/кг; K_2O – 234-247 мг/кг) по фону азофоски ($N_{50}P_{50}K_{50}$). Изучали влияние различных технологических приемов применения БоГум: обработки семян перед посевом (1 %, норма расхода рабочего раствора 20 л/т), двукратной некорневой обработки вегетирующих растений пшеницы (1 л/га, норма расхода рабочего раствора 300 л/га) в фазы кущения и колошения и совмещения указанных приёмов. Повторность опыта – четырехкратная. Общая площадь делянки – 30 м². Расположение делянок – систематизированное с выделением защитных полос.

В фазу всходов, на момент которой еще не было некорневых обработок, а была проведена в соответствующих вариантах только обработка семян, отмечено статистически значимое увеличение суммарной численности исследуемых почвенных микроорганизмов при использовании БоГум: 88,4 млн/г против 68,7 млн/г в контрольном варианте.

Проведение последующих некорневых обработок растений яровой пшеницы позволило дифференцировать варианты по уровню влияния

технологических приёмов применения препарата БоГум на почвенную микрофлору и формирование урожая.

Второй микробиологический анализ был проведен в фазу полной спелости зерна. Наиболее существенные изменения происходили с численностью микроорганизмов, использующих минеральный азот и мобилизующих органофосфаты (рис. 1): в варианте с некорневыми обработками растений увеличение численности указанных микроорганизмов составило соответственно 36,1 % и 93,0 %, а в варианте с обработкой семян – 27,7 % и 51,5 %.

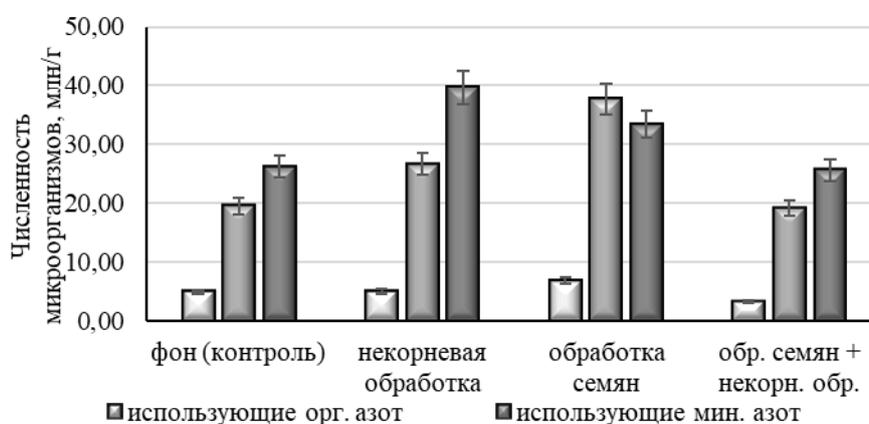


Рис. 1. Влияние гуминового препарата БоГум на микрофлору почвы под пшеницей в фазу полной спелости (в среднем за 2017-2019 гг.)

Отметим, что годы исследований сильно отличались по погодным условиям, что в целом отразилось на активности микроорганизмов, численность которых, в конечном итоге, недостоверно коррелировала с урожайностью. В тоже время наблюдалась сильная прямая корреляционная зависимость между урожайностью и значениями коэффициентов минерализации по азоту – коэффициент корреляции $r = 0,93$ (рис. 2).

Несмотря на то, что в среднем за три года максимальный урожай получен в варианте с совмещением двух технологических приёмов (табл. 1), с экономической точки зрения именно вариант с обработкой семян признан наиболее эффективным и экономически целесообразным.

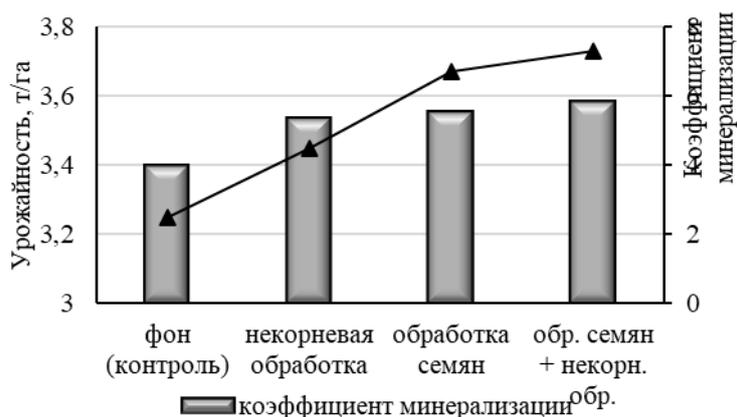


Рис. 2. Влияние гуминового препарата БоГум на значение коэффициента минерализации в почве и урожайность пшеницы (в среднем за 2017-2019 гг.)

Таблица 1

Сноповая урожайность яровой пшеницы

Вариант	Сноповая урожайность, т/га				
	2017	2018	2019	средняя	прибавка к контролю, %
Фон – контроль	3,45	3,27	3,03	3,25	–
Фон + БоГум (некорневая обработка)	3,75	3,37	3,22	3,45	6,2
Фон + БоГум (обработка семян)	4,04	3,56	3,41	3,67	12,9
Фон + БоГум (обработка семян и растений)	3,80	3,85	3,53	3,73	14,8
НСР ₀₅	0,22	0,20	0,17	0,20	

В течение следующих трех лет (2020-2022 гг.) проводили апробацию гуминового препарата н-БоГум при выращивании картофеля сорта Скарб по фону азофоски (N₆₀P₆₀K₆₀). Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, гумус – 2,0-2,3 %; рН_{KCl} – 4,95-5,05; N_{лг} – 44,8-45,5 мг/кг; P₂O₅ – 205-230 мг/кг; K₂O – 135-182 мг/кг. Гуминовый препарат применяли для обработки клубней перед посадкой (1 %, норма расхода рабочего раствора 50 л/т) с последующей двукратной некорневой обработкой растений картофеля (1 л/га, норма расхода рабочего раствора

300 л/га) в фазы всходов и бутонизации-начало цветения. Повторность опыта – четырехкратная. Площадь учетной делянки – 10 м². Расположение делянок – систематизированное с выделением защитных полос.

Микробиологический анализ почвы под картофелем в фазу всходов позволил выявить влияние именно обработки клубней гуминовым препаратом – в среднем за три года численность микроорганизмов, использующих минеральный азот, и мобилизующих ортофосфаты, превышали контроль на 20,5 и 27,1 % соответственно, однако увеличение это статистически незначимое (рис. 3).

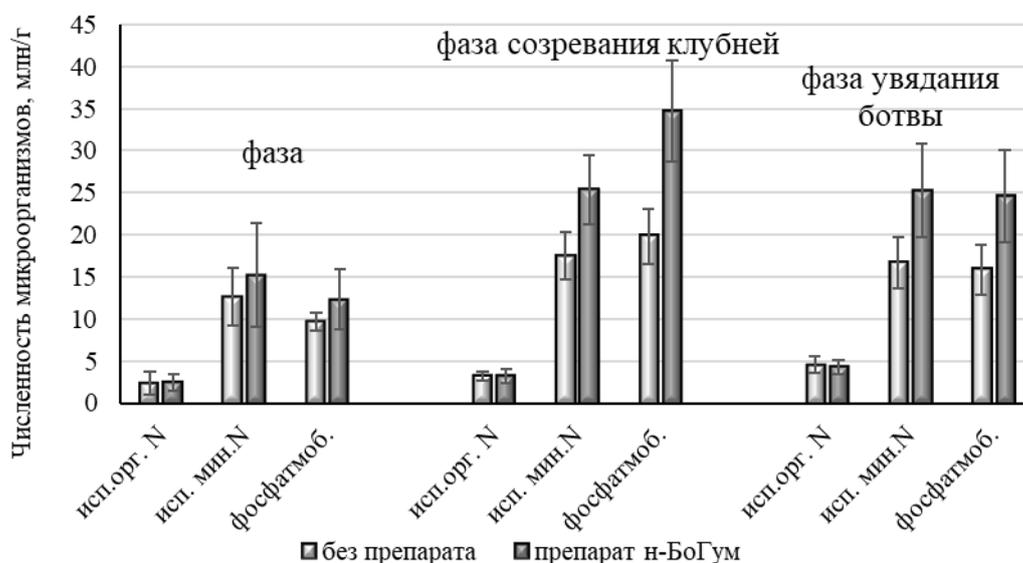


Рис. 3. Влияние гуминового препарата n-BoГум на микрофлору почвы под картофелем в фазу всходов (в среднем за 2020-2022 гг.)

Второй микробиологический анализ выполняли через две недели после второго опрыскивания, что соответствовало фазе созревания клубней. В этом случае влияние препарата на рассматриваемые группы микроорганизмов было уже более существенным и достоверным – наблюдалось увеличение их численности на 45,4 и 75,3 % соответственно (рис. 3). В конце опыта тенденция практически не изменилась.

Высокая численность агрономически значимой микрофлоры в опытных вариантах свидетельствует об активно протекающих почвенных процессах. Коэффициент минерализации почвы и данные по урожаю картофеля также это подтверждают: более высокий коэффициент минерализации в опытном варианте (6,6 против 4,8 на контрольном варианте) позволяет судить о большем уровне высвобождения доступных элементов питания, в частности, минерального азота. Данные по урожайности также свидетельствуют об эффективности гуминового препарата: в среднем за три года прибавка от препарата составила 9,2 % относительно минерального фона (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность картофеля сорта Скарб

Вариант	2020 г.		2021 г.		2022 г.		В среднем за 3 года	
	г/куст	±, %	г/куст	±, %	г/куст	±, %	г/куст	±, %
Без препаратов (контроль)	621	–	620	–	523	–	588	–
н-БоГум	668	7,6	694	11,9	563	7,6	642	9,2
НСР ₀₅	32,5		35,1		30,3			

Таким образом, гуминовые препараты БоГум и н-БоГум, независимо от технологического приема их использования, оказывали положительное влияние на деятельность микрофлоры почвы и повышали урожай.

При выращивании яровой пшеницы численность исследуемых микроорганизмов увеличивалась на 27,7-93,0 %, а прибавка урожая составила 6,2-14,8 %; при возделывании картофеля численность почвенной микрофлоры увеличивалась на 20,5-75,3 %, а урожай повысился на 9,2 %.

Список литературы

1. Орлов Д.С. Гуминовые вещества в биосфере. Соросовский образовательный журнал. 1997. № 2. С. 56-63.

2. Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Горовцев А.В. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор). Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4(60). С. 11-14.

3. Фомичева Н.В., Рабинович Г.Ю. Способ получения жидкого гуминового удобрения. Патент РФ № 2691693, 17.06.2019.

4. Фомичева Н.В., Рабинович Г.Ю. Способ получения жидкого гуминового препарата для растениеводства и земледелия. Патент РФ № 2785368, 06.12.2022.

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

6. Фомичева Н.В. Апробация гуминового препарата БоГум. Мат. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Перспективные технологии и приемы управления продуктивностью агроэкосистем на мелиорированных землях» 30 сентября 2022 г. г. Тверь. Тверь: Тверской государственный университет, 2022. С. 54-59.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

УДК: 631. 616.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОСУШАЕМЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО РАСТИТЕЛЬНОМУ ПОКРОВУ

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

Обследование осушаемых объектов, находящихся более двадцати лет в состоянии залежи, проводилось с целью определения возможности использования их для сенокосов и пастбищ и в полевых севооборотах.

До перехода в залежь земли осушаемого объекта «Кузьминское болото-2» использовались в полевом севообороте. Исследования, проведенные в 2010-2012 гг. показали, что для значительной части мелиоративной системы необходим текущий и капитальный ремонт: из 3,64 км открытых каналов 3,09 км нуждаются в очистке от наносов и древесной растительности, разрушен трубопереезд, на трёх из восьми коллекторах отсутствует дренажный сток.

Несмотря на это около 60 % территории можно использовать в сельскохозяйственном производстве. По состоянию водного режима земли объекта были разделены на три части: хорошее мелиоративное состояние, удовлетворительное мелиоративное состояние и неудовлетворительное.

При этом учитывались результаты наблюдений за застоем поверхностных вод и за глубиной ПГВ (табл. 1).

© Пугачёва Л.В., Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., 2024

Таблица 1

Уровень почвенно-грунтовых вод, см от поверхности почвы
(среднее за 3 г.)

Мелиоративное состояние по водному режиму	Май	Июнь	Июль	Август
Хорошее	66	>70	>70	>70
Удовлетворительное	52	48	67	>70
Неудовлетворительное	33	30	60	>70

На этих участках были проведены рекогносцировочные посевы зерновых культур и картофеля. В хороших и удовлетворительных условиях урожайность зерновых достигала до 4,6 т/га. Наблюдения за растительным покровом проводилась на 11 ключевых площадках. На общую продуктивность луговых фитоценозов сильное влияние оказывали погодные условия. Засуха 2010 года значительно снизила урожайность фитоценозов: на участке с удовлетворительным мелиоративным состоянием, почти в 2 раза, а на участке с хорошим в 1,4 раза (табл. 2), при этом на них увеличилась доля разнотравья и снизилась доля злаковых, в 2012 году доля злаковых опять возросла.

Таблица 2

Продуктивность фитоценозов залежных земель
(Кузьминское болото-2), т/га

Мелиоративное состояние по водному режиму	Количество воздушно-сухой массы			
	2010	2011	2012	Среднее за 3 года
Хорошее	4,68	3,43	4,0	4,04
Удовлетворительное	4,25	2,2	4,55	3,67
Неудовлетворительное	4,58	4,5	4,63	4,57

На изменение показаний обилия и интенсивности роста фитомассы по годам оказывают большое влияние флуктуации, зависящие от перемен погодных условий.

За три года наблюдений изменялась структура фитоценозов – отмечено увеличение показателей видов семейств: мотыльковых, зонтичных, колокольчиковых и снижение показателей видов семейств: онагриковых, гречишных, орхидных и осоковых. Доля осок сократилась с 27,5% до 8,3% (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика фитоценозов (Кузьминское болото-2)

Мелиоративное состояние по водному режиму	Содержание в фитоценозах, %								
	Злаки			Разнотравье			Осоки		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Хорошее	47,2	44,4	50,3	52,8	55,6	43,5	0	0	0
Удовлетворительное	37,5	15,5	31,5	58,5	77,5	68,5	4	7	0
Неудовлетворительное	50,3	59,5	57,2	22,2	23,5	34,5	27,5	17,0	8,3

Значительная часть территории осушаемого объекта находилась в корневищно-рыхлокустовой стадии, являющейся наиболее ценной в хозяйственном отношении. Она характеризуется высоким и плотным травостоем с содержанием до 80 % злаков и 10-30 % бобовых. Полнота и длительность развития стадии зависит от условий произрастания. На богатых органическим веществом почвах она длится 15 лет и более.

За три года наблюдений изменялась экологическая структура фитоценозов (табл. 4).

Таблица 4

Экологическая структура фитоценозов (Кузьминское болото-2)

Группы видов с различным отношением к переувлажнению почвы	Мелиоративное состояние площадок								
	Хорошее			Удовлетворительное			Неудовлетворительное		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Ксеромезофиты	26	31	30	5	19	19	-	-	-
Мезофиты	61	60	67	62	60	63	28	35	44
Гигромезофиты	13	9	3	28	15	18	38	36	18
Мезогигрофиты	-	-	-	3	3	-	22	19	20
Гигрофиты	-	-	-	2	3	-	12	10	18

Выявлено снижение доли гигромезофитов на всех площадках наблюдений. В 2012 году в удовлетворительных мелиоративных условиях отсутствовали мезогигрофиты и гигрофиты (табл. 4). Экологическая обстановка объекта за годы наблюдений, менялась в лучшую сторону, заболачивание объекта не происходило.

В 2024 году исследования проводились на находящемся в залежи более 20 лет осушаемом объекте «Мятлево». Мелиоративная система объекта, как и (Кузьминское болото-2) требует капитального ремонта. На магистральных каналах построены бобровые плотины. Как и на «Кузьминском болоте-2» обследования растительного покрова проводились здесь на 10 ключевых площадках, выделенных на фрагменте осушаемого объекта, по мелиоративному состоянию. Общая продуктивность фитоценозов была высокой от 3,74 до 4,77 т/га (табл. 5).

Таблица 5

Продуктивность и экологическая структура фитоценозов «Мятлево»

Мелиоративное состояние по водному режиму	Количество воздушно-сухой массы, т/га	Группы видов с различным отношением к переувлажнению почвы				
		Ксеромезофиты	Мезофиты	Гигромезофиты	Мезогигрофиты	Гигрофиты
Хорошее	4,77	-	61	26	13	-
Удовлетворительное	3,79	-	16	36	27	21
Неудовлетворительное	3,74	-	13	29	52	6

Качество сена на площадках с неудовлетворительным и удовлетворительным мелиоративным состоянием было низким из-за зарослей таволги, валерьяны и других, малоценных для сенокосов и пастбищ трав. При определении уровня поверхностных грунтовых вод в мае 2024г., почвы на объекте «Мятлево» характеризовались более высокой влажностью, чем на «Кузьминском болоте-2», при УПГВ больше 100 см.

На участках с хорошим мелиоративным состоянием отсутствовали ксеромезофиты, и наблюдалось присутствие мезогигрофитов. Фитоценозы

на участках с удовлетворительным и неудовлетворительным мелиоративным состоянием почти наполовину и более представлены мезогигрофитами и гигрофитами. Это указывает на возникновение условий для заболачивания территорий и невозможность их использования в годы с большим количеством осадков.

Участки с хорошим мелиоративным состоянием пригодны для сенокосов и пастбищ на обоих осушительных объектах, а на «Кузьминском болоте-2» участки с хорошим и удовлетворительным мелиоративным состоянием можно использовать и для полевого севооборота

Список литературы

1. Горышина Т.К., Антонова И.С., Самойлов Ю.И. Практикум по экологии растений. СПбГУ. 1992. 140 с.

2. Методика комплексной оценки потенциала продуктивности и мелиоративного состояния осушаемых земель, выбывших из сельскохозяйственного оборота. Тверь: Тверской печатник. 2012. 43 с.

3. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А. и др. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Государственное издательство сельского хозяйства. 1956. 530 с.

4. Уфимцева М.Д. Индикаторная роль растительности при экологических исследованиях. (Электронный ресурс).

5. Эволюция почв мелиорируемых территорий Белоруссии/ С.М. Зайко, Л.Ф. Вашкевич и др.; под ред. С.М. Зайко, В.С. Аношко. М.: Университетское, 1990. 287 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАНОРАЗМЕРНОГО КРЕМНЕГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАСТЕНИЙ ТОМАТА

Подолян Е.А., кандидат сельскохозяйственных наук

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

г. Тверь, Россия

Основной задачей растениеводства является получение высокого и качественного урожая. В связи с этим считается перспективным применение гуминовых удобрений, которые не только способствуют повышению урожайности, но снижению отрицательного влияния факторов среды (Соромотина, 2021). К таким удобрениям относится новый наноразмерный кремнегуминовый препарат НаноБогум-С. Наноразмерные препараты способны быстрее включаться в биохимические процессы растений, что выражается в развитии более мощной корневой системы и эффективном метаболизме поступающих питательных элементов, тем самым повышая продукционные возможности сельскохозяйственных культур [2].

Целью работы являлось изучение влияния препарата НаноБогум-С на урожайность растений томата (*Solanum lycopersicum* L.) в закрытом грунте.

В опыте возделывались растения томата сорта Матросик в условиях фитотрона производства Всероссийского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства. Температура воздуха поддерживалась на уровне 22 °С, влажность воздуха – 70 %, длина светового дня – 16 часов.

© Подолян Е.А., 2024

Растения выращивали 60 суток в сосудах объемом 1 л в качестве рассады, затем пересаживали в сосуды объемом 10 л с питательным почвенным грунтом для томатов и перцев марки «Чудо грядка» производства ГК «Селигер-Агро». Состав грунта: верховой торф, низинный торф, доломитовая мука, песок. При посадке вносили органоминеральное удобрение (ОМУ) для томатов производства ОАО «Буйский химический завод» в рекомендуемой производителем дозе 20 г/растение. Состав ОМУ: N – 5 %, P₂O₅ – 7 %, K₂O – 12 %, MgO – 3 %, S – 4 %, микроэлементы: Cu – 0,01 %; Zn – 0,01 %; Fe – 0,01 %; Mn – 0,5 %; B – 0,03 %; гуминовые соединения – 7 %.

Препарат НаноБоГум-С применяли в качестве некорневой подкормки растений томата в дозе 1 л/га при разведении 1:300. Обработку проводили 2-кратно: первый раз – на 20 сутки, второй – на 60 сутки. НаноБоГум-С разработан во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель [3], получен при ультразвуковой обработке препарата БоГум с метасиликатом натрия (содержащего 28 % SiO₂) 0,1 % (по SiO₂).

Препарат БоГум также является разработкой ВНИИМЗ и производится путем щелочной экстракции на ферментационно-экстракционной линии, где исходным сырьем выступает торфонавозная смесь. Содержание гуминовых кислот в БоГум – 10-15 г/л. Для достижения наноразмеров применяется ультразвукой гомогенизатор Sonopulse HD 3200 (Bandelin electronic, Германия) с системой управления Amplichron® в течение 20 мин. Размер частиц НаноБоГум-С приходится на две области – 80-120 нм и 280-470 нм.

Урожайность томата оценивали путём определения массы плода (рис. 1). Статистическую обработку производили с помощью MS Office Excel 2010.



Рис. 1. Плод растения томата сорта Мастросик на весах

Некорневая обработка препаратом НаноБоГум-С способствовала увеличению массы плодов растений томата сорта Мастросик в среднем на 32,7 % относительно растений, где подкормка не производилась. Средняя масса плода удобренных растений составляла 23,90 г, тогда как на контроле была 18,01 г (рис. 2).

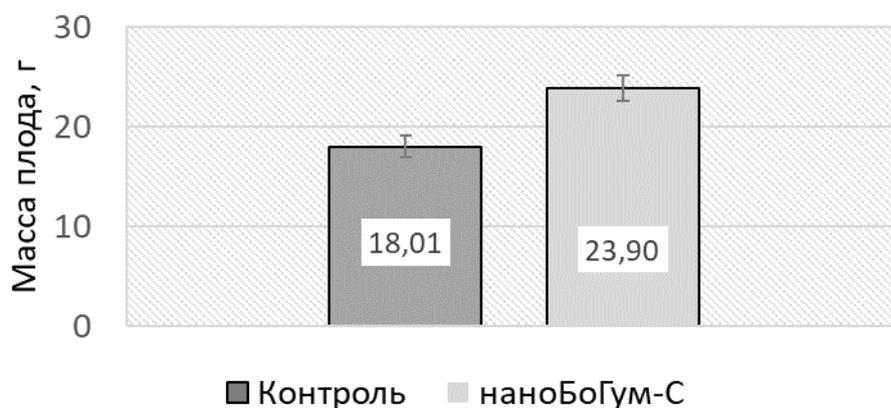


Рис. 2. Масса плодов растений томата, г

Полученные результаты согласуют с литературными данными. Так, при возделывании томата в Пермском крае при применении некорневой обработки гуминовыми препаратами отмечались более высокие темпы роста биометрических показателей [4, 5]. Даже в небольших концентрация (0,001 %) препараты оказывали ростстимулирующий эффект [1].

Стоит отметить, что новый биопрепарат НаноБоГум-С ранее

положительно рекомендовал себя при некорневой обработке вегетирующих растений и посадочного материала картофеля сорта Скарб [3], а также при микрклональном размножении картофеля сорта Арроу [2]. Таким образом, применение нового биопрепарата наноБоГум-С при двукратной обработке в дозе 1 л/га при разведении 1:300 обладает ростстимулирующим действием на растения томата сорта Матросик и может быть рекомендовано для дальнейшего изучения в производственных экспериментах и опытах с томатами других сортов.

Список литературы

1. Сахарчук Т.Н., Поликсенова В.Д., Наумова Г.В., Макарова Н.Л. Влияние препаратов гуминовой природы на прорастание семян и рост сеянцев томата. Вестник БГУ. 2012. № 2. С. 53-57.

2. Смирнова Ю.Д., Подолян Е.А. Применение наноразмерных препаратов для оптимизации микрклонального размножения картофеля. Аграрный научный журнал. 2024. № 1. С. 51–55.

3. Смирнова Ю.Д., Рабинович Г.Ю., Фомичева Н.В. Получение наноразмерного кремнегуминового препарата и его первичная апробация. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2021. Т. 11. № 3. С. 421-429.

4. Соромотина Т.В. Влияние гуминовых препаратов на биометрические показатели растений томата при выращивании в весенних пленочных теплицах. Пермский аграрный вестник. №4 (36). 2021. С. 85-90.

5. Степанченко Д.А. Влияние гуминовых препаратов и хелатных микроудобрений на продуктивность огурцов и томатов в Саратовском Заволжье при орошении / автореф.дис... к.с.-х.н., 2018. 21 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

РОЛЬ ОСУШАЕМОГО АГРОЛАНДШАФТА И ФОНА УДОБРЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Рублюк М.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Иванов Д.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-
корреспондент РАН
*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

Формирование продуктивности сельскохозяйственных культур обусловлено взаимодействием природных (климатических, почвенных) и агрохимических факторов [1-3]. В Нечерноземной зоне России за последние пять лет применение минеральных удобрений колеблется по регионам от 15 до 78 кг/га посевной площади, урожайность зерновых при этом находится в пределах от 14,6 до 45,2 ц/га [4]. При оптимизации минерального питания значительно повышается урожайность зерновых культур [5], на средне-окультуренной почве внесение умеренных доз полного минерального удобрения более эффективно, чем половинная доза в парном сочетании [6]. Исследования проводили на агрополигоне Губино (г. Тверь, Эммаусс, 2021-2023 гг.). На участке два зернотравяных севооборота (овес+травы-травы 1-2 г. п – озимая рожь – яровая пшеница). В 1-м севообороте (контрольный вариант) вносили минимальное количество азотных удобрений в подкормку (N₃₀ кг/га д.в.) на зерновых культурах. Во 2-м севообороте вносили полный NPK в дозе 60 кг/га д.в. на зерновых культурах в предпосевную культивацию и K₇₀ кг/га д.в. на травах 1 и 2 года пользования в подкормку.

© Рублюк М.В., Иванов Д.А., 2024

Влияние удобрений на продуктивность культур изучалось на осушаемом агроландшафте, который представляет собой вершину холма, склоны и межхолмные депрессии. В его пределах выделили варианты опыта (агромикрорландшафты) – 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. Почвенная разность опытного участка – глееватая остаточно-карбонатная дерново-сильнопodzolistая почва, гранулометрический состав которой в пределах южной части и вершины – супесчаный, а в северной части – легкосуглинистый. Участок осушен, расстояние между дренами в транзитных и транзитно-аккумулятивных агроландшафтах 40, 30 и 20 м соответственно. Статистическая обработка результатов исследований выполнена двухфакторным дисперсионным анализом, фактором А являются агромикрорландшафты: (Т-Аю, Тю, Э-Тю, Э-А, Э-Тс, Тс, Т-Ас); фактором В – фон удобрений: 1) контроль (N₃₀); 2) N₆₀P₆₀K₆₀).

При возделывании сельскохозяйственных культур в зернотравяном севообороте проводились исследования водно-физических свойств почвы на глубину 0-20 см. В засушливом 2021 году (ГТК = 0,96) влажность почвы в среднем за вегетационный период варьировала в пределах вариантов от 35,8 до 71,1 % к ППВ (табл. 1).

В целом по агроландшафту, максимальная влажность почвы в порядке убывания была отмечена в 2023 году (62,9%), в 2021 и 2022 гг. соответственно 53,7 и 48,9 % ППВ. Наиболее увлажненным местоположением за годы исследования оказалась верхняя часть южного склона (61,8%), а наиболее сухим – его нижняя часть, дренируемая

местным водотоком южного склона (49,6%). Различий по влажности почвы по фонам удобрений не наблюдалось.

Таблица 1

Изменение агрофизических показателей пахотного слоя почвы под яровой пшеницей в зависимости от фона удобрений и ландшафтных условий за 2021-2023 гг.

Варианты опыта	Влажность почвы, в % к ППВ			Среднее за 2021-2023 гг.	Порозность аэрации, %		+/- к контролю
	2021 г	2022 г	2023 г		Контроль	С удобрением	
Т-Аю	35,8	42,0	71,0	49,6	40,3	44,0	+3,7
Тю	54,1	56,8	66,6	59,2	39,5	40,3	+0,8
Э-Тю	71,1	54,7	59,5	61,8	37,4	37,5	+0,1
Э-А вершина холма	55,6	45,7	65,5	55,6	38,4	40,0	+1,6
Э-Тс	59,8	41,7	58,7	53,4	38,6	38,6	-
Тс	53,3	44,3	62,9	53,5	38,5	38,6	+0,1
Т-Ас	46,6	57,6	56,7	53,7	35,7	39,1	+3,4
Среднее	53,7	48,9	62,9	55,2	38,3	39,7	+1,4
	<i>НСР₀₅ для частных различий = 14,0; для фактора А – различия недостоверны; для фактора В = 5,7</i>				<i>НСР₀₅ для частных различий = 3,2; для фактора А = 2,2; для фактора В – различия недостоверны;</i>		

За период исследований (2021-2023 гг.) порозность аэрации в слое почвы 0-20 см в среднем по агроландшафту составила 38,3 и 39,7 % на контроле и удобренном фоне соответственно. Максимальное ее значение отмечено в нижней части южного склона (в Т-Аю) – 44 и 40,3 % на варианте с удобрением и контроле соответственно. Внесение полного НРК в дозе 60 кг на 1 га в д. в. под посев яровой пшеницы способствовало увеличению порозности аэрации на 0,1-3,7 %. Максимальная прибавка величины данного показателя получена в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона – 3,7 %.

Разложение целлюлозы в пахотном слое почвы под посевом яровой пшеницы было максимально высоким в 2021 году на удобренном фоне и

составило 68,6-100 % (табл. 2). На контрольном варианте наиболее высокий процент разложения льняного полотна (43,9-88,7 %) был отмечен в 2022 году. В среднем за исследуемый период (2021-2023 гг.) целлюлозоразрушающая активность почвы составила на варианте с удобрением 51,1-65,9 %. Максимальный процент разложения целлюлозы получен в элювиально-транзитном варианте южного склона – 65,9 %. Его увеличение составило 9,3 % по сравнению с средней по опыту.

Таблица 2

Изменение целлюлозоразрушающей активности почвы под яровой пшеницей в зависимости от фона удобрений и ландшафтных условий, 2021-2023 гг., %

Варианты опыта	контроль				с удобрением				± к контролю
	2021г	2022г	2023г	среднее	2021г	2022г	2023г	среднее	
Т-Аю	30,4	46,2	16,6	31,0	68,6	74,6	12,4	51,8	+20,8
Тю	39,6	74,0	15,4	43,0	100	70,7	12,6	61,1	+18,1
Э-Тю	49,5	88,7	12,2	50,1	94,4	90,0	13,3	65,9	+15,8
Э-А вершина холма	45,5	73,0	11,4	43,3	80,9	75,6	13,3	56,6	+13,3
Э-Тс	32,2	69,1	19,4	40,2	78,5	70,0	15,4	54,6	+14,4
Тс	76,3	43,9	19,0	46,4	82,8	53,2	17,4	51,1	+4,7
Т-Ас	82,9	52,3	19,1	51,4	84,6	67,5	15,6	55,9	+4,5
среднее	50,9	63,8	16,1	43,6	84,2	71,6	14,2	56,6	+13,0
<i>НСР₀₅ для частных различий = 12,5; для фактора А – различия недостоверны; для фактора В = 4,7</i>									

В транзитном варианте северного склона биологическая активность почвы максимально снижалась (на 5,5 %) по сравнению с средней по опыту. По другим вариантам биологическая активность почвы находилась в пределах от 51,8 до 61,1 %. По сравнению с контролем отмечено повышение целлюлозоразрушающей активности почвы на удобренном фоне на 4,5 – 20,8 %. Наиболее интенсивно она протекала в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона.

Наблюдения за площадью листьев растений яровой пшеницы сорта Злата проводили по фенологическим фазам роста и развития – кущение и колошение. В фазу кущения площадь листьев в среднем за 3 года исследований составила в среднем по опыту 12,7 и 17,0 тыс. м² на 1 га на контроле и удобренном фоне соответственно (табл. 3.).

Таблица 3

Изменение площади листовой поверхности растений яровой пшеницы в зависимости от фона удобрений и ландшафтных условий (в среднем за 2021-2023 гг.) тыс. м² на 1 га

Варианты опыта	контроль			С удобрением		
	Фаза кущения	Фаза колошения	Прибавка (кущение – колошение)	Фаза кущения	Фаза колошения	Прибавка (кущение – колошение)
Т-Аю	9,3	11,4	2,1	15,1	18,4	3,3
Тю	13,9	16,2	2,3	16,6	20,3	3,7
Э-Тю	13,2	14,5	1,3	16,3	21,6	5,3
Э-А вершина холма	15,9	18,5	2,6	20,2	22,9	2,7
Э-Тс	11,1	14,2	3,1	16,5	22,1	5,6
Тс	12,9	13,9	1,0	14,4	17,1	2,7
Т-Ас	12,7	14,6	1,9	20,4	21,9	1,5
среднее	12,7	14,7	2,0	17,0	20,6	3,6
<p><i>Для кущения: НСР₀₅ для частных различий = 3,7; для фактора А = 2,6; для фактора В = 1,4; для колошения : НСР₀₅ для частных различий = 4,9; для фактора А = 3,5; для фактора В = 1,9; для прибавки: НСР₀₅ для частных различий = 2,3; для фактора А - различия недостоверны для фактора В = 0,8</i></p>						

Максимальная площадь листьев в фазу кущения была сформирована на удобренном агрофоне в транзитно-аккумулятивном варианте северного склона и на вершине холма (в Э-А) и составила соответственно 20,4 и 20,2 тыс. м² на 1 га.

На контрольном варианте площадь листьев в фазу кущения была ниже на всех вариантах опыта на 1,5-7,7 тыс. м² на 1 га по сравнению с удобренным фоном. Максимальная площадь листьев в фазу колошения была получена на вершине холма – в элювиально-аккумулятивном микроландшафте – 22,9 тыс. м² на 1 га. По сравнению с контролем

площадь листьев яровой пшеницы на удобренном фоне в фазу колошения повышалась в пределах агроландшафта от 3,2 до 7,9 тыс. м² на 1 га.

За период вегетации яровой пшеницы от фазы кущения до колошения увеличение площади листьев на контрольном варианте составило от 1,0 до 3,1 тыс. м² на 1 га. Минимальный прирост площади листьев (7,7 %) получен в транзитном микроландшафте северного склона. На удобренном фоне прирост площади листьев за период от кущения до колошения составил 1,5 – 5,6 тыс. м² на 1 га.

Максимальное увеличение площади листьев (33,9 %) отмечается в элювиально-транзитном варианте северного склона. Урожайность яровой пшеницы сорта Злата различалась по годам исследований и вариантам опыта. В засушливом 2021 году урожайность яровой пшеницы на контрольном варианте варьировала от 0,60 до 2,64 т/га (табл. 4).

Таблица 4

Изменение урожайности яровой пшеницы в зависимости от фона удобрений и ландшафтных условий за 2021-2023 гг., т/га

Варианты опыта	контроль				с удобрением				+_к контролю
	2021г.	2022 г.	2023 г.	среднее	2021 г.	2022 г.	2023 г.	среднее	
Т-Аю	0,60	0,94	1,38	0,97	0,93	1,42	1,44	1,26	+0,29
Тю	0,97	1,26	1,43	1,22	1,03	1,43	1,67	1,37	+0,15
Э-Тю	0,99	1,85	2,49	1,77	2,46	1,87	2,59	2,30	+0,53
Э-А вершина холма	1,41	2,30	2,08	1,93	2,00	2,02	2,99	2,33	+0,40
Э-Тс	1,21	2,05	2,04	1,76	2,88	1,69	2,38	2,31	+0,55
Тс	2,64	2,12	2,49	2,41	3,43	1,35	2,58	2,45	+0,04
Т-Ас	1,30	1,75	1,98	1,67	2,12	1,63	2,27	2,00	+0,33
среднее	1,30	1,75	1,98	1,67	2,12	1,63	2,27	2,00	+0,33
<i>НСР₀₅ для частных различий =0,51; НСР для фактора А =0,36; НСР для фактора В =0,19</i>									

В среднем за исследуемый период (2021-2023 гг.) урожайность яровой пшеницы на контрольном варианте находилась в пределах от 0,97 до 2,41 т/га. Максимальное ее значение (2,41 т/га) было получено в

транзитном микроландшафте северного склона, превышение, по сравнению с средним по опыту, составило 0,74 т/га.

Наиболее низкая урожайность (0,97 т/га) была получена на южном склоне (в Т-Аю) – ее снижение составило 0,70 т/га. На удобренном агрофоне урожайность яровой пшеницы в среднем за 3 года варьировала от 1,26 до 2,45 т/га. Максимальное превышение урожайности (на 0,45 т/га) по сравнению с средней по опыту было получено в транзитном варианте северного склона.

В нижней части южного склона урожайность пшеницы была наиболее низкой и ее снижение по сравнению с средней по опыту составило 0,74 т/га. По урожайности яровой пшеницы на удобренном агрофоне получена достоверная прибавка (0,53-0,55 т/га) в элювиально-транзитных микроландшафтах обоих склонов.

Урожайность контрольного варианта коррелировала с массой 1000 зерен ($r=0,71$) и с биологической активностью почвы ($r=0,53$). По урожайности удобренного агрофона получена прямая сильная корреляционная связь с весом зерна с 1 колоса ($r=0,98$) и массой 1000 зерен ($r=0,72$). Влияние удобрений на элементы структуры урожая яровой пшеницы в пределах агроландшафта показано в таблице 5.

Густота стеблестоя перед уборкой растений яровой пшеницы составила в среднем по опыту на контроле и удобренном фоне 445 и 453 шт./м² соответственно. Количество зерен в колосе составило на контроле и удобренном фоне 25 и 26 шт. соответственно.

Максимальное число зерен (29 шт.) было на удобренном фоне в верхней и средней частях северного склона. Масса 1000 зерен пшеницы составила в среднем по опыту 38,8 и 40,1 г на контроле и удобренном фоне соответственно.

Таблица 5

Изменение элементов структуры урожая яровой пшеницы в зависимости от фона удобрений и ландшафтных условий (в среднем за 2021-2023 гг.)

Варианты опыта	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²		Количество зерен в колосе, шт.		Масса 1000 зерен, г		Вес зерна с 1 колоса, г	
	Контроль	С удобрением	Контроль	С удобрением	Контроль	С удобрением	Контроль	С удобрением
Т-Аю	463	453	24	22	37,1	39,7	0,90	0,87
Тю	417	407	23	22	38,2	38,6	0,90	0,87
Э-Тю	404	454	26	28	39,0	40,1	1,03	1,13
Э-А вершина холма	451	451	28	28	38,8	40,2	1,08	1,14
Э-Тс	460	467	20	29	38,2	39,5	0,78	1,16
Тс	466	471	27	29	40,2	41,5	1,09	1,22
Т-Ас	455	473	27	27	40,6	41,4	1,11	1,12
среднее	445	453	25	26	38,8	40,1	0,98	1,07
	<i>НСР₀₅ для частных различий = 40; НСР для фактора А = 34; НСР для фактора В – различия недостоверны</i>		<i>НСР₀₅ для частных различий = 3,9; НСР для фактора А = 2,0; НСР для фактора В = 1,5</i>		<i>НСР₀₅ для частных различий = 1,9; НСР для фактора А = 1,3; НСР для фактора В = 0,7</i>		<i>НСР₀₅ для частных различий = 0,19; НСР для фактора А = 0,13; НСР для фактора В = 0,07</i>	

По сравнению с контролем наблюдалось увеличение массы 1000 зерен пшеницы на 0,4-2,6 г. Максимальная прибавка массы зерна (2,6 г) получена в нижней части южного склона (Т-Аю). Вес зерна с 1 колоса на контроле изменялся в пределах от 0,78 до 1,08 г. На удобренном фоне вес зерна с 1 колоса по сравнению с контролем был больше на 0,01 – 0,38 г.

Выводы

1. Максимальная влажность почвы (61,8 % ППВ) отмечена в элювиально-транзитном варианте южного склона, что было выше средней по опыту на 6,6 %. Влияние фона удобрений на влажность почвы не установлено.

2. Внесение полного NPK в дозе 60 кг на 1 га в д. в. под посев яровой пшеницы способствовало увеличению порозности аэрации на 0,1 – 3,7 %. Максимальная прибавка величины данного показателя получена в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона – 3,7 %.

3. Целлюлозоразрушающая активность почвы на удобренном фоне повышалась на 4,5 – 20,8 %. Ее максимальное увеличение (на 20,8 %) зафиксировано в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона.

4. Прирост площади листьев за период от кущения до колошения за счет применения удобрений составил 1,5-5,6 тыс. м² на 1 га. Максимальное увеличение площади листьев (33,9 %) отмечается в элювиально-транзитном варианте северного склона.

