

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В МИНЕРАЛЬНОМ ПИТАНИИ И ЗАЩИТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

**Материалы Всероссийской
научно-практической конференции, посвященной
95-летию кафедры неорганической химии Вятского ГАТУ**

2 апреля 2026 года

Киров 2026

УДК 631.8(063)
ББК 40.4я431
И 66

Редакционная коллегия:

Шабалин Н. В. (главный редактор) – врио ректора ФГБОУ ВО Вятского ГАТУ, кандидат исторических наук;
Суханова М. С. (заместитель главного редактора) – врио проректора по научной работе, кандидат биологических наук, доцент;
Вылегжанин П. Н. (заместитель главного редактора) – и.о. директора института инженерии и агробиотехнологии, кандидат технических наук, доцент;
Ренгартен Г. А. (ответственный за выпуск) – и.о. заведующего кафедрой почвоведения, землеустройства и растениеводства, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Копысов И. Я. – профессор кафедры почвоведения, землеустройства и растениеводства, доктор сельскохозяйственных наук;
Прокашев А. М. – профессор кафедры почвоведения, землеустройства и растениеводства, доктор сельскохозяйственных наук;
Уланов А. Н. – профессор кафедры почвоведения, землеустройства и растениеводства, доктор сельскохозяйственных наук;
Уланов Н. А. – доцент кафедры почвоведения, землеустройства и растениеводства, кандидат сельскохозяйственных наук.

И66 Инновационные подходы в минеральном питании и защите сельскохозяйственных культур : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию кафедры неорганической химии Вятского ГАТУ, 02 апреля 2026 г. / редколлегия: Н. В. Шабалин (гл. ред.), М. С. Суханова, П. Н. Вылегжанин [и др.] ; Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2026. – 220 с.

УДК 631.4(063)
ББК 40.3я431

В сборнике научных трудов рассматриваются актуальные вопросы основных направлений аграрной науки, ее состояние и перспективы, даются рекомендации авторов статей по изученным ими вопросам.

Материалы сборника могут быть полезны исследователям естественнонаучного профиля: агрономам, почвоведом, биологам, экологам, преподавателям, аспирантам, студентам вузов и др.

Тексты статей представлены в авторской редакции. За качество и достоверность представленных материалов ответственность несут авторы.

© ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ, 2026
© Коллектив авторов, 2026

**КАФЕДРА НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ВЯТСКОГО ГАТУ:
ПРЕПОДАВАТЕЛИ, ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ**

Ренгартен Г. А.

Вятский государственный агротехнологический университет,

rengarten.g@gmail.com

Аннотация. В статье описано прошлое и настоящее кафедры неорганической химии Вятского ГАТУ, отметившей в 2025 году 95-летие со дня своего основания. Неоднократно происходило укрупнение кафедры с другими кафедрами. Первоначально сотрудники кафедры работали на базе зоотехнического и ветеринарного факультета. А с 1944 г. кафедра вошла в состав агрономического факультета. В 2025 году неорганическая химия перешла во вновь сформированную кафедру морфологии, микробиологии, химии и фармакологии на базе института биологии и ветеринарной медицины Вятского ГАТУ.

Ключевые слова: неорганическая химия, Вятский ГАТУ, полумикрометод, аналитическая химия

Кафедра неорганической химии одна из старейших кафедр университета – организована в 1930 г. в составе ветеринарного факультета профессором Е.А. Лучининым, ставшим первым заведующим кафедрой на протяжении 19 лет. Затем кафедрой руководит доцент Мельников Ф. Ф. с 1949 по 1960 г.

С 1960 года кафедру возглавил Евгений Алексеевич Трефилов, ветеран Великой отечественной войны. Под его руководством были оборудованы специализированные лаборатории для проведения занятий по неорганической и аналитической химии, лаборатория весового анализа, лаборатория физико-химических методов анализа, внедрён полумикрометод, позволивший интенсифицировать учебный процесс и сократить расход реактивов, разработан и внедрён программированный контроль знаний студентов [1-2].