5. Максимальная урожайность пшеницы в среднем за три года была получена в транзите северного склона по обоим фонам и составила 2,41 и 2,45 т/га на контроле и варианте с удобрением соответственно. Достоверная прибавка урожайности пшеницы (0,53-0,55 т/ га) была получена в элювиально-транзитных вариантах обоих склонов на удобренном фоне по сравнению с контролем.

6. Урожайность пшеницы на удобренном агрофоне зависит от веса зерна с 1 колоса ($r= 0,98$) и массы 1000 зерен ($r= 0,72$), на контроле – от массы 1000 зерен ($r= 0,71$) и биологической активности почвы ($r = 0,53$).

7. Масса 1000 зерен на удобренном варианте была выше по сравнению с контролем на 0,4-2,6 г, вес зерна с 1 колоса - выше на 0,01-0,38 г, чем на контроле.

Список литературы

1. Чуян О.Г., Караулова Л.Н., Митрохина О.Н., Золотухин А.Н. Реализация природно-ресурсного потенциала агроландшафтов Центрального Черноземья. Российская сельскохозяйственная наука. 2021. №4. С.2-7.

2. Рублюк М.В., Иванов Д.А. Влияние погодных и ландшафтных условий на урожайность яровой пшеницы сорта Злата // Зерновое хозяйство. 2023. №5. С. 70-77.

3. Колесников Л.Е., Чекурова С.С., Колесникова Ю.Р. Выявление основных факторов, влияющих на структуру урожайности пшеницы и ее изменчивость в условиях Ленинградской области. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета 2019. №2. С. 22-28.

4. Сычев В.Г., Шафран С.А., Илюшенко И.В. Применение минеральных удобрений и их эффективности в различных зонах России. Плодородие. 2022. №3. С. 3-6.

5. Мерзлая Т.Е., Коваленко А.А., Постникова К.В., Манцева Т.Э. Интенсивная технология возделывания и продуктивность пшеницы на дерново-подзолистой почве. Плодородие. 2023. №2. С. 63-67.

6. Коваленко А.А., Забугина Т.М. Влияние минеральных удобрений на урожайность и окупаемость прибавкой урожая зерновых культур. Плодородие. 2019. № 5. С. 110-119.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ И КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ

Хархардинов Н.А.

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

Почва – это сложная живая и богатая система, которая оказывает значительное влияние на рост растений [1]. Она состоит из минеральных частиц, воды, воздуха, органических веществ и различных живых организмов, включая бактерии, грибки, насекомых и различных мелких животных.

Плодородие почвы зависит от ее способности обеспечивать растения питательными веществами, которые им необходимы для успеха. Гумус и другие органические вещества играют важную роль в поддержании плодородия почвы, сохраняя почву влажной и улучшая качество ее питательных веществ [2, 3].

Для улучшения агрофизических и химических свойств почвы можно использовать ресурсосберегающие методы ведения сельского хозяйства и научно обоснованный севооборот [4, 5]. Это будет способствовать сохранению почвы и повышению ее качества для содействия росту растений.

Цель исследований – изучение влияния условий осушаемого агроландшафта на продуктивность зернотравяного севооборота.

© Хархардинов Н.А., 2024

В ходе эксперимента изучали следующие варианты. Фактор А – АМЛ: транзитно-аккумулятивный южного склона (Т-Аю), транзитный южного склона (Тю), элювиально-транзитный южного склона (Э-Тю), элювиально-аккумулятивный (вершина холма) (Э-А), элювиально-транзитный северного склона (Э-Тс), транзитный северного склона (Тс), транзитно-аккумулятивный северного склона (Т-Ас). Фактор В – период исследований 2019-2023 гг.

Опыт проводился на трансекте в пределах агрополигона Губино ВНИИМЗ, который расположен на дерново-подзолистой почве. Площадь полигона составляет 50 гектаров, он находится на конечно-моренном холме с относительной высотой 15 метров.

Трансекта представляет собой последовательность параллельных полей. Каждая полоса отведена под выращивание одного вида растений в составе севооборота. Ширина полосы составляет 7,2 метра, длина – 1300 метров, общая площадь – около 1 гектара. В пределах каждой полосы, занятой только одним видом растений, применяются одни и те же технологические приемы.

На трансекте применялся зернотравяной севооборот: 1. Овес сорта Яков, с подсевом многолетних трав. 2. Многолетние травы первого года пользования (клевер ВИК-7 и тимофеевка луговая ВИК-9). 3. Многолетние травы второго года пользования (клевер ВИК-7 и тимофеевка луговая ВИК-9). 4. Яровая пшеница сорта Злата. 5. Озимая рожь сорта Дымка.

В таблице 1 представлено состояние погоды с 2019 по 2023 гг., которое оказывало влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур.

Изучая динамику агроклиматических показателей, можно прийти к выводу, что 2019, 2022 и 2023 годы были средними по количеству осадков. В 2020 году, напротив, наблюдалось избыточное увлажнение, а 2021 год оказался относительно засушливым (табл. 1).

Таблица 1

Агрометеорологическая обстановка в период роста и развития растений

Агроклиматические показатели	Годы наблюдений				
	2019	2020	2021	2022	2023
$\sum t \geq 10^\circ$	2278	2094	2202	1923	1847
Сумма осадков, мм	303	434	223	254	262
ГТК	1,33	2,07	1,01	1,32	1,42

В ходе исследования было установлено, что эффективность зернотравяного севооборота зависит от агроландшафта и погодных условий. В 2019 году был зафиксирован максимальный урожай – 3,43 тонны с гектара, что стало возможным благодаря благоприятной погоде – температуре и достаточному количеству осадков (табл. 2).

Таблица 2

Изменение урожайности культур в зернотравяном севообороте в зависимости от условий осушения агромикрорландшафтов, т/га кормовых единиц за период с 2019 по 2023 гг.

Варианты опыта (АМЛ)	2019	2020	2021	2022	2023	Среднее по А
	Овёс	Травы 1г.п.	Травы 2г.п.	Рожь	Яровая пшеница	
Т-Аю	4,03	2,15	2,10	2,44	1,77	2,50
Тю	3,54	2,72	2,50	2,66	1,83	2,65
Э-Тю	3,36	2,87	2,82	2,38	3,19	2,93
Э-А	4,03	2,85	3,36	2,75	2,66	3,13
Э-Тс	3,99	2,82	2,83	2,71	2,61	2,99
Тс	2,65	3,65	2,19	2,58	3,19	2,85
Т-Ас	2,38	3,37	2,37	2,70	3,35	2,83
среднее по В	3,43	2,92	2,60	2,60	2,65	
<i>НСР_{0,05} для частных различий = 0,70; для фактора А = 0,31; для фактора В = 0,26</i>						

Выводы

Установлено, что эффективность зернотравяного севооборота зависит от агроландшафта и погодных условий. В 2019 году был зафиксирован максимальный урожай – 3,43 тонны с гектара, что стало возможным благодаря благоприятной погоде: теплой температуре и достаточному количеству осадков.

Особенно благоприятные условия для роста и развития растений были в элювиально-аккумулятивном агроландшафте, расположенных на вершинах холмов. Это также оказало положительное влияние на урожайность.

Чтобы достичь максимальной эффективности севооборота на полях, необходимо учитывать особенности агроландшафтов и погодные условия. В агроландшафтах с элювиальными особенностями можно использовать более сложные схемы посевов.

Список литературы

1. Delgado-Baquerizo M. et al. Multiple elements of soil biodiversity drive ecosystem functions across biomes. *Nature ecology & evolution*. 2020. Т. 4. №. 2. С. 210-220.
2. Козлов А.В. Влияние диатомовой породы на гумусовые вещества дерново-подзолистой почвы в условиях агроэкосистем и физико-химический механизм их взаимодействия / А. В. Козлов, А. Х. Куликова, Р. И. Румянцев // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 1(30). С. 55-61.
3. Delgado-Baquerizo M. et al. Multiple elements of soil biodiversity drive ecosystem functions across biomes. *Nature ecology & evolution*. 2020. Vol. 4. No. 2. P. 210-220.
4. Рублюк М. В., Иванов Д. А. Изменение свойств дерново-подзолистой почвы в зависимости от условий осушаемого агроландшафта

при возделывании овса в фитоценозе с травами // Земледелие. 2023. № 3. С. 8-12.

5. Хусайнов Х. А., Тунтаев А. В., Елмурзаева Ф. Д. Содержание подвижного фосфора в черноземе типичном при различных приемах основной обработки и применении средств химизации и биологизации. Плодородие. 2023. № 1 (130). С. 22-25.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

**РАЗДЕЛ IV. УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ,
АГРОМЕЛИОРАТИВНЫМ СОСТОЯНИЕМ И
ПРОДУКТИВНОСТЬЮ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

УДК 631.616: 631.4

**РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ
ИЗМЕНЕНИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ В ОЗЕРСКОМ
МУНИЦИПАЛЬНОМ ОКРУГЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Анциферова О.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

Журавлева О.А.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,

г. Калининград, Россия

Ретроспективный анализ и прогнозирование изменений агрохимических свойств почв имеют решающее значение для понимания состояния и плодородия почв. Эти анализы помогают выявить тенденции, закономерности и взаимосвязи между различными, влияющими на качество почвы, факторами (изменение климата, применяемые технологии и систем земледелия, стратегии ведения сельского хозяйства) [1].

Научное значение ретроспективного анализа заключается в возможности обобщить исторические данные о свойствах почвы и их изменениях с течением времени. Эта информация может быть использована для установления исходных показателей состояния почвы, оценки эффективности антропогенного воздействия и методов землепользования, а также для улучшения понимания глубинных процессов, определяющих деградацию и восстановление почвы [2].

© Анциферова О.А., Журавлева О.А., 2024

Актуальность и практическая значимость ретроспективного анализа и прогнозирования изменений агрохимических свойств почв заключается в обеспечении принятия решений по сохранению плодородия угодий, устойчивости сельскохозяйственного производства и охране природы.

Цель исследования: разработка системы прогноза изменений агрохимических свойств почв на базе ограниченного массива архивных данных с использованием машинного обучения.

В исследовании анализируется массив архивных данных ЦАС «Калининградский» по агрохимическому обследованию сельскохозяйственных угодий в границах бывшего ТОО «Имени Ленина» Озерского муниципального округа Калининградской области за период 1979 – 2017 гг. Общая изученная площадь 600 га.

Территория исследования располагается в юго-восточной части Калининградской области (рис. 1) и относится к Виштынецкой холмисто-моренной возвышенности [3]. Согласно почвенно-географическому районированию территория находится в пределах зоны дерново-подзолистых почв южной тайги, Калининградской провинции дерново-подзолистых слабонасыщенных и вторично-насыщенных почв и буроземов кислых оподзоленных.

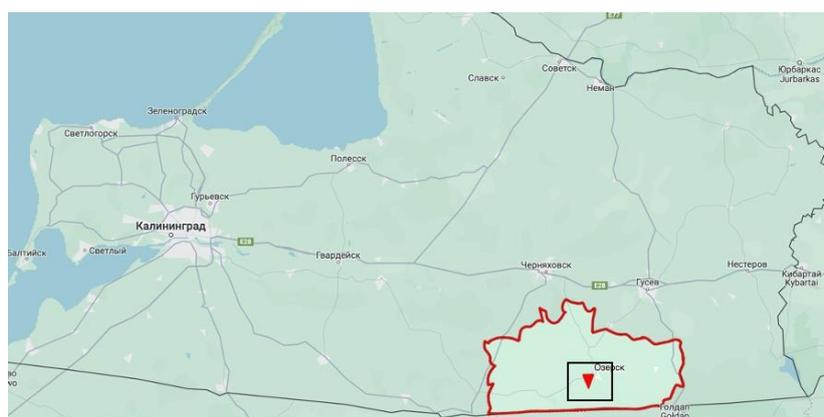


Рис. 1. Территория исследования (Озерский муниципальный округ, изученные сельхозугодья) на схеме Калининградской области

Предмет исследований – пространственно-временные изменения показателя pH_{KCl} , содержания подвижных форм калия и фосфора в почвах сельскохозяйственных угодий.

В работе использовано два основных метода: 1) ретроспективный анализ архивных данных агрохимического мониторинга; 2) прогнозное моделирование на базе машинного обучения.

Результаты и обсуждение.

Ретроспективный анализ. На основе таблиц свойств почв и схемы размещения агрохимических контуров в программе QGIS (версия 3.30.3-'s-Hertogenbosch) был создан ГИС проект. Таблица содержания использовалась как атрибутивная таблица слоя (рис. 2, 3).

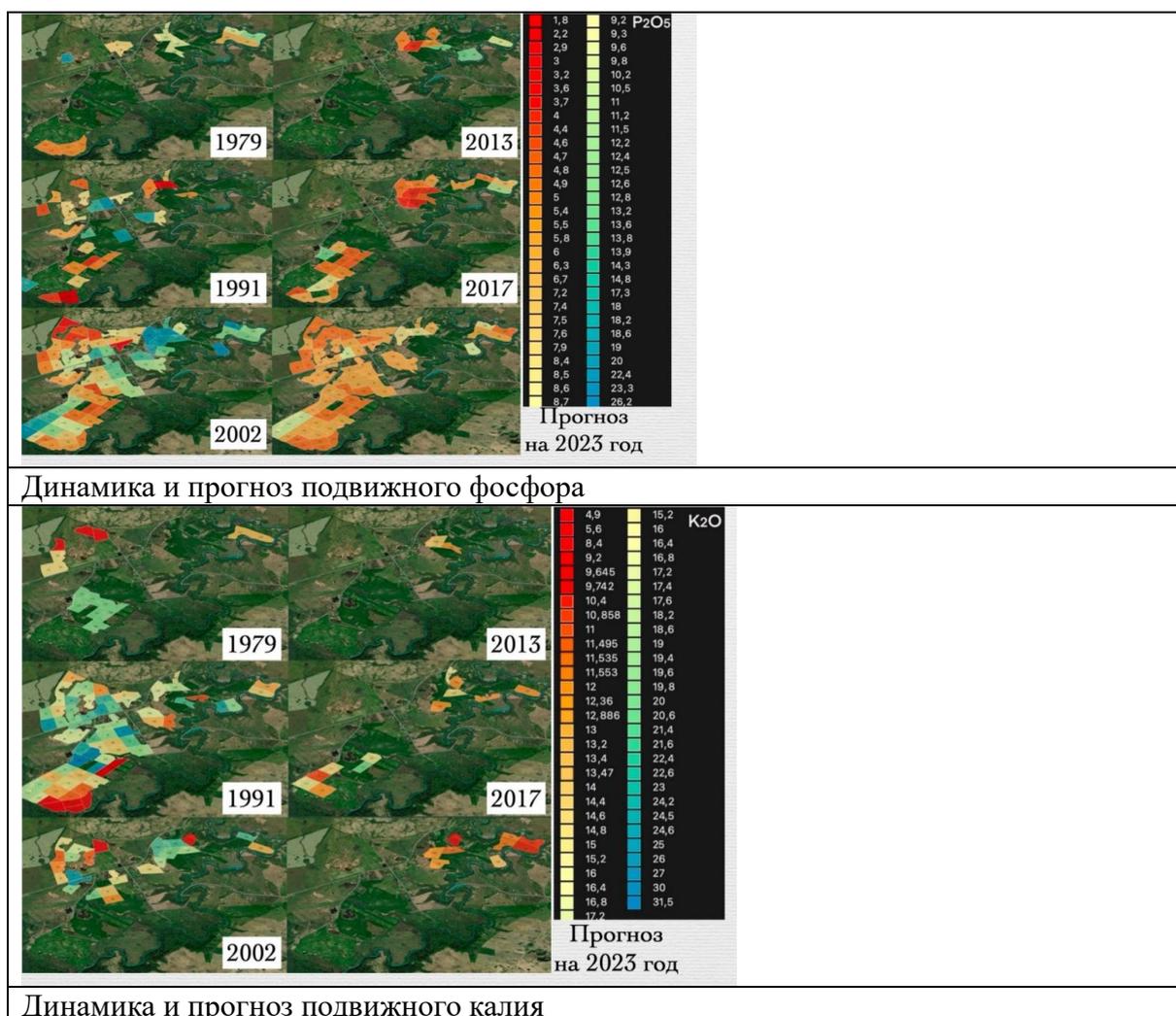


Рис. 2. Динамика подвижных форм фосфора и калия (1979-2017 гг.) и прогноз на 2023 г.

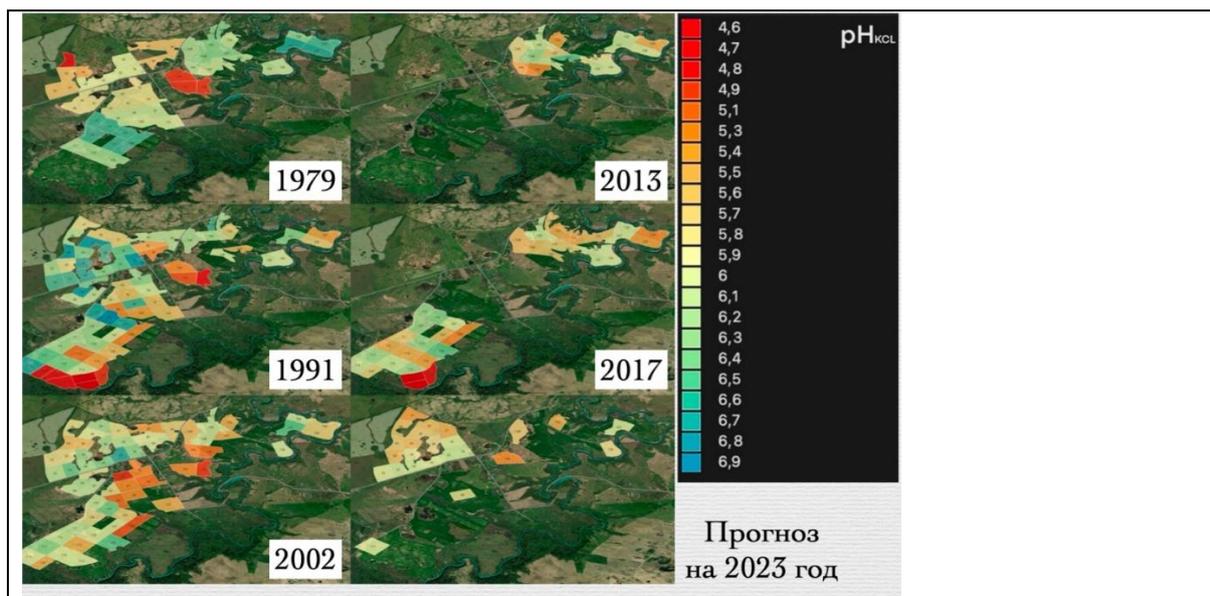


Рис. 3. Динамика pH_{KCl} (1979-2017 гг.) и прогноз на 2023 г.

В качестве топоосновы использован космоснимок местности MapBox Satellite Street. При работе с архивными материалами выявился ряд проблем, которые отражаются на корректности ретроспективного анализа, пространственного представления данных и последующего прогнозного моделирования:

- 1) неполнота данных по агрохимическим свойствам внутри контуров по отдельным турам мониторинга;
- 2) неполнота данных в результате несистематичности проведения туров обследования, разрыв между которыми составляет от 4 до 12 лет;
- 3) изменение конфигурации агрохимических контуров в результате смены угодий или раздела земельных долей в ходе реформ после 1991 г.
- 4) неполнота сведений о проводившихся известкованиях и объемах внесенных минеральных удобрений.

Таким образом, в работе проведена проверка возможности ретроспективного анализа и моделирования в условиях ограниченности исходных данных.

В результате расчета средневзвешенных значений по всему массиву данных получили информацию об общем направлении изменений и скорости процессов за 1979-2017 гг. (таблица).

Таблица

Фактические и предсказанные изменения агрохимических свойств почв

Агрохимический показатель	Фактические изменения (средние величины) по турам агрохимического обследования				Прогноз
	1979 - 1991	1991 - 2002	2002-2013	2013-2017	
P ₂ O ₅ , мг на 100 г	+2,9	+0,5	-1,9	-0,4	-1,6
K ₂ O, мг на 100 г	+4,2	-0,7	-4,3	+0,5	-2,5
pH _{KCl} , единицы	+0,3	-0,2	+0,2	-0,2	0,0

До 1991 г. наблюдается стабильный рост всех показателей, что указывает на активное использование сельскохозяйственных угодий и периодически проводившиеся известкования (по наиболее проблемным агрохимическим контурам) и внесение удобрений (на пашне). За последующие 10 лет выражена обратная тенденция прежде всего по наиболее динамичным показателям (рН и подвижный калий). Соединения фосфора при прекращении внесения удобрений могут частично переходить из малодоступных соединений в доступные при подкислении. Этим объясняется их итоговый незначительный прирост за 1991-2002 гг. Кризис в сельском хозяйстве после 1991 г. сопровождался прекращением: 1) известкования и внесения удобрений; 2) использования угодий по назначению и фактическим распространением залежей. Максимально эти процессы проявились на территории Калининградской области до 2011 г. [4], что и отразилось на уровне агрохимических свойств (таблица). В тоже время кризис затронул и агрохимическую службу. В результате резко сократилась площадь обследования и достоверной информации о процессах динамики агрохимических свойств на залежах (в частности, Озерского района) нет.

В настоящее время традиционные фосфорные удобрения не вносятся в области, а устойчивый недостаток фосфора в почвах компенсируется стартовой дозой в комплексных удобрениях (диаммофоска, аммофос). Сходная картина и по калийным удобрениям за исключением локальных ситуаций. После 2011 г. начался процесс повторного вовлечения залежных почв в сельскохозяйственный оборот. Этот положительный в целом процесс сопровождался распашкой, в том числе, эрозионноопасных участков в Озерском районе. В итоге активизация водной эрозии частично могла повлиять на агрохимические свойства почв. Особенностью территории исследования является широкое распространение карбонатных пород (моренного и водно-ледникового генезиса). При смыве гумусового горизонта в условиях склоновых поверхностей конечно-моренных гряд на поверхность выходят или начинают припахиваться карбонатные тяжелые суглинки и глины. Поэтому может возникнуть локальная ситуация увеличения показателя рН и подвижного калия при фактическом отсутствии их внесения или известкования. Отрицательная динамика рН связана с повсеместным применением азотных гидролитически кислых удобрений (аммонийная селитра, сульфат аммония). Этим и объясняется разнонаправленная динамика свойств 2002-2017 гг. при обобщении данных пространственно неоднородных участков.

Прогнозное моделирование. Большое количество факторов, влияющих на агрохимические показатели, обуславливает сложность корректной экстраполяции данных. Одним из возможных подходов к решению этой проблемы является создание и использование моделей на основе технологии машинного обучения [5]. Необходимость получения прогноза в числовом виде обусловила выбор типа модели машинного обучения – Tabular Regressor на базе фреймворка Core ML. Модели создавались и тренировались с помощью программы Create ML (Apple

Corporation 2017-1023), с векторизатором признаков на основе Tree Ensemble Regressor.

Исходными данными для тренировки модели выступила ретроспективная информация по анализируемым участкам за 1979, 1991, 2002 и 2013 годы. Значения первых трех лет использовались как исходные, а данные 2013 г. – в качестве целевых данных для обучения модели. Максимальная ошибка прогноза по трем значениям $pH_{КС}$ составила 0,15 единицы, а среднеквадратическое отклонение прогноза содержания фосфора – 5,1 мг/100 г., содержания калия 0,66 мг/100 г. Для прогнозирования содержания фосфора и значения pH использовались данные за предыдущие 30 лет, а для калия - за предшествующие 20 лет и современная вертикальная расчлененность рельефа, вычисленная для каждого участка по цифровой модели рельефа средствами QGIS. При этом подключался слой с цифровой моделью рельефа «AW3D30 OpenTopography». В итоге не выявлено значительного влияния рельефа на динамику агрохимических показателей. Причины заключаются в том, что в пределы одного агрохимического контура площадью 4-9 га нередко попадают несколько элементов рельефа (от вершин до понижений). Это приводит к нивелированию итогового результата динамики свойств, обусловленных влиянием геохимических потоков в холмистом ландшафте. Для выявления такой связи необходимо проводить детальные исследования, в которых применяется ЦМР высокого разрешения и агрохимическое обследование привязано к элементам рельефа.

С помощью полученных моделей были реконструированы недостающие данные за 2002 и 2013 гг. На основе имеющихся и реконструированных данных осуществлен прогноз уже для всех рассматриваемых участков. Достоверность такого прогноза существенно ниже, чем если бы были обследованы все участки на протяжении периода с 1979 по 2023 гг. Предполагается, что тенденции изменения показателей

почв участков сохраняются во времени, или меняются по одним и тем же закономерностям. По материалам 1979, 1991, 2002 гг. программа подбирает такие коэффициенты, чтобы получились известные значения 2013 г. во всех строках таблицы. Программа натренирована сугубо для определенных контуров участка по недостаточным данным, но, если вести ежегодный мониторинг, можно добавить намного больше критериев и параметров для вычислений, что сделает прогноз более полноценным и достоверным.

Заключение

На основании предсказанных значений можно утверждать, что если существующие условия землепользования сохранятся, то содержание фосфора и калия в почвах будут постепенно снижаться. Вероятна такая тенденция для рН, особенно в условиях высокого пресса азотных удобрений. При этом на изученных сельскохозяйственных угодьях наблюдается значительная пространственная пестрота агрохимических показателей как результат сочетания почвенно-геоморфологических условий и неоднородности землепользования (различия по видам угодий, применяемых агротехнологий).

Прогнозируется, что большая часть почв имеет значения рН в границах от слабокислой до близкой к нейтральной реакции среды. Это пригодно для большинства возделываемых сельскохозяйственных культур (многолетние травы, кукуруза на силос, зерновые колосовые) в условиях неглубокого залегания карбонатного горизонта в почвах. Содержание подвижного фосфора варьирует от 4,8 до 9,1 мг/100 г (от низкого до среднего) с выраженной тенденцией к дальнейшему снижению. Поэтому необходимо вносить фосфорные удобрения во избежание дисбаланса питательных элементов в почвах. Уровень подвижного калия прогнозируется в границах 9,2-13,4 мг/кг (от среднего до повышенного). Следует обратить внимание на дополнительное внесение при выращивании калиелюбивых культур (картофель, свекла, овощи).

Разработанная программа перспективна для применения в системе Агрохимической службы России.

Работа выполнена в рамках инициативно-поисковой госбюджетной научно-исследовательской темы кафедры агрономии и агроэкологии ФГБОУ ВО «КГТУ» «Почвенные ресурсы Калининградской области: оценка, использование, продуктивность, управление» (Рег. № 13.16.022.2)

Список литературы

1. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. Москва: РАН, 2019. – 328 с.

2. Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно ландшафтном земледелии: в 3 томах. Москва: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2013. 752 с.

3. Географический атлас Калининградской области / гл. ред. В.В. Орленок. – Калининград: Изд-во КГУ совм. с ЦНИТ, 2002. – 276 с.

4. Анциферова О.А. Анализ динамики площадей залежных угодий в Калининградской области. Почвы и окружающая среда. 2024. Том 7. № 3. С. 262.

5 Журавлева О.А., Журавлев А. В. Использование технологий машинного обучения для прогноза агрохимических показателей в почвах агроландшафтов на основе ретроспективных данных. Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Материалы 32-й научной конференции. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2023. С. 45-47.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОХИМИКАТОВ МАРКИ БАТР НА КУКУРУЗЕ В СРАВНЕНИИ С МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ

Багринцева В.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

Ивашененко И.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,

Шмалько И.А., кандидат сельскохозяйственных наук,

Серова О.Д.

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»,
г. Пятигорск, Россия*

Без применения удобрений невозможно повышение урожайности зеленой массы и зерна кукурузы [1]. Однако минеральные удобрения в технологиях возделывания культуры очень затратная статья расходов. В современных системах удобрения сельскохозяйственных культур применение новейших агрохимикатов в виде некорневых подкормок представляет собой наиболее прогрессивный и экономичный способ доставки макро-, микроэлементов и других полезных веществ в растительный организм [2]. Растения быстро и без потерь впитывают и усваивают все получаемые с препаратами питательные вещества. Подкормки растений во время вегетации разными агрохимикатами существенно повышают урожайность зеленой массы и зерна кукурузы, повышают качество выращиваемой продукции. Особенно эффективны на кукурузе агрохимикаты, содержащие важные для кукурузы макро- и микроэлементы [3].

© Багринцева В.Н., Ивашененко И.Н.,
Шмалько И.А., Серова О.Д., 2024

Современные наиболее эффективные агрохимикаты для некорневых подкормок растений представляют собой сложные многокомпонентные и многофункциональные продукты с инновационными решениями.

Мировая тенденция роста производства растениеводческой продукции направлена на научно обоснованное применение экономически эффективных и экологически безопасных агрохимикатов [4]. Некорневые подкормки растений эффективными агрохимикатами по прибавкам урожая зеленой массы и зерна кукурузы не уступают внесению минеральных удобрений в почву. В связи с малыми дозами и низкими ценами применение агрохимикатов для некорневых подкормок растений экономически более выгодно по сравнению с минеральными удобрениями [5].

Цель наших исследований сравнить эффективность некорневых подкормок растений кукурузы агрохимикатами Батр 40 Азот, Батр Макс, Батр Цинк с внесением минеральных удобрений в почву перед посевом. Удобрения Батр 40 Азот, Батр Макс и Батр Цинк производятся в жидкой препаративной форме, имеют в своем составе комплексы макро- и микроэлементов. В составе удобрений также имеются органические кислоты (янтарная, лимонная, аскорбиновая). Производитель и регистрант этих удобрений – ООО «Сервис Агро» (Республика Татарстан).

В качестве стандарта для сравнения взяли аммиачную селитру и нитроаммофоску в дозах эффективных в условиях Ставропольского края [6]. Варианты опыта и дозы агрохимикатов представлены в таблицах. Дозы удобрений предложены производителем ООО «Сервис Агро».

Полевые опыты проводили в 2019-2020 гг. на опытном поле Всероссийского НИИ кукурузы в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края.

Предшественником кукурузы в опытах была озимая пшеница. Основная обработка почвы отвальная зябь. После уборки предшественника проведено двукратное лущение стерни, осенью – вспашка. Весной до посева проведено 2 культивации.

В опыте высевали среднеспелый гибрид кукурузы Машук 355 МВ (ФАО 350). Сеяли кукурузу в 2019 г. 29 апреля, в 2020 г. – 30 апреля сеялкой УПС-8. Всходы кукурузы в 2019 г. появились 10 мая, в 2020 г. – 11 мая. После появления всходов в фазе 2-3 листьев формировали оптимальную для гибрида густоту стояния растений 55 тыс. шт./га.

Площадь делянки равна 19,6 м² (7,0 м x 2,8 м), учетная – 9,8 м² (7,0 м x 1,4 м). Повторение вариантов в опыте четырехкратное.

Минеральные удобрения селитру и нитроаммофоску вносили весной под первую культивацию. Для борьбы с сорными растениями посев кукурузы в фазе 3-х листьев обработали гербицидом Аденго (0,5 л/га). С целью рыхления почвы в фазе 7-8 листьев провели междурядную культивацию. Некорневую подкормку растений кукурузы агрохимикатами проводили после междурядной культивации в фазе 8 листьев при расходе воды 250 л/га.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый. Объемная масса 1 м слоя почвы в среднем составляет 1,25 г/м³. Гумуса в слое почвы 0-20 см содержится 4,5 %. Реакция почвенного раствора гумусового горизонта щелочная (рН водной вытяжки 7,5). Содержание элементов питания в слое почвы 0-20 см определяли до применения удобрений. В среднем за два года исследований содержание в слое почвы 0-20 см нитратного азота по Грандваль-Ляжу составило 17,6; подвижного фосфора по Мачигину – 10,5; обменного калия по Мачигину – 253 мг/кг.

Среднее многолетнее количество осадков в зоне проведения опытов за период вегетации кукурузы составляет 343,6 мм, в том числе: в мае 79,4;

июне 87,1; июле 70,4; августе 58,7; сентябре 48 мм. В 2019-2020 гг. осадков за май-сентябрь (период вегетации кукурузы) выпадало меньше среднего многолетнего количества: в 2019 г. – на 41,5 мм (на 12,1%); в 2020 г. – на 71,3 мм (на 20,8%). В 2019 г. по месяцам осадки выпадали в таком количестве: май – 50,6; июнь – 71,0; июль – 114,0; август – 16,0; сентябрь – 50,2 мм; в 2020 г. соответственно: 138,7; 45,0; 18,0; 65,1; 5,5 мм. Условия увлажнения в 2019 г. были более благоприятными для кукурузы по сравнению с 2020 г., осадки выпадали регулярно, в критические периоды роста и развития растений (в июне-июле) их было достаточно.

Применение минеральных удобрений и агрохимикатов оказало положительное влияние на рост растений кукурузы. Увеличение высоты растений в оба года наблюдений было существенным по сравнению с контролем (табл. 1). В среднем за два года прирост растений в высоту от минеральных удобрений был таким же, как от агрохимикатов Батр 40 Азот и Батр Макс.

Таблица 1

Влияние удобрений на высоту растений и прибавку
в фазе цветения, см

Вариант опыта	2019 г.		2020 г.		В среднем	
	высота	при- бавка	высота	при- бавка	высота	при- бавка
Без удобрений	235	-	203	-	219	-
N30	246	11	215	12	231	12
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	251	16	215	12	233	14
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	243	8	219	16	231	12
Батр Макс (1,0 л/га)	244	9	222	19	233	14
Батр Цинк (1,0 л/га)	242	7	215	12	229	10
НСР _{0,05} , см	4		7		9	

Более интенсивный рост растений под влиянием дополнительного питания дал прибавку урожая зеленой массы (табл. 2).

Наибольшее увеличение урожайности зеленой массы отмечено при применении в качестве удобрения нитроаммофоски, в 2019 г. прибавка составила 34,7 %, в 2020 г. 27,2 %, в среднем 31,1 %.

Таблица 2
Влияние удобрений на урожайность зеленой массы и прибавку, т/га

Вариант опыта	2019 г.		2020 г.		В среднем	
	уро-жай	при-бавка	уро-жай	при-бавка	уро-жай	при-бавка
Без удобрений	30,8	-	30,2	-	30,5	-
N30	38,6	7,8	34,3	4,1	36,5	6,0
N30P30K30	41,5	10,7	38,4	8,2	40,0	9,5
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	38,1	7,3	34,4	4,2	36,2	5,7
Батр Макс (1,0 л/га)	37,8	7,0	35,9	5,7	36,9	6,4
Батр Цинк (1,0 л/га)	35,5	4,7	35,9	5,7	35,7	5,2
НСР _{0,05} , т/га	4,4		2,4		3,1	

Прибавки урожая зеленой массы, полученные за счет применения аммиачной селитры, не отличались существенно от прибавок, которые обеспечивали некорневые подкормки агрохимикатами марки Батр. В среднем за два года от внесения аммиачной селитры в почву до посева урожайность зеленой массы повысилась на 19,7 %, от некорневой подкормки удобрением Батр 40 Азот – на 18,7 %, Батр Макс – на 21,0 %, Батр Цинк – на 17,0 %. Положительное влияние всех изучаемых удобрений на кукурузу проявлялось в увеличении урожайности зерна (табл. 3).

Таблица 3
Влияние удобрений на урожайность зерна и прибавку, т/га

Вариант опыта	2019 г.		2020 г.		В среднем	
	уро-жай	при-бавка	уро-жай	при-бавка	уро-жай	при-бавка
Без удобрений	7,71	-	4,14	-	5,92	-
N30	8,40	0,69	4,68	0,54	6,54	0,62
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	8,61	0,90	4,50	0,36	6,56	0,64
Батр 40 Азот (3,0 л/га)	7,99	0,28	4,33	0,19	6,16	0,24
Батр Макс (1,0 л/га)	7,98	0,27	4,25	0,11	6,12	0,20
Батр Цинк (1,0 л/га)	8,02	0,31	4,84	0,70	6,43	0,51
НСР _{0,05} , т/га	0,43		0,47		0,50	

В среднем за годы исследований минеральные удобрения дали равные к контролю прибавки урожая, аммиачная селитра повысила урожайность зерна на 10,5 %, нитроаммофоска – на 10,8 %. Некорневые подкормки обеспечили наибольшее повышение урожайности зерна на 8,6 % при применении удобрения Батр Цинк. Подкормки агрохимикатами Батр 40 Азот и Батр Макс повысили урожайность зерна по отношению к контролю без удобрений в среднем на 4,1 и 3,4%. По годам прибавки урожая зерна были существенными только от удобрения Батр Цинк.

В современных экономических условиях минеральные удобрения являются дорогостоящим средством повышения урожайности кукурузы. Затраты на применение удобрений складываются из таких технологических операций, как подвоз удобрений, их погрузка, внесение, стоимость удобрений, которая часто является определяющей статьей расхода (табл. 4).

Таблица 4

Окупаемость затрат на применение удобрений в среднем за 2019-2020 гг.

Показатель	1	2	3	4	5
Прибавка урожая, т/га	0,62	0,64	0,24	0,20	0,51
Стоимость дополнительной продукции, руб./га	7440,0	7680,0	2880,0	2400,0	6120,0
Стоимость удобрений, руб./га	2047,0	6937,5	1170,0	460,0	600,0
Затраты на внесение удобрений, руб./га	287,0	287,0	688,7	688,7	688,7
Общие затраты на внесение удобрений, руб./га	2334,0	7224,5	1858,7	1148,7	1288,7
Условный чистый доход, руб./га	5106,0	455,5	1021,3	1251,3	4831,3
Получено дохода на 1 руб. затрат, руб.	2,18	0,06	0,55	1,09	3,75

Примечание: в графе 1 - N30; 2 - N₃₀P₃₀K₃₀; 3 - Батр 40 Азот (3,0 л/га); 4 - Батр Макс (1,0 л/га); 5 - Батр Цинк (1,0 л/га).

В данном опыте стоимость гектарной нормы нитроаммофоски превышала стоимость аммиачной селитры в 3,4 раза, а агрохимикатов в

5,9-15,1 раз. При почти равных прибавках урожая зерна условный чистый доход от применения аммиачной селитры в 11,2 раза выше по сравнению с нитроаммофоской. Из агрохимикатов наибольший условный чистый доход обеспечивало применение удобрения Батр Цинк. Окупаемость затрат была максимальной от подкормки кукурузы удобрением Батр Цинк (1,0 л/га) – 3,75 руб. дохода на 1 руб. затрат.

Выводы

1. Удобрения Батр 40 Азот (3,0 л/га), Батр Макс (1,0 л/га), Батр Цинк (1,0 л/га), применяемые для некорневых подкормок растений кукурузы в фазе 8 листьев, также как и минеральные удобрения в дозах N₃₀ и N₃₀P₃₀K₃₀, усиливают рост растений кукурузы. В среднем в 2019-2020 гг. прирост растений гибрида Машук 355 МВ в высоту в фазе цветения составил от аммиачной селитры, нитроаммофоски, Батр 40 азот и Батр Макс 12-14 см.

2. Агрохимикаты марки Батр и минеральные удобрения существенно повышают урожайность зеленой массы кукурузы. Аммиачная селитра в дозе N₃₀ и агрохимикаты Батр 40 Азот (3,0 л/га), Батр Макс (1,0 л/га), Батр Цинк (1,0 л/га) в 2019 и 2020 гг. давали прибавки урожая зеленой массы одного порядка без существенных различий.

3. Удобрения Батр 40 Азот (3,0 л/га), Батр Макс (1,0 л/га), Батр Цинк (1,0 л/га), применяемые для некорневых подкормок растений кукурузы в фазе 8 листьев, также как и минеральные удобрения в дозах N₃₀ и N₃₀P₃₀K₃₀, повышают урожайность зерна кукурузы. Удобрения Батр Цинк (1,0 л/га) и аммиачная селитра в дозе N₃₀ в среднем за два года дали прибавки урожая зерна без существенных различий.

4. Окупаемость применения для некорневых подкормок растений кукурузы агрохимиката Батр Цинк (1,0 л/га) составила 3,75 руб. дохода на 1 руб. затрат.

Список литературы

1. Семина С.А. Иняхин А.Г. Продуктивность кукурузы в зависимости от приёмов возделывания. Кормопроизводство. 2013. №6. С. 15-17.
2. Эффективность фолитарной обработки посевов кукурузы комплексными и микробиологическими удобрениями / С.И. Коконов, Р.Д. Валиулина, Т.Н. Рябова и др. // Кормопроизводство. 2020. №5. С. 26-29.
3. Семина С.А., Гаврюшина И.В. Влияние препаратов с микроэлементами на морфобиометрические показатели и урожайность кукурузы. Агротехнический вестник. 2017. №6. С. 43-46.
4. Сычев В.Г. Перспективы использования новых агрохимикатов в современных агротехнологиях / Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Мат. докл. участников 10-й научно-практической конф. «Анапа-2018». / Под ред. акад. РАН В.Г. Сычева. М.: ООО «Плодородие», 2018. С. 3-6. 244 с.
5. Шмалько И.А., Багринцева В.Н. Урожай и окупаемость удобрений при корневом и некорневом питании растений кукурузы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. №3. С. 17-23.
6. Багринцева В.Н., Ивашененко И.Н., Никитин С.В., Черкасова М.А. Сравнение эффектов от разных удобрений на гибридах кукурузы (*Zea mays L.*) в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Проблемы агрохимии и экологии. 2019. №3. С. 15-19.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

**ВЛИЯНИЕ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ
МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ПЛОДОРОДИЕ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ
ВОЗДЕЛЫВАНИИ В ОСУШАЕМОМ АГРОЛАНДШАФТЕ**

Рублюк М.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Иванов Д.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-
корреспондент РАН
*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

Многовидовые фитоценозы повышают продуктивное долголетие травостоя, снижают амплитуду колебаний урожайности кормовой массы в неблагоприятные годы, обеспечивают получение качественного корма, способствуют повышению зимостойкости трав [1,2]. Наибольшую урожайность зелёной массы обеспечивают одновидовые посевы козлятника восточного без внесения минеральных удобрений на глубокооуглеенной почве по сравнению с смешанными посевами трав [3]. При возделывании бобовых трав в почву поступает азот и максимальное его накопление – после лядвенца рогатого [4]. Урожайность бобово-злаковой травосмеси возрастает по сравнению со злаковой с применением минеральных удобрений [5]. Одновидовые и смешанные посевы многолетних бобовых трав оказывают положительное влияние на плодородие почвы, повышают содержание азота и урожайность последующих культур [6].

© Рублюк М.В., Иванов Д.А., 2024

Исследования проводили в 1998-2023 гг. на агрополигоне Губино ВНИИМЗ (г. Тверь, Эммаусс).

Мониторинг агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы проводили на выводном поле, на котором с 1998 по 2011 гг. года возделывали козлятник восточный, с 2017 по 2023 гг. – бобово-злаковая травосмесь на сено без применения удобрений. Исследования проводились на осушаемом агроландшафте, в пределах которого выделили варианты опыта (агромикроландшафты) – 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. Почвенная разность опытного участка – глееватая остаточно-карбонатная дерново-сильноподзолистая почва, гранулометрический состав которой в пределах южной части и вершины – супесчаный, а в северной части – легкосуглинистый. Участок осушен, расстояние между дренами в транзитных и транзитно-аккумулятивных агроландшафтах 40, 30 и 20 м соответственно. Статистическая обработка результатов исследований выполнена корреляционным и дисперсионным методами с использованием компьютерных программ – STATGRAFICS, EXCEL 2007. В двухфакторном дисперсионном анализе фактором А являются агроландшафты: (Т-Аю, Тю, Э-Тю, Э-А, Э-Тс, Тс, Т-Ас); фактором В – годы (1998; 2011; 2023).

Мониторинг агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы проводили в 1998, 2011 и 2023 гг. По результатам агрохимического обследования почвы в 1998 году обменная кислотность почвы была в пределах от слабокислой до нейтральной (5,23-6,25 ед.) (таблица).

Наиболее кислой (рН 5,23) реакция почвенного раствора была в элювиально-транзитном варианте северного склона. На вершине холма (в Э-А) кислотность почвы была близка к нейтральной. По другим вариантам этот показатель значительно не различался и составил 5,63-5,84 ед. За исследуемый период с 1998 по 2011 гг. наблюдалось повышение кислотности почвы на 0,04-1,41 ед.

Таблица

Мониторинг агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы при возделывании одновидовых и смешанных посевов многолетних трав в осушаемом агроландшафте

Варианты опыта	Обменная кислотность (рН _{кcl})				Подвижный фосфор (P ₂ O ₅), мг/кг почвы			
	1998г. (исходное)	2011г.	2023г.	+/- к исходному	1998 г. (исходное)	2011 г.	2023 г.	+/- к исходному
Т-Аю	5,73	5,69	5,34	-0,39	777	306	295	-482
Тю	5,84	5,09	4,95	-0,89	965	405	353	-612
Э-Тю	5,63	4,94	4,81	-0,82	626	313	131	-495
Э-А (вершина холма)	6,25	4,84	4,68	-1,57	606	229	184	-422
Э-Тс	5,23	4,56	4,36	-0,87	265	193	61,0	-204
Тс	5,74	5,02	4,83	-0,91	319	135	88,0	-231
Т-Ас	5,74	5,02	4,83	-0,91	283	199	96,0	-187
среднее	5,74	5,02	4,83	-0,91	548	254	172	-376
Различия недостоверны					НСР ₀₅ для частных различий – 533; для фактора А – 308; для фактора В - 201			
Варианты опыта	Обменный калий (K ₂ O), мг/кг почвы							
	1998 г. (исходное)	2011г.	2023 г.	+/- к исходному				
Т-Аю	190	121	101	-89,0				
Тю	232	109	97,0	-135				
Э-Тю	239	193	146	-93,0				
Э-А (вершина холма)	243	144	143	-100				
Э-Тс	201	109	99,0	-102				
Тс	141	94,0	90,0	-51,0				
Т-Ас	101	99,0	88,0	-13,0				
Среднее	192	124	109	-83,0				
НСР ₀₅ для частных различий- 38,2; для фактора А – 22,1; для фактора В – 14,4								

Наиболее высокое подкисление почвенного раствора (на 1,41 ед.) отмечено на вершине холма. Кислотность почвы в 2023 году находилась в пределах от 4,36 до 5,34 ед. По сравнению с 2011 годом повышение кислотности составило 0,16-0,40 ед. За исследуемый период с 1998 по 2023 гг. наблюдалось повышение кислотности почвы на 0,39-1,57 ед. Увеличение кислотности было максимальным (на 33,5 %) на вершине холма (в Э-А).

Исходное содержание подвижного фосфора было высокое на всех вариантах опыта и находилось в пределах от 265 до 965 мг/кг почвы. Его количество было максимальным на вариантах южного склона и на вершине и снижалось на северном склоне. За период с 1998 по 2011 гг. наблюдалось снижение подвижного фосфора на всех вариантах опыта на 72-560 мг/кг почвы. Максимальное снижение фосфора (на 58 %) отмечено в транзитном варианте южного склона. За исследуемый период с 2012 по 2023 гг. отмечено снижение фосфора на 11-182 мг/кг почвы. За период вегетации растений с 1998 по 2023 гг. отмечено уменьшение количества подвижного фосфора на 187-612 мг/кг почвы. Максимальная потеря фосфора (63,4 %) была в транзите южного склона. При этом на вариантах северного склона наблюдался переход земель из категории с высоким содержанием в среднее.

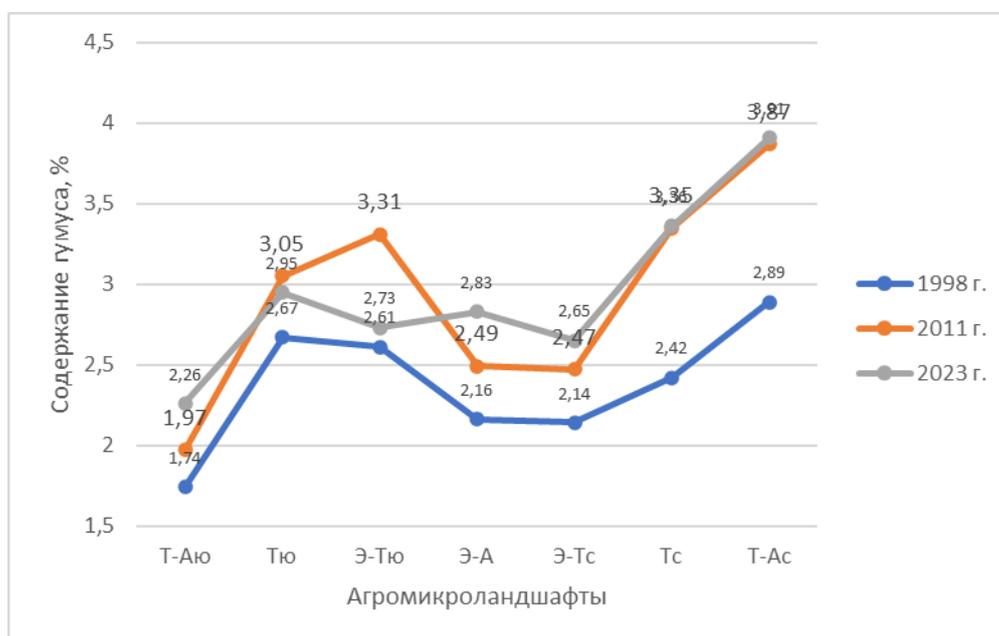
Содержание обменного калия в 1998 г. (исходное) составило 101-243 мг/кг почвы. Максимальное его количество содержалось в почве элювиально-аккумулятивного микроландшафта. По сравнению с средним по опыту его увеличение составило 51 мг/кг почвы. На северном склоне (в Т-Ас) значение данного показателя было минимальным. Отмечено его снижение на 91 мг/кг почвы по сравнению с средним по опыту. По другим вариантам этот показатель находился в пределах от 141 до 232 мг/кг почвы. При возделывании козлятника восточного (1998-2011 гг.) в результате выноса с урожаем и потери на склонах из-за эрозии почвы

наблюдалось снижение содержания обменного калия в пределах агроландшафта на 2-123 мг/кг. Максимальная потеря калия (53 %) наблюдалась на южном склоне (в Тю). В нижней части северного склона потери калия были минимальные (2 мг/кг), что связано с пополнением калия вследствие эрозионных процессов. По другим вариантам снижение калия в почве составило 46-99 мг/кг почвы. За период наблюдений с 2012 по 2023 гг. при возделывании смешанных посевов бобово—злаковых трав потери обменного калия составили 1-47 мг/кг почвы. Максимальное снижение данного показателя (32 %) наблюдалось на южном склоне (в Э-Тю). Результаты мониторинга дерново-подзолистой почвы в 2023 г. показали, что использование земель на протяжении 25-ти лет при возделывании одновидовых и смешанных многолетних трав способствовало снижению содержания обменного калия на 13-135 мг/кг почвы. Максимальная потеря калия (58 %) отмечена на южном склоне (в Тю). В нижней части северного склона (в Т-Ас) потери калия были минимальные (12,8 %). По степени окультуренности почвы наблюдался переход от категории с высоким и средним содержанием калия к среднему (на вершине и в Э-Тю) и низкому (на склонах).

Динамика содержания органического вещества почвы в осушаемом агроландшафте показана на рисунке 1.

Исходное содержание органического вещества дерново-подзолистой почвы (1998 г.) составило 1,74-2,89 %. Максимальный его процент (2,89 %) был отмечен на северном склоне – в Т-Ас. В аналогичном варианте склона южной экспозиции величина данного показателя была наименьшей – 1,74 %. Вершина холма по содержанию гумуса занимала промежуточное положение, его количество здесь составило 2,16 %. При возделывании козлятника восточного на протяжении 13 лет (1998-2011 гг.) установлено повышение органического вещества почвы на 0,23-1,18 %.

Максимальное его увеличение (на 1,18 %) отмечено на северном склоне (в Т-Ас).



Примечание: НСР₀₅ для частных различий составляет 0,84%; для фактора А – 0,49 %; для фактора В – 0,32 %

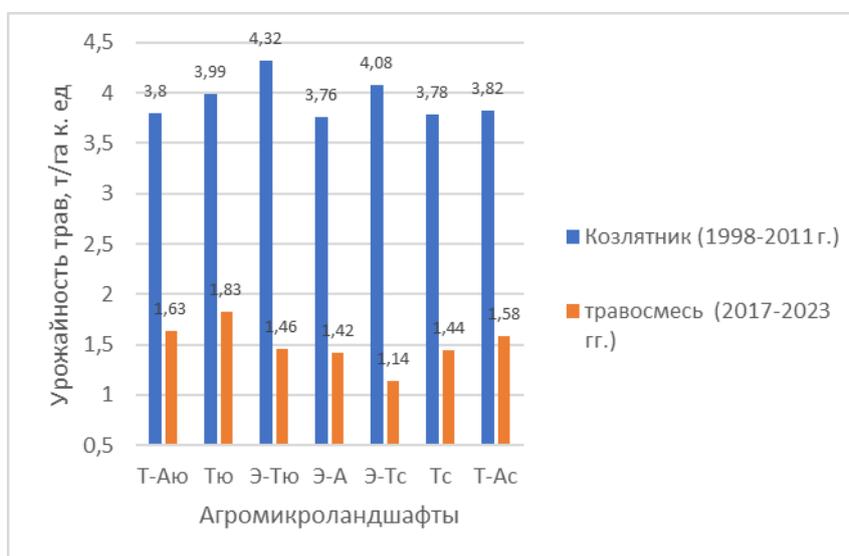
Рис. 1. Динамика содержания органического вещества дерново-подзолистой почвы в осушаемом агроландшафте за 1998-2023 гг., %

Возделывание смешанных посевов многолетних трав в течении 2012-2023 гг. способствовало незначительной прибавке органического вещества почвы в нижней части южного склона и на вершине холма (на 0,29 и 0,34 % соответственно) и снижению (на 0,58 %) в элювиально-аккумулятивном варианте южного склона.

Результаты мониторинговых исследований 2023 г показали, что содержание органического вещества в пределах агроландшафта варьировало от 2,26 до 3,91 %. По сравнению с исходными показателями 1998 г. содержание органического вещества к 2023 г. повышалось на 0,12-1,22 %.

Максимальная прибавка величины данного показателя (1,22 %) получена на варианте северного склона – в Т-Ас. На южном склоне – в транзитном и элювиально-транзитном микроландшафтах прирост органического вещества почвы был самым низким и составил 0,28 и 0,12 % соответственно.

На выводном поле с 1998 по 2011 гг. возделывали козлятник восточный как монокультуру, с 2012 по 2023 гг. – смесь бобово-злаковых трав. Динамика урожайности многолетних трав в пределах осушаемого агроландшафта представлена на рисунке 2.



Примечание: НСР₀₅ для частных различий 0,54; для фактора А – различия недостоверны; для фактора В – 0,20

Рис. 2 Динамика урожайности многолетних трав в осушаемом агроландшафте за 1998-2023 гг., т/га к. ед.

Урожайность козлятника восточного, выраженная в кормовых единицах, составила в среднем за 1998-2011 гг. 3,76-4,32 т/га. Максимальная урожайность данной культуры была получена в элювиально-транзитном варианте южного склона – 4,32 т/га к. ед. По сравнению с средней по опыту ее увеличение составило 0,39 т/га к. ед. На вершине холма и в транзите северного склона урожайность козлятника максимально снижалась (на 0,17 и 0,15 т/га к. ед. соответственно).

Урожайность бобово-злаковой травосмеси в среднем за 7 лет (2017-2023 гг.) варьировала от 1,14-1,83 т/га к. ед. Максимальная урожайность бобово-злаковой травосмеси (1,83 т/га) была получена в транзите южного склона, ее прибавка по сравнению с средней составила 0,33 т/га к. ед. В Э-Тс урожайность травосмеси была самой низкой. Ее снижение по сравнению с средним по опыту составило 0,36 т/га к. ед.

Вариабельность урожайности одновидовых и смешанных посевов многолетних трав составила соответственно 8,6 и 21,7 %, ее снижение составило 13,1 %. По урожайности одновидовых посевов многолетних трав установлена прямая корреляционная связь с содержанием в почве калия и фосфора ($r=0,49$ и $0,45$ соответственно). По смешанным посевам трав отмечена корреляция урожайности с содержанием фосфора ($r=0.81$) и кислотностью почвы ($r=0.76$).

Выводы

1. При возделывании одновидовых и смешанных посевов многолетних трав обменная кислотность почвы максимально повышалась (на 0,04-1,41 ед.) за период с 1998 по 2011 гг. В целом за период наблюдений с 1998 по 2023 гг. увеличение кислотности почвы составило 0,39-1,57 ед. Максимальное ее повышение (на 33,5 %) отмечено на вершине холма – в элювиально-аккумулятивном микроландшафте.

2. Содержание подвижного фосфора за период исследований с 1998 по 2023 гг. снизилось на 187-612 мг/кг почвы. Максимальные его потери (63,4 %) было в транзите южного склона.

3. Использование земель на протяжении 25-ти лет при возделывании одновидовых и смешанных посевов многолетних трав способствовало снижению содержания обменного калия на 13-135 мг/кг почвы. Максимальная потеря калия (58 %) наблюдалась в транзитном варианте южного склона.

4. Длительное возделывание одновидовых и смешанных посевов многолетних трав (1998-2023 гг.) способствовало увеличению органического вещества почвы на 0,12-1,22 %. Максимальная прибавка величины данного показателя (1,22 %) получена в транзитно-аккумулятивном варианте северного склона.

5. Урожайность козлятника восточного составила в среднем за 1998-2011 гг. 3,76-4,32 т/га к. ед., бобово-злаковой травосмеси (за 2017-2023 гг.) – 1,14-1,83 т/га к. ед. Максимальная урожайность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав была получена на южном склоне: козлятника восточного – в Э-Тю; бобово-злаковой травосмеси – в Тю и составила 4,32 и 1,83 т/га к. ед. соответственно.

6. По урожайности одновидовых посевов многолетних трав установлена прямая корреляционная связь с содержанием в почве калия и фосфора ($r=0,49$ и $0,45$ соответственно), у смешанных посевов – с содержанием фосфора и кислотностью почвы ($r=0,1$ и $r=0,76$ соответственно).

Список литературы

1. Беляк В. Б., Тимошкин О.А. Совершенствование набора культур и структуры кормовых угодий для мясного скота в лесостепной зоне. Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 1. С.49–52.

2. Biogas production from *Galega orientalis* Lam. and galega-grass biomass / A. Adamovics, V. Dubrovskis, I. Plume, O. Adamovica // Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation Gumpenstein, Austria, 29-31 August, 2011. P. 416-418.

3. Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н. Продуктивность и питательная ценность одновидовых и смешанных посевов козлятника восточного на осушаемых почвах. Кормопроизводство. 2023. №7. С. 22-26.

4. Мудрых Н.М. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия почв Нечерноземной зоны. Вестник Алтайского государственного университета. 2017. №9(155). С. 28-32.

5. Черкасов Г.Н. Многолетние травы – важнейший ресурс повышения плодородия почвенного и продуктивности земель. Кормопроизводство. 2017. №1. С. 18-22.

6. Эседуллаев С.Т. Влияние одновидовых и смешанных посевов многолетних трав на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность последующих культур. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2019, №6. С. 29-36.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ЦИНК В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Трешкин И.А.¹, кандидат сельскохозяйственных наук,

Денисенко В.Д.^{1,2}

¹ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),

г. Тверь, Россия

²ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», Тверь, Россия

Цинк относится к минералогенным щелочноземельным элементам и обладает относительно высокой электроотрицательностью и легко образует существенные ковалентные связи с неметаллами, в результате возникают неорганические комплексные ионы. Микроэлемент сравнительно подвижен на поверхности Земли и более растворимый элемент среди тяжелых металлов. Его круговорот может видоизменяться при аккумуляции в растениях и органических остатках. Цинк участвует во многих биохимических процессах в растениях. Поэтому он относится к жизненно необходимым микроэлементам. Природная аминокислота гистидин закрепляет до 70% внутриклеточного цинка. Но при избыточном содержании становится токсичным для растений.

В поверхностных слоях фоновое содержание цинка варьирует в пределах 17-125 мг/кг. Кларк цинка в почвах мира по Виноградову составляет 50 мг/кг. В подзолистых и песчаных почвах содержание цинка от 3,5 до 57 мг/кг (среднее содержание 31 мг/кг), в суглинистых и глинистых почвах – 9-77 мг/кг (среднее – 35 мг/кг). В породах главным образом цинк присутствует в виде сульфида ZnS (сфалерит).

Сульфиды Zn не растворимы в воде. Однако они быстро гидролизуются. Распространены также смитсонит ($ZnCO_3$), оксиды железа – франклинит ($ZnO \cdot Fe_2O_3$) и гидросиликат цинка – гемиморфит ($Zn_4Si_2O_7(OH) \cdot 2H_2O$). Также высокое содержание Zn в оксидах магния, алюминия и марганца [1, 2].

Содержание цинка в почвах значительно колеблется – недостаток характерен для легких почв Нечерноземья, избыток в черноземах и пустынных почвах. Среднее содержание для почв центральной части Русской равнины в пахотном горизонте составляет порядка 60 мг/кг, в торфянистых почвах – 16-19 мг/кг [2].

В Тверской области по расчетам Агрохимического центра «Тверской» среднее содержание подвижного цинка составляет 1,3 мг/кг, при оптимальном значении 6,0-7,0 мг/кг. По данным наших исследований на полигоне Губино (ВНИИМЗ) среднее содержание составляет всего 0,83 мг/кг.

В процессе выветривания минералы Zn растворяются до подвижного иона Zn^{2+} . Особенно в кислых средах легких минеральных почвах цинк более подвижен и биологически активен. При этом он легко адсорбируется глинистыми минералами и органическими компонентами. На вытеснение Zn из почвенных коллоидов существенно влияет рН десорбента, а в полевых условиях рН почвенных растворов и корневых выделений. Подвижность в почвах и доступность Zn во многом зависят от соотношения различных форм элемента в почве. Более высокая растворимость у $Zn(OH)_2$, $ZnCO_3$ и $Zn(PO_4)_2$ [3, 4].

Вторичные соединения цинка сосредоточены в основном в илистой фракции почвы и представлены 4 фазами: сорбированный ферригидритом (30 %), фосфатом цинка (28 %), Zn-содержащий керолит (слоистый алюмосиликат – 24 %), виллемит (силикат цинка – 11 %) [2]. Почвенные

коллоиды (агрегаты мелких частиц менее 0,0001 м) представляют собой основу поглотительной способности почвы.

Чем выше их содержание, тем сильнее проявляется поглотительная способность. Частицы, входящие в состав коллоидов, имеют минеральную и/или органическую основу. Органоминеральные коллоиды образуются в процессе разложения органического вещества и соединения продуктов распада с глинистыми минералами. Минеральные и органоминеральные коллоиды имеют отрицательно заряженную поверхность и поэтому способны к активному катионному обмену соединений цинка [5].

Для кислых дерново-подзолистых почв нашего региона характерна адсорбция в виде катионного обмена и адсорбции на глинистых минералах или органическим веществом. При этом биодоступность цинка остается довольно-таки высокой за счет конкуренции со стороны других ионов. Кислотное выщелачивание мобилизует Zn, что приводит к его легкому выносу из пахотного горизонта.

Оксиды железа, галлуазит, аллофан и имоголит преобладают в процессе селективной адсорбции цинка, при этом монтмориллонит несколько уступает им в адсорбции. Но Zn может входить в кристаллическую структуру слоистых силикатов, становясь малоподвижным. Осаждение Zn в виде гидроксидов, карбонатов и сульфидов не значительно [3].

Отношение цинка к органическому веществу противоречиво. Растворимые гумусовые вещества взаимодействуют с катионами цинка связывая Zn в устойчивые формы с образованием простых и комплексных гетерополярных солей и тем самым оказывают влияние на миграцию и аккумуляцию элементов в органических горизонтах.

Для металлов-халькофилов (в том числе Zn) характерно осаждение в виде сульфидов и комплексы с органическим веществом. Что является важным механизмом закрепления металла в органогенных почвах и

торфах. Цинк образует прочные комплексы с органическими лигандами (оксалатами) при отсутствии у них конкурентов.

Что предполагает наличие цинка в составе гумуса. В кислых почвах происходит окисление сульфидов и органического вещества с сопутствующим выходом металла в почвенный раствор. Также при аэробном разложении растительных материалов происходит обратный процесс – мобилизация Zn из карбонатов и оксидов.

По данным Пиккеринга У.Ф. [6] при изучении сильнозагрязненных почв Zn в органической фазе не обнаруживается. Что свидетельствует о том, что цинк не входит в состав гумуса, но формирует неорганические соединения, входя в состав филлосиликатов ($\text{Si}_4(\text{Mg}^{3-x}\text{Zn}_x)\text{O}_{10}\cdot n\text{H}_2\text{O}$), и в меньшей степени в оксиды марганца (бернессит) и гидроксида железа (ферроксигит). Фракция цинка, связанная с Fe и Mn, более доступна для растений [2].

Растворимость (доступность) цинка уменьшается при возрастании содержания фосфора. Происходит взаимодействие между цинком и фосфатами с образованием труднорастворимых соединений. Данные соединения могут осаждаться как в почве, так и в корневых системах, не поступая в вегетативные органы.

В зафосфаченных среднекислых почвах агрополигона Губино (ВНИИМЗ) валовое содержание цинка составляет 16,7 мг/кг, при этом его доступность для растений не превышает 5%.

В органических почвах формируется связь цинка с S- и N-функциональными группами. При этом доля обменного Zn невелика: 0,8-6,5 % при pH почвы 5,2-6,9. У более кислого торфа с pH 4,5 доля обменного цинка возрастает до 6,6-9,9 %. В почве также выявлены связи цинка с O- и N-функциональными группами. Комплекс Zn-аргинин доминирует в почве.

Закрепление цинка в органических почвах происходит по средствам участия органической серы. Устойчивость комплексов Zn-легант допускается образованием связей Zn с S- и N-содержащими функциональными группами в дополнение к O-содержащим. Химические связи Zn с S- и N-содержащими функциональными группами обеспечивает большее родство, чем с O-содержащими и объясняет более высокую сорбционную емкость к металлам в органических, чем минеральных почв.

Содержание подвижного цинка зависит и от условий увлажнения почв (табл. 1).

Таблица

Содержание подвижного Zn в зависимости от рН среды и влажности почвы (по Наумов В.Д. и др.) [4]

	Горизонты					
	А _{пах}		А ₂ В		В	
	рН=3,8	рН=5,8	рН=3,8	рН=5,8	рН=3,8	рН=5,8
W = 60% ПВ	0,23±0,06	0,22±0,06	0,29±0,05	0,22±0,03	0,28±0,06	0,20±0,05
W = >100% ПВ	0,15±0,00	0,07±0,02	0,10±0,03	0,12±0,04	0,26±0,11	0,05±0,02

При не благоприятных условиях очень кислой реакции среды (рН 3,8), но при оптимальной влажности, содержание подвижных форм цинка больше в подпахотных горизонтах (А₂В и В) по сравнению с слабокислой реакции почвенного раствора (рН 5,8).

А в пахотном горизонте содержание подвижного цинка идентично в обоих случаях. При избыточной влажности эта закономерность сохраняется, но количество подвижного цинка снижается почти в два раза. Это характерно для Zn(OH)₂, ZnCO₃, ZnO, Zn₃(PO₄)₂·H₂O, Zn₅(OH)₆(CO₃)₂ [4]. Это демонстрируется и на пахотных угодьях Тверской области при промывном почвенном режиме.

Для повышения подвижности цинка в пахотном горизонте целесообразно внесение органических удобрений. При этом происходит его мобилизация из карбонатов, фосфатов и оксидов. Источниками цинка

также могут служить минеральные удобрения. Фосфорные удобрения содержат цинка до 1,4 г/кг, осадок городских сточных вод – до 40,0 г/кг. А также можно использовать гальваношлаки (40-60 г/кг) [2].

Выводы

1. Цинк относится к жизненно необходимым микроэлементам и является наиболее мобильным среди тяжелых металлов.

2. Zn в основном содержится в илистой фракции. Органоминеральные коллоиды способствуют активному катионному обмену цинка.

3. В кислых почвенных растворах и под действием корневых выделений Zn становится более доступным для растений.

4. Растворимые гумусовые вещества, взаимодействуя с Zn, образуют прочные комплексы с органическими лигандами. При этом цинк в состав гумуса не входит.

5. При взаимодействии Zn с фосфатами образуются труднорастворимые соединения, малодоступные для растений.

6. Условия увлажнения почвы влияет на доступность цинка. При избыточном увлажнении содержание подвижного Zn сокращается в двое.

7. Почвы Тверской области обеднены соединениями цинка. Для его восполнения целесообразно вносить органические и цинксодержащие удобрения.

Список литературы

1. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. М.: Мир. 1989. 439 с.

2. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах. М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. 2009. 95 с.

3. Анисимов В.С., Л. Н. Анисимова Л.Н., Санжаров А.И., Фригидов Р.А., Дикарев Д.В., Корнеев Ю.Н., Коровин С.В., Саруханов А.В., Томсон

А.В. Изучение подвижности и биологической доступности цинка в почве с использованием ^{65}Zn в условиях вегетационного лизиметрического эксперимента. Почвоведение. 2022. №4. С. 428-444.

4. Наумов В.Д., Сорокин А.Е., Савич В.И., Тютина В.А., Каменных Н.Л. Агроэкологическая оценка состояния соединений цинка в дерново-подзолистых почвах. Известия ТГСХА. выпуск 1. 2020. С. 140-148.

5. Аннабердиев Б., Оммадов С. Почвенные коллоиды, типы, строение и значение. CETERIS PARIBUS. 2023. № 2. С. 26-27.

6. Pickering W.F. Metal ion speciation – soils and sediments (a review). Ore Geology Rev. 1986. V.1. P. 83-146.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

МОЛИБДЕН В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ

Трешкин И.А.¹, кандидат сельскохозяйственных наук,

Киреева Д.С.^{1,2}

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

²*ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», Тверь, Россия*

Любому растению необходимы макро-, мезо- и микроэлементы, которые участвуют в жизнедеятельности организмов. Эти элементы помогают растениям в переносе энергии, участвуют в обменном процессе углеводов, белков и жиров, входят в органический состав и многое другое. Отсутствие или переизбыток их приводит к нарушению роста и развития организма – представителя флоры. Поэтому важно следить и контролировать количество поступающих элементов в растение.

Молибден (Mo) – это переходный элемент, его степень окисления варьируют от 0 до VI. Самой распространенной формой, обнаруживаемой в почвах, является четвертая степень окисления. Мо является важным микроэлементом в жизни растений, как и множество других металлов, он требуется растениям для роста и развития. Молибден используется определенными ферментами растений для участия в реакциях окисления или восстановления. Мо является птериновым кофактором в активных центрах множества ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях азотного и серного обмена, биосинтезе фитогормонов и детоксикации ксенобиотиков.

© Трешкин И.А., Киреева Д.С., 2024

Мо при взаимодействии с органической частью молибдоптерина образует кофактор молибдена (M_{oco}), который и участвует в метаболизме азота и серы. Большая часть молибдоферментов, из 50 известных, обнаружена у бактерий, способных окислять молибденит в почвах. Азотфиксирующие микроорганизмы, в том числе бактерии рода *Rhizobium*, характеризуются большой потребностью в молибдене. Мо доступен для клетки, но он биологически неактивен до образования комплекса M_{oco} . Клетки способны поглощать Мо из окружающей среды в форме оксианион молибдата (Mo_4^{2-}). Данная форма молибдена распространена в растворах с рН выше 4,2 [1, 2].

В земной коре молибден связан с гранитными и другими кислыми магматическими породами с содержанием микроэлемента в пределах 1-2 мг/кг, а в богатых органическим веществом глинистых отложениях оно может превышать 2 мг/кг. Молибден обладает и халькофильными, и литофильными свойствами. Первичный минерал Mo^{4+} – молибденит MoS_2 – известен как концентратор большей части земного молибдена. При выветривании горных пород сульфиды молибдена медленно окисляются с образованием на кислых почвах аниона $НMoO_4^-$. Однако легкоподвижные анионы активно со осаждаются с органическим веществом, $CaCO_3$ и некоторыми катионами: Pb^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} и Ca^{2+} . В фиксации молибдена в поверхностных отложениях принимают участие водные оксиды железа, алюминия и марганца в виде дифференциальной адсорбции. Все эти процессы зависят от рН почвенного раствора [2].

Содержание молибдена в почвах обычно на уровне материнской породы. Главные почвообразующие породы таежно-лесной зоны – морены, покровные и лессовидные суглинки содержат примерно одинаковое количество Zn, Co, Cu, Mo, и лишь флювиогляциальные пески и супеси значительно обеднены ими (табл. 1). Молибдена в них меньше в 2-3 раза, а остальных элементов в 4-7 раз. Для подзолов содержание

варьирует в пределах 0,3-2,9 мг/кг (среднее 1,5), в суглинистых и глинистых почвах – 0,6-4,0 мг/кг (среднее 2,0 мг/кг). Наиболее бедны доступными формами молибдена кислые почвы, а также почвы легкого гранулометрического состава с низким содержанием гумуса. Содержание валового молибдена в почве колеблется от 0,2 до 2,4 мг/кг, а подвижных форм – от 0,10 до 0,27 мг на 1 кг почвы. Наименьшее содержание подвижного молибдена отмечается в дерново-подзолистых песчаных почвах – на уровне 0,05 мг/кг [2]. Мониторинг Мо в почвах Тверской области не ведется, хотя это жизненно важный для растений микроэлемент. На территории агрополигона Губино (ВНИИМЗ) по нашим данным содержание подвижного молибдена на уровне присутствия – 0,003 мг/кг, при оптимальном значении 0,2-0,4 мг/кг.

Таблица

Содержание подвижных форм молибдена в почвах Российской Федерации
(по Спицына С.Ф. и др.) [3]

Биохимическая зона	Мо, мг/кг
Таежно–лесная	2,3
Дерново-подзолистая	0,07–0,18
Торфяно-болотная	0,15

Молибден при фиксации кристаллической решеткой минералов малодоступен для растений. Эта доступность увеличивается при разрушении этих минералов под влиянием обработки почвы и сезонных и дневных смен температуры, выпадающих осадков и кислых корневых выделений. Неорганические формы молибдена адсорбируются главным образом оксидом железа. Свежеосажденный $Fe(OH)_3$ легко обменный. Со временем осадок становится менее растворимым, преобразуясь в ферримолибдат $Fe_2(MoO_4)_3 \cdot 8H_2O$ или другие слаборастворимые Fe-Мо-полукристаллические формы.

По сравнению с другими микроэлементами молибден плохо растворим в кислых почвенных растворах и легкодоступен в щелочных. В условиях кислых почв ($\text{pH} < 5,5$) содержание Мо невысокое, и он труднодоступен для растений, особенно в присутствии повышенного содержания оксидов железа.

Значительная часть молибдена в почвах связана с органическим веществом и водными оксидами железа. В богатых органикой почвах могут накапливаться достаточные количества молибдена из-за медленного его высвобождения из связанных с органическим веществом форм. Поэтому молибден, содержащийся в органических остатках растений и животных малодоступен для растений. На кислых торфяных почвах доступность Мо слабая в связи активной фиксацией Mo^{5+} гуминовой кислотой с сопутствующим опережающим восстановлением MoO_4^{2-} . Он становится доступным для растений только при их разложении [2].

По данным Спицыной С.Ф. с соавторами [3] содержание в почвах подвижного молибдена находится в прямой зависимости от содержания гумуса и агрегатного состава почвы. При содержании в почве 15-20% илистых частиц подвижного молибдена составляло 0,13 мг/кг. При снижении их количества до уровня $< 15\%$ наблюдается сокращение содержания подвижного молибдена более чем в 2,5 раза.

Наиболее важным является связь между молибденом, медью, серой и железом. Выявлен антагонизм молибдена и меди в процессе метаболизма азота. Почвенные факторы, повышающие доступность Мо для растений, ингибируют поглощение меди. А физиологический барьер растений в отношении молибдена менее эффективен, чем в отношении меди. Для взаимодействия молибдена и серы присущ как антагонизм, так и синергизм по молибденопоглощению. Повышенные концентрации SO_4^{2-} снижают адсорбцию меди даже при небольшом количестве молибдена в почве. На богатых железом почвах молибден менее доступен для растений,

а повышенное содержание Мо вызывает у растений железистую недостаточность. Образование Fe-Мо-преципитатов в корневых тканях может тормозить транслокацию молибдена в растениях [2].

Молибден хотя и является жизненно необходимым для растений элементом, но его физиологическая потребность невелика. Растения потребляют молибден в меньших количествах, чем бор, марганец, цинк и медь. Локализуется он в основном в молодых растущих органах. В листьях его содержится больше, чем в стеблях и корнях. Много молибдена сосредоточено в хлоропластах. Растения поглощают молибден в основном в виде молибдат-ионов и в количествах, пропорциональных его содержанию в почвенном растворе. Фитотоксичность молибдена проявляется только при очень высоких его концентрациях, хотя Мо токсичен для животных, употребляющих в пищу корм с высоким его содержанием.

По данным российских и иностранных исследователей высокое влияние молибдена оказывается на различные бобовые культуры. В семенах бобовых трав содержится от 0,5 до 20,0 мг Мо на 1 кг сухой массы, в злаках — от 0,2 до 1,0 мг/кг. Отзывчивость на его наличие установлена у салата, шпината, гречихи, пшеницы и др. В целом, содержание молибдена в растениях может варьировать в интервале 0,1-300,0 мг/кг. Нижним пределом содержания молибдена для большинства культур считается 0,10 мг/кг сухой массы, для бобовых – 0,40 мг/кг. Содержание в растениях в меньшем количестве указывает на недостаточность молибдена. Повышенное его содержание бывает при несбалансированном питании растений. Поэтому важно контролировать и регулировать количество молибдена в почве, в удобрении и в растении, чтобы не увеличить токсичность плодов и не привести к отравлению людей или животных [4].

Потребность растений в молибдене повышается при обеспечении их основными элементами питания. Для этого необходимо внесение молибденсодержащие удобрения. К ним можно отнести молибдат аммония (молибденово-кислый аммоний), молибдат аммония-натрия, простой и двойной суперфосфаты и реже труднорастворимые удобрения – фритты. Определенное местное значение имеют и отходы промышленности, содержащие молибден, в том числе электроламповой. Заслуживает внимания использование молибдата кальция и природных соединений молибдена: молибденита и молибдата железа [5, 6].

В кислых почвах можно ожидать недостаточное количество доступного растениям молибдена, а внесенный молибден быстро фиксируется почвой, особенно полуторными оксидами, и через некоторое время снова становится недоступным для растений. Поэтому нужно вносить молибденовые удобрения в комплексе с известкованием и фосфорными удобрениями. Известкование кислых почв способствует повышению доступности молибдена для растений. Однако при интенсивном известковании растворимость Мо в результате адсорбции CaCO_3 может уменьшиться. Фосфорные удобрения способствуют увеличению подвижности молибдена в почве и его доступность растениям, так как происходит замещение молибдат-ионов на фосфат-ионы, и тем самым стимулирует поглощение Мо растениями.

Также к мероприятиям по повышению доступности Мо можно отнести все процессы, усиливающие минерализацию органического вещества и увеличивающие подвижность почвенного молибдена.

Выводы

1. Обеднены доступными формами молибдена кислые почвы легкого гранулометрического состава с низким содержанием гумуса. Богатые органическим веществом почвы способны накапливать молибден за счет активной фиксации гуминовой кислотой.

2. Содержание молибдена больше в илистой фракции. При уменьшении содержания илистой фракции с 20 % до 15 %, количество доступного молибдена сокращается в 2,5 раза.

3. Молибден активно адсорбируется кристаллической решеткой минералов и водными оксидами железа. Мо и медь выступают антагонистами при метаболизме азота. А во взаимодействии молибдена и серы – как антагонисты, так и синергетики.

4. Молибден локализуется в молодых растущих органах растений. Много Мо присутствует в хлоропластах клетки. Фитотоксичен молибден только при очень высоких концентрациях. Среднее содержание Мо в злаках 0,2-1,0 мг/кг, в семенах бобовых – 0,5-20,0 мг/кг.

5. Внесение молибденовых удобрений целесообразно проводить в комплексе с известкованием и с добавлением фосфорных удобрений.

Список литературы

1. Токашева Д.С., Бейсекова М.К., Жанасова К.Е., Тлеукулова Ж.Б., Акбасова А.Ж., Омаров Р.Т. Влияние различных концентраций молибдена, вольфрама и молибдена с вольфрамом на рост *Nicotiana Benthamiana*. Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия Биологические науки. 2021. №4 (137). С. 84-91.

2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. М.: Мир. 1989. 439 с.

3. Спицына С.Ф., Томаровский А.А., Оствальд Г.В. Поведение молибдена в системе почва – растения на территории Алтайского края. Вестник Алтайского государственного университета. 2014. №2 (112). С. 53-57.

4. Мурзинова И.И. Эффективность использования молибденовых удобрений при выращивании табака. Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически

безопасной сельскохозяйственной и пищевой промышленности». – Краснодар. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий». 2015. С. 163-166.

5. Рочев В.А. Применение отходов промышленности и природных минералов в качестве молибденовых удобрений. Почвообразование в антропогенных условиях. Свердловск. 1981. С. 128-138.