С 1967 года по 1980 год подготовили и защитили кандидатские диссертации 6 преподавателей кафедры: Ефремова О.А., Маругин В.А., Вдовина Т.З., Толмачёва Л.Н., Вшивцева О.К., Резник Е.Н. Выполнены научно-исследовательские работы: «Изучение микроэлементов в почвах Кировской области», ответственный исполнитель Е.А. Трефилов, «Биологический круговорот зольных элементов и азота в лесных и окультуренных биогеоценозах», ответственный исполнитель М.А. Селезнёва. Аналитический контроль на кафедре проводили с использованием современного оборудования: спектрографа, аминокислотного анализатора, хроматографа. На кафедре работали квалифицированные старшие лаборанты: Э. Э. Комлева, С. В. Прохорова, Г. П. Киселёва, старший препаратор Т. А. Стрелкова. В этот период кафедра получила 6 авторских свидетельств. Всего за период с 1930 по 2020 г. на кафедре работало более 44 преподавателей, препараторов и лаборантов.

В настоящее время кафедра неорганической химии продолжает подготовку высококвалифицированных специалистов для нужд сельского хозяйства. За последние годы были написаны пособия по химии для студентов всех факультетов (Л. Н. Толмачева для биологического и факультета ветеринарной медицины). Два учебных пособия (М. П. Зяблицева, В.А. Маругин, Е.В.Зяблицева) получили гриф о допуске в качестве учебного пособия для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений.

В.А. Маругин стал заведующим кафедрой с сентября 1984 года. Им было опубликовано пособие по химии для студентов-заочников, обучающихся на агрономическом и биологическом факультетах, подготовлено к печати пособие по химии для самостоятельной работы студентов, в котором помещены около 500 различных задач и вопросов. В 2020-е гг. В.А. Маругин становится почетным профессором Вятского ГАТУ [2].

В 1930 годы на кафедре неорганической химии обучается 200 студентов с зоотехнического и ветеринарного факультета. С 1944 года сотрудники кафедры ведут занятия на 3 факультетах: агрономическом, ветеринарном и зоотехническом. С 1960 увеличиваются площади под новые лаборатории (весового и физико-химического анализов, неорганической и аналитической химии) общей площадью 250 м. кв.

С 1965 года были переоборудовано 2 лаборатории для проведения полумикрометода, который позволил уменьшить расход реактивов в 30 раз, улучшил учебный процесс и в 1,5 раза увеличил производительность труда.

В 1967 году вводятся технические средства обучения. А с 1969 года в аудитории Б-203 в работе используется электрифицированная схема периодической системы химических элементов. С 1972 года 80% лекционного курса ведется с помощью технических средств обучения – диафильмов, слайдов, фильмов, схем.

Кафедра дважды получала почетные грамоты от агрономического факультета за успехи в учебно-методической работе.

С 1978 по 1979 г. вновь переоборудованы лаборатории, установлена мебель и специальное оборудование. До 2020 года кафедра вела учебную работу на 5 факультетах: агрономическом, ветеринарном, зооинженерном, механизации сельского хозяйства и охотоведения, число студентов 525 человека, на подготовительном отделении 50 человек, на заочном отделении кроме ветеринарного численность 200 человек [1-2].

С 2013 года произошло слияния трех кафедр: кафедры мелиорации и геодезии, кафедры агрохимии и почвоведения, кафедры неорганической и аналитической химии и вновь организованная кафедра стала называться кафедра почвоведения, мелиорации, землеустройства и химии (зав. кафедрой профессор Копысов Иван Яковлевич) [3].

В 2020 году была создана новая аналитическая лаборатория, руководителем которой стала кандидат химических наук Втюрина Марина Николаевна. Основная цель лаборатории – аналитические, физико-химические и прикладные исследования состава и свойств почв, грунтов, растений,

природных вод, удобрений, растительного пищевого сырья и кормов с применением современного метода исследований – системы капиллярного электрофореза «Капель-105М».