6. Акспок П.И. Микроудобрения: Справочная книга. Л.: Колос. Ленингр. отделение. 1978. 272 С.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ОБЪЕМНОГО ЩЕЛЕВАНИЯ В СОЧЕТАНИИ С ОБРАБОТКАМИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ

Гуляев М.В., кандидат сельскохозяйственных наук
*ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» (ВНИИМЗ),
г. Тверь, Россия*

На осушаемых землях, прежде всего с недостаточно отрегулированным водным режимом, особое место в оптимизации почвенных условий отводится агромелиоративным приемам обработки почвы, являющимся неотъемлемой частью проектов мелиорации и важнейшим дополнением к инженерным водорегулирующим системам [1, 2]. По характеру влияния на водный режим почвы агромелиоративные приемы подразделяются на 2 основные группы: приемы, направленные на усиление поверхностного и внутрипочвенного стока по пахотному слою почвы, и приемы, направленные на усиление внутрипочвенного стока по пахотному и подпахотному слоям почвы, которые обеспечивают увеличение ее водовместимости и водопроницаемости, улучшение работы дренажа [3-5]. Из второй группы важная роль в регулировании водно-воздушного режима осушаемых почв с низкой водопропускной способностью принадлежит глубокому мелиоративному рыхлению и щелеванию почвы на глубину до 50-60 см. С целью повышения эффективности и длительности действия агромелиоративных приемов была разработана технология объемного щелевания.

© Гуляев М.В., 2024

Технология предусматривает формирование широких щелей (16 см) на глубину 45-50 см с заполнением подпахотной части (30-50 см) измельченной соломой, растительными остатками и гумусовым слоем [6,7].

Опыт по оценке влияния объемного щелевания почвы в сочетании с обработками почвы на урожайность пшеницы проводился на экспериментальном участке Всероссийского НИИ мелиорированных земель, расположенном на агрополигоне Губино ВНИИМЗ в Тверской области. Участок осушается закрытым гончарным дренажем, расстояние между дренами 20 м, глубина заложения – 0,9-1,2 м. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, глееватая на маломощном двучлене. Площадь варианта обработки 600-4000 м², учетная площадь делянки 100 м². Делянки и варианты обработки расположены перпендикулярно дренам. Щелевание проведено осенью 2014 года, является фоном, 9-й год действия. Вспашка по схеме опыта последний раз проводилась перед посевом овса с подсевом многолетних трав в 2019 г. Культура – совместный посев яровой пшеницы сорт Злата с нормой 6 млн. всх. семян + озимая рожь сорт Дымка с нормой 4 млн. всхожих семян на га. Посев 4 мая 2023 года. Предшественник многолетние травы 3 г.п.

Варианты опыта:

- 1) Д (дискование на 6-8 см) + Вспашка на 20-22 см (контроль)
- 2) Д + Гребнистая вспашка на 20-22 см
- 3) Д + Щ + Гребнистая вспашка на 20-22 см
- 4) Д + Щ + Вспашка на 20-22 см
- 5) Д + Щ + Дискование в 2 следа - 10-12 см.

Структура урожая пшеницы (табл. 1) показала, что биологический урожай на варианте гребнистая вспашка на 20-22см + щелевание оказался максимальным (54,3 ц/га), который сформировался большим количеством продуктивных стеблей и массой 1000 зерен. Минимальная урожайность

была на варианте вспашка на 20-22 см + щелевание (41,9 ц/га) сформированное низким количеством продуктивных стеблей и массой 1000 зерен.

Таблица 1

Структура урожая пшеницы

Варианты		Количество растений, шт.	Количество стеблей, шт.	Кол-во зерен, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биолог. урожайность, ц/га
Вспашка на 20-22 см - контроль		315	320	33	41,6	43,8
Гребнистая вспашка на 20-22см		270	343	30	41,8	42,9
Щелевание	Гребнистая вспашка на 20-22см	383	430	30	42,1	54,3
	Вспашка на 20-22 см	266	306	33	41,5	41,9
	Дискование на 10-12см	319	380	32	42	51,0

Так же при вспашке пласта трав верхний более плодородный слой почвы оказался в нижней части пахотного слоя с более устойчивым режимом увлажнения. В засушливых условиях это стало фактором, определившим более высокую продуктивность пшеницы на этих вариантах.

Биометрические показатели пшеницы в фазу кущение (табл. 2) по количеству растений и продуктивных стеблей больше было на контрольном варианте, а высота и надземная масса на варианте гребнистая вспашка на 20-22 см по фону щелевания. В фазу выход в трубку и колошение показатели по количеству растений, продуктивных стеблей, надземной массе лучше были на варианте гребнистая вспашка на 20-22 см по фону щелевания. Высота растений в течение вегетации менялась по вариантам, наибольшая в кущение – гребнистая вспашка на 20-22 см по фону щелевание (27,2 см), в фазу выход трубку – дискование на 10-12 см по фону щелевание (64 см), к колошению на варианте контроль (90,5 см).

Таблица 2

Биометрические показатели пшеницы

Варианты		Количество растений, шт.	Количество стеблей, шт.	Высота, см	Надземная масса, г
Кущение					
Вспашка на 20-22 см - контроль		356	383	23,7	161
Гребнистая вспашка на 20-22см		243	286	23,7	132
Щелевание	Гребнистая вспашка на 20-22см	293	316	27,2	191
	Вспашка на 20-22 см	256	273	25,5	155
	Дискование на 10-12см	353	380	26,7	178
Выход в трубку					
Вспашка на 20-22 см - контроль		180	246	58,5	767
Гребнистая вспашка на 20-22см		260	307	54,0	830
Щелевание	Гребнистая вспашка на 20-22см	306	360	55,5	902
	Вспашка на 20-22 см	207	240	61,5	863
	Дискование на 10-12см	200	306	64,0	724
Колошение					
Вспашка на 20-22 см - контроль		286	319	90,5	1063
Гребнистая вспашка на 20-22см		146	226	86,0	956
Щелевание	Гребнистая вспашка на 20-22см	340	400	77,0	1166
	Вспашка на 20-22 см	153	193	76,0	750
	Дискование на 10-12см	287	340	85,5	906

Наибольшая влажность (табл. 3) в фазу всходы была на контроле как в слое 0-20 см (51,6 %), так и в слое 20-40 см (59,6 % от НВ). В фазу кущение на гребнистой вспашке по фону щелевание, как в слое 0-20 см (94 %), так и 20-40 см (97,2 %). В фазу выхода в трубку на варианте гребнистая вспашка без щелевания (10,4 и 24 % от НВ). В фазу колошение в слое 0-20 см на контроле – 64,4 %, в слое 20-40 см гребнистая вспашке по фону щелевание – 65,6 % от НВ.

Наименьшая влажность в фазу всходов по всем слоям была на гребнистой вспашке по фону щелевания, в фазу кущение – контроль, в

выход в трубку – дискование на 10-12 см + щелевание, в фазу колошение в слое 0-20 см – дискование на 10-12 см + щелевание, в слое 20-40 см – гребнистой вспашке по фону щелевание.

Таблица 3

Влияние приемов основной обработки почвы на влажность почвы,
% от НВ

Вариант		Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение
Слой почвы 0-20см					
Вспашка на 20-22 см - контроль		51,6	83,2	7,6	64,4
Гребнистая вспашка на 20-22 см		50,8	87,6	10,4	60,4
Щелевание	Гребнистая вспашка на 20-22 см	50,8	94	5,2	58
	Вспашка на 20-22 см	43,2	83,6	6,4	55,2
	Дискование на 10-12 см	48,8	90,4	3,6	50,8
Слой почвы 20-40 см					
Вспашка на 20-22 см - контроль		59,6	82	18,8	54,4
Гребнистая вспашка на 20-22 см		52,8	92,8	24	65,6
Щелевание	Гребнистая вспашка на 20-22 см	46,8	97,2	16	50
	Вспашка на 20-22 см	46,8	94,8	14,8	57,2
	Дискование на 10-12 см	59,2	90,8	14,4	57,2

Таким образом, изучаемые агроулучшающие приемы, как мелиоративное рыхление, так и объемное щелевание почвы, являются приемами длительного действия, устойчивого влияния их на урожайность культур полевого севооборота наблюдается в течение нескольких лет.

Эффективность объемного щелевания почвы зависит не только от способа щелевания, но и от сроков его действия, биологических особенностей культур, местоположения технологического участка в агроландшафте, технических параметров мелиоративных систем. Из приемов основной обработки почвы, наиболее эффективна гребнистая вспашка.

Список литературы

1. Кирюшин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. СПб.: ООО «Квадро», 2020. 276 с.
2. Митрофанов Ю.И. Агрофизические основы повышения

продуктивности осушаемых почв. Изд-во: LAP Lambert Academic Publishing, Германия. 196 с. 303

3. Рекомендации по выполнению агромелиоративных мероприятий на мелиорированных и автоморфных минеральных почвах связного гранулометрического состава. Минск, 2010. 50 с.

4. Применение агромелиоративных мероприятий на осушенных минеральных землях нечерноземной зоны РСФСР (технологический регламент). М: 1991, МСХ РСФСР.

5. Усовершенствованные агромелиоративные приемы обработки почвы, обеспечивающие регулирование водно-воздушного режима осушаемых почв. Методические рекомендации. Тверь: Тверской печатник, 2012. 25 с.

6. Патент № 132302 "Устройство для объемного щелевания с одновременным заполнением щели соломой" от 20.09.2013 г.

7. Патент №153090 "Агрегат для объемного щелевания с одновременным заполнением щели соломой" от 08.06.2015 г.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

УСТОЙЧИВОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ СОРТА ДЫМКА К ЗИМНИМ УСЛОВИЯМ: РОЛЬ СНЕЖНОГО ПОКРОВА И ВЛИЯНИЕ АГРОМИКРОЛАНДШАФТОВ

Хархардинов Н.А.

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

Озимая рожь традиционно входит в число важнейших сельскохозяйственных культур нечерноземных регионов страны. Она богата витаминами, минералами, аминокислотами и ферментами. Из зерна ржи получают диетические продукты питания, которые не вызывают аллергии. [1]. Озимая рожь отличается от других злаковых культур своей морозостойкостью и менее требовательна к условиям окружающей среды. Оптимальная температура для её развития и роста составляет 7-11°C, но семена успешно прорастают уже при температуре почвы 6–8 °С, а при достаточном увлажнении – при 1,0-2,5°C. В холодную погоду всходы не страдают от заморозков до 30-35 °С.

Для ржи важно достаточное количество влаги в почве осенью, иначе в зиму растения уйдут слабо раскустившимися. Она устойчива к засухе – наибольший период потребления влаги – фаза активного роста. Избыток воды приводит к вымерзанию части посевов.

Для осуществления адаптивно-ландшафтного подхода необходим мониторинг различных факторов, влияющих на урожайность культуры [2-4].

© Хархардинов Н.А., 2024

Озимая рожь сорта Дымка заняла значительное место в агрономической практике благодаря своей устойчивости к неблагоприятным климатическим условиям и высокому потенциалу продуктивности. Перезимовка этого сорта, как критически важный этап в его жизненном цикле, во многом зависит от уровня снежного покрова, который обеспечивает защиту корней и зеленой массы от сильных морозов. Однако, помимо природных факторов, на успешную перезимовку озимой ржи оказывают влияние агромикрорландшафты, представляющие собой комплексные сочетания микроэкологических условий, таких как топография, влажность и типы почв. Эти характеристики могут существенно изменять местные климатические условия и тем самым влиять на зимующие растения.

В данной статье мы рассмотрим, как сорт Дымка озимой ржи преодолевает зимние испытания, какую роль играет снежный покров в этом процессе и как агромикрорландшафты влияют на выживаемость озимой ржи.

Для достижения цели использовались данные мониторинга снежного покрова зимы 2023-2024 гг. и перезимовки озимой ржи сорта «Дымка» на агрополигоне Губино ВНИИМЗ в 4-х км к востоку от г. Тверь. Он проводился на агроэкологической трансекте (физико-географическом профиле) – массиве, пересекающем все микро-ландшафтные позиции (подурочища) конечно-моренного холма: транзитно-аккумулятивные депрессий, где, из намывных и грунтовых вод, частично накапливаются элементы питания растений; транзитные средних частей склонов, в которых преобладает интенсивный латеральный (параллельный поверхности) ток влаги, способствующий эрозии почв; элювиально-транзитные верхних частей склонов, где, наряду с латеральным передвижением влаги, наблюдается и вертикальное промывание почвенной толщи; элювиально-аккумулятивное вершины – здесь, на фоне медленного

вертикального промывания почвенного профиля, отмечается и аккумуляция элементов питания растений в микрозападинах.

Трансекта представляет собой систему из десяти параллельных полос-полей, каждая из которых отведена под определённую культуру. В пределах каждой полосы антропогенное воздействие на почву и растения неизменно: проводится одинаковая обработка почвы, соблюдаются единые нормы, даты и способы посева, а также осуществляются все необходимые мероприятия. Это позволяет наиболее точно изучить влияние ландшафтных условий на развитие культур. Ширина каждого поля составляет 7,2 метра, а длина – 1300 метров. При возделывании ржи использовалась экстенсивная технология, без применения удобрений, за исключением подкормки в фазу кущения аммиачной селитрой в дозе 1 центнер на гектар (N_{30} действующего вещества на гектар). Характер перезимовки озимой ржи определялся в 30 точках, расположенных вдоль трансекты на расстоянии 40 метров друг от друга, в четырёхкратной повторности. Высота снежного покрова измерялась с помощью весового снегомера ВС-43.

На рисунке 1 показано, что озимая рожь в 2024 году лучше перезимовала в агромикрорландшафтах южного склона. Средний показатель выживаемости составил 72,18%, в то время как на северном склоне этот показатель был равен 48,9%.

Такая разница объясняется несколькими факторами: температурными условиями, южные склоны, как правило, получают больше солнечного света, что приводит к более высоким температурам почвы и воздуха. Это способствует более быстрому пробуждению растений весной и улучшает их жизнеспособность после зимы. Так же на южных склонах формируется более устойчивый снежный покров, который обеспечивает защиту растений от морозов, значительно снижая риск повреждений.

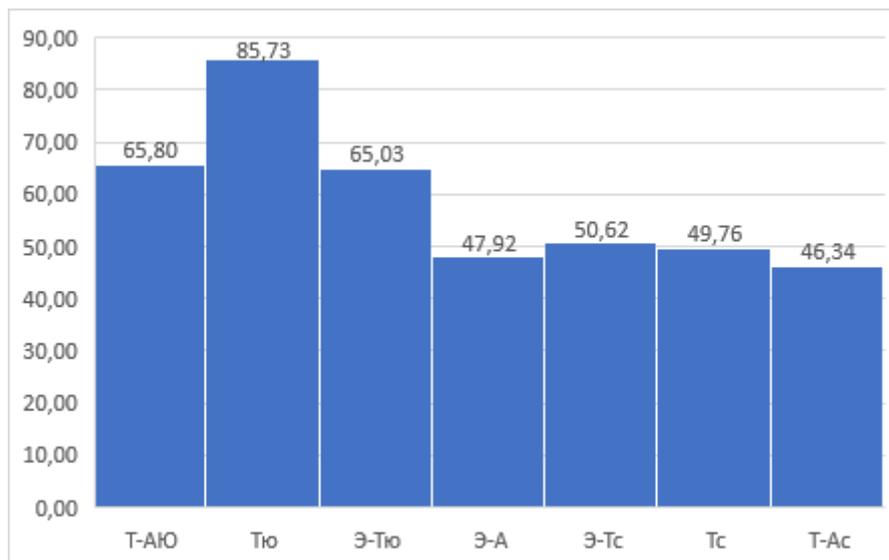


Рис. 1. Средний показатель перезимовки озимой ржи в % по агроландшафтам

Южные склоны более защищены от холодных северных ветров, что также снижает риск повреждений растений в зимний период и различия в микроклимате, вызванные особенностями рельефа, создают более благоприятные условия на южном склоне, что позитивно сказывается на выживаемости озимой ржи.

На рисунке 2 видно, что высота снежного покрова на всей территории трансекты и в её агроландшафтах не сильно различается. Исключение составляет лишь транзитно-аккумулятивный южный склон, где высота снега составила 53 см.

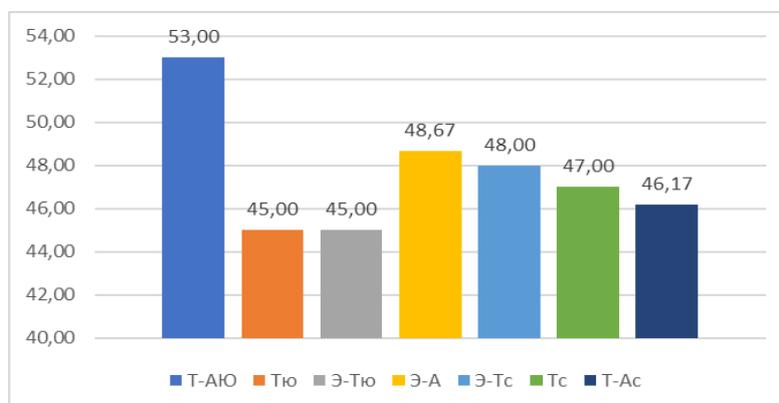


Рис. 2. Средний показатель высоты снежного покрова в сантиметрах по агроландшафтам

Более значительная высота снежного покрова (53 см) на южном склоне по сравнению с другими агромикрорландшафтами (45 см) может быть обусловлена рядом факторов, включая особенности рельефа, наличие растительности и направление ветров. Южные склоны, как правило, защищены от сильных холодных ветров, что больше способствует накоплению снега.

Высокий снежный покров обеспечивает лучшую изоляцию почвы от резкого холодного воздуха и низких температур, что снижает риск холодовых повреждений растений. Снег здесь тает весной не так интенсивно, обеспечивая медленный и равномерный запас влаги для растений, что значительно улучшает их начальный рост и развитие. Увеличение мощности снежного покрова на южном склоне способствует лучшей перезимовке озимой ржи, так как такие условия создают более предсказуемую среду для растений, что позволяет им более эффективно адаптироваться к зимним стрессам. Агромикрорландшафты с меньшей высотой снежного покрова могут испытывать более резкие колебания температур, что может негативно сказаться на выживаемости растений.

В целом, более значительная высота снежного покрова в нижней части южного склона положительно сказывается на выживании и развитии озимой ржи, что делает этот агромикрорландшафт более предпочтительным для её возделывания.

Заключение

На основании наблюдений можно заключить, что: Лучшая перезимовка была на южном склоне, где мощный снежный покров обеспечил оптимальные условия для перезимовки озимой ржи. Он защитил растения от экстремально низких температур и создал благоприятный микроклимат. Высота снежного покрова была больше в нижней части южного склона: это обусловлено особенностями микрорельефа, который способствует накоплению снега в этой области.

Увеличенное количество снега способствует более обильному увлажнению почвы во время таяния, что обеспечивает оптимальные условия роста для растений в начале вегетационного периода.

Таким образом, транзитно-аккумулятивные агромикрорландшафты благодаря своим рельефным особенностям имеют положительное влияние на сохранность и будущую урожайность озимой ржи, обеспечивая ей хорошую зимнюю защиту и благоприятные условия для весеннего роста.

Список литературы

1. Jonsson K., Andersson R., Knudsen K.E.B., Hallmans G., Hanhineva K., Katina K., Kolehmainen M., Kyrø S., Langton M., Nordlund E., Lærke H.N., Olsen A., Poutanen K., Tjonneland A., Landberg R. Rye and health - Where do we stand and where do we go?. Trends in Food Science & Technology. 2018. p. 78-87.

2. Иванов Д.А. Влияние почв и рельефа на продуктивность разновозрастных травостоев. Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. №4(382). 73-76.

3. Садовая И.И., Захарова О.А., Черкасов О.В., Мусаев Ф.А., Фатьянов С.О. Долгосрочное прогнозирование урожайности овса и озимой ржи в севообороте на основе расчетов имитационной модели агроэкосистемы. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2022. № 2. С. 80-87.

4. Coleman, K., Muhammed, S. E., Milne A. E., Todman L. C., Dailey A. G., Glendining M. J., Whitmore A. P. The landscape model: A model for exploring trade-offs between agricultural production and the environment. Science of the Total Environment. 2017. 609 (Supplement C). pp. 1483-1499.

*Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.
Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.*

РАЗДЕЛ V. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОРМОПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ МЕЛИОРАЦИИ

УДК 633.32 + 633.265: 631.442

ПРОИЗВОДСТВО СЕМЯН КЛЕВЕРА ГИБРИДНОГО В ОДНОВИДОВЫХ И СОВМЕСТНЫХ ПОСЕВАХ С РАЙГРАСОМ ОДНОЛЕТНИМ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ЗЕМЛЯХ ПООЗЕРЬЯ

Пастушок Р.Т., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

Кравцова А.А., Шурмелева А.Н.

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

Сельскохозяйственное производство Беларуси в настоящее время ориентируется на увеличение животноводческой продукции. Одной из важнейших составляющих экономической эффективности практически всего агропромышленного комплекса является оптимизация кормовой базы, где наиболее слабое звено – обеспеченность травяными кормами, их качество и высокая себестоимость. Агробиологический потенциал сельскохозяйственных земель республики позволяет успешно решить эту проблему. Исходя из современного состояния экономики страны и опираясь на мировой опыт, приоритетно формирование долголетних, преимущественно бобовых и бобово-злаковых травостоев.

Лимитирующий фактор широкого распространения многолетних бобовых трав в кормопроизводстве – это недостаточная обеспеченность хозяйств семенами из-за невысоких и нестабильных урожаев семян.

© Пастушок Р.Т., Кравцова А.А., Шурмелева А.Н., 2024

Поэтому очевидна необходимость поиска новых агротехнических приемов, способных обеспечить рост семенной продуктивности бобовых трав, а также повышение экономической эффективности семеноводства и использования мелиорированных земель [1, 2].

Для Республики Беларусь с высоким удельным весом мелиорированных земель расширение участия в луговых травостоях клевера гибридного (*Trifolium hybridum* L.) – исключительно перспективно. Наряду со способностью обеспечивать высокую урожайность, клевер гибридный является хорошим предшественником для зерновых и других культур. Однако в производстве его площади незначительны. Одним из наиболее существенных факторов, сдерживающих возделывание клевера гибридного, является недостаток семян. Научное обеспечение семеноводства многолетних бобовых трав не в полной мере соответствует требованиям современного экономически эффективного производства [3, 4].

Научная новизна исследований заключается в том, что впервые в условиях Беларуси на мелиорированных минеральных землях Поозерья будет определена возможность и эффективность возделывания в совместных посевах на семенные цели клевера гибридного (*Trifolium hybridum* L.) и райграса однолетнего (*Lolium multiflorum* L.).

Полевые исследования проводились на территории филиала РУП «Институт мелиорации» – Витебской опытной мелиоративной станции (Сенненский р-н, Витебской области, Республика Беларусь). Все учеты, наблюдения, взвешивания, биометрические измерения и оценки выполняются согласно ГОСТам СТБ 1080-97, СТБ 1894-2008, СТБ 1896-2008, СТБ 1080-97, 12036-85, 12037-81, 12038-84, 12042-80, методическим указаниям по первичному семеноводству многолетних трав Всероссийского НИИ кормов им. Вильямса (1993), а также стандартным

методикам проведения учетов, анализов и наблюдений, опубликованным в отечественной литературе.

Схема опыта включает:

1. Исследование влияния фактора *А: удобрения*: 1. Контроль (без удобрений); 2. P₄₀K₆₀ (фон); 3. Фон + N₃₀; 4. Фон + Ризофос; 5. Фон + Микростим; 6. Фон + Агропон; 7. Фон + Регоплант.

2. Исследование влияния фактора *В: способы посева*: 1. – Клевер гибридный, 5 кг/га; 2 – Клевер гибридный, 5 кг/га + райграс однолетний, 12 кг/га.

Микроудобрения и биорегуляторы роста вносили в фазу начала бутонизации клевера гибридного [5].

Применяли следующие препараты:

1. Ризофос-Trifol – микробный препарат. Норма расхода при некорневой подкормке 200 мл/га.

2. МикроСтим – Медь, Цинк, Бор ИС – микроудобрение (N – 50 г/л; В – 6,1 г/л; Zn – 6,5 г/л; Cu – 7,3 г/л; гуминовые вещества – 0,15-0,6 г/л). Норма применения 0,6 л/га.

3. Агропон С – биостимулятор, существенно повышает энергию прорастания, полевую всхожесть посевов, полностью раскрывает потенциал растений, способствует активному делению клеток посевов, развитию мощной корневой системы, содержанию хлорофилла, увеличению площади поверхности листа. Норма применения: при обработке семян – 25 мл на одну тонну, при опрыскивании посевов – 20 мл на один гектар.

4. Регоплант – биостимулятор, относится к серии композиционных препаратов, обладает биозащитными свойствами. Сбалансирован композицией биологически активных соединений аминокислот, хитозана, аналогов фитогормонов, олигосахаридов, жирных кислот, хелатных и биогенных микроэлементов Cu, Zn, S, Mo, Mg, B, Mn, K₂O, Ca, Fe, N.

Норма применения при обработке семян – 250 мл на одну тонну, при опрыскивании посевов – 50 мл на один гектар.

Всего было проведено две закладки опытов.

В 2021 году (первая закладка) клевер высевали 17 мая, поперечный подсев семян райграса однолетнего (с. «Луч») проведен 18.05.2021 г. Внесены минеральные удобрения. Предшественник – яровая пшеница (с. «Ласка»).

Почва опытного участка осушенная дерново-подзолистая глееватая связно-супесчаная. Перед закладкой опыта агрохимические показатели почвы были следующие: гумус – 3,20%, P_2O_5 – 450 мг/кг, K_2O – 365 мг/кг, В – 0,53 мг/кг, Cu – 3,0 мг/кг, Zn – 9,0 мг/кг.

В мае 2022 года была проведена вторая закладка опытных участков. Клевер высевали 10.05.2022 г., поперечный подсев семян райграса однолетнего (с. «Луч») проведен 11.05.2022 г. Внесены минеральные удобрения. Предшественник – многолетние злаковые травы.

Почва опытного участка осушенная дерново-подзолистая глееватая связно-супесчаная. Агрохимические показатели почвы перед закладкой опыта: рН – 6,67, гумус – 2,29 %, P_2O_5 – 176 мг/кг, K_2O – 196 мг/кг, В – 0,69 мг/кг, Cu – 2,6 мг/кг, Zn – 2,40 мг/кг.

Вегетационный период 2021 года (год посева первой закладки) был теплый и умеренно влажный (ГТК = 1,6). Температура воздуха за апрель-сентябрь превысила многолетние показатели на 1,8⁰С, осадков выпало на 107,7 % от нормы.

Вегетационный период 2022 года (год уборки семенных посевов первой закладки и посева второй закладки) можно охарактеризовать, как теплый и слабо засушливый (ГТК = 1,3). Температура воздуха была на 1,6⁰С выше многолетней, сумма осадков составила 87,2 % от нормы.

Вегетационный период 2023 года (год уборки семенных посевов второй закладки) был очень теплый и слабо засушливый (ГТК = 1,2). С

апреля по сентябрь количество осадков составило 86,5 % от нормы, среднесуточная температура воздуха за это период была на 1,6 °С выше средних многолетних показателей.

Однако очень неравномерное распределение тепла и влаги в течение вегетационных периодов оказало не очень благоприятное влияние на рост и развитие клевера гибридного.

Уборку семенного травостоя клевера гибридного проводили 23 августа 2022 года и 17 августа 2023 года. Перед этим оценивали элементы структуры урожая с пробных площадок на 1 м² деланки сплошным методом.

В 2022 г. у клевера гибридного в одновидовых посевах максимальное количество головок (432 шт./м²) сформировалось в варианте с применением Ризофоса (табл. 1). Так же после некорневых подкормок этим препаратом количество семян в головке увеличилось на 26,0 % по сравнению с фоном. На массу семян с 1 головки некорневые подкормки влияния не оказали, максимальной (0,08 г) она была в варианте, где вносили полный комплекс минеральных удобрений. Наибольшая масса 1000 семян (0,66 г) отмечена после некорневых подкормок Микростим.

Что касается совместных посевов клевера гибридного с райграсом однолетним, то число, образовавшихся к моменту уборки, головок после некорневых подкормок было на 89,1-210,9 % больше, чем при внесении РК-удобрений. Максимальное их количество (335 шт./м²) отмечено в варианте с подкормкой препаратом Ризофос. Больше всего семян в головке сформировалось в варианте, где вносили P₄₀K₆₀N₃₀.

В 2023 году анализ структуры урожая клевера гибридного показал, что в одновидовых посевах максимальное количество головок (334 шт./м²) сформировалось в варианте с применением микробного удобрения Ризофос (табл. 1).

Таблица 1

Элементы структуры урожая клевера гибридного в одновидовых и
совместных посевах с райграсом однолетним, 2022-2023 гг.

Вариант	Количество головок, шт./м ²		Количество семян в головке, шт.		Масса семян в 1-й головке, г		Масса 1000 шт. семян, г	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Без подсева райграса однолетнего								
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	365	290	78	65	0,06	0,05	0,58	0,81
P ₄₀ K ₆₀ (фон)	377	309	77	63	0,06	0,07	0,60	0,86
Фон + N ₃₀	388	326	96	70	0,08	0,06	0,58	0,90
Фон + Ризофос	432	334	97	73	0,07	0,07	0,56	1,00
Фон + Микростим	319	326	85	62	0,06	0,07	0,66	1,00
Фон + Агропон С	411	290	82	70	0,04	0,06	0,62	0,84
Фон + Регоплант	396	316	87	75	0,03	0,08	0,54	1,04
Среднее	384	313	86	68	0,06	0,06	0,59	0,92
С подсевом райграса однолетнего								
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	262	274	89	74	0,08	0,07	0,82	0,87
P ₄₀ K ₆₀ (фон)	265	293	83	81	0,06	0,09	0,76	0,84
Фон + N ₃₀	295	325	103	79	0,08	0,10	0,72	0,81
Фон + Ризофос	335	332	94	80	0,08	0,11	0,75	0,87
Фон + Микростим	313	311	89	83	0,06	0,08	0,71	1,00
Фон + Агропон С	312	308	83	75	0,07	0,11	0,82	0,90
Фон + Регоплант	324	314	85	82	0,05	0,09	0,80	0,88
Среднее	301	308	89	79	0,07	0,09	0,77	0,88

Так же некорневые подкормки незначительно (на 4,8-7,9 %) увеличивали вес семян в головке по сравнению с фоном РК. На массу семян с 1-й головки некорневые подкормки влияния не оказали, максимальной (0,08 г) она была в варианте с Регоплантом. Масса 1000 семян после некорневых подкормок увеличилась на 16,3-20,9 % по сравнению с фоном.

В совместных посевах клевера гибридного с райграсом однолетним, число, образовавшихся к моменту уборки, головок после некорневых подкормок было на 5,3-13,5 % больше, чем при внесении РК-удобрений. Максимальное их количество (332 шт./м²) отмечено в варианте с подкормками Ризофос. Больше всего семян в головке сформировалось после внесения Микростим и Регоплант. В среднем в совместных посевах клевера гибридного с райграсом однолетним образовалось головок на 29,6 % больше, чем в одновидовых посевах, количество семян в головке было на 16,2 % больше, масса семян с одной головки – на 50,0 %.

В условиях 2022 года урожайность семян клевера гибридного в одновидовых посевах находилась в прямой средней зависимости от количества семян в одной головке ($r^2=0,70$) и масса семян с одной головки ($r^2=0,67$). В вариантах без подсева райграса однолетнего средняя урожайность семян клевера гибридного в 2022 году составила 1,9 ц/га (табл. 2). Внесение удобрений и биопрепаратов способствовало повышению урожайности семян. Наиболее эффективным была некорневая подкормка микробным удобрением Ризофос, которая способствовала увеличению урожая семян клевера ползучего в чистом посеве на 0,6 ц/га.

В совместных посевах урожайность семян находилась в прямой зависимости от количества головок в ценозах ($r^2=0,71$). Средняя урожайность по опыту составила 2,1 ц/га. Максимальная прибавка (41,2 %) получена при некорневой подкормке препаратом Ризофос по сравнению с фоном. В среднем в 2022 г. в совместных посевах с райграсом однолетним семенная продуктивность клевера гибридного была на 0,2 ц/га выше, чем в одновидовых посевах. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов способствовало увеличению урожайности семян клевера гибридного. В 2023 году урожайность семян клевера гибридного в одновидовых посевах находилась в высокой зависимости от массы 1000 семян ($r^2 = 0,83$) и средней ($r^2 = 0,60$) от количества головок. В вариантах

без подсева райграса однолетнего средняя урожайность семян клевера гибридного в 2023 году составила 2,0 ц/га (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность семян клевера гибридного в одновидовых и совместных посевах с райграсом однолетним, 2022-2023 гг.

Удобрение	Урожайность семян, ц/га			Прибавки урожая			
	2022 г.	2023 г.	среднее	± к контролю		± к фону	
				ц/га	%	ц/га	%
Без подсева райграса однолетнего							
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	1,7	1,5	1,6	-	-	-	-
P ₄₀ K ₆₀ (фон)	1,7	1,7	1,7	0,1	6,2	-	-
Фон + N ₃₀	2,2	2,1	2,2	0,6	37,5	0,5	29,4
Фон + Ризофос	2,3	2,4	2,4	0,8	50,0	0,7	41,2
Фон + Микростим	1,8	2,0	1,9	0,3	18,8	0,2	11,8
Фон + Агропон С	2,1	1,7	1,9	0,3	18,8	0,2	11,8
Фон + Регоплант	1,9	2,5	2,2	0,6	37,5	0,5	29,4
Среднее	1,9	2,0	2,0	-	-	-	-
С подсевом райграса однолетнего							
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	1,9	1,8	1,9	-	-	-	-
P ₄₀ K ₆₀ (фон)	1,7	2,0	1,9			-	-
Фон + N ₃₀	2,2	2,1	2,2	0,3	15,8	0,3	15,8
Фон + Ризофос	2,4	2,3	2,4	0,5	26,3	0,5	26,3
Фон + Микростим	2,0	2,6	2,3	0,4	21,1	0,4	21,1
Фон + Агропон С	2,1	2,1	2,1	0,2	10,5	0,2	10,5
Фон + Регоплант	2,2	2,3	2,3	0,4	21,1	0,4	21,1
Среднее	2,1	2,2	2,2	-	-	-	-

Внесение удобрений и биопрепаратов способствовало повышению урожайности семян. Некорневая подкормка микробным удобрением Ризофос и регулятором роста Регоплант способствовала увеличению урожая семян клевера гибридного на 60,0 и 66,7 % по отношению к контролю, а по отношению к фону РК – на 41,2 и 47,1 %.

В совместных посевах урожайность семян находилась в прямой средней зависимости ($r^2=0,58$) от количества семян в головке. Средняя урожайность по вариантам составила 2,2 ц/га.

Семенная продуктивность клевера гибридного значительно повышалась от применения микроудобрений и биорегуляторов. Максимальная прибавка (30,0 %) получена при некорневой подкормке препаратом Микростим по сравнению с фоном.

В совместных посевах с райграсом однолетним урожайность семян клевера гибридного была на 0,2 ц/га выше, чем в одновидовых. Наиболее эффективным в одновидовых посевах было внесение препаратов Ризофос и Регоплант, а в совместных посевах – микроудобрения Микростим.

В среднем за 2022-2023 гг. урожайность клевера гибридного в совместных посевах с райграсом однолетним была на 0,2 ц/га выше, чем в одновидовых. Наиболее эффективным оказалось применение микробного удобрения Ризофос. Прибавки по отношению к фону РК составили 41,2 % без подсева райграса и 26,3 % с подсевом.

Список литературы

1. Шелюто А. А. Создание и рациональное использование бобовозлаковых травостоев интенсивного типа в условиях северо-востока Беларуси: рекомендации / А. А. Шелюто, Б. В. Шелюто, А. А. Киселев. Горки БГСХА, 2012. 20 с.

2. Переправо Н. И., Шергина О. В. О семенной продуктивности клевера ползучего в одновидовых и смешанных посевах. Селекция и семеноводство. 1993. № 3. С. 57–60.

3. Васько П. П. Возделывание многолетних среднеспелых белоклеверорайграсово-злаковых пастбищных травостоев / П. П. Васько, А. В. Сорока // 338 Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. работ. Минск: ИВЦ Минфина, 2007. С. 373-381.

4. Прудников А. Д. Многолетние бобовые травы: монография / А. Д. Прудников, А. М. Смирнов. Смоленск, 2004. 204 с.

5. Деева, В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях. Минск: Белорус наука, 2008. 133 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

УРОЖАЙНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ПО СКОРОСПЕЛОСТИ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ПРИ ОРОШЕНИИ

Дрозд Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

г. Горки, Беларусь

Главнейшим и важнейшим направлением социально-экономического развития Республики Беларусь, является сельское хозяйство, на которое приходится пятая часть ВВП. Сокращение посевных площадей и нехватка основных средств в виде сельскохозяйственной техники, так и людей, работающих на данной технике, приводят к тому, что бюджет страны ежегодно недополучает значительный объем денежных средств вследствие снижения качества и недобора сельскохозяйственной продукции. Повысить эффективность агропромышленного комплекса страны, можно за счет возделывания многолетних бобовых трав [1].

Осложняет заготовку качественных кормов и тот факт, что территориально Республика Беларусь расположена в зоне неустойчивого увлажнения. Одним из вариантов решения данной проблемы является орошение. В соответствии с этим, выполненные нами исследования являются актуальными и научно-обоснованными [2-4].

Исследования по оценке влияния орошения на урожайность разноспелых сортов клевера лугового выполнялись в условиях Горецкого района Республики Беларусь на дернового-подзолистых легкосуглинистых почвах учебно-опытного поля БГСХА «Тушкового-1».

© Дрозд Д.А., 2024

Объектом исследования являлись различные по скороспелости сорта клевера лугового белорусской селекции: раннеспелый сорт Цудоуны, среднеранний сорт Янтарный, среднеспелый сорт Витебчанин и позднеспелый сорт Мерея. Посев выполнен нормой высева 8 кг/га, из расчета 100% посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см. Ширина междурядий принята аналогичной как у клеверов [5].

Агрохимические и водно-физические показатели почвы, следующие: гумус – 1,48-1,66 %, рН 5,70-5,80, содержание P_2O_5 – 203-320 мг/кг и K_2O – 251-423 мг/кг, $I_{\text{окульт}}$ – 0,71-0,99, плотность сложения слоя 0–30 см – 1,37-1,39 г/см³, наименьшая влагоемкость для аналогичного слоя – 22,63-23,82 %. Подкормка минеральными удобрениями выполнялась в начале вегетационного периода дозой $P_{60}K_{90}$.

При закладке полевых опытов, была принята двухфакторная схема:

Фактор А – Фон дополнительного увлажнения:

1. Возделывание в естественных условиях (контроль).
2. Полив при снижении влажности почвы до 70 % от НВ (0,7НВ).
3. Полив при снижении влажности почвы до 80 % от НВ (0,8НВ).

Фактор В – различные по скороспелости сорта клевера лугового:

1. Цудоуны (раннеспелый);
2. Янтарный (среднеранний);
3. Витебчанин (среднеспелый);
4. Мерея (позднеспелый).

Поддержание почвенных влагозапасов в заданных выше пределах осуществлялось дождевальная установка Lindsay-Europe Omega. Поливные нормы определены расчетным путем исходя из водно-физических показателей почв и составили 20 мм и 30 мм для фонов 0,8НВ и 0,7НВ соответственно.

Исследования по оценке влияния орошения на различные по скороспелости сорта клевера лугового выполнялись в различные по влагообеспеченности годы, что подтверждается гидротермическим

коэффициентом Селянинова, который составлял 1,78 в 2017 году, 1,34 в 2018 году и 1,89 в 2020 году. Несмотря на достаточно хорошую тепло-влажнообеспеченность, неравномерное распределение осадков в течении вегетационных периодов потребовало применение поливов на всех фонах опыта. Так оросительная норма для фона 0,8 НВ составляла по 100 мм в 2017 и 2018 годах и 20 мм в 2020 году. В случае с фоном 0,7НВ оросительная норма была немного выше и достигала 110 мм в 2017 году, 120 мм в 2018 году и 30 мм в 2020 году. В результате выполненных исследований нами был выполнен учет урожайности сухого вещества для каждого сорта клевера лугового и фона увлажнения (таблица).

Таблица

Урожайность сухого вещества клевера лугового в 2017-2020 гг., т/га

Фон увлажнения	Сорт клевера лугового	Годы исследований			Прибавка от орошения		
		2017	2018	2020	2017	2018	2020
Контроль	Цудоўны	9,24	11,66	15,65			
	Янтарный	12,98	14,58	18,34			
	Витебчанин	9,54	12,00	13,70			
	Мерея	9,38	11,57	14,54			
0,7НВ	Цудоўны	13,88	17,37	22,69	4,64	5,71	7,04
	Янтарный	19,03	20,66	27,02	6,05	6,08	8,67
	Витебчанин	16,50	16,66	19,25	6,96	4,66	5,55
	Мерея	16,34	20,25	20,25	6,96	8,68	5,71
0,8НВ	Цудоўны	13,27	14,37	19,51	4,03	2,71	3,87
	Янтарный	16,47	18,71	22,17	3,49	4,13	3,83
	Витебчанин	14,84	14,49	15,81	5,30	2,49	2,12
	Мерея	14,74	16,53	17,39	5,36	4,96	2,85
НСР ₀₅ ^A		0,19	0,20	0,23			
НСР ₀₅ ^B		0,22	0,23	0,26			
НСР ₀₅ ^{AB}		0,38	0,40	0,45			

Урожайность сухого вещества разноспелых сортов клевера лугового варьировала от 9,24-18,34 т/га на контроле до 13,27-27,02 т/га, отмеченных на орошаемых фонах опыта. Однако по урожайности сухого вещества фон 0,8НВ достоверно существенно и уступал фону 0,7НВ (0,61-4,84 т/га).

Среди всех исследуемых сортов клевера лугового можно выделить среднеранний сорт Янтарный, который в условиях фона 0,7НВ за 3 полноценных укоса зеленой массы формировал 19,03-27,02 т/га сухого вещества. Слабой отзывчивостью на водный режим, установившийся на фоне 0,7НВ, характеризовались сорта Цудоўны и Витебчанин, которые в отдельные годы исследований отличались низкой урожайностью сухого вещества.

Список литературы

1. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021-2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 01.02.2021 г., №59. ЭТАЛОН. Законодательство Респ. Беларусь. Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. Минск, 2021.

2. Бушуева, В. И. Закономерности формообразовательного процесса и эффективность методов селекции бобовых культур (*Lupinus angustifolius* L., *Galega orientalis* Lam., *Trifolium pratense* L.) в Беларуси: дис. д-ра с.-х. н: 06.01.05. Горки. 2010. 286 л.

3. Шелюто Б.В. Биолого-технологическое обоснование приемов повышения эффективности возделывания многолетних трав в системе сырьевых конвейеров в Беларуси: дис. д-ра с.-х. наук. Горки, 2010. 309 л.

4. Дрозд, Д.А. Организация сырьевого конвейера из различных по скороспелости сортов клевера лугового. Мелиорация. 2020. 1(91). С. 71-77.

5. Технологический регламент, техническое обеспечение и технологические карты выращивания и заготовки кормов из трав: регламент: утв. НТС М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, протокол № 5 от 11.04.2011. МСХ Респ. Беларусь. Минск, 2011. 79 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 5.08.2023 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2023 г.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ НА ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАЗНОСПЕЛЫМИ СОРТАМИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ВТОРОГО ГОДА ЖИЗНИ

Дрозд Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

г. Горки, Беларусь

Получение достаточного объема кормов из подвяленной зеленой массы различных по скороспелости сортов клевера лугового возможно только при сочетании широкого спектра факторов. К ним относят обеспеченность вегетационного периода теплом и солнечной радиацией, наличие в почве достаточного объема питательных веществ, а также внутригодовое распределение атмосферных осадков [1, 2].

Отмечаемый в настоящее время дефицит минеральных удобрений в совокупности со стремлением сохранить имеющийся в почве уровень плодородия, вызвало необходимость изучения выноса питательных веществ из почвы вместе с урожаем различными по скороспелости сортами клевера лугового, возделываемыми в условиях орошения [3].

Возделывание различных по скороспелости сортов клевера лугового белорусской селекции осуществлялась на дернового-подзолистых легкосуглинистых почвах учебно-опытного поля БГСХА «Тушково-1» расположенных на территории Горецкого района Могилёвской области и характеризующихся следующими агрохимическими и водно-физическими показателями (табл. 1).

© Дрозд Д.А., 2024

Таблица 1

Агрохимические и водно-физические показатели почв опытных участков

№ закладки полевого опыта	Гумус, %	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	pH	Плотность сложения, г/см ³	Наименьшая влагоемкость, %
1	1,48	203,0	251,0	5,78	1,39	23,76
2	1,66	320,0	423,0	5,70	1,38	23,82
3	1,53	304,0	331,0	5,80	1,39	22,63

Посев раннеспелого сорта Цудоуны, среднераннего сорта Янтарный, среднеспелого сорта Витебчанин и позднеспелого сорта Мерея выполнен нормой высева 8 кг/га, из расчета 100% посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см. Подкормка минеральными удобрениями выполнялась в начале вегетационного периода дозой P₆₀K₉₀ [4].

Закладка полевых опытов выполнялась по следующей схеме:

Фактор А – Границы регулирования влажности почвы:

1. Без орошения; 2. Полив клеверов при снижении предполивной влажности до уровня 80% от величины наименьшей влагоемкости (далее – 0,8НВ); 3. Полив клеверов при снижении предполивной влажности до уровня 70% от величины наименьшей влагоемкости (далее – 0,7НВ).

Фактор В – различные по скороспелости сорта клевера лугового белорусской селекции: 1. Раннеспелый сорт Цудоуны; 2. Среднеранний сорт Янтарный; 3. Среднеспелый сорт Витебчанин; 4. Позднеспелый сорт Мерея.

Поддержание почвенных влагозапасов в заданных выше пределах осуществлялось методом дождевания барабанно-шланговыми дождевальными установками Bauer Rainstar T-61 и Irriland Raptor и дождевальной установкой Lindsay-Europe Omega. Поливные нормы приняты равными 20 мм и 30 мм для фонов 0,8НВ и 0,7НВ соответственно [5].

Возделывание клевера лугового, как и любой другой сельскохозяйственной культуры обусловлено постоянным выносом питательных веществ из почвы, запас которых можно восстановить как естественным путем (посев многолетних бобовых или зернобобовых культур), так и искусственным. Согласно закону возврата, необходимо полное возмещение вынесенных питательных веществ из почвы. Изучаемые сорта клевера лугового отличались темпами развития, урожайностью в связи с чем, нами была определена величина удельного выноса питательных веществ из почвы (табл.).

Таблица 2

Средний удельный вынос питательных веществ из почвы различными по скороспелости сортами клевера лугового

Фон	Сорт	Содержание в 1 т сухого вещества, кг		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	Цудоуны	27,20	4,09	33,42
	Мерея	20,39	3,81	31,62
	Янтарный	24,85	4,01	35,38
	Витебчанин	23,77	2,86	24,93
0,8 НВ	Цудоуны	27,37	4,13	35,39
	Мерея	27,39	5,07	29,70
	Янтарный	26,96	4,08	35,34
	Витебчанин	24,66	3,26	25,33
0,7 НВ	Цудоуны	26,90	3,87	32,66
	Мерея	23,12	4,86	31,30
	Янтарный	25,62	3,29	32,65
	Витебчанин	25,29	4,45	29,64

При оценке удельного выноса питательных веществ из почвы особое внимание следует уделять только показателям фосфора и калия, так как клевер луговой с помощью клубеньков, расположенных на его корневой системе, усваивает азот из окружающего его воздуха, что исключает необходимость использования минерального азота на посевах клеверов.

При формировании сухого вещества в условиях естественной влагообеспеченности различные по скороспелости сорта клевера лугового, выносят из почвы 20,39-27,20 кг/т азота, 2,86-4,09 кг/т фосфора и 24,93-

35,38 кг/т калия. На орошаемых фонах опыта удельный вынос питательных веществ устанавливается на уровне 23,12-27,39 кг/т азота, 3,26-5,07 кг/т P_2O_5 и варьирует от 25,33 кг/т до 35,39 кг/т K_2O в зависимости от сорта клевера лугового и нижнего предела регулирования почвенных влагозапасов. В результате выполненных исследований было установлено, что вынос доступных для клевера лугового питательных веществ из почвы зависит не только от условий почвенной влагообеспеченности, но и от скороспелости возделываемого сорта клевера лугового.

Список литературы

1. Технологии и техническое обеспечение производства высококачественных кормов: рекомендации / Л. А. Маринич [и др.]. Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва», 2013. 74 с.

2. Растениеводство / Г. С. Посыпанов [и др.]; под ред. Г. С. Посыпанова. М.: Колос, 2007. 612 с.

3. Лапа В. В. Применение удобрений и баланс азота, фосфора и калия в почвах пахотных земель Беларуси / В. В. Лапа, Н. Н. Ивахненко // Почвоведение и агрохимия. 2014. № 2(53). С. 7-18.

4. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К. В. Коледа [и др.]; под ред. К. В. Коледа, А. А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. 340 с.

5. Лихацевич А. П. Сельскохозяйственные мелиорации / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов; под ред. А. П. Лихацевича. Минск: ИВЦ Минфина, 2010. 464 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЯНЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Капсамун А.Д., доктор сельскохозяйственных наук,

Павлючик Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,

Иванова Н.Н., кандидат сельскохозяйственных наук

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

г. Тверь, Россия

Успешное решение проблемы увеличения производства молока во многом зависит от правильной организации полноценного кормления коров и эффективности использования кормов. Благодаря общему техническому, биологическому и генетическому прогрессу, в последние годы во многих странах мира, в том числе и в России, достигнуты значительные успехи в кормопроизводстве и животноводстве, удои коров достигли свыше 10-тысячных рубежей. Физиологические исследования процесса пищеварения у жвачных животных привели к пересмотру ряда позиций в кормлении животных. Первостепенная роль, наряду с энергетической ценностью рациона, отводиться протеину и его расщепляемости в процессе пищеварения, составу сухого вещества [1-3].

В эффективное ведение кормопроизводства, подбор и оптимальное соотношение видов кормовых культур позволяют снизить затраты на производство кормов, увеличить их количество, добиться сбалансированности кормовых рационов.

© Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н., Иванова Н.Н., 2024

Внедрение новых кормовых культур, на основе которых базируется система кормления, позволят получать максимальное количество питательных веществ с единицы площади, быть удобными для технологии возделывания кормовых культур, уборки, хранения и механизированной раздачи. В этой связи на первый план выходит повышение качества кормов собственного производства, оптимизация в них концентрации энергии, протеина и других жизненно важных питательных веществ. Это достигается совершенствованием технологий возделывания экономически значимых новых малоизученных кормовых сельскохозяйственных культур в целях конструирования высокопродуктивных агрофитоценозов сенокосного и пастбищного типа на мелиорированных землях гумидной зоны.

Правильный подбор травосмесей для создания сеяных травостоев в системе завершенных пастбищных и сенокосных технологий имеет актуальное значение. Целенаправленное конструирование фитоценозов на основе использования многостороннего фактора биологизации способствует повышению их урожайности и качества корма, сохранению плодородия почвы, снижению капитальных вложений на технологию [5-7].

Агроэнергетический принцип формирования устойчивой биопродуктивности сеяных агрофитоценозов отражает часть малого биологического круговорота веществ и энергии. В настоящее время ряд ученых предлагает оценивать не только технологию возделывания культур или отдельные агроприемы, но и функционирование агроэкосистем в целом, в том числе и энергетические функции органического вещества почвы.

Опыты по изучению агроэнергетических принципов оценки продуктивности сеяных агрофитоценозов в выводных полях рассчитанные на получение 70-90 ц/га кормовых единиц заложены на осушенных землях, расположенных в четырех километрах к юго-востоку от города Тверь.

Почва на опытном участке осушенная дерново-подзолистая суглинистая, характеризуется слабокислой реакцией почвенной среды, со средней обеспеченностью легкогидролизуемым азотом, подвижным фосфором и концентрацией обменного калия.

Объектами исследований являются многолетние травы. Фенологические наблюдения, учет плотности травостоя, продуктивности кормовой массы, отбор почвенных и растительных образцов для химического анализа проводили по общепринятым методикам [4].

Для статистической обработки результатов исследований применялся метод дисперсионного анализа с использованием компьютерных программ [8].

Многолетние бобовые травы и бобово-злаковые травосмеси являются наиболее дешевыми и эффективным источником энергии и растительного белка. В условиях Верхневолжья они обеспечивают высокое и стабильное накопление обменной энергии в сочетании со сравнительно низкими энергозатратами, дают высокий агроэнергетический эффект. Затраты антропогенной энергии на производство корма хорошо окупаются, при коэффициенте энергетической эффективности 2,7-3,8.

Многолетние травы отличаются между собой темпами накопления урожая (табл.1). 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 в фазе стеблевания – 42,8-57,7 %, от стеблевания до бутонизации – 21,6-37,9 % и от бутонизации до цветения – 19,3-20,6 %. Снижение урожайности при раннем укосе у этих трав в два раза меньше, чем у люцерны изменчивой.

Примерно те же закономерности отмечаются в накоплении сухой фитомассы, что и в накоплении зеленой массы.

Таблица 1

Урожайность зеленой массы многолетних трав по фазам и годам пользования, т/га

Культура, сорт	Фазы развития		
	стеблевание	бутонизация	цветение
Козлятник восточный - Гале	18,1	26,9	50,2
Прирост по фазам, т/га, %	18,1/36,1	8,8/17,5	23,3/46,4
Люцерна изменчивая– Вега 87	13,2	19,3	36,6
Прирост по фазам, т/га, %	13,2/36,0	6,1/16,7	17,3/47,3
Клевер луговой Ранний 2	17,9	24,6	31,0
Прирост по фазам, т/га, %	17,9/57,7	6,7/21,6	6,4/20,6
Бобово-злаковая смесь	10,2	19,2	23,8
Прирост по фазам, т/га, %	10,2/42,8	9,0/37,9	4,6/19,3

У многолетних трав наблюдается повышения урожая сухой фитомассы с первого до седьмого года пользования при всех сроках определения, за исключением четвертого года пользования, когда в фазу стеблевания у козлятника восточного отмечался максимальный сбор ее сухой фитомассы – 4,84 т/га.

У люцерны изменчивой наибольшая продуктивность отмечена на пятый год пользования, на шестой год отмечено некоторое её снижение за счёт слабого прироста от фазы ветвления до фазы бутонизации из-за холодной погоды в июне. Козлятник восточный по сбору сухой фитомассы во все годы пользования был продуктивен, чем люцерна изменчивая, это повышение по годам пользования составило в среднем 1,5 раза. В сравнении с урожаем зеленой массы по сбору сухой массы козлятник восточный отличается еще большей продуктивностью, чем люцерна изменчивая. Несколько меньшая продуктивность была у бобово-злаковой смеси. Урожай её сухой фитомассы при цветении составил 6,78 т/га, что

ниже по сравнению с козлятником восточным в 2,1 раза, люцерной изменчивой – 1,4 раза.

Темпы прироста сухой фитомассы от ранней до более поздней фазы отличались от темпов накопления зеленой массы за счет изменения процентного содержания сухого вещества в урожае. Во-первых, уменьшился прирост сухой фитомассы у многолетних трав от фазы стеблевания до бутонизации с 36% до 17,5% (по зеленой массе) и с 21,8 до 19,9 % (по сухой) и увеличился от бутонизации до цветения с 16,7 % до 47,3 % (зеленой) и с 19,9 до 58,3 % (сухой массы).

Во-вторых, снизился прирост сухой фитомассы у клевера лугового от стеблевания до бутонизации с 52,8 до 22,2 %, и увеличился от фазы бутонизации до цветения с 22,2 до 25,0 %. Все это свидетельствует о том, что более ранняя уборка трав приводит к большему недобору урожая сухой массы изучаемых многолетних трав. Биохимический анализ зеленой массы, скошенный в разные сроки, свидетельствует о том, что содержание протеина снижается по мере прохождения фаз развития растений и эти изменения подчинены определенным закономерностям. Во всех изучаемых культурах наибольшее количество сырого протеина накапливалось в более влажные годы в результате повышенной фотосинтетической деятельности и азотофиксирующей способности. Анализ данных по многолетним травам, исследуемым по фазам вегетации, говорит о том, что за период развития наблюдается четкая обратная регрессивная зависимость между содержанием сырого протеина и сырой клетчатки ($r=0,87$).

Так, у козлятника восточного на каждый процент повышения содержания клетчатки (от 22,64 до 32,7), или 1,30, содержание сырого протеина уменьшается в среднем от 23,21 до 18,02, или 0,87. По мере развития растений увеличивается как содержание сухого вещества, так и сырой клетчатки; от фазы стеблевания до начала цветения на 5,37 и 7,69 %, а концентрация энергии при этом уменьшается от 10,75 до 8,95 на 0,83.

Важным показателем продуктивности кормовых культур является суммарный выход кормовых единиц с гектара, который зависит от качества урожая и общей его величины. По нашим данным в условиях Верхневолжья на мелиорируемых дерново-подзолистых почвах без удобрений при использовании козлятника восточного 15 и более лет можно получить свыше 14,0 т/га кормовых единиц, а на 4-7 летних травостоях свыше 20,0 т/га. Высокопродуктивной культурой в Верхневолжье является также люцерна изменчивая Вега 87. Сбор кормовых единиц с гектара составил за семь лет пользования 2,4-10,7 т. Технология выращивания кормовых культур, а также меняющиеся агроклиматические условия, вид культуры и фенологические фазы при заготовке существенно влияют на состав и питательную ценность кормов.

В наших исследованиях по мере развития растений от фазы стеблевания к фазе цветения обеспеченность кормовой единицы протеином снижалась на 30% у козлятника восточного, 20% у клевера лугового. Данный показатель был несколько ниже у бобово-злаковой смеси и составлял 76-405 г/кг при бутонизации и стеблевании соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Биоэнергетическая оценка агрофитоценозов

Культура, сорт	Фаза вегетации	Содержится в 1 кг натурального корма			Обеспеченность кормовой единицы протеином
		кормовых единиц	протеина, г	энергетическая питательность, ЭКЕ _{крс}	
Козлятник восточный Гале	стеблевание	0,18	32,6	1,075	181
	бутонизация	0,22	29,7	1,066	135
	цветения	0,28	28,7	0,865	100
Люцерна изменчивая	стеблевания	0,18	24,7	1,027	137
	бутонизация	0,19	22,7	1,005	119
	цветения	0,24	20,4	0,841	85
Клевер луговой	стеблевание	0,18	19,0	0,986	106
	бутонизация	0,18	14,6	0,920	81
	цветения	0,26	22,0	0,861	85

Все кормовые культуры имели высокую энергетическую питательность ($\text{ЭКЕ}_{\text{крс}}$). Она составляла в период стеблевания: у козлятника восточного –1,075, клевера лугового Ранний 2 – 0,986.

Выводы

1. Для многолетних бобовых и злаковых трав большое значение имеют

сроки их уборки и лучшим является время, когда в зеленой массе растений все элементы питания и биологически активные соединения находятся в благоприятных соотношениях, удовлетворяющих физиологические потребности животных.

2. Установлено: наилучшим периодом уборки, в большей степени указанным требованиям соответствует уборка злаковых трав в период выхода в трубку – начала колошения, бобовых – во время их бутонизации – начала цветения. Более ранняя уборка трав приводит к большему недобору урожая сухой массы изучаемых многолетних трав.

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. Капсамун, А.Д. Продуктивность и питательная ценность бобово-злаковых травостоев при сенокосном использовании на осушаемых землях Нечерноземья / А.Д. Капсамун, Е.Н. Павлючик, Н.Н. Иванова и др. // Вестник ГАУ северного Зауралья. 2007. №2. С.55-62.

3. Косолапов, В.М. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства / В.М. Косолапов, С.В. Пилипко, С.И. Костенко // Достижение науки и техники АПК. 2015. Т.29. №4. С.35-37.

4. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Агропромиздат, 1997. 27 с.

5. Роль бобовых культур в совершенствовании полевого травосеяния / Ю.К. Новоселов, А.С. Шпаков, М.Ю. Новоселов, В.В. Рудоман // Кормопроизводство. 2010. №7. С.19-22.

6. Формирование продуктивности люцерно-клеверо-злаковых травосмесей на северо-западе Нечерноземья / Е.Н. Павлючик, А.Д. Капсамун, Н.Н. Иванова, Н.А. Епифанова // материалы II международной научно-практической интернет-конференции. Приморский НИИ аридного земледелия. 2017. С. 790-794.

7. Писковацкий, Ю.М. Люцерна для многовидовых агроценозов. Кормопроизводство. 2012. №11. С .25-26.

8. Плохинский, Н.А. Биометрия/ Н.А. Плохинский. М.: Из-во МГУ, 1970. 342 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

**ТИМОФЕЕВКА ЛУГОВАЯ (*PHLEUM PRATENSE L.*) – ЦЕННАЯ
ЗЛАКОВАЯ КОРМОВАЯ КУЛЬТУРА**

Пак Л.Н.^{1,2}, кандидат сельскохозяйственных наук,

Иванов Д.А.¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-
корреспондент РАН

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

²ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»,
г. Тверь, Россия

Наращивание объемов производства и повышение продуктивности животноводства во многом определяется системой мероприятий, направленных на расширение посевов кормовых культур, улучшение их качества, получение экономически малозатратных, разнообразных кормов, использование экологически безопасных способов эксплуатации и улучшения старосеяных и природных кормовых угодий.

По данным земельной статистики площади неиспользованных, стратегических резервов страны – земель сельхозназначения огромны, оцениваются в размере 43 млн. га, из которых около половины приходится на пашню. Расположение большей части территории страны в суровых природно-климатических условиях, ее сильная заболоченность в определенной степени отражаются на системе кормления и содержания животных, так как не все земли остаются пригодными для освоения под пашни, либо требуют проведения дорогостоящих мелиоративных мероприятий.

В условиях рыночных отношений, при регулярном повышении цен, возможность развивать луговое кормопроизводство с вложением огромных денежных и материальных ресурсов затруднена. Поэтому в современных условиях стабильно приоритетным направлением получения кормов остается более полное и рациональное использование существующих посевных площадей и лугов, занятых многолетними травами, не требующих сложного ухода и затрат при выращивании, по сравнению с другими кормовыми культурами. Отличие многолетних трав от однолетних заключается в полном использовании биоклиматических ресурсов региона возделывания, положительном влиянии на структуру и плодородие почвы, а также в продолжительности вегетационного периода, что позволяет получить несколько урожаев за сезон.

В развитии кормопроизводства значительная роль отводится многолетним травам семейства Злаковые (*Gramíneae*) или Мятликовые (*Poáceae*), получившим широкое распространение в хозяйствах средней полосы России, на севере и в зоне степей.

Многолетние травы семейства Злаковые составляют основу кормления сельскохозяйственных животных (более 90 % рациона) в природных луговых фитоценозах многих агроэкологических зон и экономических районов нашей страны. Этому способствуют их особые поведенческие адаптации: выносливость к произрастанию в условиях переувлажненных, кислых и холодных почв, длительная сохранность травостоя, склонность к вегетативному возобновлению, устойчивость к болезням и вредителям, высокая отзывчивость на использование минерализующегося азота, хорошая урожайность и питательность корма. Это дает возможность получать самые дешёвые корма, не проводя частое перезалужение. Травы охотно поедаются животными.

Несмотря на общие естественные, фундаментальные эколого-биологические особенности, характерные для семейства злаковых трав, на

уровне видов существует своя, неодинаковая степень гибкости к условиям внешней среды, продуктивности и долголетия. Содержание питательных веществ в растениях существенно меняется в зависимости от вида злака.

Тимофеевка луговая (*Phleum pratense L.*) является ценной злаковой кормовой культурой, получившей широкое распространение во многих регионах нашей страны [1]. Это верховой, рыхлокустовой, многолетний злак, достигающий высоты более 1 м в фазе укосной спелости, с прямыми стеблями, полыми внутри, мочковатой корневой системой. Стебли гладкие на ощупь [2, 3]. Относится к группе летнецветущих видов.

Тимофеевка луговая выгодно отличается от других видов злаковых культур тем, что обладает высокой адаптивностью, морозо- и зимостойкостью (правда иногда возможна гибель при чередовании мороза и оттепели), неприхотливостью к плодородию почв. Хорошо растет на всех типах почв, за исключением песчаных. Дает высокие урожаи при внесении удобрений. О. В. Трухан с соавт. (2023) отмечает, что максимальная урожайность тимофеевки луговой отмечается в фазе колошения, причем урожайность сухой массы травостоя на торфяной почве (119 ц/га) выше, чем на минеральной почве (107 ц/га) на 12 ц/га. Однако, на минеральной почве продолжительность устойчивого состояния травостоя с доминированием в составе тимофеевки луговой достигает 5 лет, на торфяной не более 3 лет [4].

Культура имеет развитую, но не мощную корневую систему, значительная часть которой располагается в пахотном слое почвы. А. Г. Тюрюков с соавт. (2023) указывают глубину проникновения корней тимофеевки луговой – 17 см в условиях Крайнего Севера [5]. По классификации Раункиера тимофеевка луговая относится к гемикриптофитам, то есть к растениям, побеги которых отмирают при наступлении неблагоприятного для вегетации периода. Живые почки,

защищенные почвой, отмершими листьями или снегом на уровне земли, образуют побеги на следующий вегетационный период.

По отношению к влаге – это растение-мезофит. Может успешно расти и развиваться в поймах рек, пониженных участках, на осушенных торфяниках. Выдерживает недолговременное подтопление паводковыми водами (до 20 суток), страдает в условиях длительной засухи [4]. Черты ксероморфизации тимофеевки луговой, проявляющиеся в утолщении стенок соломины, начинают преобладать на средних формах рельефа (холмы, балки, лощины) с амплитудами высот до нескольких десятков метров. С понижением рельефа тимофеевка луговая не может максимально использовать улучшение водного режима, поэтому уступает в конкурентном отношении другим видам.

Вид отличается малой требовательностью к теплу. Культура начинает рост при температуре воздуха +5 °С, а переходит к фазам колошения и цветения при температуре +18...+19 °С [6]. По данным Л.Д. Уразовой с соавт. (2017) продолжительность цветения тимофеевки луговой увеличивается при средней температуре в июне-июле устанавливается ниже (отклонение на 0,4-0,8°С) средней многолетней температуры [7].

Одна из важнейших особенностей вида – способность сочетать озимый и яровой типы развития. Часть растений при выращивании без покрова выколашивается и цветет в год посева, но основная часть растений в первый год растет и развивается медленно, выколашивания и образования семян не происходит, а на второй год жизни достигает полного развития [4].

О.В. Павлова с соавт. (2019) указывает, что «полного развития растения тимофеевки достигают на 2-3-й годы, а высокие урожаи сена и семян дают, начиная с 3-го года жизни» [6]. По отношению к свету тимофеевка луговая относится к факультативным гелиофитам. При увеличении естественного освещения в течение суток до 13 часов и более

она вступает в цветение. При недостаточной продолжительности светового дня, тимOFFеевка семян не образует [8].

Продуктивность кормовой массы тимOFFеевки зависит от густоты стеблестоя, облиственности растений и их высоты. ТимOFFеевка обладает значительной интенсивностью кущения (порядка 20 побегов на растение), при этом не создающая кочек [2, 3]. Наибольшая облиственность (75,5 %) отмечается в фазе выхода растений в трубку [4]. Стебли отличаются устойчивостью к полеганию [9].

Phleum pratense L. используется в качестве злакового компонента в смеси с клевером красным, козлятником восточным или люцерной для создания двухкомпонентных травосмесей в различных регионах страны – от лесотундры до лесостепи. В смешанных агрофитоценозах с бобовыми травами тимOFFеевка луговая ведет себя менее агрессивно, чем кострец безостый, что обеспечивает определенное положение в соответствующих биоценозах и более длительную сохранность.

О. В. Трухан с соавт. (2023) указывает, что травосмеси тимOFFеевки луговой с клевером луговым, «дают корма, богатые белком и не требуют внесения минерального азота» [4]. Кормовая продуктивность смешанных посевов первого года составляет 840...890 кг/га сырого протеина, выход кормовых и кормопротеиновых единиц – 3452-3465 и 5523-5733, обменной энергии – 47,4-48,8 Дж/га, валовой энергии – 37008-49125 МДж/га. При создании сенокосных лугов Трухан О. В. с соавт. (2023) рекомендует включать в состав травосмеси 6-10 кг тимOFFеевки луговой (что составляет 25-30 % тимOFFеевки луговой в составе травосмеси), а при создании пастбищных лугов – 6-8 кг этого вида.

В полевых и сенокосно-пастбищных севооборотах тимOFFеевка луговая относится к травам среднего долголетия, при интенсивном использовании максимальные урожаи получают к 3-4 году пользования, затем вид заметно выпадает из травостоя, что сказывается на

существенном снижении урожайности культуры [6]. На одном месте она может расти пять лет и более. На низинных плодородных участках и в травосмесях ее посевы остаются производительными в течение 8-10 лет.

В. А. Волошин (2019) отмечает, что при скашивании в начале фазы полного колошения можно получить два укоса кормовой массы [1]. Хотя есть мнение, что получить полноценное растение со стеблями во втором укосе большая редкость. Наибольшую урожайность зеленой массы дает первый укос. После скашивания тимофеевка луговая плохо отрастает, по сравнению с овсяницей луговой и ежой сборной [11]. О. В. Трухан с соавт. (2023) отмечает, что существующие сорта тимофеевки недостаточно устойчивы к раннему скашиванию [4].

По некоторым данным быстрое отрастание отмечается только у южных раннеспелых форм тимофеевки луговой. При использовании в качестве пастбищ урожай культуры с возрастом снижается быстрее, чем при сенокосном использовании [9]. Поэтому проведение дальнейших селекционных работ, направленных на создание высокопродуктивных сортов с повышенной продуктивностью сенокосно-пастбищного типа, устойчивых к засухе, к листовым болезням, лучшим отрастанием после укосов и стравливания заметно расширит универсальность в использовании этой кормовой культуры.

Питательность кормов, получаемых из тимофеевки луговой, высокая. В 100 кг свежей зеленой массы содержится 20,0...28,9 кормовых единиц и 1,5-3,1 кг переваримого протеина, а в 100 кг сена – 40,6-45,0 кормовых единиц и 3,0-4,2 кг переваримого протеина [11].

По данным Н. Б. Дегуновой с соавт. (2017), качество сена меняется в зависимости от фазы – наибольшее содержание протеина (15,1 %), клетчатки (33,7 %), обменной энергии (9,12 МДж/кг), кормовых единиц (0,67 к.е./кг) отмечается в фазы начала колошения и полного колошения. Содержание клетчатки в пожнивных остатках достигает 46% [12].

По другим данным, наибольшая питательность культуры отмечается в фазе выхода в трубку, урожайность – в фазе колошения [4]. В некоторых работах указывается, что раннее и позднее скашивания тимофеевки луговой проводить не целесообразно, так как в первом случае это приводит к снижению продуктивности, а во втором – к потере питательности корма [8].

В целом, по кормовым и питательным свойствам культура занимает промежуточное положение среди злаковых трав. Из сортов наиболее известны Марусинская 297, Ленинградская 204, Ярославская 11, ВИК 9, ВИК 85, Моршанская 1188, Моршанская 69, Утро, Майская 1, Нимфа, Казачинская 2, Хабаровская, Грация, Иглинская местная, Вологодская местная и др. [4].

Многие из них районированы в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Чернозёмном, Средне-Волжском и Дальневосточном регионах более 20 лет назад [9].

Эколого-биологические характеристики тимофеевки луговой свидетельствуют о ее приоритетном использовании на получение зеленого корма, сена и сенажа. Благодаря таким свойствам как высокая отзывчивость на обеспеченность влагой почвы, высокая продуктивность, среднее долголетие, способность произрастать в составе травосмесей, хорошие кормовые достоинства позволяют широко использовать культуру в кормовых системах.

Список литературы

1. Волошин В. А. Оценка тимофеевки луговой (*Phleum pratense*) в коллекционном питомнике // Пермский аграрный вестник. 2019. №3 (27). С. 30-37.
2. Горчакова А. Ю. О количественных показателях ветвления побега злаков в эколого-ботанических исследованиях. Современная наука:

актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2019. № 3. С. 13-18.

3. Зарьянова З. А., Зотиков В. И., Кирюхин С. В. Видовое и сортовое разнообразие многолетних трав для условий Орловской области. Кормопроизводство. 2017. № 11. С. 32-38.

4. Трухан О. В., Золотарев В. Н. Тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.): биологические особенности, хозяйственное значение, особенности сорта ВИК 911, технологические приемы семеноводства. Адаптивное кормопроизводство. 2023. № 4. С. 31-44.

5. Тюрюков А. Г. Особенности проведения биологической рекультивации на Севере Ямало-Ненецкого автономного округа. Почвы и окружающая среда: материалы Всероссийской науч. конф. с международным участием. Новосибирск: ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 2023. С. 587-590.

6. Павлова О. В. Исследование кормовых свойств различных сортов тимфеевки луговой в условиях Приморского края. Аграрный вестник Приморья. 2019. № 4 (16). С. 22-26.

7. Уразова Л. Д., Литвинчук О. В. Селекция многолетних злаковых трав в таежной зоне Западной Сибири. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47. № 2 (255). С. 49-55.

8. Сезонная динамика роста сортов и дикорастущих образцов верховых злаков в условиях Ленинградской области / Н. Ю. Малышева, Т. В. Дюбенко, Т. Б. Нагиев и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 6 (67). С. 65-73.

9. Болезни листьев тимфеевки луговой / Н. Ю. Костенко, Н. В. Разгуляева, Н. М. Пуца и др. Кормопроизводство. 2021. № 1. С. 9-12.

10. Скалозуб О. М., Ключкова Н. Л. Оценка основных хозяйственно полезных признаков тимфеевки луговой в коллекционном питомнике.

Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2021. № 3 (217). С. 52-56.

11. Шукис Е.Р., Шукис С.К. Совершенствование видового и сортового состава зернобобовых и кормовых культур в условиях Алтайского края. Достижения науки и техники АПК. 2008. № 11. С. 38-40.

12. Дегунова Н. Б., Шкодина Е. П. Агрэкоэкосистемы с многолетними травами в кормопроизводстве Новгородской области. Владимирский земледелец. 2017. № 3 (81). С. 17-20.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ВЛИЯНИЕ АГРОПРИЕМОМ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ БОТАНИЧЕСКОГО СОСТАВА ТРАВСТОЯ НА ВЫРАБОТАННОМ ТОРФЯНИКЕ

Анисимова Т.Ю., кандидат сельскохозяйственных наук
*Всероссийский НИИ органических удобрений и торфа – филиал ФГБНУ
«Верхневолжский ФАНЦ, п. Вяткино, Судогодский р-н, Владимирская
область, Россия*

Приемы рационального использования луговых угодий и повышения продуктивности сенокосов должны основываться на применении простых и эффективных ресурсосберегающих технологиях поверхностного улучшения лугов при выращивании на них многолетних трав, которые наиболее адаптированы к условиям выработанных торфяников: утилизируют энергию солнца, атмосферные осадки, полнее используют почвенный азот, полностью исключают ветровую эрозию почв [1].

Одними из основных и действенных способов увеличения продуктивности луговых трав является применение минеральных удобрений и подсев семян трав в ненарушенную дернину. Известно, что их использование результативно на всех типах луговых угодий, но наиболее эффективно на увлажненных почвах [2,3].

Подсев трав позволяет сохранить структуру почвы и имеющиеся на ней кормовые растения, что позволяет избежать недостатка кормов, который сказывается ещё несколько лет после пересева [4].

Ботанический состав травостоя претерпевает большие изменения в течение всей жизни трав за счет вытеснения одних видов другими, более приспособленными. Это более резко видно в первые годы после посева [1,4].

Цель исследования состояла в выявлении закономерностей формирования видовой структуры и производительности сеяных и природных бобово-злаковых травостоев для определения динамики изменений ботанического состава природных и культурных фитоценозов в зависимости от применяемых агроприемов.

Методика исследования. Исследования проводили во Владимирской области на Байгушском мелкоконтурном торфяном месторождении. Тип торфяной залежи переходный (А – 15,4 %, R – 45%). Общая площадь торфяного массива составляла 13,8 га, после проведения в 1985 г. мелиорации массив был разделен на 6 торфяных карт. До 2015 г. в сельскохозяйственном пользовании находились площади I и II торфяные карты, которые почти полностью сработаны и использовались в основном под сенокос, в настоящее время площади заброшены.

На части первой торфяной карты после скашивания растительности и удаления кустарничков в 2017 г. был заложен полевой опыт по определению влияния применения минеральных удобрений и прямого сева семян многолетних трав на продуктивность фитоценозов и свойства почвы. Почва болотно-подзолистая (Gleyic (Histic) Albeluvisols) со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,86-2,0%, рН_{KCl} – 6,1-6,4; содержание подвижных фосфора – 56-75 мг/кг почвы, обменного калия – 46,5-58,2 мг/кг. Мощность пахотного слоя – 27-39 см. Тип растительности на участке был определен как деградированный разнотравно-злаковый луг. В дернину высевали бобово-злаковую травосмесь (2/3 от полной нормы посева), состоящую из быстро растущих растений, таких как клевер розовый (*Trifolium hybridum*) и тимopheвка

луговая (*Phleum pratense*). Минеральные удобрения вносили по схеме опыта в виде аммиачной селитры, простого суперфосфата и калимага. Реализация исследовательских работ была основана на методике проведения опытов на сенокосах и пастбищах [5].

Исследования проводили с 2017 по 2021 гг. согласно схеме:

1. Природный фитоценоз (ПФ) без подсева клеверо-тимофеечной смеси – контроль
2. ПФ + N₆₀P₆₀K₉₀
3. ПФ + N₆₀P₉₀K₁₂₀
4. Культурный фитоценоз (КФ) с подсевом клеверо-тимофеечной смеси
5. КФ + N₆₀P₆₀K₉₀
6. КФ + N₆₀P₉₀K₁₂₀

Общая площадь делянки – 62,5 м², учетная – 40 м², повторность четырехкратная, общая площадь под опытом – 0,15 га.

Азотные удобрения вносили дробно: в период весеннего отрастания (вместе с фосфорными и калийными) и после первого укоса трав.

Учеты урожая надземной массы трав выполнены с использованием портативной косилки, сплошное скашивание трав проведено ротационной навесной косилкой КРН-2,1, агрегируемой с МТЗ-82. Представлены суммарные за два укоса урожаи трав в фазе годности для приготовления сена: колошение у злаковых, цветение у бобовых.

Анализы почвенных образцов выполнены в лаборатории с использованием следующих методов: рН_{kcl} – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85); гидролитическая кислотность – по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91); сумма поглощенных оснований – по методу Каппена (ГОСТ 27821-88); подвижные соединения фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650-2011).

Анализ растительных образцов проводили в лаборатории следующими методами: ботанический состав травостоя, расчет обменной энергии и кормовых единиц – по ГОСТ Р 56912-2016. Корма зеленые и другим методикам [6].

Анализ агрохимических свойств почвы полевого опытного участка показал, что применение изучаемых приемов не оказало негативного влияния на показатели рН и суммы обменных оснований в корнеобитаемом слое почвы. Значения суммы обменных оснований на пятый год после закладки опыта возросли и оставались на одном уровне.

Отмечено увеличение содержания подвижного фосфора и обменного калия в верхнем слое почвы в вариантах с применением минеральных удобрений, повышение относительно исходного содержания доступных растениям фосфора и калия составило 50-74 мг/кг и 87-118 мг/кг соответственно.

В вариантах без применения удобрений прирост составил 5 мг/кг подвижного фосфора и 10 мг/кг обменного калия. Таким образом, применение минеральных удобрений в течение пяти лет выращивания трав способствовало обогащению запасов подвижного фосфора и обменного калия в верхнем слое почвы.

У кормовых трав в отличие от других сельскохозяйственных культур используют надземную массу растений — листья, стебли, соцветия, которые являются источником питательных веществ и определяют их ценность как корма для животных [2]. Поэтому, чем больше в составе зеленой массы ценных бобовых и злаковых трав, тем выше качество корма. В ходе эксперимента нами подтверждены основные положения формирования состава травостоя под влиянием применения минеральных удобрений (табл. 1).

Оценка ботанического состава травостоя в контрольном варианте показала, что соотношение компонентов не изменялось на протяжении

всего периода исследований. Доля злаковых растений составляла в среднем 27 %, бобовых – 6 %, разнотравья – 53 %, вредных и ядовитых – 11,7 %.

Таблица 1

Изменение травостоя в зависимости от применяемых агроприемов и продолжительности использования

Варианты	Ботанический состав травостоя, %							
	злаки				бобовые			
	I г.п.	II г.п.	III г.п.	IV г.п.	I г.п.	II г.п.	III г.п.	IV г.п.
Природный фитоценоз								
Без удобрений (контроль)	24,2	27,2	32,5	25,2	12,0	1,7	3,2	3,6
N ₆₀ H ₆₀ K ₉₀	42,2	51,8	43,0	45,4	14,1	22,0	17,4	15,1
N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	43,8	44,8	34,5	29,0	19,7	38,5	40,0	26,5
Культурный фитоценоз								
Без удобрений	17,4	30,0	36,9	14,3	26,2	32,4	12,5	55,2
N ₆₀ H ₆₀ K ₉₀	23,4	49,6	41,0	28,2	41,4	29,2	30,2	46,8
N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	27,9	42,7	38,0	21,4	45,0	42,8	35,0	56,6
Без удобрений (контроль)	54,6	58,3	51,8	58,5	9,2	12,8	12,5	12,5
N ₆₀ H ₆₀ K ₉₀	40,3	26,2	39,6	39,5	3,4	0,0	0,0	0,0
N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	36,5	16,7	25,5	44,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Культурный фитоценоз								
Без удобрений	50,8	36,1	49,0	27,5	5,6	1,5	1,6	3,0
N ₆₀ H ₆₀ K ₉₀	33,9	21,2	28,8	25,0	1,3	0	0,0	0,0
N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	27,1	14,5	27,0	21,7	0,0	0	0,0	0,0

Флористический состав растений был представлен малоценными в кормовом отношении травами: злаковых – белоусом, полевицей, щучкой, пыреем; бобовых – клевером белым, мышиным горошком; разнотравья – тысячелистником, одуванчиком, осокой, щавелем конским; вредных и ядовитых растений – звездчаткой, чистецом, калужницей, лютиками, мордовником, хвощами, полынью и др. Наличие вредных и ядовитых растений согласно ГОСТ Р 56912-2016. Корма зеленые свидетельствовало о непригодности травостоя в контроле для корма животных.