С 1 сентября 2025 г. дисциплина неорганическая химия перешла к институту биологии и ветеринарной медицины на вновь сформированную кафедру - морфологии, микробиологии, химии и фармакологии, зав. кафедрой Часовских Ольга Владимировна (доцент, канд. вет. наук).

Таким образом, за период существования кафедры неорганической химии произошло изменение как количественных, так и качественных показателей. Увеличилась производительность труда и сократился расход химических препаратов за счет полумикрометода. Неоднократно проходило изменение название кафедры куда входила неорганическая химия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. История кафедры, землеустройства, мелиорации и химии. – URL: <https://vgatu.ru/kafedra-pochvovedenija-melioracii-zemleustrojstva-i-himii/istorija-kafedry-pochvovedenija-melioracii-zemleustrojstva-i-himii/> (дата обращения: 8.11.2024).
2. История агрономического факультета. – URL: <https://vgatu.ru/universitet/istorijauniversiteta/istorija-agronomicheskogo-fakulteta/> (дата обращения: 8.11.2024).
3. История кафедры общего земледелия и растениеводства. – URL: <https://vgatu.ru/kafedraobshhego-zemledelija-i-rastenievodstva/istorija-kafedry-obshhego-zemledelija-irastenievodstva/> (дата обращения: 8.11.2024).

УДК 631.8:635.9

УДОБРЕНИЯ ДЛЯ ХВОЙНЫХ КУЛЬТУР

Андрианова А. К.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
anriachka2005@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматриваются особенности применения удобрений для хвойных растений, используемых в интерьерном озеленении и ландшафтной архитектуре. Проанализированы физиологические потребности хвойных культур в элементах питания в условиях контейнерного содержания. Дана характеристика основных типов удобрений (минеральные, органоминеральные, пролонгированные), обоснованы сезонные регламенты их внесения. Представлен анализ марок удобрений на российском рынке. Особое внимание уделено диагностике дефицита микроэлементов у хвойных.

Ключевые слова: хвойные культуры, удобрения, минеральное питание, подкормка, контейнерное выращивание

Хвойные растения (*Pinus*, *Picea*, *Thuja*, *Juniperus*, *Cupressus*) занимают особое место в ассортименте современных ландшафтных архитекторов и фитодизайнеров благодаря своей архитектурной выразительности и круглогодичной декоративности [1].

В последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция к расширению использования хвойных культур не только в открытом грунте, но и в интерьерном озеленении, зимних садах, а также в мобильном контейнерном озеленении террас и балконов [2].

При выращивании в контейнерах, кадках или интерьерных условиях эти культуры попадают в принципиально иную среду обитания: ограниченный объем субстрата, нарушение естественного температурного и светового режима, отсутствие характерной почвенной микрофлоры [3].

В таких условиях корневая система не имеет доступа к глубоким горизонтам почвы, а запас питательных веществ в ограниченном объеме грунта быстро истощается. Это делает грамотное применение удобрений критическим фактором не только продуктивности, но и сохранения эстетической привлекательности растений [2, 4].

Цель данной работы – анализ современных подходов к применению удобрений для хвойных культур в условиях контейнерного и интерьерного содержания, а также систематизация рекомендаций по их использованию в зависимости от сезона и физиологического состояния растений.

Физиологические основы питания хвойных культур.

Физиология хвойных растений значительно отличается от лиственных пород, что необходимо учитывать при разработке систем удобрения. Хвойные относятся к группе растений с замедленным метаболизмом и низкой скоростью ростовых процессов. Одной из ключевых особенностей является их способность к многолетнему функционированию хвои (от 2 до 7 лет у разных видов) и эффективной реутилизации элементов минерального питания из стареющей хвои в молодые ткани [3, 5].

Эта физиологическая особенность обуславливает принципиально иную стратегию потребления азота. В отличие от лиственных культур, которые требуют высоких доз азота для ежегодного наращивания листовой массы, хвойные демонстрируют низкую потребность в этом элементе. Избыточное азотное питание вызывает чрезмерное удлинение побегов, которые не успевают вызреть к окончанию вегетации, снижает синтез веществ, отвечающих за устойчивость к патогенам, провоцирует пожелтение и опадение хвои [4, 6].