В варианте с культурным фитоценозом без удобрений доля бобовых в среднем за четыре года пользования превосходила количество злаковых

растений, а также количество бобовых в контроле. На четвертый год пользования доля бобовых намного превзошла количество злаковых растений в удобренных вариантах без подсева, что было обусловлено и замедленным без достаточного минерального питания развитием подсеянного клевера, который, к тому же, обладает способностью биологической азотфиксации в отличие от злаковых, и засушливой погодой, которая благоприятна для развития бобовых. Использование подсева способствовало изменению флористического состава злакового и бобового компонента, уже со второго года проведения наблюдений (1 г.п.) среди злаковых доминировала тимофеевка, среди бобовых – клевер розовый. Но при применении только подсева не удалось избежать наличия в травостое вредных и ядовитых растений: их доля составляла в среднем 1,5-5,6%, что делала травостой также непригодным для кормления животных.

Учет ботанического состава травостоя первого года пользования показал, что в вариантах с удобренным природным фитоценозом доля злаковых трав была выше на 21,4 % доли бобовых, т.е. злаки в этих вариантах были более конкурентоспособными в отношении основных элементов минерального питания и положительно реагировали на внесение удобрений.

Подсев в сочетании с применением минеральных удобрений благотворно повлиял на развитие бобового компонента травостоя, в вариантах с культурным фитоценозом их доля возросла на 14,6 % по сравнению с вариантами без подсева трав, которое было обусловлено улучшением фосфорно-калийного питания бобовых растений. В вариантах без удобрений и с внесением $N_{60}P_{90}K_{120}$ травостой из-за наличия в нем вредных и ядовитых растений был непригоден для корма животных.

При определении ботанического состава травостоя второго года пользования выявлено преобладание злакового компонента над бобовым

во всех вариантах с природным фитоценозом. В вариантах с неудобренным культурным фитоценозом и при внесении $N_{60}P_{90}K_{120}$ в сочетании с подсевом соотношения злакового и бобового компонента почти равны. Что может свидетельствовать о достаточном питании бобовых растений в этих вариантах. Сочетание подсева и применения минеральных удобрений способствовало снижению доли малоценного в кормовом отношении разнотравья в среднем по вариантам на 38 % по сравнению с контролем.

При возделывании трав третьего года пользования при благоприятных условиях увлажнения, несмотря на некоторое изреживание клевера, была получена наибольшая за годы наблюдений урожайность трав. Установлено преобладание в травостое злаковых растений в вариантах без удобрений и при внесении дозы $N_{60}P_{60}K_{90}$, что, возможно, связано с улучшением азотного питания злакового компонента травостоя за счет минерализации накопившихся корневых остатков и экссудатов бобовых трав.

В вариантах с внесением $N_{60}P_{90}K_{120}$ бобовые растения или доминировали, или ненамного уступали злаковым в количестве. Можно считать, что применение дозы удобрений $N_{60}P_{90}K_{120}$ способствовало получению сбалансированного по составу компонентов зеленого корма. Доля разнотравья в удобренных минеральными удобрениями вариантах снизилась в среднем на 30% по сравнению с вариантами без удобрений.

На четвертый год пользования, который характеризовался как острозасушливый, в ботаническом составе травостоя в вариантах без подсева также, как и предыдущие годы наблюдений доминировали злаки. Но мере улучшения минерального питания (вариант ПФ+ $N_{60}P_{90}K_{120}$) соотношение злаковых и бобовых растений выровнялся.

В вариантах с подсевом заметно возросла доля бобовых трав – в среднем на 32 % по сравнению со злаками, доля разнотравья в этих

вариантах снизилась на 34 % по сравнению с контролем и на 17 % по сравнению с вариантами без подсева. В засушливых условиях и по мере взросления травостоя комбинация используемых агроприемов способствовала увеличению доли бобовых растений.

Химический состав кормовых растений в опыте зависел от наличия и доступности отдельных биогенных элементов в почве. Подсев и минеральные удобрения способствовали достоверному повышению в надземной массе трав содержания общих азота, фосфора и калия. Также установлена зависимость содержания фосфора и калия в растениях от условий увлажнения: в засушливые годы отмечено снижение в растениях фосфора на 3-8 % по сравнению со средними значениями по годам наблюдений, в годы с нормальным увлажнением содержание калия снижалось на 11-15%.

Применение агроприемов позволило повысить суммарную продуктивность травостоя, получить высококачественный корм. Ежегодное внесение минеральных удобрений повысило продуктивность травостоя в среднем по опыту почти в 2 раза по сравнению с контролем. Сочетание подсева и внесения удобрений позволило увеличить продуктивность трав по сравнению с вариантами без подсева на 50-78 %, а по сравнению с контролем – 4,3-4,7 раз, что и повлияло также на величину чистого дохода в опыте.

Наибольшая окупаемость 1 кг NPK, внесенных с удобрениями, 1 кормовой единицей, содержащейся в травах, получена также в вариантах с подсевом, этот показатель возрос почти в среднем в 1,7-2,3 раза по сравнению с природным фитоценозом (табл. 2).

Таким образом, анализ ботанического состава рекультивируемого сенокоса при использовании подсева семян трав и применения минеральных удобрений свидетельствовал об улучшении флористического состава.

Таблица 2

**Агроэкономическая эффективность минеральных удобрений и
посева при выращивании многолетних трав**

Вариант	Выход на 1 га				Чистый доход, тыс. руб./га	Окупаемость 1кг NPK 1 к.е.
	ц к.ед.	сырого протеина, кг	перевари- мого протеина, кг	ОЭ, ГДж/га		
Природный фитоценоз (ПФ)						
Без удобрений (контроль)	22,3	469	239	27,3	-1,03	-
N ₆₀ H ₆₀ K ₉₀	54,4	1109	593	66,3	5,06	3,1
N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	69,4	1431	750	85,1	13,7	3,5
Культурный фитоценоз (КФ)						
Без удобрений	45,8	979	583	64,2	24,4	-
N ₆₀ H ₆₀ K ₉₀	97,1	2058	1253	136	53,7	7,1
N ₆₀ H ₉₀ K ₁₂₀	104	2190	1311	144	52,2	6,0

В контрольном варианте без применения агроприемов тип сенокоса остался разнотравно-злаковый, присутствие в травостое вредных и ядовитых растений делает невозможным использовать травы для кормления животных. При использовании минеральных удобрений как без подсева, так и в сочетании с подсевом, был сформирован бобово-злаковый травостой, в котором в вариантах с N₆₀H₆₀K₉₀ вредные и ядовитые растения исчезли, начиная со второго года пользования.

Внесение минеральных удобрений способствовало обогащению почвы доступными питательными веществами, что позволило повысить продуктивность трав в сочетании с подсевом в 2-4,7 раз, улучшить их качество за счет оптимизации ботанического состава травостоя.

Применение минеральных удобрений в дозах N₆₀H₆₀K₉₀ и N₆₀H₉₀K₁₂₀ в вариантах с природным и культурным фитоценозами обеспечивало увеличение доли ценных бобовых и злаковых трав, снижая долю разнотравья с 53% до 25-34%.

Список литературы

1. Ковшова В.Н. Экологические аспекты использования выработанных торфяников под луговыми фитоценозами. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию основания Кировской лугоболотной опытной станции «Многофункциональное адаптивное кормопроизводство». ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», Кировская лугоболотная опытная станция, выпуск 18(66), 2018. С. 29-35.
2. Клапп Э. Сенокосы и пастбища. М.: Сельхозиздат, 1961. 615 с.
3. Рудавская Н. Н. Ботанический состав сеяных фитоценозов. Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. №. 2. С. 76-80.
4. Кук Д. У. Регулирование плодородия почвы. М.: Колос, 1970. 520 с.
5. Новоселов Ю.К. и др. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 2-е изд. 1997. 197 с.
6. Сычев В.Г., Лепешкин В.В. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. М.: МСХ РФ, ЦИНАО, 2002. 75 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

СЛОЖНЫЕ БОБОВО-ЗЛАКОВЫЕ ТРАВΟΣМЕСИ – ГЛАВНЫЙ РЕЗЕРВ КОРМОПРОИЗВОДСТВА ЦР НЗ

Иванова Н.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,

Капсамун А.Д., доктор сельскохозяйственных наук,

Павлючик Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,

Вагунин Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук

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

г. Тверь, Россия

Современные проблемы кормопроизводства и пути их решения являются предметом обсуждения ученых всего мира. Кормопроизводство является самой масштабной и многофункциональной отраслью сельского хозяйства России. Оно объединяет все основные отрасли сельского хозяйства (земледелие, растениеводство, животноводство) в единую взаимосвязанную систему с природой – экологией, рациональным природопользованием и охраной окружающей среды [2].

Кормопроизводство имеет решающее значение не только в обеспечении животноводства кормами, но и оказывает огромное влияние на сельскохозяйственное производство в стране в целом. Это самая масштабная отрасль растениеводства [5].

Важным критерием повышения продуктивности осушаемых земель является адаптация современных видов и сортов кормовых культур к условиям среды произрастания.

© Иванова Н.Н., Капсамун А.Д.,
Павлючик Е.Н., Вагунин Д.А., 2024

Такая адаптация способствует повышению продуктивности трав, устойчивости кормопроизводства к неблагоприятным агроэкологическим факторам и более эффективному использованию климатических, биологических, почвенных и материально-технических ресурсов. Травы должны обладать признаками технологичности, показателями экологической пластичности и высокой урожайности.

Значение многолетних трав оценивается разносторонне, это создание устойчивой кормовой базы для животноводства, сохранение и воспроизводство плодородия почв, устойчивость агросистем, высокая агроэнергетическая эффективность и экономическая выгода [1].

Перед другими кормовыми культурами многолетние травы обладают явными преимуществами: корма из мн. трав в 2-3 раза дешевле, поскольку затраты на подготовку почвы и посев проводится 1 раз в несколько лет [4].

Основная задача развития кормопроизводства в регионе направлена на получение высококачественных сбалансированных кормов. Одним из путей решения данной проблемы является возделывание бобовых, злаковых культур, а также других видов растений. В связи с этим особую актуальность имеют исследования, посвященные изучению данного вопроса.

Полевой эксперимент проводился на осушаемой дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Почва опытного участка с содержанием гумуса – 1,66-2,56 %, подвижного фосфора 117,1-138,4 мг/кг и обменного калия 101,0-116,4 мг/кг почвы (по Кирсанову), рН 4,86-5,50 средне и слабокислая. Бобово-злаковые травостой с участием полевицы гигантской – (*Agrostis gigantea* Roth)- сорт ВИК 2, мятлика лугового (*Poa pratensis* L) – сорт Балин и овсяницы красной (*Festuca rubra* L) – сорт Максима являлись объектом исследований. В опыте исследовались 12 бобово-злаковых травосмесей с разным видовым составом. Повторение

опыта четырёхкратное. Учетная площадь делянки 80 м². Расположение вариантов двухярусное.

Продукционный процесс травостоев изучался на двух уровнях питания – без удобрений и на фоне N₄₅P₄₅K₄₅. Имитация пастбищного использования биомассы (скашивание) проводилась при достижении растениями высоты 15-20 см (в фазу стеблевания бобового компонента и выхода в трубку злаковых трав), за сезон выполнялось 3 цикла скашивания биомассы.

Закладка опыта и экспериментальная работа выполнялась с учетом методик полевого опыта на сенокосах и пастбищах ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса [3]. Анализы почвенных и растительных образцов выполнялись в лаборатории массовых анализов отдела биотехнологий ВНИИМЗ по существующим методикам.

В годы проведения исследований погодные условия были довольно разнообразными и различались по температурному режиму и условиям увлажнения от средних многолетних данных. Наблюдения показали, что изучаемые травостои различно реагировали на погодные условия: травосмеси с овсяницей красной менее реагировали на засушливые периоды произрастания, полевицевые и мятликовые лучше себя чувствовали в периоды избыточного увлажнения.

Важным показателем адаптивности видов, их долголетия и качества травянистого корма является ботанический состав травостоя (табл. 1). На пятый год пользования доля бобовых трав в агрофитоценозах, по фону удобрений за счет интенсивного роста люцерны изменчивой и лядвенца рогатого, увеличилась до 22,7-35,1 %, что на 14-19 % выше в сравнении с предыдущими годами. Из злаковых трав основную роль в сложении урожая с долей участия в 25-36 % с удобрениями и 17-30 % без удобрений, занимала овсяница тростниковая. Из высеянных низовых злаковых трав во всех циклах формирования урожая преобладающим видом в травостоях

была овсяница красная – 27,7-37,6 %, которая характеризовалась высокой способностью к побегообразованию. Полевица гигантская (2,8-5,3 %) и мятлик луговой (5,0-5,3 %) минимально участвовали в сложении урожая. Доля разнотравья (несеяных видов) выше была по естественному фону обитания.

При анализе результатов ботанического состава выявлен высокий адаптационный потенциал травостоев с участием овсяницы красной, которые оказались наиболее устойчивыми к сохранению низового вида и внедрению разнотравья (табл. 1).

В среднем за три года, наиболее оптимальным содержанием ценных в кормовом отношении 22-27 % бобовых и 65-68 % злаковых трав отличались все исследуемые травостои по удобряемому фону.

Таблица 1

Ботанический состав самовозобновляющихся бобово-злаковых травостоев, % от урожая 2021-2023 гг.

Вариант опыта	Годы исследований	Ботаническая группа трав					
		злаки		бобовые		разнотравье	
		без удобрений	с удобрениями	без удобрений	с удобрениями	без удобрений	с удобрениями
Травостой полевицей гигантской	с 2021	39,4	57,2	72,5	24,4	3,4	3,1
	2022	44,6	90,4	51,6	6,1	3,8	3,5
	2023	53,0	58,0	38,2	35,1	8,8	6,9
	2021-2023	45,6	68,5	54,1	21,8	5,3	4,5
Травостой мятликом луговым	с 2021	44,6	54,1	73,6	23,8	1,3	2,6
	2022	47,5	77,9	51,2	18,2	1,2	3,9
	2023	46,0	70,1	41,2	22,7	12,8	7,2
	2021-2023	46,0	67,3	43,0	21,5	5,1	4,5
Травостой овсяницей красной	с 2021	46,7	52,7	67,2	31,4	0,6	1,4
	2022	42,1	78,2	56,4	19,2	3,3	2,4
	2023	45,9	65,3	45,6	31,7	8,5	3,0
	2021-2023	44,9	65,4	56,4	27,4	4,1	2,3

Проанализировав полученные, за годы исследований, данные можно сделать вывод, что за 2021-2023 гг. в сформировавшихся травостоях

максимальное содержание приходится на долю злаковых видов. Небольшая доля бобовых трав в ботаническом составе травостоев обусловлена меньшей их конкурентной способностью по сравнению со злаковыми видами.

Основным показателем, определяющим эффективность возделывания травосмесей, является урожайность созданных травостоев (табл. 2). Продуктивность исследуемых бобово-злаковых травостоев определялась погодными условиями в период роста, зависела от адаптивной способности, биологических особенностей включаемых видов и соответственно от их участия в составе травостоев.

В 2021 году неудобренные травостои обеспечивали получение на гектаре в среднем 18,4-19,0 т зеленой массы. Травостоями с полевицей получено от 15,6 до 20,2 т/га, с мятликом – 17,1-20,1, с овсяницей красной – 17,6-22,2 т/га зеленой массы. Травостои, в состав которых входила овсяница тростниковая, обеспечили урожайность, на 1,7-3,1 т/га превышающую урожайность травостоев с райграсом пастбищным.

По фону с удобрениями средняя урожайность зеленой массы варьировала от 21,4 до 23,1 т/га и достоверно была на 3,1-4,0 т/га больше неудобряемых травостоев. На третий год пользования (2021 г.) изучаемые травостои обеспечили продуктивность на уровне 3,94-5,02 т сухой и 3,2-4,2 тыс. корм. ед. на естественном месте произрастания, а также 4,7-6,1 т/га сухой массы, 3,9-5,0 тыс. корм. ед. по фону удобрений. В 2022 году наибольшая урожайность сформирована травостоями по фону удобрений – 17,4-21,3 т зеленой и 3,94-6,05 т сухой массы на гектаре. Мятликовые травосмеси обеспечивали максимальное получение зеленой массы – 21,3 т/га. И наивысшую прибавку сухой массы от внесения удобрений (0,7-2,2 т/га) показали травостои с мятликом луговым.

По естественному фону обитания травостои с полевицей гигантской, при урожайности зеленой массы 17,1 т/га, что на 0,9 т/га больше

мятликовых и на 1,4 т/га красноовсяницевых травостоев. На внесение удобрений слабее реагировали смеси с овсяницей красной, обеспечив прибавку сухой массы лишь 0,2-07 т/га.

Наибольшая урожайность кормовой массы в 2023 году сформирована травостоями по фону удобрений: 19,8-22,6 т зеленой и 4,77-5,43 т сухой массы на гектаре. Весомую прибавку на внесение удобрений – 3,3 т с гектара зеленой массы обеспечили травостои с полевицей гигантской. Полевицевые травостои, при урожайности 19,3 т с гектара, что на 2,4 т больше мятликовых и на 1,3 т красноовсяницевых травостоев, и по естественному фону обитания. Высокую урожайность зеленой массы по фону удобрений полевицевые и мятликовые травостои формировали с лядвенцем рогатытым, а травостои овсяницы красной – с люцерной изменчивой (табл. 2).

Таблица 2

Продуктивность бобово-злаковых травостоев при пастбищной спелости трав, 2021-2023 гг.

Видовой состав травостоя	Годы исследований	зеленая масса, т/га		сухая масса, т/га		кормовые единицы, тыс./га	
		без удобрений	с удобрениями	без удобрений	с удобрениями	без удобрений	с удобрениями
Травостои с полевицей гигантской	2021	18,4	22,4	4,49	5,58	3,59	4,46
	2022	17,1	19,0	3,90	4,58	3,12	3,66
	2023	19,3	22,6	4,37	5,43	3,49	4,34
	2021-2023	18,3	21,3	4,25	5,20	3,40	4,15
Травостои с мятликом луговым	2021	18,9	21,2	4,64	5,14	3,71	4,12
	2022	16,1	21,3	3,74	5,03	2,99	4,02
	2023	16,9	20,0	3,98	4,78	3,18	3,83
	2021-2023	17,3	20,8	4,12	4,98	3,29	3,99
Травостои с овсяницей красной	2021	19,0	23,1	4,62	5,50	3,69	4,40
	2022	15,7	17,4	3,60	4,00	2,88	3,20
	2023	18,0	19,8	4,44	4,77	3,55	3,81
	2021-2023	17,5	20,1	4,22	4,75	3,37	3,80
НСР ₀₀₅	2021	0,46	0,51	0,33	0,35	0,27	0,29
	2022	1,94	1,57	0,11	0,09	0,22	1,21
	2023	0,61	0,45	0,62	0,39	0,10	0,33

Благодаря адаптации к агроклиматическим и почвенно-мелиоративным условиям осушаемых земель, за три года (2021-2023 гг.) исследований, наибольшую среднюю продуктивность с гектара на изучаемых фонах произрастания обеспечивали полевицевые травостои – 4,25-5,20 т сухой массы и 3,40-4,15 тыс. корм. единиц. Менее продуктивно на естественном фоне обитания работали мятликовые травостои (4,12 т/га сухой массы и 3,29 тыс. корм. ед.), по фону удобрений – травостои с овсяницей красной (4,75 т/га сухой массы и 3,8 тыс. корм. ед.).

Изучаемые травостои оказывали позитивное влияние на почвенную среду в результате процессов накопления корневой массы и разложения растительных остатков. Известно, что смеси многолетних трав при надлежащем подборе видов и уходе за ними могут увеличивать массу своих подземных частей неопределенно долгое время. Травостои 6-го года жизни в двадцатисантиметровом слое почвы, в зависимости от видового состава, накопили от 14,3 т/га до 21,0 т/га воздушно-сухих корней (табл. 3).

Таблица 3

Количество питательных веществ (кг/га), оставляемых 6-ти летними пастбищными травостоями в 20 см слое почвы (2023 г.)

Вариант опыта	Фон	Кол-во растительных остатков, т/га	Содержание питательных веществ в растительных остатках, %			Накопление питательных веществ в растительных остатках, кг/га		
			N	P	K	N	P	K
Травостои полевицей гигантской	с б/уд	21,0	0,63	0,47	0,37	132,3	98,7	77,7
	с уд	18,6	1,21	0,53	0,42	225,0	98,6	78,1
Травостои мятликом луговым	с б/уд	19,0	1,04	0,60	0,39	194,6	114,0	74,1
	с уд.	18,0	1,13	0,52	0,40	203,4	93,6	72,0
Травостои овсяницей красной	с б/уд	14,8	0,77	0,56	0,34	113,9	82,9	50,3
	с уд.	14,3	1,60	0,58	0,33	228,8	82,9	47,2
Средние значения	с б/уд	18,2	0,81	0,54	0,37	146,9	98,5	67,3
	с уд.	16,9	1,31	0,54	0,38	219,1	91,7	64,7

Из всех вариантов опыта полевицевые травостой обеспечили наибольшее накопление корневой массы – 18,6 т/га по естественному фону и 21,0 т/га – по фону удобрений и имели преимущества перед другими травостоями.

Меньшее количество корневой массы (14,3-14,8 т/га) у травостоев с овсяницей красной, что на 2,7-6,2 т/га меньше других исследуемых травостоев. Просматривается тенденция большего накопления корневой массы травостоями по естественному фону произрастания.

В растительных остатках травостоев по удобряемому фону накопилось больше азота – 203,4-228,8 кг на га, а по естественному фону фосфора – 82,9-114,0 и 50,3-77,7 кг на га – калия. Анализируя полученные данные, необходимо отметить, что условия произрастания и изучаемые виды трав оказали значительное влияние на степень развития корневой системы многолетних трав в травосмесях.

Выявлена позитивная роль изучаемых травостоев и на улучшение агрофизических свойств почвы. Под травостоями после 6 лет произрастания (2023 г.), в сравнении с вегетационным периодом 2022 года почва на 0,10-0,19 г/см³ разуплотнилась и достигнув значений 1,21-1,23 г/см³ сравнялась с показателями плотности почвы под травостоями 1-го года жизни. Общая скважность в слое почвы 0-20 см увеличилась на 0,6-1,3 %, составив 52,3-54,6 %.

Полноценность выращиваемой травяной массы является важным критерием оценки травосмесей. Питательная ценность растений определяется по количеству белка, жира, клетчатки и их специфическому действию на продуктивность животных.

Данные биохимического анализа биомассы 2021-2023 гг. показали, что резких колебаний по вариантам в содержании сырых питательных веществ не было (табл. 4). На протяжении всего периода исследований по всем вариантам опыта содержание сырых: протеина, жира и клетчатки в

сухой массе травостоев находилось на уровне зоотехнических норм кормления высокопродуктивных животных. Несколько выше содержание сырого протеина наблюдалось в биомассе травостоев, произрастающих по удобряемому фону – 18,9-19,8 %. Концентрация сырой клетчатки отмечена ниже на вариантах без удобрений – 23,5-24 %. По фону N₄₅P₄₅K₄₅ содержание жира на 0,3-0,5 % выше против естественного места произрастания. Оценка биохимического состава кормовой массы показала незначительные различия значений по содержанию питательных веществ между исследуемыми травостоями.

Таблица 4

Биохимический состав бобово-злаковых травостоев, 2021-2023 гг.

Травосмеси	Сырой протеин, %		Сырая клетчатка, %		Сырой жир, %	
	без удобрений.	с удобрениями	без удобрений.	с удобрениями.	без удобрений.	с удобрениями.
Травосмеси с полевицей гигантской	18,3	19,8	23,5	27,1	2,4	2,9
Травосмеси с мятликом луговым	18,2	19,0	24,0	26,2	2,4	2,7
Травосмеси с овсяницей красной	18,0	18,9	23,9	26,2	2,3	2,7

Таким образом, в результате проведенных исследований, выявлена высокая эффективность использования исследуемых сложных бобово-злаковых травостоев, которая обусловлена экологическими и биологическими особенностями видов трав. Установлено, что для устойчивого развития кормопроизводства в условиях Верхневолжья необходимо предусматривать использование расширенного видового и сортового состава кормовых растений, обладающих большей экологической пластичностью и активнее адаптирующихся к почвенно-климатическому потенциалу осушаемых почв, одновременно обеспечивая

высокую продуктивность и улучшение почвенных характеристик осушаемых земель ЦР НЗ.

Список литературы

1. Васин В.Г., Васин А.В. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Самарской области. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. №1. С. 7-12.

2. Косолапов В.М. Многофункциональное кормопроизводство России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева // Кормопроизводство. 2011. №10. С. 3-5.

3. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. Москва, 1996. 143 с.

4. Харьков Г.Д., Смирнов К.И. Ориентир – многолетние травы. Кормопроизводство. 2001. № 9. С.17-22.

5. Шпаков А.С. Перспективы использования пахотных угодий в кормопроизводстве РФ. Кормопроизводство. 2008. №11. С.2-5.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

**ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СЕНОКОСНЫХ
ДОЛГОЛЕТНИХ АГРОЦЕНОЗОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА
ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Павлючик Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,

Капсамун А.Д., доктор сельскохозяйственных наук,

Иванова Н.Н., кандидат сельскохозяйственных наук

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

г. Тверь, Россия

На основе проведённых полевых исследований выполненных на базе ВНИИМЗ изучены показатели роста и развития кормовых травостоев при применении агромелиоративных приемов на 3-5-й год пользования, осуществляемые с учетом причин переувлажнения, почвенных особенностей и биологических требований кормовых культур на осушаемых пахотных землях Нечерноземья. Показаны лимитирующие факторы условий произрастания кормовых культур.

Целью исследований являлось определение урожайности бобово-злаковых травостоев в системе укосных технологий в зависимости от года пользования, климатических условий и применения минеральных подкормок на осушаемых землях гумидной зоны. С 2018 года в длительном стационарном опыте изучаются многолетние бобовые травы клевер луговой и люцерна изменчивая в смеси со злаковыми культурами. Проведена сравнительная оценка развития многолетних травосмесей, потенциальной урожайности и ресурсной средообразующей роли.

© Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н., 2024

Общая площадь делянки 256 м², размер субделянок для фонов удобрений, развернутых в пространстве и времени, составляет 128 м² в четырех повторениях.

В процессе исследований изучалось продуктивное долголетие сложных травосмесей на основе клевера лугового четырех разноспелых сортов (Грин, Кретуновский, Шанс, Фаленский 86) и второго более долголетнего бобового компонента люцерны изменчивой сорта Вега 87 в смеси со злаковыми травами тимофеевки луговой ВИК 9 и овсяницы луговой сорта Сахаровская.

В исследованиях сравнивались два фона питания: без удобрений и с применением подкормок сложным минеральным удобрением с дополнительным включением калийного удобрения, ранней весной в дозе действующего вещества N₃₀P₃₀K₄₅ и после первого укоса N₁₅P₁₅K₃₀.

На основании агрохимического анализа почвы за годы исследований отмечены изменения реакции кислотности почвы в сторону подкисления - в год закладки рН 5,94-6,20, на пятый год жизни трав рН 4,90-5,04 (слабокислая близкая к нейтральной). Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы повысилось: в 2018 году – 177,4-181,8, в 2022 году – 229,2-242,8 мг/кг почвы.

Для кормовых травосмесей характерен вынос с урожаем большого количества калия, что отразилось на снижении его содержания в почве. В 1-й год жизни трав подвижным калием почвы были среднеобеспеченны 126,4-136,0 мг/кг почвы, на 3-й год жизни его содержание снизилось до 34,8-52,3 мг/кг почвы.

В результате совместного внесения азофоски и хлористого калия в подкормку травосмесей, содержание подвижного калия в почве стабилизировалось K₂O –108,0-125,7 мг/кг почвы [1, 2].

Обеспеченность содержания легкогидролизуемого азота в почве в среднем по опыту повысилась – в год закладки опыта 49,0-51,0, после четырёх лет

пользования травостоями 51,8-56,7 мг/кг почвы. Содержание гумуса в почве оптимальное 2,28-3,08 %.

Следует отметить, что в результате использования многолетних трехкомпонентных травосмесей отмечено снижение плотности пахотного слоя почвы, в 2022 году на естественном фоне обитания показатель под бобово-тимофеечными травостоями был на уровне 1,46, в 2024 году составил 1,22; под бобово-овсяницевыми 1,50 против 1,28 г/см³.

Аналогичные результаты получены и на минеральном фоне: плотность снизилась с 1,33 до 1,24 г/см³ на вариантах 1-4 и с 1,50 до 1,28 г/см³ на вариантах 5-8 [3]. Годы проведения исследований существенно различались по температурному режиму, количеству и характеру выпадения осадков, что позволило оценить влияние различных погодных условий на устойчивость и продуктивность культур.

Климатические условия вегетационного периода на 3-й год пользованиями травостоями (2021 год) отличались проявлением почвенной и атмосферной засухи, когда осадков выпало 11-59% от нормы. В ботаническом составе бобово-тимофеечных смесей в этом году наблюдалось высокое участие бобовых компонентов: в 1-й половине вегетации до 66 %, во 2-й – 77-84 %, что связано с замедлением роста и снижением конкурентности злаковых компонентов в засушливых условиях и активным ростом люцерны (табл. 1).

Наиболее устойчивыми и адаптированными были травосмеси на вариантах, где произрастали клевера Шанс и Фаленский 86 в смеси с тимофеевкой луговой, выход сухой массы за 2 укоса составил 8,0-8,5 т/га на удобренном фоне (табл. 2).

Таблица 1

Биометрические показатели роста и развития многолетних бобовых
травосмесей 2021-2023 г. (закл. 2018 г.)

№ п/п	Состав травосмеси	Год	Высота травостоев, см			Плотность стеблестоя, шт/м ²			Ботанический состав травостоев, %		
			б/уд	с уд	сред	б/уд	с уд	сред	б/уд	с уд	сред
1.	Клевер луг. Грин + люцерна изм. Вега 87 + тимофеевка луг. ВИК 9	2021	56	62	59	251	251	251	66/34	64/36	65/35
		2022	38	44	41	167	167	167	80/20	65/35	72/28
		2023	50	58	64	108	108	108	96/4	92/8	94/62
2.	Клевер луг. Кретуновский + люцерна изм. Вега 87 + тимофеевка луг. ВИК 9	2021	62	63	62	199	199	199	74/26	62/38	68/32
		2022	39	53	46	248	248	248	66/34	72/28	69/31
		2023	54	63	58	154	154	154	88/12	90/10	89/11
3.	Клевер луг. Фаленский 86 + люцерна изм. Вега 87 + тимофеевка луг. ВИК 9	2021	64	66	65	202	202	202	61/39	57/43	59/41
		2022	45	52	48	230	230	230	56/44	69/31	62/38
		2023	56	63	60	93	93	93	88/12	93/7	91/9
4.	Клевер луг. Шанс + люцерна изм. Вега 87 + тимофеевка луг. ВИК 9	2021	62	64	63	284	284	284	56/44	58/42	57/43
		2022	45	54	50	198	198	198	55/45	70/30	62/38
		2023	55	62	58	126	126	126	92/8	94/6	93/72
5.	Клевер луг. Грин + люцерна изм. Вега 87 + овсяница луг. Сахаровская	2021	62	71	66	150	150	150	51/49	15/85	33/67
		2022	75	69	72	150	150	150	10/90	0/100	5/95
		2023	65	69	67	222	222	222	18/82	20/80	18/82
6.	Клевер луг. Кретуновский + люцерна изм. Вега 87 + овсяница луг. Сахаровская	2021	58	72	65	178	178	178	36/64	37/63	36/64
		2022	68	72	70	194	194	194	5/95	0/100	2/98
		2023	64	73	68	173	173	173	18/82	20/80	19/81
7.	Клевер луг. Фаленский 86 + люцерна изм. Вега 87 + овсяница луг. Сахаровская	2021	58	68	63	170	170	170	19/81	4/96	12/88
		2022	68	81	74	120	120	120	17/83	0/100	8/92
		2023	64	72	68	184	184	184	20/80	22/78	20/80
8.	Клевер луг. Шанс + люцерна изм. Вега 87 + овсяница луг. Сахаровская	2021	59	75	67	158	158	158	20/80	3/97	12/88
		2022	61	80	70	114	114	114	30/70	0/100	15/85
		2023	60	73	66	174	174	174	24/76	16/84	16/82

Таблица 2

Продуктивные показатели многолетних бобовых травосмесей 2021-2023

гг. (закладка 2018 г.)

№	Состав травосмеси	Год	зеленой массы, т/га			сухой массы, т/га			кормовых единиц		
			б/уд	с уд	сред	б/уд	с уд	сред	б/уд	с уд	сред
1	Клевер луг. Грин + люцерна изм. Вега 87 + тимофеевка луг. ВИК 9	2021	18,6	26,4	22,5	5,3	6,8	6,0	4,6	5,8	5,2
		2022	11,0	23,4	17,2	2,9	5,3	4,1	2,5	4,5	3,5
		2023	22,8	29,1	26,0	5,5	7,5	6,5	4,8	6,4	5,6
		средн.	17,5	26,3	21,9	4,6	6,5	5,5	4,0	5,6	4,8
2.	Клевер луг. Кретуновский + люцерна изм.Вега 87 + тимоф.луг. ВИК9	2021	19,1	26,6	22,8	5,3	7,2	6,2	4,6	6,0	5,3
		2022	12,0	29,8	20,9	3,4	7,6	5,5	2,9	6,4	4,6
		2023	22,0	33,8	21,8	5,5	8,1	6,8	4,8	6,9	5,8
		средн.	17,2	30,1	21,8	4,7	7,6	6,2	4,1	6,4	5,2
3.	Клевер луг. Фаленский 86 + люцерна изм.Вега 87 + тимоф.луг. ВИК9	2021	18,6	29,9	24,2	5,7	8,0	6,8	4,9	7,1	6,0
		2022	17,4	28,8	23,1	4,8	7,6	6,2	4,0	6,5	5,2
		2023	25,3	33,2	29,2	6,0	8,4	7,2	5,0	7,4	6,2
		средн.	20,4	30,6	25,5	5,5	8,0	6,7	4,6	7,0	5,8
4.	Клевер луг. Шанс + люцерна изм. Вега 87 + тимофеевка луг. ВИК 9	2021	21,2	28,8	25,0	6,3	8,5	7,4	5,4	7,2	6,3
		2022	15,8	27,9	21,8	4,6	6,6	5,6	3,8	5,6	4,7
		2023	22,4	28,0	25,2	5,8	9,2	7,4	5,0	8,1	6,6
		средн.	19,8	28,2	24,0	5,6	8,1	6,8	4,7	7,0	5,9
5.	Клевер луг. Грин + люцерна изм. Вега 87 + овсяница луг. Сахаровская	2021	16,9	26,4	21,5	5,3	7,4	6,4	4,3	7,2	5,8
		2022	15,0	24,4	19,7	4,3	6,4	5,4	3,9	5,0	4,4
		2023	18,2	21,6	19,9	4,8	5,6	5,2	4,1	4,1	4,4
		средн.	16,7	24,1	20,4	4,8	6,5	5,7	4,1	5,4	4,8
6.	Клевер луг. Кретуновский + люцерна изм. Вега87 + овсян. луг.Сахаровская	2021	14,4	23,7	19,0	4,4	7,3	5,8	3,7	6,0	4,8
		2022	15,3	22,0	18,6	4,9	6,2	5,6	4,0	5,0	4,5
		2023	16,9	20,1	18,5	4,2	5,5	4,8	3,5	4,3	4,0
		средн.	15,5	21,9	18,7	4,5	6,3	5,4	3,7	5,1	4,4
7.	Клевер луг. Фаленский 86 + люцерна изм. Вега87 + овсян. луг.Сахаровская	2021	16,4	25,9	21,2	4,9	7,8	6,4	4,1	6,4	5,3
		2022	11,5	23,6	17,6	3,3	6,7	5,0	2,7	5,4	4,0
		2023	15,8	21,3	18,6	4,1	5,6	4,9	3,6	4,8	4,2
		средн.	14,6	23,6	19,1	4,1	6,7	5,4	3,5	5,5	4,5
8.	Клевер луг. Шанс + люцерна изм. Вега 87 + овсяница луг. Сахаровская	2021	16,3	28,1	22,2	5,0	7,8	6,4	4,2	6,5	5,4
		2022	16,6	23,6	20,1	4,3	7,0	5,6	3,6	5,4	4,5
		2023	17,9	22,8	20,4	4,8	6,1	5,5	4,1	5,0	4,6
		средн.	16,9	24,8	20,9	4,7	7,0	5,8	4,0	5,6	4,8
	НСР _{0,05}	2021	4,31	5,29	4,80	5,3	7,6	6,4	1,04	1,41	1,22
		2022	4,60	2,40	3,50	4,1	6,7	5,4	0,65	0,60	0,62
		2023	2,78	1,96	2,37	5,1	7,0	6,0	0,63	0,59	0,61

Следует отметить, что на 3-й год пользования травостоями содержание клевера не превышало 10 %, тимофеевки 30 %. Отсутствие подавляющего действия со стороны ранее выпавших из травостоя клевера лугового и тимофеевки луговой отразилось на участии люцерны, доля которой при 1-м укосе составляла 39-55 %, при 2-м повысилась до 85 %.

Биологическая способность люцерны использовать воду из нижних слоев почвы активизировалась при засушливых условиях, что способствовало её росту и высокой урожайности. Плотность травостоев с овсяницей практически не изменилась по сравнению с предыдущим годом, что обусловлено её генетическими особенностями (засухоустойчивостью). Активное кущение овсяницы луговой также позволило ей доминировать в травостое до 100 %.

Обобщение данных урожайности, полученных в 2022 году, показало, что на вариантах с преобладанием люцерны изменчивой, урожайность сухой массы составила 3,9 т/га, что больше на 0,4 т/га смесей с овсяницей луговой, где люцерна практически отсутствовала. При применении подкормки сбор сухой массы повышался до 6,8 т/га, на вариантах с овсяницей до 6,4 т/га.

Отмечено хорошее качество растительной массы люцерны изменчивой, в которой содержалось переваримого протеина 23,8 г/кг корма на удобренном фоне и 24,2 г/кг корма на удобренном фоне. В травосмесях с овсяницей луговой, данные показатели ниже и составили – 21,4 и 19,0 г/кг корма соответственно, сказалось отсутствие в смеси люцерны изменчивой. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином выше в кормовой массе люцерно-тимофеечных травосмесей – 89-107 г.

На 6-м (2023 г.) жизни травостоев до проведения 1-го укоса активному росту растений способствовали погодные условия, в частности ранняя весна (на 9-13 дней раньше многолетних средних сроков). В период

между укосами рост трав замедлялся в связи с отсутствием продолжительное время осадков, когда влагообеспеченность пахотного слоя почвы снизилась до критического уровня 6,8-8,9 %. В дальнейшем, после выпадения осадков уровень влажности почвы увеличился до 17,3-20,3%.

Наблюдениями отмечено, что применение минеральных подкормок, несмотря на отсутствие осадков, положительно отразилось на росте трав. Так высота травостоя в период вегетации на вариантах без удобрений в среднем по опыту составила 60 см, на вариантах, где проводились подкормки рост трав активнее на 10 см.

На следующий год исследований бобово-злаковые травостои выше, чем в 4-м, на вариантах, где присутствовала тимофеевка, слабый рост которой, отмечен на снижении его показателей.

При активном росте трав до 1-го укоса, показатели плотности невысокие – 99-114 шт./м². В засушливых условиях межукосного периода рост трав приостановился, в травостоях проходило активное наращивание побегов, плотность травостоев увеличилась на вариантах, где была тимофеевка в 2 раза, на вариантах с овсяницей в 3 раза. Применение минеральных подкормок положительно влияло на густоту стеблестоя увеличивая её плотность в среднем до 213 шт./м², на фоне без удобрений данный показатель составил 154 шт./м².

При двуукосном скашивании на 5-ый год пользования травостоями кормовая масса по укосам распределялась равномерно – 48-52 %. Анализ структуры урожая показал, что облиственность при 1-м укосе у люцерны изменчивой составляла 45-55 %, во втором 41-48 %.

Обобщение данных урожайности кормовых травосмесей показывает, что уровень питания заметно влияет на продуктивность. Минимальный сбор зеленой массы на естественном фоне плодородия в сумме за 2 укоса составил 23,1 т/га люцерно-тимофеечных смесей и 17,2 т/га – люцерно-

овсяницевых. Максимальная урожайность биомассы достигнута на вариантах при применении минеральных подкормок – 31,0 т/га на вариантах 1-4 и 21,4 т/га на вариантах 5-8, что на 7,9 и 4,2 т/га превышает уровень на естественном фоне возделывания.