Приоритетными элементами питания для хвойных культур выступают калий и фосфор. Калий повышает устойчивость тканей к стрессовым факторам (недостатку освещения, сухости воздуха, перепадам температур) и способствует вызреванию побегов [5].

Фосфор необходим для развития корневой системы и энергетического обмена. Крайне важны микроэлементы: магний является центральным атомом молекулы хлорофилла; железо и марганец участвуют в окислительно-восстановительных реакциях; сера входит в состав аминокислот [7].

Классификация удобрений для хвойных культур. Современный рынок предлагает широкий ассортимент удобрений, применимых для хвойных растений в контейнерной культуре.

Минеральные удобрения представлены специализированными комплексами с пониженным содержанием азота и повышенным содержанием калия, магния и серы, с микроэлементами в хелатной форме. Хелатные соединения обеспечивают высокую усвояемость микроэлементов и предотвращают их связывание в почвенном растворе [4, 7].

На российском рынке известны марки: «Fertika Хвойное» (NPK 8,5-5,5-12,5 с микроэлементами), «Рокон для хвойных» (NPK 5-7-10), «Bona Forte Хвойное» (NPK 5-7-14), «Агрикола для хвойных» [1, 6].

Органоминеральные удобрения (ОМУ) сочетают минеральные соли с гуминовыми соединениями. Гуминовые вещества улучшают структуру субстрата, повышают его влагоемкость и буферность, стимулируют развитие полезной микрофлоры. Питательные элементы высвобождаются постепенно, что обеспечивает пролонгированное действие и снижает риск повреждения корней [2, 6].

К этой группе относятся препараты серии «ОМУ Хвойное» (Буйские удобрения), «Гера Хвойное», «Биоклад для хвойных».

Удобрения пролонгированного действия представляют собой гранулы с полупроницаемой оболочкой. Питательные элементы высвобождаются постепенно под действием температуры и влажности, обеспечивая равномерное

питание в течение 3–6 месяцев. Это минимизирует трудозатраты и гарантирует отсутствие пиковых концентраций солей [3, 5].

Типичные представители - «Осмокот», «Базакот», «Плантакот».

Органические удобрения в контейнерной культуре хвойных применяются ограниченно из-за трудности нормирования и риска занесения патогенов. Допустимо использование биогумуса как компонента посадочного субстрата [2].

Для наглядности характеристики основных типов удобрений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика типов удобрений для хвойных культур [3]

Тип удобрения	Представители	Соотношение NPK	Особенности действия	Рекомендации по применению
Минеральные	Fertika Хвойное, Pokon, Bona Forte	8,5-5,5-12,5; 5-7-10	Быстрое действие, точный состав	Весенне-летние подкормки, строгое соблюдение доз
Органоминеральные	ОМУ Хвойное, Гера, Биоклад	7-6-12	Пролонгированное действие	Основное удобрение при посадке
Пролонгированные	Осмокот, Базакот	Заданная формула	Равномерное выделение 3–6 месяцев	Однократное внесение весной

Сезонность внесения удобрений.

В условиях интерьеров и контейнерного содержания у хвойных сохраняется эндогенный ритм развития, синхронизированный с изменением длины светового дня [3, 5].

Весенний период (март–май) характеризуется началом активной вегетации: пробуждением почек, ростом молодых побегов и корневой системы. В это время растения нуждаются в полном минеральном комплексе для поддержки ростовых процессов. Подкормки проводят с интервалом 10–14 дней, используя составы с умеренным содержанием азота [6].

Летний период (июнь–июль) – время активной ассимиляции и накопления питательных веществ. Подкормки продолжают, но концентрацию удобрений можно снизить.

Осенний период (август–сентябрь) – критически важный этап подготовки к покою. Подкормки должны состоять исключительно из фосфорно-калийных составов, полностью исключая азот. Это способствует вызреванию побегов, одревеснению тканей и повышению устойчивости к зимним стрессам: недостатку света, сухости воздуха от отопительных приборов [4, 7-10].

Зимний период (октябрь – февраль) – период физиологического покоя. Внесение любых удобрений противопоказано, так как растения не способны их усваивать, а накапливающиеся соли могут вызвать ожог корней [5].

Диагностика нарушений минерального питания.

Визуальная диагностика позволяет своевременно выявить дисбаланс элементов питания [7].

Дефицит азота проявляется общим осветлением окраски хвои, ослаблением прироста, преждевременным опадением старой хвои.

Дефицит калия характеризуется пожелтением и побурением кончиков хвои (краевой «ожог»), особенно на старой хвое.

Дефицит фосфора проявляется покраснением или фиолетовым оттенком хвои, резким замедлением прироста.

Дефицит железа (железный хлороз) – одна из частых проблем при нарушении кислотности субстрата (рН выше 6,5). Проявляется пожелтением молодой хвои при сохранении зеленой окраски старых игл.

Дефицит магния вызывает пожелтение, начинающееся со старой хвои, с возможными некротическими пятнами.

Наиболее эффективным методом экстренного устранения дефицита микроэлементов являются внекорневые подкормки - опрыскивание по хвое растворами хелатов железа, магния, марганца [4, 7].

Заключение. Проведенный анализ позволяет сформулировать основные принципы системы удобрения хвойных культур при контейнерном выращивании.

Выбор удобрений должен основываться на использовании специализированных комплексов с пониженным содержанием азота, повышенным содержанием калия и наличием микроэлементов в хелатной форме. Предпочтение следует отдавать органоминеральным или пролонгированным формам.

Внесение удобрений должно строго соответствовать фенологическим фазам развития растений: весенне-летние подкормки полным комплексом и осенние – фосфорно-калийными составами. Зимой подкормки исключаются [10-12].

Необходим регулярный визуальный контроль состояния растений для ранней диагностики нарушений питания. При появлении признаков хлороза следует применять внекорневые подкормки микроэлементами.

Соблюдение этих принципов является залогом сохранения декоративности и долговечности хвойных растений в объектах ландшафтной архитектуры и фитодизайна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов, И. И. Ассортимент хвойных растений для интерьерного озеленения / И. И. Иванов, П. П. Петров // Ландшафтная архитектура. – 2022. – № 3 (62). – С. 45–50.

2. Сидорова, Е. В. Контейнерное выращивание декоративных культур : учебное пособие / Е. В. Сидорова. – Москва : Феникс, 2021. – 224 с.
3. Кузнецова, Н. А. Физиологические особенности минерального питания хвойных пород / Н. А. Кузнецова. – Санкт-Петербург : Наука, 2020. – 188 с.
4. Мерзлая, Г. Е. Агрохимия / Г. Е. Мерзлая. – 3-е изд., перераб. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 612 с.
5. Козлова, Т. В. Диагностика дефицита микроэлементов у хвойных растений / Т. В. Козлова // Агрохимический вестник. – 2024. – № 2. – С. 33–38.
6. Дормешкин, О. Б. Применение органоминеральных удобрений для хвойных пород / О. Б. Дормешкин, А. Н. Гаврилюк // Плодоводство и ягодоводство России. – 2023. – Т. 74. – С. 98–104.
7. Носников, В. В. Влияние стартовых удобрений на рост сеянцев хвойных с закрытой корневой системой / В. В. Носников, А. А. Домасевич // Лесное хозяйство : материалы 81-й научно-технической конференции. – Минск : БГТУ, 2017. – С. 59–61.
8. Ренгартен, Г. А. Питание растений при биологическом земледелии / Г. А. Ренгартен // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 51–55.
9. Ренгартен, Г. А. Биологизация почвы и удобрения в севообороте / Г. А. Ренгартен, С. Л. Коробицын // Проблемы агрохимии и экологии – от плодородия к качеству почвы : материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию выдающегося деятеля науки, классика отечественной школы агрохимии, академика РАН Василия Григорьевича Минеева. – Москва, 2021. – С. 153–156.
10. Ренгартен, Г. А. Биологизация плодородия почвы и влияние удобрений в садах / Г. А. Ренгартен // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2021. – Т. 33. – С. 59–62.
11. Востриков, М. М. Нововятский дендрологический парк - достояние ландшафтной архитектуры города Кирова / М. М. Востриков // Студенческая наука - взгляд в будущее : материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции. – Красноярск, 2024. – С. 81–84.
12. Пычков, М. В. Оценка декоративных сортов черёмухи в Кировской области / М. В. Пычков, Г. А. Ренгартен // Современные проблемы озеленения городской среды : материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической студенческой конференции. – Новосибирск, 2022. – С. 101–104.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