Обобщение данных продуктивности показывает, что люцерно-тимофеечные смеси формируют урожайность зеленой массы 28,4 т/га; кормовых единиц – 6,0 тыс. корм. ед./га. Данные показатели урожайности выше соответственно на 9,8 т/га и 1,7 тыс. корм. ед./га в сравнении с люцерно-овсяницевыми смесями, где урожай формировался только овсяницей луговой. По сбору сухой массы в среднем за три года пользования, прибавка урожая составила от применения минеральных подкормок 2,1-2,5 т/га. Урожай сухой массы на вариантах со злаковым компонентом тимофеевка луговая составил 6,3 т/га, на вариантах с овсяницей луговой 5,6 т/га.

Исследуемые травосмеси формируют большую массу корней 6,1-7,8 т/га и пожнивных остатков – 2,9-3,7 т/га, в которых аккумулируют элементы питания: азота 9,7-11,2 кг/га, фосфора 3,7-4,3 кг/га и калия 4,9-6,6 кг/га. После отмирания и разложения, подземная масса многолетних трав, становится доступной для использования выращиваемых впоследствии культур на этих площадях, что является резервом поддержания плодородия почв. Проведенные исследования на осушенных почвах Тверской области показали, что продуктивность агрофитоценозов с участием клевера лугового и люцерны изменчивой в значительной степени зависит от подбора наиболее адаптивных для совместного выращивания злаковых компонентов.

Среди исследуемых травосмесей наиболее адаптированными к почвенно-климатическим условиям осушаемых земель гумидной зоны показали себя травосмеси с тимофеевкой луговой, способные за период вегетации сформировать полноценный урожай сухой массы 6,1-11,1 т/га.

Выход сухой массы клеверо-люцерно-овсяницевой травосмеси составил 6,3-9,7 т/га. Дополнение травосмесей вторым бобовым видом – долгосрочной культурой люцерной изменчивой, замещающей после выпадения культуру краткосрочного пользования – клевер луговой, позволяет производить дешевый корм для сельскохозяйственных животных. Исследованиями подтверждена значимость использования в травосмесях двух бобовых взаимозаменяющих культур – клевера лугового и долголетней люцерны изменчивой, которые обладают высокой продуктивностью и питательностью и являются наиболее приспособленными для возделывания на кормовые цели в условиях изменяющегося климата на осушаемых землях Верхневолжья.

Список литературы

1. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н. Урожайность бобово-злаковых травосмесей с различными сортами клевера лугового на осушаемых землях Нечерноземья. Кормопроизводство. 2021. №5. С.15-20.

2. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н. Урожайность бобово-злаковых травосмесей при применении минеральной подкормки. Кормопроизводство. 2022. №3. С. 10-15.

3. Павлючик Е.Н., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н. Адаптивность бобово-злаковых травосмесей перспективных сортов к климатическим условиям Тверской области. Кормопроизводство. 2023. №. С. 3-7.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

**ПРИЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ ЛУГОВЫХ
АГРОЭКОСИСТЕМ НА ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКАХ В
УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА**

Ковшова В.Н., кандидат сельскохозяйственных наук

Кировская лугоболотная опытная станция – филиал ФГБНУ

*«Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени
В.Р. Вильямса»*

Кризисы, связанные с быстрым изменением климата особо коснутся сельского хозяйства. В этих условиях сельское хозяйство может обеспечить высокую продуктивность и устойчивость агроландшафтов и земельных угодий лишь при условии опережающей адаптации к ожидаемым изменениям климата и природной среды. В связи с этим возникает необходимость проведения целенаправленных исследований по выявлению роли климатического фактора в изменении сукцессионной направленности долголетних агрофитоценозов, их продуктивности и процессов почвообразования [1].

Площади выработанных торфяников в Волго-Вятском экономическом районе ежегодно увеличиваются и в настоящее время составляют более 500 тыс. га. В Кировской области, которая входит в этот регион, выработанных торфяников более 80 тыс. га [2].

Выработанные торфяные месторождения – один из ресурсов увеличения площадей кормовых угодий.

© Ковшова В.Н., 2024

Один из способов освоения таких земель – создание на них долголетних культурных сенокосов и пастбищ, так как известно, что многолетние травы при долголетнем их использовании играют огромную роль в сохранении и восстановлении биогеоценозов [3].

Целью наших исследований является разработка адаптивных ресурсосберегающих приемов повышения продуктивности долголетних сеяных травостоев, расположенных на осушенных низинных выработанных торфяниках, в условиях изменяющегося климата.

Исследования проведены в стационарном опыте Кировской лугоболотной опытной станции, расположенной в Волго-Вятском экономическом районе Нечерноземной зоны России в период 1972-2022 гг. Сеяный травостой создан в 1971 году на осушенном низинном выработанном торфянике. Залужение проведено травосмесью, состоящей из костреца безостого – Моршанский-312 (10 кг/га), тимофеевки луговой Позднеспелая ВИК (8 кг/га) и овсяницы луговой Дединовская-8 (12 кг/га). Перед посевом трав внесены: пиритный огарок 5 ц/га и по 60 кг/га действующего вещества азота, фосфора, калия. В 1972 году, на созданном травостое, был заложен полевой опыт и до настоящего времени в опыте ежегодно вносятся дозы удобрений: аммиачной селитры – 60-120-180-240, суперфосфата – 30-60-90, хлористого калия – 60-120-180 кг действующего вещества (д. в.) на 1 га. Фосфорное удобрение вносится весной, в один прием, азотное и калийное – дробно, равными частями под каждый укос. Использование травостоя – двуукосное, на сено.

Все учеты и наблюдения проводили по методикам ВИК, утвержденным для исследований в луговодстве, метеорологические наблюдения – в соответствии с Наставлениями гидрометеорологическим станциям и постам. Экспериментальные данные обрабатывали стандартными методами статистического анализа, с использованием пакета программ Excel.

Длительное использование созданного травостоя за счет естественного плодородия осушенного низинного выработанного торфяника способствовало формированию разнотравно-злакового травостоя пастбищного типа с продуктивностью 2,0-2,5 т/га СВ (сухое вещество). При ежегодном внесении минерального удобрения в различных сочетаниях и дозах формировался злаковый травостой сенокосного типа, доминирующим видом в котором был кострец безостый (67-99 %). Минеральное удобрение позволяло повышать продуктивность травостоя в 2,2-4,1 раза и получать 4,5-8,6 т/га СВ. Однако огромное влияние на изменение продуктивности кормовых угодий оказывали агрометеорологические условия территории. Мониторинг погодных условий на территории осушенного болота за 98-летний период исследований позволил установить, что за последние 25 лет среднегодовая температура воздуха повышалась на 0,8 градуса (по Цельсию). При этом, средняя температура воздуха холодного периода года повышалась на 2,0 градуса, в то время как в теплый период года средняя температура воздуха увеличивалась только на 0,6 градуса. Сумма атмосферных осадков за последние 25 лет в среднем за год увеличивалась на 70 мм, в холодный период года – на 55 мм, в теплый период – на 26 мм. В связи со значительным локальным изменением климата и признанием Всемирной международной организацией глобальных изменений климата на Земле, актуальное значение имеет адаптация сельского хозяйства к региональным особенностям грядущих изменений и разработка приемов агротехники, способствующих стабилизации производства растительных кормов в любых сценариях изменяющегося климата.

Для оценки изменения продуктивности долголетнего злакового сенокоса в условиях изменяющегося климата метеорологические показатели с учетом количества осадков и температуры воздуха за период исследований (1972-2022 гг.) нами были сгруппированы в 4 типа погоды

вегетационных периодов: теплый и сухой, теплый и влажный, прохладный и сухой, прохладный и влажный. Группировка урожайности долголетнего сенокоса (за этот же период) с учетом четырех типов погоды за вегетационный период показала, что в случае потепления климата и уменьшения атмосферных осадков можно прогнозировать сохранение устойчивой продуктивности на уровне многолетних данных и с небольшой прибавкой (+5...+10 %) неудобряемых травостоев и на фоне низкзатратных приемов минерального удобрения $P_{60}K_{120}$, $N_{60}P_{60}K_{120}$ (рисунок).

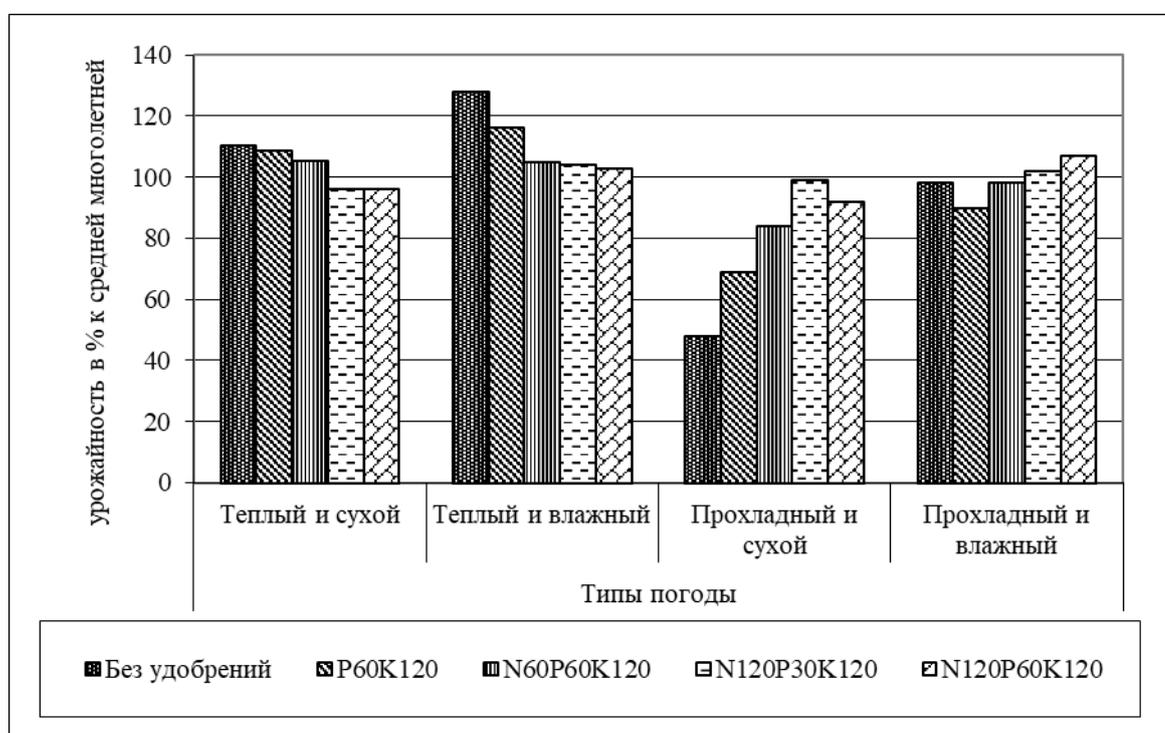


Рисунок. Изменение урожайности долголетнего сенокоса в зависимости от типа погоды вегетационного периода

Это обусловлено тем, что благодаря регулируемому уровню грунтовых вод (0,8-1,0 м от поверхности) потепление климата на территории осушенных выработанных торфяных массивов будет способствовать улучшению условий питания трав за счет мобилизации азота из почвы в результате усиления минерализации органического вещества торфа.

При хорошей обеспеченности вегетационного периода теплом и влагой урожайность неудобряемого травостоя и на фоне $P_{60}K_{120}$ прибавка урожайности злакового травостоя может достигать 24-28 %. Применение полного минерального удобрения с дозой азота 60 кг действующего вещества на 1 га позволит повышать урожайность сенокоса на 11-16 %. Дальнейшее повышение доз азота до 120-180 кг действующего вещества на 1 га в смеси полного минерального удобрения повлечет незначительное снижение урожайности (на 1-2 %), однако урожайность сенокоса останется стабильно высокой 7,8-8,2 т/га.

Похолодание климата в сочетании с нарастанием недостаточного увлажнения особенно негативно проявится на урожайности неудобряемого травостоя, формируемого за счет естественного плодородия низинного выработанного торфяника (снижение на 46-52 %). Более чем на 30 % может снижаться урожайность долголетнего травостоя на фоне фосфорно-калийного удобрения ($P_{60}K_{120}$), что обусловлено снижением доступности элементов питания, вследствие замедления процессов минерализации органического вещества торфа при низких температурах воздуха и почвы. При дозе азота N_{60} в составе полного минерального удобрения снижение урожайности будет достигать 16-17 %. Однако эффективность минеральных подкормок в агрономически минимальных дозах ($N_{60}P_{30}K_{120}$) в условиях недостаточности тепло- и влагообеспеченности проявится в повышении урожайности луговых агроэкосистем в 4,4-5,6 раза по отношению к неудобряемому травостою. Стабилизация урожайности долголетних травостоев на уровне многолетних данных в условиях дефицита тепла и влаги возможна при увеличении доз азота до 120 кг действующего вещества на 1 га в составе полной минеральной смеси в дозах $N_{120}P_{30}K_{120}$.

Если фактор обеспеченности трав влагой за счет атмосферных осадков возрастет, то снижение теплообеспеченности не отразится на

урожайности злакового травостоя, напротив, можно прогнозировать получение дополнительной прибавки (+5...+7 % к средним многолетним показателям) на фоне обеспечения подкормки трав разработанным приёмом полного минерального удобрения в дозах $N_{120}P_{60}K_{120}$.

Заключение

Разработанные и экспериментально обоснованные модели взаимосвязи климата и урожайности луговых агроэкосистем, созданных на осушенных низинных выработанных торфяниках в условиях Волго-Вятского экономического района, позволяют управлять продуктивностью луговых агрофитоценозов и получать стабильно высокую урожайность до 6-8 т/га СВ высококачественных кормов (12-15 % сырого протеина в 1 кг СВ) в различных сценариях изменяющегося климата, прогнозировать производство кормов с мелиорируемых площадей и научно обоснованно подготовиться к возможным изменениям в кормопроизводстве и животноводстве.

Список литературы

1. Влияние изменения климата на экологическую устойчивость агроценозов. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России (под редакцией академиков Россельхозакадемии А.Л. Иванова и В.И. Кирюшина). М.: Россельхозакадемия, 2009. С 234-235.

2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году. М.: Росреестр, 2020. 206 с.

3. Косолапов В.М., Зотов А.А., Уланов А.Н. Кормопроизводство на торфяных почвах России. – М., 2009. 858 с.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

**ЛУГОВЫЕ АГРОЦЕНОЗЫ СЕНОКОСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С
ВКЛЮЧЕНИЕМ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО НА ПОЧВАХ
РАЗЛИЧНОЕ СТЕПЕНИ ОГЛЕЕНОСТИ**

Вагунин Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
Капсамун А.Д., доктор сельскохозяйственных наук,
Иванова Н.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Павлючик Е.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Амбросимова Н.Н.

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

В настоящее время возделывание многолетних бобовых трав позволяет решить проблему кормового белка, экологического использования почв, значительно снизить материальные затраты, дозы внесения азотных удобрений и количество обработок почвы и получать высоко питательные экологически безопасные корма для животноводства [2]. Решение проблемы кормовой базы на современном этапе должно сводиться не только к обеспечению потребности животноводства в высококачественных кормах, но и к более широкому использованию долголетних бобовых видов, обеспечивающих повышение доходности отрасли, сохранение плодородия почвы и охрану окружающей среды. Одним из таких видов семейства бобовых является козлятник восточный, обладающий длительным продуктивным долголетием и комплексом ценных хозяйственных и эколого-биологических особенностей [1].

© Вагунин Д.А., Капсамун А.Д., Иванова Н.Н.,
Павлючик Е.Н., Амбросимова Н.Н., 2024

В научной литературе представлено много разработок по изучению эффективных видов многолетних бобовых трав в чистом виде и в составе травосмесей для укосного использования. Важным достоинством таких культур является их продуктивное долголетие. Козлятник восточный отличается от распространенного в производстве клевера лугового высокой урожайностью, ранним и интенсивным весенним отрастанием, способностью формировать обильную вегетативную массу [3].

К биологическим ресурсам можно отнести козлятник восточный как одна из лучших высокопродуктивных кормовых и средоулучшающих бобовых культур. Козлятник восточный способен длительное время произрастать на постоянных участках, сохраняя параметры урожая и его качество. Будучи южной культурой, в последние десятилетия она находит широкое распространение в Нечерноземной зоне РФ, в основном на более плодородных почвах [4].

В условиях ограничения материальных и энергетических ресурсов возникает необходимость увеличения в структуре посевов удельного веса различных представителей семейства бобовых для реализации их биологического потенциала без затрат на приобретение дорогостоящих азотных удобрений. В севообороте бобовые культуры рассматриваются как мощный биологический фактор интенсификации земледелия и энергосбережения.

В опыте проводятся 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 Псковский НИИСХ, Кривич – ГНУ Псковский НИИСХ. Изучаемые сорта относятся к засухо- и

морозоустойчивым культурам, слабо поражаемые болезнями и вредителями, обеспечивающие высокий экономический эффект.

Полевые исследования проводились в 2021-2023 гг. на агрополигоне Губино, расположенном на экспериментальной базе Всероссийского НИИ мелиорированных земель. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема опыта

№ п/п	Виды трав	Норма высева семян кг/га	Число укосов
1	Козлятник восточный Гале контроль	20	2
2	Козлятник восточный Гале + тимофеевка луговая ВИК 9 + кострец безостый Вегур + двукосточник тростниковый Урал	12 5 6 6	2
3	Козлятник восточный Юбиляр	20	2
4	Козлятник восточный Юбиляр + тимофеевка луговая ВИК 9 + кострец безостый Вегур + двукосточник тростниковый Урал	12 5 6 6	2
5	Козлятник восточный Кривич	20	2
6	Козлятник восточный Кривич + тимофеевка луговая ВИК 9 + кострец безостый Вегур + двукосточник тростниковый Урал	12 5 6 6	2
7	Кострец безостый Вегур + тимофеевка луговая ВИК 9 + двукосточник тростниковый Урал	6 5 6	2

Почва участка дерново-подзолистая, супесчаная, на трех почвенных разностях (глубокооглеенная, глееватая, глеевая), с содержанием подвижного фосфора 106-118 мг/кг и 135-146 мг/кг обменного калия. Реакция почвенного раствора на контроле – среднекислая рН 4,5-5,0. Удельная масса почвы 2,59 г/см³. 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 %. Площадь опыта 6,8 га, размещение вариантов рендомизированное, в три яруса, повторность

трехкратная. Посев беспокровный. Использование двуукосное. Агротехника общепринятая.

В наших исследованиях установлено, что в среднем за 2021-2023 годы наиболее загущенным в травостое козлятник восточный наблюдался в одновидовом посеве сорта Кривич 67-85 шт./м². В контрольном варианте густота стеблестоя козлятника колебалась от 59 до 82 шт./м². Исходя из почвенной разности более плотные вегетативные побеги отмечались на глееватой почве, варьируя в зависимости от травосмеси в пределах 47-85 шт./м². Густота всех сеяных злаковых трав составляла 185-277 шт./м². Менее густым в травостоях козлятник восточный выявлен в смешанных агроценозах из-за конкуренции с сеяными злаковыми травами составляя 40-70 шт./м². Среди сеяных изучаемых трав более плотным стеблестоем характеризовался кострец безостый составляя 86-133 шт./м².

Усредненный показатель высоты козлятника восточного варьировала от 52 до 84 см. Более высокорослыми растения козлятника восточного отмечались на глееватой почве. По сортовым особенностям наибольшая длина вегетативных побегов козлятника восточного зафиксирована в одновидовом агроценозе на основе сорта Кривич 54-84 см. Высота сеяных злаковых трав варьировала от 68 до 99 см. Высота растений козлятника восточного сорта Гале колебалась от 56 до 64 см, Юбиляр 52-68 см. Нами установлено, что в среднем три года наибольший процент сохранности козлятника в травостое отмечался на монопосеве сорта Кривич 51,5-61,8%. Исходя из почвенной разности существенных различий в ботаническом составе как сеяных бобовых, так и злаковых трав не выявлено. Сохранность в травостоях костреца безостого составляла 14,5-31,0 %, двукосточника тростникового 8,6-22,9 %, тимофеевки луговой 4,4-14,9 %. Засоренность посевов значительно ниже в смешанных травостоях и составляла 19,9-48,1 %. Максимальная доля всех сеяных злаковых трав отмечалась в трехкомпонентной смеси достигая 51,9-65,9 % (табл. 2).

Таблица 2

Ботанический состав агрофитоценозов с участием козлятника восточного, за 2 укоса, %, в среднем за 2021-2023 гг.

Вариант	Почва	Козл. вос.	Кост. без.	Двук. трост.	Тим. луг.	Сорн.
1	глубокооглеенная	51,4	-	-	-	48,6
	глееватая	50,8	-	-	-	49,2
	глеевая	49,6	-	-	-	50,4
2	глубокооглеенная	37,5	15,1	10,4	8,0	29,1
	глееватая	36,5	15,6	13,4	7,5	27,1
	глеевая	40,9	17,6	12,8	8,8	19,9
3	глубокооглеенная	49,9	-	-	-	50,1
	глееватая	54,5	-	-	-	45,5
	глеевая	56,6	-	-	-	43,4
4	глубокооглеенная	29,2	18,8	14,8	6,3	30,9
	глееватая	25,1	26,9	13,5	11,4	23,1
	глеевая	20,4	22,8	16,9	9,3	30,6
5	глубокооглеенная	60,3	-	-	-	39,7
	глееватая	61,8	-	-	-	38,2
	глеевая	51,5	-	-	-	48,5
6	глубокооглеенная	29,3	14,5	11,2	4,8	40,2
	глееватая	26,1	18,9	17,9	9,9	27,2
	глеевая	31,8	17,6	8,6	4,4	37,5
7	глубокооглеенная	-	27,9	22,9	14,9	34,3
	глееватая	-	22,7	20,5	8,8	48,1
	глеевая	-	31,0	22,1	12,8	34,1

Показатель облиственности козлятника восточного по усредненным данным находился на высоком уровне 52,4-61,9 %. На глубокооглеенной почве процент листьев в структуре урожая составлял 54,4-61,9 %, глееватой 52,9-60,5 %, глеевой 52,4-61,7 %. На долю стеблей приходилось от 38,1-47,6 %. Средний показатель облиственности первого укоса составлял 43,1-54,4 %, второго 60,3-70,4 %.

Средний показатель урожайности зеленой массы составлял 14,3-28,5 т/га. Минимальная урожайность сухой массы отмечалась в злаковой травосмеси 3,9-5,5 т/га, а наибольшая в четырехкомпонентном агроценозе на основе козлятника восточного Кривич 5,1-7,6 т/га. Содержание кормовых единиц распределялось по вариантам опыта от 3,3-6,5 тыс./га.

Более продуктивными посевами отмечались на глееватой почвенной разности 4,1-7,6 т/га. Выход сухой массы на глубокооглеенной почве составлял 3,9-6,0 т/га. Урожайность посевов глеевой почвенной разности достигала 4,1-6,2 т/га.

Список литературы

1. Донских Н.А. Формирование травостоев с козлятником восточным отечественных сортов в первый год жизни в условиях ленинградской области / Н.А. Донских, В.А. Веселков // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (70). С. 9-18.

2. Матвеев В.А. Формирование укосных травостоев с козлятником восточным сорта юбиляр в условиях Ленинградской области. В сборнике: Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК. Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся. Санкт-Петербург. 2023. С. 121-125.

3. Никулин А.Б. Луговые агроценозы на основе разных сортов козлятника восточного / А.Б. Никулин, А.Л. Кокорина, Ф.Ф. Ганусевич // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (69). С. 29-37.

4. Баринов В.Н. Эффективность средоулучшающих свойств однолетнего люпина при возделывании козлятника восточного на легких почвах нечерноземной зоны / В.Н. Баринов, М.Н. Новиков, М.И. Лукашевич // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2022. Т. 18. № 1. С. 39-45.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

РАЗДЕЛ VI. ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В АПК ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 631.348.4.02

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМ, ПАРАМЕТРОВ ПРОБКОВЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Бабаев Ш.М.¹, доктор технических наук, профессор,

Искендеров И.А.¹,

Голубев В.В.², доктор технических наук, профессор

¹*Азербайджанский аграрный университет, г. Гянджа, Азербайджан*

²*ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия*

По данным ряда исследований известно, что защита растений неотъемлемая часть растениеводческих технологий [1, 2]. Невозможно переоценить роль химических средств защиты растений, которые в свое время способствовали успеху «Зеленой революции» и позволили резко поднять урожайность различных культур.

Использование химических средств защиты растений в агроэкосистеме дало возможность значительно увеличивать продуктивность сельскохозяйственных культур. Они оказывают в то же время и неблагоприятное воздействие на биотические элементы агроэкосистем, вызывая риски химического загрязнения [3]. Агрономической наукой доказано, что рациональный способ локального применения пестицидов – гнездовой.

© Бабаев Ш.М., Искендеров И.А., Голубев В.В., 2024

В этом случае уменьшается загрязнение окружающей среды и почвы, экономятся пестициды, топливо и смазочные материалы, затраты труда, степень, повреждения культурных растений снижаются.

По статистическим данным недобор урожая сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков во всем мире составляет примерно треть от их потенциальной урожайности [4, 5].

Преимущество химического метода перед другими заключается в высокой эффективности, скорости действия и экономичности в связи с небольшими расходами ядохимикатов, доступности применения в каждом хозяйстве, простоте организации его использования и возможности полной механизации всего процесса по защите растений. Кроме того, химическая борьба с вредителями, болезнями и сорняками хорошее дополнение к агротехнической борьбе. Экономические преимущества химического метода защиты растений обусловлено применением пестицидов, что приводит к ряду отрицательных последствий, в числе которых следует выделить загрязнение биосферы, вредное влияние на полезную фауну, изменение качества урожая в связи с возможным содержанием в нем остатков пестицидов.

При правильном использовании пестицидов можно значительно снизить их отрицательное воздействие. Также известно, что в себестоимости мероприятий по защите растений основную долю затрат составляют расходы на пестициды. Поэтому, необходимы приемы, позволяющие добиваться высокой эффективности химической защиты при уменьшении расхода препаратов. Эта проблема многоплановая и решается специалистами разных профилей, в том числе и инженерами, работающими в области механизации технологических процессов [5].

Согласно, разработанной нами (рис. 1) классификации методов борьбы с вредителями, болезнями и сорняками исследован ряд технологий и технических средств.

Из рисунка 1 видно, что основным способом является химический, применяемым с жидкими препаративными формами пестицидов.

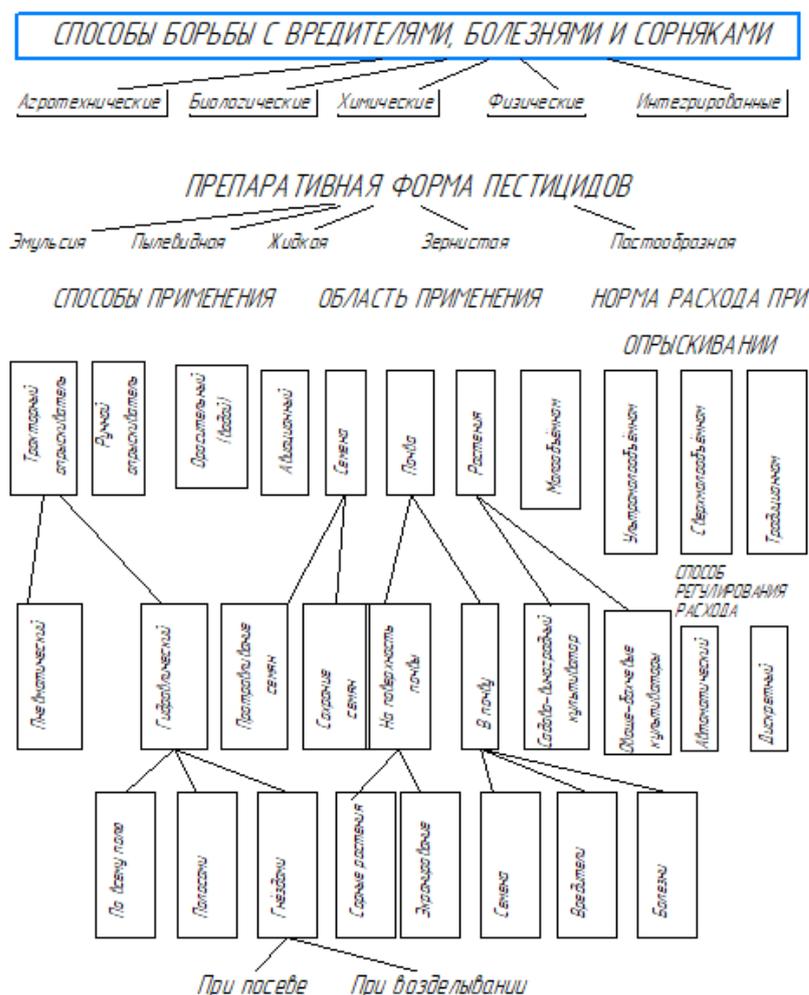


Рис. 1. Классификация методов борьбы с вредителями, болезнями и сорняками

В статье способом применения выбраны тракторные опрыскиватели; область применения – почва и растение; норма расхода – традиционная технология опрыскивания.

Также нами выбрано внесение жидких пестицидов гнездовым способом против сорных растений, вредителей и болезней при посеве.

С учетом изложенного, обоснованы технологии и теоретические исследования форм, параметров пробкового распределителя жидкости для локального применения пестицидов.

Пробковый распределитель жидкости для локального применения пестицидов содержит полый корпус 1 (рис. 2), с входными 2 и выходными 3, 4 отверстиями.

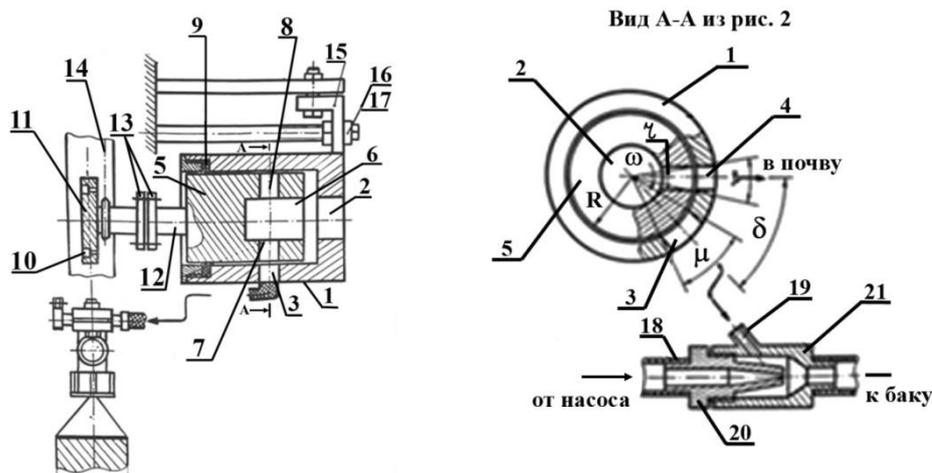


Рис. 2. Схема приспособления для локального (гнездового) внесения гербицидов:

1-корпус; 2-входное отверстие; 3,4-выходные отверстия; 5-пробка; 6-центральный канал; 7,8-радиальный канал; 9-сальник; 10-ячейка; 11-высевающий диск; 12-вал; 13-муфта; 14-цепная передача; 15-планка; 16,17-винтовая пара; 18-трубопровод; 19,20,21 соответственно входные окна, сообщающийся сосок и корпус технического средства для ввода избыточной массы в бак

В корпусе установлена пробка 5, вращающаяся вокруг своей оси. Пробка выполнена с одним центральным 6 и радиальными 7,8 каналами. Сальник 9 предотвращает утечку жидкости, так как количество ячеек 10 высевающего диска 11 и радиальных каналов пробки одинаково, они также вращаются с одинаковой частотой, за один оборот высевающего диска получается одинаковое количество гнезд и подачи химикатов. Чтобы жидкость вносилась симметрично относительно гнезда, между высевающим диском и пробкой на валу 12 установлена регулирующая муфта 13. Вращение от опорно-приводных колес агрегата к валу высевающего диска передается через коробку скоростей и цепную передачу 14. Планка 15 предназначена для перемещения и фиксации хода

корпуса относительно пробки 5. Перемещение корпуса 1 осуществляется с применением гайки винтовой пары 16, 17.

При обосновании технологии и теоретических исследований форм, параметров пробкового распределителя жидкости для локального применения пестицидов аналитически исследованы различные формы радиального канала пробки и выпускного окна корпуса, которые выполнены в нижеследующих формах (рис. 3): радиальные каналы пробки и выпускного окна корпуса в форме круга; радиальные каналы пробки в форме круга, а выпускного окна корпуса трапециевидальной формы; радиальные каналы пробки и выпускного окна корпуса прямоугольной формы; опрыскивающие наконечники взяты из серийно выпускаемой ОПШ-15 (ОЦУ.11.220-03).

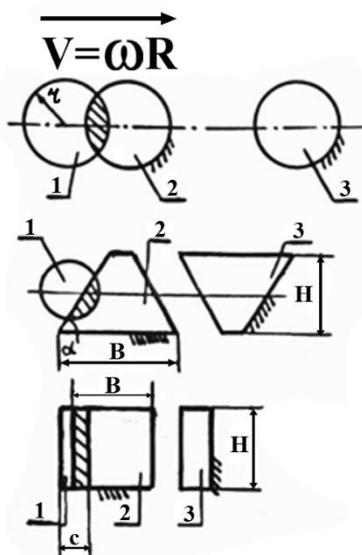


Рис. 3. Формы радиальных каналов пробки и выходных окон корпуса
1-радиальный канал пробки; 2,3-соответственно входное и
дополнительные окна корпуса

Теперь теоретически определим расход жидкости для каждой из вышеперечисленных форм выполнения окон пробки пробкового распределителя и корпуса.

Согласно расчетной схеме, представленной на рисунке 4, расход жидкости dQ , проходящей за определенное время dt через окно, имеющего

некоторую площадь $S(t)$, может быть определен из следующего выражения [6].

Из гидравлики известно, что для данного случая расход жидкости вычисляется из нижеследующего выражения:

$$dQ_1 = \mu\gamma\sqrt{2gp}S(t)dt \quad (1)$$

Интегрируя выражение (1), получим:

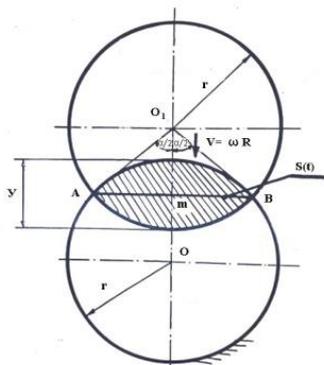


Рис. 4. Расчетная схема для определения расхода жидкости при выполнении радиального канала пробки и выпускного окна корпуса в форме круга

$$Q_1 = \mu\gamma\sqrt{2gp}\int_0^t S(t)dt, \quad (2)$$

где, μ – коэффициент расхода;

γ – объемный вес жидкости, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, $g=9,81$ м/сек²;

p – давление в системе, м. вод. столб.

Учитывая геометрические расчеты зависимости $S(t)$ от конструктивных параметров и режимов работы при выполнении радиальных каналов пробки и выходного окна корпуса в форме не на криволинейной, а на плоской поверхности круга пробкового распределителя жидкости после интегрирования и упрощения расчетов получим:

$$Q_1 = \frac{4}{3}r^3\mu\gamma\sqrt{2gP\frac{3\pi-4}{\omega R}}; \quad (3)$$

где $\pi = 3,14$; ω -угловая скорость пробки;

r - радиус радиального канала пробки, также выходного окна корпуса;

R - радиус пробки.

Согласно расчётной схеме, представленной на рис. 5, расход жидкости, проходящий через площадь $S(t)$ за определенное время dt , образованная радиальным каналом круглой формы и трапецевидальной формы окон, выполненная в корпусе пробкового распределителя [6].

Также в этом случае, с целью упрощения расчетов допускаем, что оба отверстия образующие окна, расположены не на криволинейных, а на плоской поверхности.

Учитывая геометрические расчеты по схеме рис. 5, а и 5, б расход жидкости $Q_2(10)$ через $S(t)$ в зависимости от конструктивных параметров и режимов работы, согласно выражению 4-9 после интегрирования и упрощения расчетов получим:

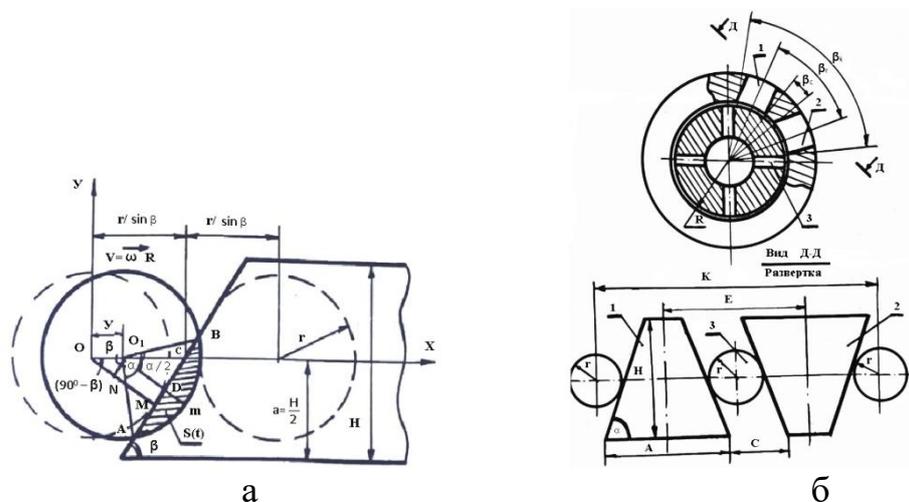


Рис. 5. Расчётные схемы при определении расхода жидкости

а – при выполнении радиального канала пробки и выпускного окна корпуса соответственно окружной и трапецевидальной формы; б – для определения условия предотвращения гидравлического удара при выполнении радиального канала пробки и выпускного окна корпуса соответственно окружной и трапецевидальной формы

$$C \leq \frac{2r}{\sin \alpha} \quad (5)$$

$$\beta_C = \arccos \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{C}{R} \right)^2 \right]; \quad (4)$$

$$\beta_E = \arccos \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{E}{R} \right)^2 \right]; \quad (6)$$

$$E \leq \frac{A \sin \alpha - H \cos \alpha + 2r}{\sin \alpha}; \quad (7)$$

$$\beta_K = \arccos \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{K}{R} \right)^2 \right]; \quad (8)$$

$$K \leq \frac{(A+E) \sin \alpha - H \cos \alpha + 2r}{\sin \alpha}; \quad (9)$$

где, $\beta_C, \beta_E, \beta_K$ - центральные углы, соответствующие длинам хорд С, Е, К.

С, Е, К- длины хорд соответственно между основаниями трапеции, между осями симметрии трапеции и длины хорды, соответствующей пути одного радиального канала пробки от начала встречи с входным отверстием до полного прохождения дополнительного отверстия;

А- длина большого основания трапеции;

Н- высота трапеции;

α - угол между боковой стороной и основаниями трапеции.

$$Q_2 = 2r^2 \mu \gamma \sqrt{2gP} \int_0^t \left[\arccos \left(1 - \frac{y}{r} \sin \beta \right) - \frac{\sqrt{2ry \sin \beta - y^2 \sin^2 \beta}}{r^2} (r - y \sin \beta) \right] dt + \gamma \pi r^2 \sqrt{2gP} \frac{E \sin \beta - 2a \cos \beta - 2r}{\omega R \sin \beta}, \quad (10)$$

где β -угол между боковой стороной и основанием трапеции;

Е- длина большого основания трапеции;

a - половина высоты трапеции;

t - время подачи жидкости,

Теперь проведем аналогичный расчет для определения расхода жидкости по расчетной схеме б при выполнении радиального канала и выпускного окна корпуса прямоугольной формы.

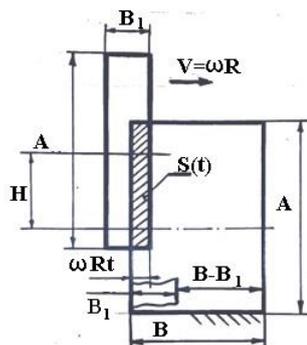


Рис. 6. Расчетная схема для определения расхода гербицида при выполнении радиального канала прямоугольной формы

$$Q_3^{\text{н}} = \frac{1}{2} \mu \gamma \sqrt{2gp} (A - H) \frac{B_1^2}{\omega R}$$

где A ; B - соответственно ширина радиального канала пробки и выпускного окна корпуса

Так как основным критерием внесения жидких химикатов (пестицидов) является равномерность, которая при гнездовом способе внесения ухудшается от гидравлического удара, созданном при открытии и закрытии выходного окна в аналитических исследованиях. Полученные конструктивные параметры дополнительного отверстия для каждой из вышеперечисленной комбинаций, применение которого позволяет избыточную массу жидкости вводить обратно в бак, вследствие чего предотвращается гидравлический удар.