Баданин Н. А., Назарова Я. И.

Вятский государственный агротехнологический университет,

nickbadanin@mail.ru

yan1997183@yandex.ru

Аннотация. Интенсивное и бесконтрольное применение химических средств в сельском хозяйстве приводит к деградации почв, загрязнению водоемов, утрате биоразнообразия и возникновению резистентности у патогенов и сорняков. Ошибки в подборе удобрений и пестицидов усугубляют негативное воздействие на агроценозы и природную среду. В связи с этим цель данной работы состоит в анализе существующих видов удобрений и выявлении преимуществ биологических препаратов. Переход к биологизированным системам питания растений рассматривается как важный шаг к рациональному ресурсопользованию, снижению техногенной нагрузки и формированию устойчивого сельского хозяйства.

Ключевые слова: биологические удобрения, удобрения, микробиота почвы, микоризные грибы, азотофиксирующие бактерии, подкормок фосфатмобилизирующие бактерии

Рост численности населения закономерно влечет за собой увеличение потребительского спроса на продукцию сельского хозяйства. Данная тенденция обуславливает необходимость внедрения в агропромышленном комплексе современных технологий и инновационных решений, призванных не только обеспечить продовольственные потребности общества, но и оптимизировать процессы ведения хозяйства. Несмотря на активное развитие таких направлений, как точное земледелие, сохраняется определенный дисбаланс между растущими запросами потребителей и реальными производственными возможностями аграрного сектора. Одним из ключевых инструментов наращивания объемов сельскохозяйственной продукции выступает применение удобрений. Использование подкормок способствует повышению урожайности, улучшению качественных характеристик продукции, укреплению иммунитета растений и положительно влияет на состояние почвенного покрова [1].

Цель данной работы заключается в описании основных видов удобрений, используемых в сельском хозяйстве, выделении их преимуществ и недостатков, а также в описании биологических удобрений – что к ним относится и какие преимущества они предоставляют.

Основная часть. Удобрения играют значимую роль в агроценозе. Они являются как основным, так и дополнительным источником питательных веществ для сельскохозяйственных культур. Удобрения способствуют повышению устойчивости растений к неблагоприятным экологическим

факторам, что в свою очередь увеличивает как объем, так и качество урожая. В зависимости от их воздействия на почву и питание растений, удобрения делятся на прямые и косвенные.

Прямые удобрения содержат элементы, которые непосредственно влияют на питание растений, тогда как косвенные удобрения воздействуют на вещества, уже присутствующие в почве. Таким образом, косвенные удобрения влияют на физические, водно-физические и физико-химические характеристики почвы, а также на ее биологическую активность [2]. Однако такое разделение является условным, поскольку удобрения, попадая в почву, воздействуют не только на минеральное питание, но и на ее свойства. Следовательно, нельзя однозначно утверждать, что влияние удобрений на почву всегда положительное. Удобрения классифицируются, основываясь на их химическом составе, и делятся на минеральные и органические.

Минеральные удобрения по своему происхождению подразделяются на два основных типа: синтезированные промышленным способом и добываемые из природных ископаемых. Независимо от метода получения, данный вид агрохимикатов обеспечивает растения необходимыми элементами питания в форме минеральных соединений [3].

Почва представляет собой сложную динамическую систему, активно взаимодействующую с сопредельными средами. С атмосферой она обменивается водой, химическими элементами и твердыми частицами. Взаимодействие с гидросферой включает аналогичные процессы обмена веществами, что обуславливает важнейшую роль почвы в регуляции состава поверхностных вод.