При выполнении обоих окон корпуса и пробки в форме круга, также круго-трапецеидальной комбинации расход жидкости зависит от времени дозирования. Кроме вышеизложенного с применением комбинаций окон прямоугольной формы, выполненной в корпусе и пробки пробкового распределителя жидкости, предотвращает гидравлический удар, также устройство имеет возможность регулировать расход жидкости при одинаковом времени дозирования.

Нами экспериментально исследована экономия расхода гербицида при обработке посевов бахчевых культур в гнездовом способе внесения гербицида, который составляет 175 л/га при норме 250 л/га.

Список литературы

1. Бабаев Ш.М. Разработка технологии и конструкции устройства для локального (гнездового) способа внесения гербицидов при посеве семян бахчевых культур. Дис. ...канд.техн.наук. – Гянджа,1993.

2. Бабаев Ш.М. и др. Разработка энергоресурсосберегающе-почвозащитной технологии технических средств для обеспечения потребности фермеров в посевном материале. Аграрная наука Азербайджана. 1999. № 3-4.

3. Бабаев Ш.М. Теоретическое и конструктивное решение регулирования нормы порционной подачи жидкости в устройстве вращающейся пробки. Аграрная наука Азербайджана. 1991. №6.

4. Пашкин В., Жарова Р. Эффективность гербицидов и сроки их применения на посевах столового арбуза в Алма-Атинской области. Химическая борьба с сорняками. 1974. № 6.

5. Бабаев Ш.М. Разработка технологии и конструкции устройства для локального (гнездового) способа внесения гербицидов при посеве семян бахчевых культур. Дис. ...канд.техн.наук. Гянджа,1993.

6. Бабаев Ш.М. Расчет расхода жидкости распределителя в виде вращающейся пробки. Вестник с/х науки, 1990. № 2.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

К ВОПРОСУ АГРЕГАТИРОВАНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ В ТЕПЛИЦЕ С КАССЕТНОЙ РАССАДОЙ

Рязанцев А.И.¹, доктор технических наук, профессор,

Травкин В.С.¹, Евсеев Е.Ю.²

¹*ФГБНУ Всероссийский НИИ систем орошения и сельхозводоснабжения
«Радуга», Московская обл., Коломенский район, пос. Радужный*

²*ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет»,
г.о. Коломна, Россия*

Рассадный способ выращивания овощей в защищенном и открытом грунте широко известен в нашей стране и за рубежом. Широкое распространение получила грунтовая и горшечная технологии выращивания рассады.

В последнее время сельхозпроизводители начали осваивать кассетный способ выращивания рассады.

Результаты, проведенных в Российской Федерации (РФ) и за рубежом, научно-исследовательских работ (НИР) и производственного опыта ряда хозяйств показывают, что кассетная технология отличается от традиционных методов технологическими и экономическими преимуществами, кассетный способ выращивания рассады в теплицах для открытого грунта перспективен и подлежит дальнейшему совершенствованию и освоению в сельскохозяйственном производстве.

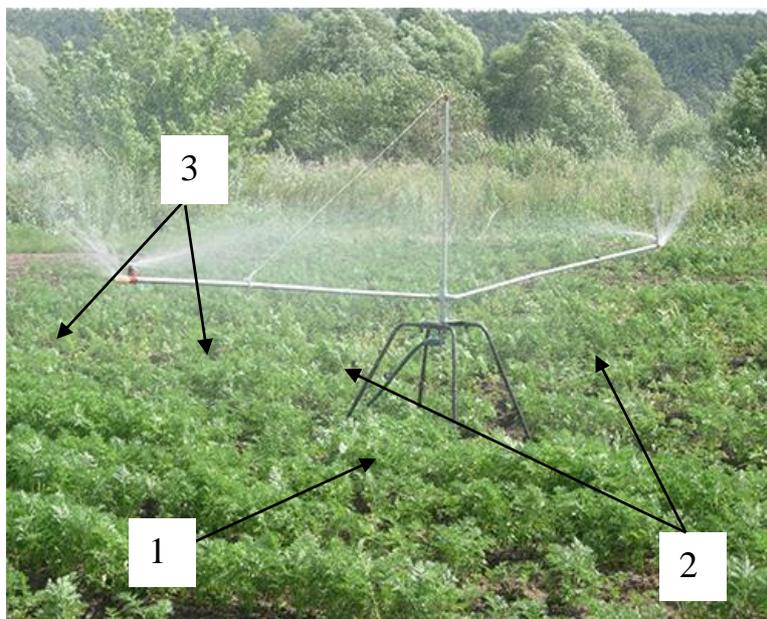
© Рязанцев А.И., Травкин В.С., Евсеев Е.Ю., 2024

Выращивание рассады в кассетах снижает затраты энергии на обогрев почвы, обеспечивает сокращение необходимой площади для выращивания рассады. Количество растений на одном квадратном метре при посадке в кассетах достигает до 900 шт./м², что в 3-4 раза больше, чем при традиционной посадке. Кассетная рассада более удобна в транспортировке. Высадка растений из кассеты менее травматична. При кассетном производстве рассады значительно сокращаются затраты ручного труда, повышается степень механизации ряда операций, а растения вырастают устойчивыми к болезням.

Важным элементом кассетной технологии выращивания рассады овощных культур в теплицах является орошение. Для полива в пленочных теплицах (особенно построенных по индивидуальным проектам) в большей степени применяют дождевание. Дождевальное оборудование, используемое в теплицах, не всегда обеспечивает необходимую эффективность полива и качество дождя, предъявляемые агротребованиями для выращивания рассады (размер капель, интенсивность дождя и равномерность его распределения по площади). Применение существующей дождевальной техники для открытого грунта при поливе рассады, выращиваемой кассетным способом, показало её недостаточную пригодность. Из-за значительного энергетического воздействия дождя, имеющего не соответствующие агротребованиям диаметр капель, интенсивность и его равномерность распределения, повреждается рассада, из кассет вымывается почвенная смесь. Это может снижать выход товарной рассады на 50-60%.

Таким образом, для освоения прогрессивного кассетного способа выращивания рассады, целесообразно использование дождевальной техники, в которой устранены недостатки существующих машин, и которая может обеспечить качество дождя, необходимое для выращивания рассады.

Как показали исследования, наиболее применимой для орошения кассетной рассады, исходя из качественных показателей работы, простоты конструкции и технологического процесса полива, а также легкости технического обслуживания, является дождевальная установка позиционного действия ДШ-0,6 (рис. 1).



1 – основание; 2 – дождевальные крылья; 3 – дождевальные насадки

Рис. 1. Дождевальная установка ДШ-0,6

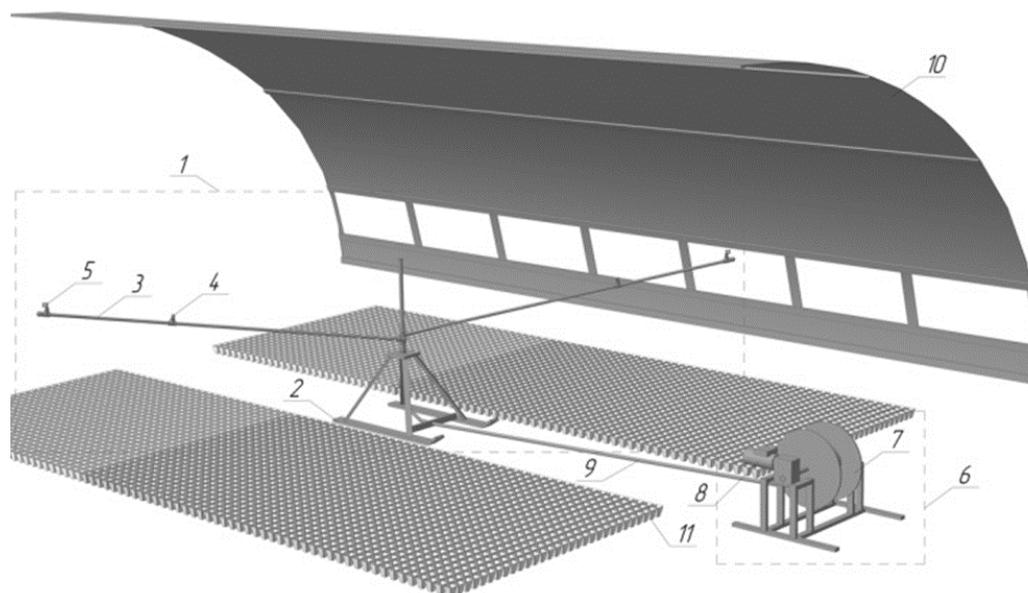
Исходя из требований по обеспечению производительного труда при выращивании овощных культур в закрытом грунте, имеется настоятельная необходимость разработки технического решения по смене позиции дождевальной установки, без затрат ручного труда.

Для автоматизированного перемещения шланговых дождевателей существует два типа привода, посредством полиэтиленового шланга, наматываемым на специальный барабан, и тросовой лебедки, с перемещающимся плосковращательным шлангом.

Наибольшее распространение в мировой практике получил первый тип привода, технология работы подобного типа машин заключается в следующем. Перед началом полива шланговый дождеватель устанавливается около гидранта и подключается к нему с помощью

полиэтиленового шланга. Затем полиэтиленовый шланг разматывается с барабана при помощи трактора в сторону его движения к краю участка. После окончания размотки шланга, к его свободному концу, оснащённому быстросъёмным наконечником, подсоединяют дождевальную установку и открывают гидрант. Вода поступает в гидропривод, далее по полиэтиленовому шлангу – в дождевальную установку. Барабан начинает вращаться с заданной скоростью, и на него, с помощью шланговодителя, равномерно наматывается полиэтиленовый шланг. При его наматывании дождевальная установка передвигается и производит полив.

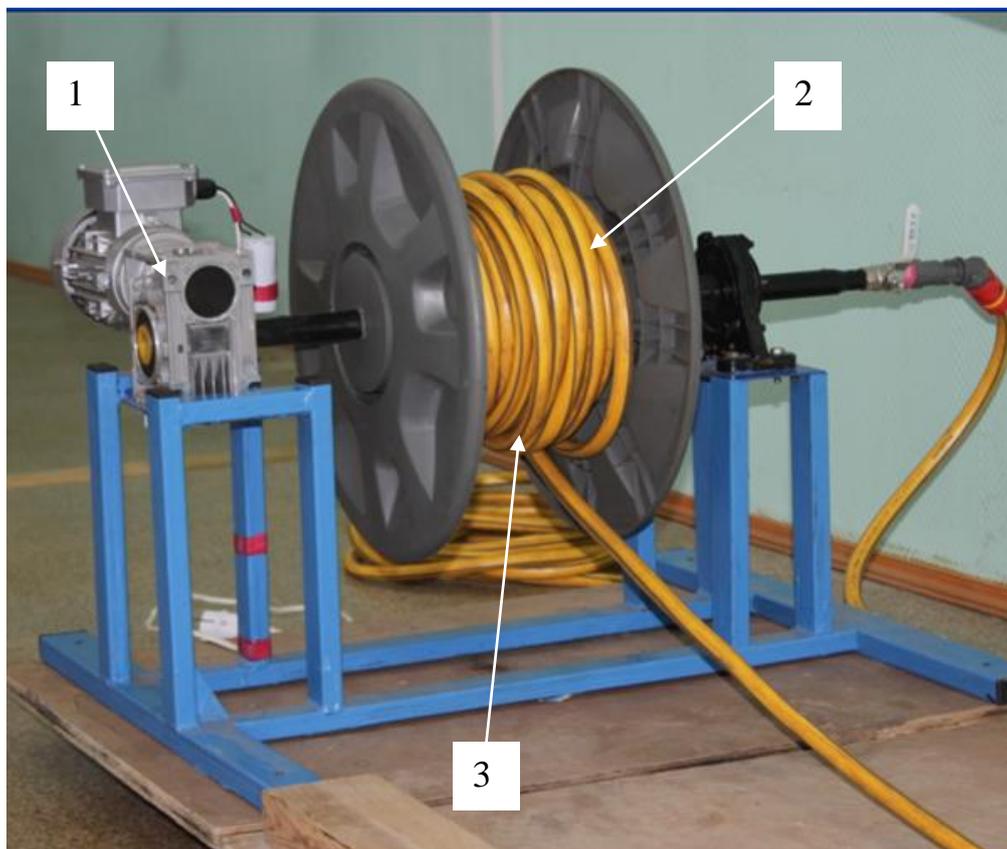
Отмеченное решение заложено и для автоматизированного перемещения, в модуле теплицы, дождевальной установкой при поливе кассетной рассады (рис. 2).



1 – модуль теплицы; 2 – основание; 3 – дождевальные крылья; 4 – насадка секторного действия; 5 – насадка кругового действия; 6 – модуль управления; 7 – катушка для намотки шланга; 8 – мотор-редуктор; 9 – шланг; 10 – корпус теплицы; 11 – кассеты рассады

Рис. 2. Общий вид дождевальной установки в модуле теплицы с кассетной рассадой

В качестве привода для перемещения дождевальной установки при производстве полива предлагается использовать мотор-редуктор марки EV050 (1), приводящий во вращение катушку (2) с обеспечением наматывания на нее полиэтиленового шланга (3) (рисунок 3).



1 – мотор-редуктор; 2 – барабан; 3 – полиэтиленовый шланг

Рис. 3. Общий вид тягового узла для агрегатирования дождевальной установки

Выбор указанной модели мотор-редуктора обосновывается, исходя из обоснованных рациональных параметров работы тягового узла по обеспечению автоматизированного перемещения дождевальной установки.

Продолжительность времени перемещения (T) с позиции на позицию определялась по зависимости:

$$T = \frac{L}{v}, \quad (1)$$

где: L – расстояние между позициями, м ($L = 4,5$);

V – линейная скорость перемещения, м/с, определяемая по выражению:

$$V = \omega \times R, \quad (2)$$

где: R – радиус барабана катушки, м ($R = 0,25$);

ω – угловая скорость перемещения, рад/с.

Угловая скорость перемещения (ω), вычисляется по выражению (3):

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times n}{60} \quad (3)$$

где: n – число оборотов выходного вала мотор-редуктора ($n = \frac{n_1}{i}$), об/мин;

n_1 – число оборотов электродвигателя, $n_1 = 1350$ об/мин;

i – передаточное число редуктора, $i = 100$,

отсюда:

$$n = \frac{n_1}{i} = \frac{1350}{100} = 13,5 \text{ об/мин}$$

тогда угловая скорость равна:

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times n}{60} = \frac{2 \times 3,14 \times 13,5}{60} = 1,4 \text{ рад/с}$$

При этом линейная скорость V равна:

$$V = \omega \times R = 1,4 \times 0,25 = 0,35 \text{ м/с}$$

Исходя из вышеприведенных расчет, вычисляется продолжительность перемещения установки с позиции на позицию (T):

$$T = \frac{L}{V} = \frac{4,5}{0,35} = 12,8 \approx 13 \text{ с}$$

Мощность, затрачиваемая мотор-редуктором на перемещение дождевальной установки, вычисляется по выражению 4:

$$N = \frac{G_d \times f_c \times V}{367,2 \times \eta} = \frac{30 \times 0,5 \times 1,26}{367,2 \times 0,73} = 0,073 \text{ кВт},$$

где: G_d – вес дождевальная установка, $G_d = 30$ кг;

f_c – коэффициент сопротивления перемещения установки, $f_c = 0,5$;

V – линейная скорость, $V = 1,26$ км/ч;

η – коэффициент полезного действия мотор-редуктора, $\eta = 0,7$.

В результате теоретически-экспериментальных исследований определены основные рациональные параметры мотор-редуктора для агрегатирования дождевальная установка в модуле теплицы. Исходя из указанных параметров, был подобран червячный мотор-редуктор марки EV050 с номинальной мощностью 0,18 кВт, при его затратах на перемещение дождевальная установка не более 0,73 кВт, что обеспечивает мощностной запас около 60%.

Список литературы

1. Евсеев Е.Ю. Повышение эффективности применения многофункциональной машины на склоновых площадях. Нива Поволжья. 2023. № 2(66).
2. Егорова Наталия Николаевна. Технология и механизация орошения выращиваемой кассетным способом в защищенном грунте рассады овощных культур: диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.01. Рязань, 2003. 160 с.: ил. РГБ ОД, 61 03-5/3556-0.
3. Патент на полезную модель № 187870 U1 Российская Федерация, МПК A01G 25/09. Дождевальная установка для полива кассетной рассады в теплице: № 2018133057: заявл. 17.09.2018: опубл. 21.03.2019 / А. И. Рязанцев, В. С. Травкин, Г. К. Рембалович [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

4. Патент на полезную модель № 211759 U1 Российская Федерация, МПК А01G 25/00. Дождевальная установка: № 2022102621: заявл. 03.02.2022: опубл. 21.06.2022 / А.И. Рязанцев, С.С. Турапин, Ж.К. Леонова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга".

5. Патент на полезную модель № 40838 U1 Российская Федерация, МПК А01G 25/09. дождевальная установка: № 2004111401/22: заявл. 15.04.2004: опубл. 10.10.2004 / А. И. Рязанцев, В. В. Каштанов; заявитель Федеральное государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга».

6. Рекомендации по применению низконапорного дождевателя для орошения рассады овощных культур: методические рекомендации / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.И. Рязанцев, Г.К. Рембалович, Л.Н. Лазуткина, М.Ю. Костенко, Р.В. Безносюк [и др.]. Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ. 2018. 30 с.

7. Рязанцев А. И. Повышение производительности многофункциональной машины кругового действия на склонах / Е. Ю. Евсеев, А. И. Рязанцев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2023. Т. 15, № 4. С. 121-127.

8. Рязанцев А.И. Дождевальная система для полива кассетной рассады овощных культур в закрытом грунте / А.И. Рязанцев, Н.Н. Егорова, Н.Я. Кириленко // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2013. № 3. С. 48-51.

9. Рязанцев А.И. Дождевальная система для полива кассетной рассады овощных культур в закрытом грунте / А.И. Рязанцев, Н.Н. Егорова //

Вестник Коломенского государственного педагогического института. 2009. № 1(7). С. 135-139.

10. Травкин В.С. Технологические и технические особенности полива рассадно-овощных культур, выращиваемых кассетным способом в защищенном грунте / В. С. Травкин, Н. А. Мищенко // Вестник мелиоративной науки. 2020. № 3. С. 97-102.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ РЕМОНТА ЭКОЛОГИЧНОЙ ВНЕДОРОЖНОЙ МОТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

Кудрявцев А. В., кандидат технических наук, доцент

Иванова В.С., Васильев Д.В.

ФГБОУ ВО Тверская ГСХА, г. Тверь, Россия

Целью работы являлось изучение и сравнение приспособлений для технического обслуживания и ремонта внедорожной мототранспортной техники. Задача: разработка и модернизация бюджетного приспособления для ТО и ремонта внедорожной мототранспортной техники.

Специфика «среды обитания» мотовездеходов в том, что она, как говорят ученые-химики, «агрессивная»: песок, камни, грязь, отрицательные температуры и прочие недружелюбные воздействия. Все эти неблагоприятные условия вынуждают обслуживать внедорожную технику чаще, чем «асфальтовую» – иначе владелец рискует «попасть» на дорогостоящий ремонт. Для работ с мотовездеходом требуется специальный инструмент и оборудование и один из самых нужных – подъемник, существенно упрощающий доступ к деталям трансмиссии, подвеске и двигателю [3]. Особенность оборудования – это тип привода. От этого показателя зависят технические характеристики оборудования. Существует несколько видов приводов подъемников. Электромеханический подъемник [2]. Оборудование приводится в действие электродвигателем. Подъем осуществляется при перемещении гайки по винту.

© Кудрявцев А. В., Иванова В.С., Васильев Д.В., 2024

При этом профиль резьбы винта позволяет перемещать тяжелые грузы. Электромеханический привод предусматривает регулярное обслуживание. При вращении происходит трение деталей друг о друга. Чтобы избежать быстрого износа комплектующих, потребуется постоянно обрабатывать их смазкой. Некоторые модели подъемников с электромеханическим приводом имеют автоматическую систему смазки. Это облегчает обслуживание оборудования.

Электрогидравлический подъемник, включающий оборудование, которое оснащается гидравлическими цилиндрами. Они соединены с кареткой. Внутри цилиндра при подаче в него жидкости возрастает давление. При этом рабочий шток выталкивается и поднимает каретку. Жидкость в цилиндр нагнетается насосом. Он соединен с цилиндрами гибкими шлангами, что обеспечивает подвижность конструкции. Насос приводится в действие электрическим двигателем. При этом достаточно электромотора небольшой мощности. Модели с электрогидравлическим приводом отличаются надежностью и высокой грузоподъемностью. Такие подъемники не требуют частого обслуживания.

Пневматический подъемник. Особенность данного оборудования с пневматическим приводом – это отсутствие потребности в подключении к электрической сети. Для подъема авто используется сжатый воздух. Работа подъемника осуществляется в следующем порядке: воздушная масса подается под давлением в герметичную камеру; под действием сжатого воздуха камера увеличивается в размерах и поднимает платформу; при снижении давления подъемник опускает транспортное средство; воздух подается в герметичную камеру по шлангам, что обеспечивает гибкость соединения. Чтобы предотвратить превышение допустимого давления автоподъемники оснащаются защитным клапаном; при превышении показателей устройство открывается и выпускает воздушную массу в атмосферу.

Конструкции гидравлических подъёмников применяют для вывешивания определенной части транспортного средства. Гидравлические автоподъемники имеют ручной насос и гидроцилиндр, поднимающий автомобиль. Рабочий шток выдвигается под действием высокого давления гидравлического масла. Жидкость нагнетается в цилиндр вручную с помощью насоса плунжерного типа. Для облегчения управления насосом на него устанавливают длинную рукоятку (таблица).

Таблица

Анализ преимуществ подъемников

Достоинства	Недостатки
Надежная конструкция	Дороговизна оборудования
Противоскользящая поверхность	Большая масса подъемника
Плавный подъем и опускание	Отсутствие возможности производить обслуживание колесной базы
Простота использования	

Нами разработан и сконструирован бюджетный вариант подъемника, отвечающий требованиям по обслуживанию мототранспортной техники (рисунок).

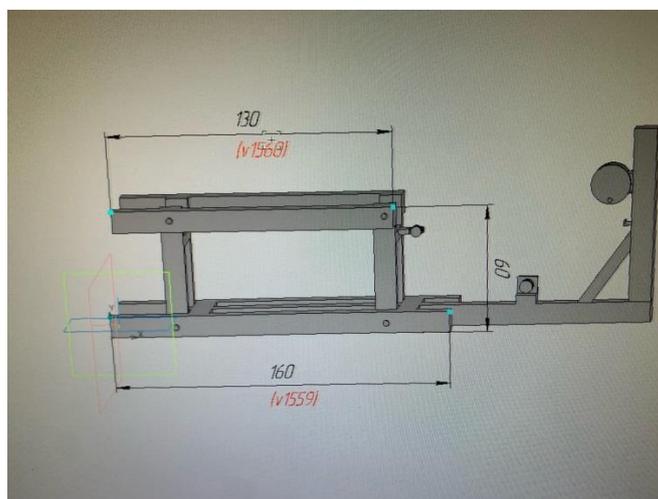


Рисунок. Модель 3 D макетного образца подъемника

Существуют различные виды подъемников, среди которых: мотоподъемник платформенный пневмогидравлический Сорокин 16.7; Подъемник ножничный для 3-Х и 4-Х колесной мототехники 1000 кг

WERTHER-OMA WML1000Q; подъемная платформа с электроприводом, стационарная (ФР 1-13) [2, 3].

Подъемник технологически осуществляет отражённые в техническом задании функции и является перспективным проектом. В дальнейшем будут внесены конструктивные дополнения – предохранители для удержания платформы в вертикальном положении в случае обрыва или деформации лебедки. Для оперативной работы в условиях рядовых хозяйств конструктивно предусмотрено наличие колёс. Транспортабельность подъёмной системы способствует передвижению подъемника даже совместно с квадроциклом, что снизит трудоёмкость до 1,2-1,5 раз на сервисные технологические операции.

Следующим этапом исследований является апробация разработанного и изготовленного устройства в условиях учебного парка на этапе сдачи квалификационного экзамена по категории А – 1 «водитель внедорожных мототранспортных средств».

Список литературы

1. Введение в техническую диагностику / Г. Ф. Верзаков, Н. В. Киншт, В. И. Рабинович, Л. С. Тимонен. Москва: Энергия, 1968. 224 с.
2. Виды автоподъемников, [Электронный ресурс]. URL: <https://aet-auto.ru/about/blog/vidyi-avtopodemnikov>. (Дата обращения: 09.09.2023)
3. Мотоподъемник Сорокин 16.7 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kuvalda.ru>. (Дата обращения: 09.09.2023)
4. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. Москва, 2000. URL: https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=699657 (дата обращения: 09.09.2023).
5. Кудрявцев А.В. Повышение эффективности машинной технологии улучшения лугов и пастбищ обоснованием параметров и режимов работы лугопастбищной машины: диссер. уч. степ. к.т.н. Тверь. 2013. 146 с.

6. Методика полевого опыта освоения залежных земель под полевые культуры / А. С. Васильев, Р. А. Ростовцев, А. В. Кудрявцев [и др.] // Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Матер. XVII Междунар. науч. конф., Брянск: Брянский ГАУ. 2020. С. 608-614.

7. Результаты цифрового мониторинга полей на засорённость борщевиком Сосновского / А. В. Кудрявцев, М. В. Никифоров, О. С. Орлова [и др.] // Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени: Сб. науч. тр. Межд. науч-практ. конф., Тверь: Тверская ГСХА, 2020. С. 198-202.

8. Результаты исследования воздействия излучателя ИСЧ-19 на свойства почвы при угнетении борщевика Сосновского / А. В. Кудрявцев, И. С. Калинин, Ш. М. Бабаев, В. В. Голубев // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2021. Т. 68, № 1(42). С. 99-104.

9. Комбинированный сошник для мелкосеменных культур / В. В. Голубев, А. В. Кудрявцев, А. С. Фирсов, И. В. Горбачев // Сельский механизатор. 2017. № 9. С. 8-9.

10. Никифоров М. В. Анализ конструктивных особенностей рабочих органов для выравнивания почвы при посеве мелкосеменных культур / М. В. Никифоров, В. В. Голубев, А. В. Кудрявцев // Конкурентоспособность и инновационная активность АПК регионов: Сб. науч. тр. Межд. науч-практ. конф. Тверь: Издательство Тверской ГСХА, 2018. С. 202-205.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАНИРОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ
УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ
КЛИН-ПЛАНИРОВЩИКА**

Насонов С. Ю.

*ФГБНУ «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации
ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия*

В Краснодарском крае общая площадь рисовых оросительных систем составляет свыше 234 тыс. га и ежегодно засеивается под рис 120-130 тыс. га. Практически ежегодно с помощью лазерных систем планируется около 9 тыс. га. Периодичность проведения капитальной планировки рисовых систем, по данным эксплуатирующих хозяйств, колеблется от 5 до 8 лет и даже более [1]. Для поддержания требуемого качества планировки чеков требуется ежегодно вести капитальную планировку на площади примерно 20 тыс. га и выпускать не менее 25 штук в год землеройно-планировочных машин (ЗПМ) с лазерным управлением рабочего органа по высоте.

В России орошаемые земли составляют около 4,6 млн. га, а в бывшем СССР порядка 19,99 млн. га. Орошаемые земли в России занимают 7,5 % от общей площади пашни, на них производится 60-65 % овощей, более 15 % грубых и сочных кормов, весь рис, значительное количество другой продукции растениеводства [1, 2]. На рисовых чеках (рис. 1), спланированных с точностью ± 3 см, достигается максимальная урожайность культуры и одновременно обеспечивается минимальный расход воды.

© Насонов С. Ю., 2024



Рис. 1. Фрагмент спланированного чека с точностью ± 3 см.

Представляется перспективным также применение лазерных систем управления ЗПМ для планировки сельскохозяйственных полей, орошаемых дождеванием и поверхностным поливом по бороздам и полосам, что позволит поднять урожайность различных возделываемых культур и экономить поливную воду.

Одной из перспективных конструкций планирующих машин является мелиоративный клин-планировщик (рис 2) [3].



Рис. 2. Клин-планировщик при производстве работы на чеке.

Однако, использование такой машины на первом этапе планировки, приводит к тому, что, зачастую, машина испытывает большие тяговые сопротивления. Эта проблема требует, в том числе, технического решения. Предлагается модернизация машины. Усовершенствованный клин-планировщик (рис. 3-7) состоит из дышла 1 для агрегатирования с трактором-тягачом, передней опорной пневмоколёсной тележки 2, тяговой рамы 3 коробчатого сечения, являющейся основной связывающей частью всей машины. Задняя часть рамы шарнирно связана с задней тележкой 6 на пневмоколёсном ходу. Перевод из транспортного положения в рабочее происходит с помощью двух гидроцилиндров 5. Гидроцилиндр управления процессом копания 9 шарнирно связан с тяговой рамой и передней тележкой, тем самым, позволяя регулировать высотное положение рабочего органа. На раме расположены талрепы 11 для придания дополнительной жёсткости неподвижным (неповоротным) частям двухотвального рабочего органа. Двухотвальный рабочий орган в передней части соединён с тяговой рамой горизонтальным шарниром 10. Неподвижный 8 и поворотный 7 отвалы соединены между собой шарнирами 12. Неподвижные отвалы 8 имеют боковые накладки 13, расположенные по краям, и предназначенные для устранения возможности забивания грунтом образующегося пространства между отвалами при складывании.

На внутренних сторонах поворотных отвалов установлены кронштейны 14, к которым шарнирно присоединены штоки гидроцилиндров 15 и выдвижные секции телескопических распорок 16 (рис. 3). Телескопические распорки 16 служат ограничителем хода штока гидроцилиндра при складывании, а также, для придания жёсткости поворотным отвалам 7. С противоположной стороны гидроцилиндры и неподвижные секции распорок соединены с вертикальной балкой 17, приваренной к нижней части тяговой рамы.

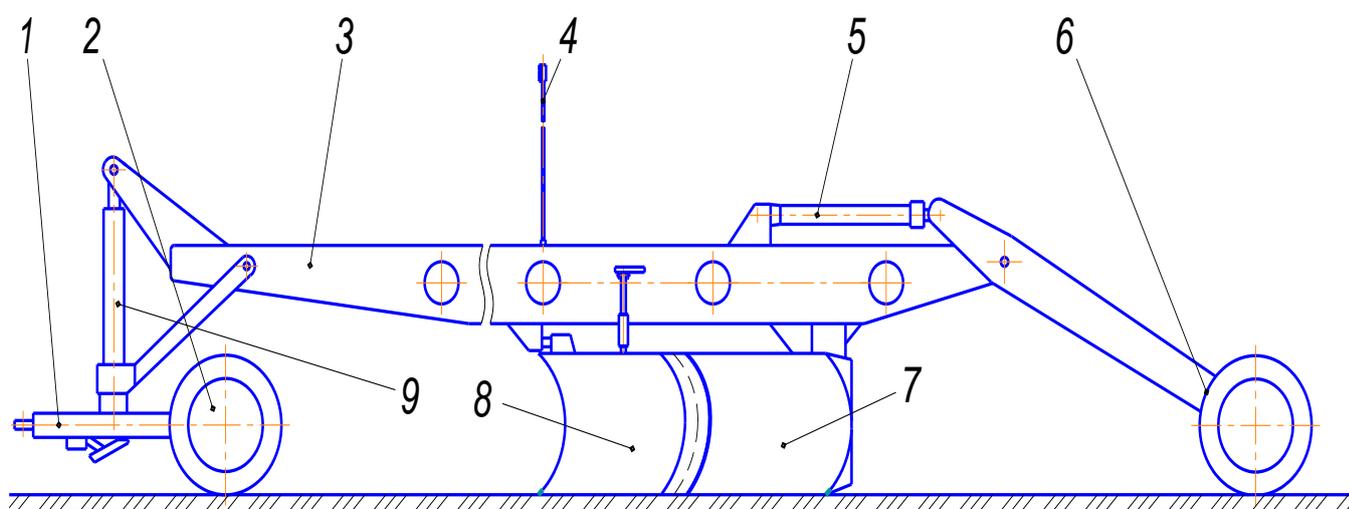


Рис. 3. Общий вид клин-планировщика с автоматически регулируемым по ширине двухотвальным рабочим органом

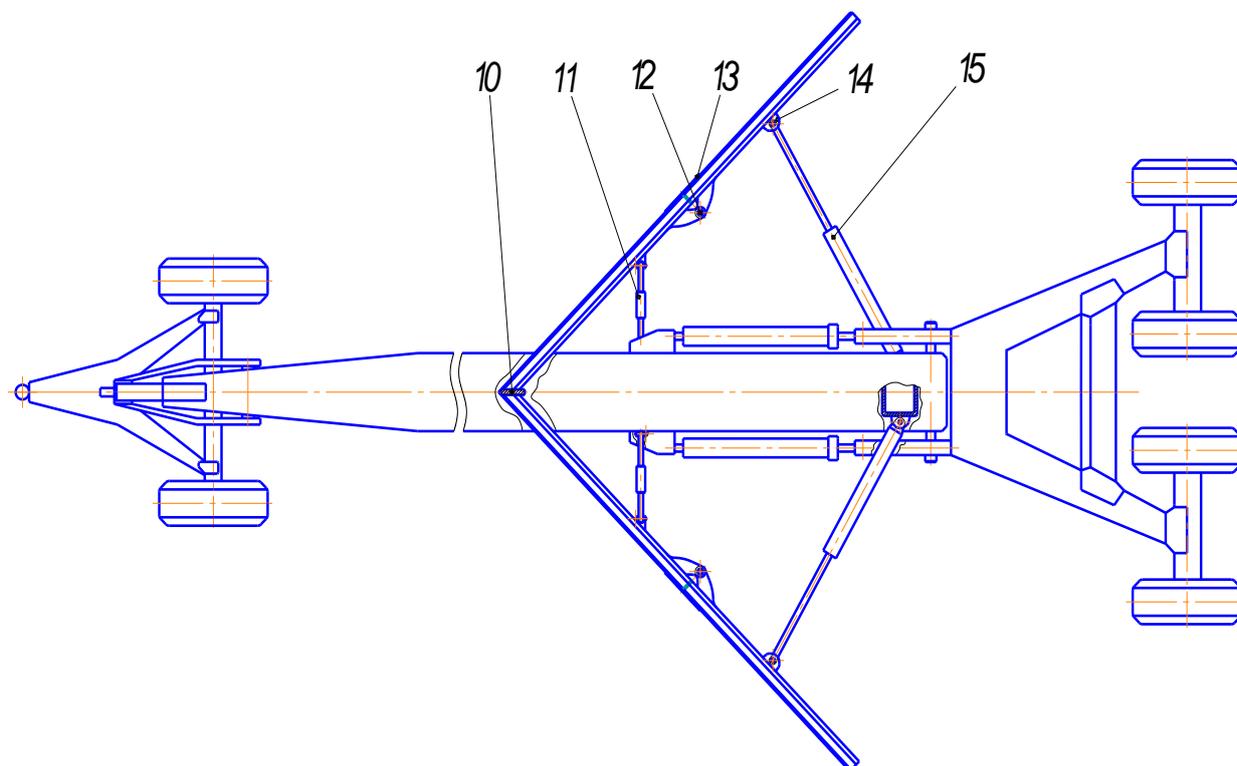


Рис. 4. Вид на машину сверху

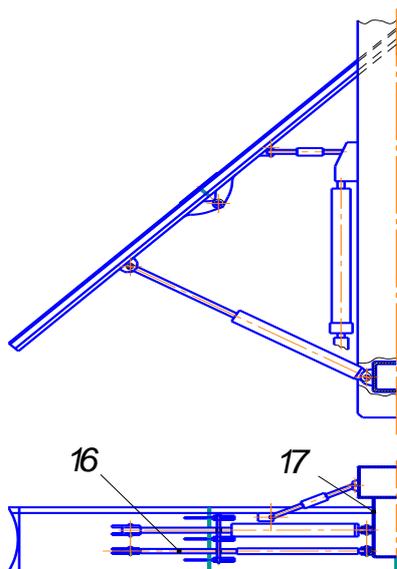


Рис. 5. Начальное положение двухотвального рабочего органа. Фрагменты половины симметричного рабочего органа на видах сверху и сзади

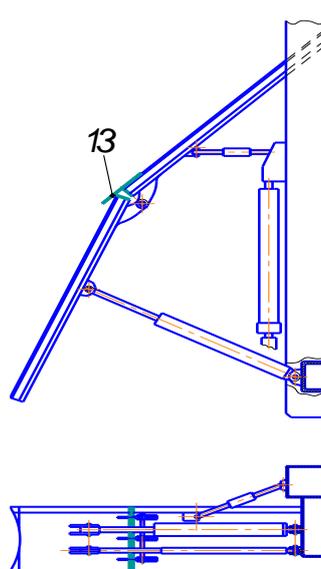


Рис. 6. Начало складывания поворотной части двухотвального рабочего органа. Виды сверху и сзади

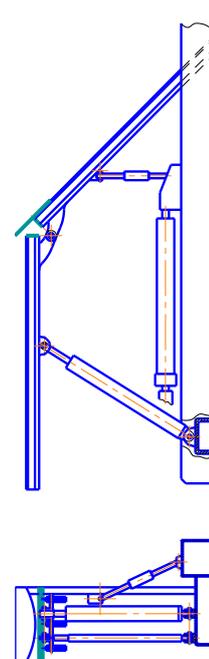


Рис. 7. Сложенная двухотвальный рабочий орган. Виды сверху и сзади

Точность планировки с необходимым допуском ± 3 см, достигается с помощью применения лазерно-приёмной системы автоматического управления 4, оборудованной на тяговой раме клин-планировщика.

Технология работы клин-планировщика заключается в следующем (рис. 5-7). При движении по чеку, клин-планировщик, с предварительно установленным на проектную отметку двухотвальным рабочим органом (рис. 5), срезает повышения грунта и отсыпает их в боковые насыпи, образующиеся относительно краёв отвалов. В результате чего, после прохода машины, формируется спланированная под проектную величину полоса по всей ширине захвата. Однако следует отметить, что некоторые чеки, и особенно их углы, имеют большие значения высотных отметок неровностей. В углах чека производят разворот машины. На рисунках 5 и 6

показано первоначальное (постоянное при малой нагрузке на отвалы) положение рабочего органа.

При повороте машины начинает происходить увеличение нагрузки на одну часть двухотвального рабочего органа, движущегося по траектории с меньшим радиусом. Это приводит к повышению давления в полости гидроцилиндра. В момент превышения давления настройки переливного клапана происходит втягивание штока гидроцилиндра и начинается складывание поворотного отвала (рис. 6), в результате чего уменьшается ширина захвата (рис. 7), что способствует снижению сопротивления при планировке и исключает перекоп поверхности, занос рабочего органа и отрыв от поверхности грунта задней колёсной тележки. Далее, по мере совершения поворота и снижения силы сопротивления на поворотную часть отвала, происходит его возвращение в первоначальное положение, восстанавливая всю ширину захвата (рис. 5-6).

При симметричной нагрузке на оба поворотных отвала, но превышающей усилие настройки перепускного клапана, происходит синхронная работа системы управления поворотными отвалами в указанной выше последовательности (складываются оба отвала).

Использование такой конструкции позволит повысить качество работы клин-планировщика и его производительность. На предлагаемую технологию и машину получен патент [4]. В настоящее время ведутся работы по изготовлению и апробированию такого технического решения.

Список литературы

1. Ефремов А.Н. Планировка земель с применением лазерных систем. М.: ООО "Литера Принт", 2014. 130 с.
2. Ефремов А.Н. Лазерная планировка орошаемых земель. М.: Литера Принт, 2016. 52 с.
3. Насонов С.Ю. Обоснование использования клин-планировщика в комплексе планировочных работ. // "Проблемы

эффективного использования мелиорированных земель и управление плодородием почв Нечерноземной зоны в условиях изменяющегося климата" в рамках мероприятий Года науки и технологий: Матер. междунаро. н.-практ. конф. ВНИИМЗ. Тверь: Издательство Тверского государственного университета, 2021. С. 266-269.

4. Мелиоративный клин-планировщик с автоматически регулируемым по ширине двухотвальным рабочим органом. / Ревин Ю.Г., Леонтьев Ю.П., Андросов В.В., Насонов С.Ю. Патент на полезную модель RU 118825 U1, 10.08.2012. Заявка № 2011152074/13 от 21.12.2011.

Дата поступления рукописи в редакцию: 15.08.2024 г.

Дата подписания в печать: 12.09.2024 г.

**Повышение эффективности использования
и экологической безопасности земель
сельскохозяйственного назначения
в условиях мелиорации**

Материалы Всероссийской научно-практической
конференции с международным участием,
посвященной 50-летию освоения Нечерноземной зоны

г. Тверь, ВНИИМЗ, 30 сентября 2024 года

Подписано к использованию 17.09.2024.

Электронный образовательный ресурс. Заказ № 98.
Издательство Тверского государственного университета.
Адрес: 170100, г. Тверь, Студенческий пер. 12, корпус Б.
Тел. (4822) 35-60-63.