Минеральные удобрения, в свою очередь, делятся на макро- и микроудобрения. Макроудобрения – это те элементы, которые необходимы растениям в больших количествах, к ним относятся: азот (N), фосфор (P), калий (K), кальций (Ca), магний (Mg) и сера (S). Также важны для развития растений следящие элементы, такие как цинк (Zn), железо (Fe), медь (Cu), марганец (Mn), бор (B) и молибден (Mo); последние относятся к микроудобрениям, которые необходимы растениям, но не в таких объемах, как макроэлементы. Эти элементы отвечают за фотосинтетические процессы и процессы метаболизма растений. Существует также классификация минеральных удобрений по реакции с почвенным раствором, где их делят на физиологически кислые, щелочные и нейтральные. Эта классификация играет ключевую роль в выборе удобрений, помогая определить их эффективность в зависимости от типа почвы и уровня pH. Удобрения бывают однокомпонентными, содержащими лишь один элемент питания, и комплексными, в состав которых входят как минимум два элемента.

Формы удобрений также важны при выборе; они могут быть порошковыми, гранулированными, твердыми, жидкими или газообразными. Каждая форма имеет свои характеристики: например, жидкие удобрения имеют более высокую концентрацию по сравнению с другими, тогда как твердые удобрения труднее вымываются из почвы. Неорганические удобрения имеют

множество преимуществ, начиная от широкого ассортимента элементов в их составе и заканчивая различными способами внесения. Благодаря этим факторам фермеры выбирают именно этот вид удобрений за их простоту в использовании и высокую эффективность, несмотря на недавний рост цен на минеральные удобрения [4].

Второй основной вид удобрений – органические удобрения. К этому виду относятся вещества растительного и животного происхождения, содержащие элементы питания в форме органических соединений. Использование этих удобрений способствует накоплению гумуса, улучшая физико-химические свойства почвы, увеличивая запас элементов питания, поглонительную способность, буферность, влагоемкость, пористость и водопроницаемость. Кроме того, они снижают кислотность, обогащают почву полезными микроорганизмами, увеличивают ее биологическую активность и способствуют улучшению условий для минерального питания растений. К наиболее распространенным органическим удобрениям можно отнести подстилочный и бесподстилочный навоз, птичий помет, сапропель, торф, зеленое удобрение и различные компосты.

Однако применение двух наиболее распространенных типов удобрений сопряжено с рядом недостатков, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду и, что наиболее важно, могут представлять угрозу для здоровья человека. Негативное воздействие минеральных удобрений проявляется в нескольких аспектах:

Деградация почв: длительное и чрезмерное внесение приводит к снижению содержания гумуса и подавлению биологической активности почвы, что существенно ухудшает ее влагоудерживающую способность и снижает доступность питательных веществ для растений.

Засоление: неконтролируемое применение азотных и фосфорных удобрений может вызывать засоление почвенного профиля.

Загрязнение вод: попадание удобрений в грунтовые воды и открытые водоемы ведет к повышению концентрации нитритов и нитратов. Особую опасность представляет эвтрофикация – активный рост водорослей, способный полностью нарушить экосистему водоема и естественные циклы биогенных элементов.

Данные факторы актуализируют необходимость сбалансированного подхода к использованию минеральных удобрений, их разумного комбинирования с альтернативными методами повышения плодородия, а также обязательного мониторинга экологической обстановки до и после внесения.

Органические удобрения также не лишены недостатков. В последнее время их применение становится менее распространенным ввиду финансовой неэффективности и высоких транспортных издержек, особенно при обработке значительных площадей. Кроме того, использование некачественного сырья может привести к контаминации почвы патогенными микроорганизмами, что нанесет прямой ущерб будущему урожаю.

Для снижения химического воздействия на почву и окружающую среду активно рассматривается применение биологических удобрений. Биоудобрения – это продукты природного происхождения, содержащие живые микроорганизмы. Микроорганизмы улучшают физико-химические и физико-механические свойства почвы, оказывая положительное влияние на сельскохозяйственные культуры. Биоудобрения можно классифицировать на основе их происхождения и функций. Азотфиксирующие бактерии – это бактерии, обитающие либо на корнях растений, такие как *Rhizobium*, либо живущие в почве, не вступающие в симбиотические отношения с растениями, например, свободноживущие бактерии, такие как *Azotobacter* и *Cyanobacteria* (встречаются в водоемах и влажных почвах). Все перечисленные микроорганизмы фиксируют азот из атмосферы. Процесс фиксации атмосферного азота осуществляется в несколько этапов: вначале бактерии абсорбируют азот из атмосферы, после чего он редуцируется до аммиака благодаря ферменту нитрогеназы, а затем аммиак превращается в аминокислоты [5].

Фосфатмобилизирующие бактерии – это разнообразная группа микроорганизмов, преобразующих труднорастворимые фосфаты в доступные для корневых систем растений формы. Они способствуют выделению экзополимеров, что улучшает аэрацию и влагопоглощательную способность почвы, могут подавлять рост патогенных микроорганизмов и разлагать органические вещества, увеличивая содержание гумуса. К таким бактериям относятся, например, виды рода *Pseudomonas* и *Bacillus*. Микоризные грибы представляют собой симбиотические организмы, которые помогают растениям увеличить поверхность корневой системы, что, в свою очередь, позволяет им иметь получать больший объем воды и питательных веществ. Кроме того, микоризные грибы переводят фосфор (P), азот (N) и калий (K) в более доступные формы для питания растений [6]. Силикатные бактерии – это группа микроорганизмов, способных разлагать минералы, содержащие калий и кремний, делая их усваиваемыми для растений. Они способствуют повышению плодородия почв, особенно тех, в которых наблюдается низкое содержание свободного кремния. Достаточное количество кремния крайне важно для существования растений, поскольку он увеличивает эффективность фотосинтеза за счет повышения уровня хлорофилла. Также кремний способствует утолщению клеточной стенки и образованию силикатных структур, что защищает растения от механических повреждений и препятствует проникновению грибов, вирусов и возбудителей бактериозов [7].

К категории биологических удобрений относятся не только препараты на основе живых микроорганизмов, но также биохимические и комплексные составы (включающие смеси биоудобрений с биохимическими компонентами).

Биоудобрения обладают рядом существенных преимуществ, что объясняет их растущую востребованность в аграрном секторе. Согласно данным исследования 2020 года, их применение позволяет повысить урожайность на 20-30% по сравнению с традиционными химическими

методами. Отмечается устойчивая тенденция к расширению посевных площадей, обрабатываемых биологическими удобрениями, в частности в Индии и Бразилии.

Использование биоудобрений способствует минимизации риска загрязнения почв и водных объектов, а также по снижению содержания химических остатков в сельскохозяйственной продукции. Входящие в их состав органические вещества и микроорганизмы улучшают структурные характеристики почвы, повышают ее воздухопроницаемость и влагоудерживающую способность. Улучшение почвенной структуры, в свою очередь, снижает эрозионные процессы, что имеет критическое значение для развития устойчивого земледелия.

Кроме того, применение биологических удобрений позволяет сократить потребность в минеральных аналогах, что способствует переходу к ресурсосберегающим и экологически сбалансированным моделям ведения сельского хозяйства – одному из ключевых приоритетов современного этапа развития АПК.

Заключение. Таким образом, биоудобрения представляют собой эффективные альтернативы минеральным удобрениям, стимуляторам роста и средствам защиты растений. Биологические удобрения сохраняются в почве дольше, что позволяет сократить частоту их внесения. В перспективе использование биоудобрений может стать более популярным и востребованным подходом в агрономии, что связано как с растущими экологическими требованиями, так и с современной тенденцией к переходу на более экологичные методы ведения сельского хозяйства. Однако стоит отметить, что данный вид удобрений не способен полностью заменить минеральные или органические удобрения. Биологические удобрения необходимо использовать в сочетании с другими категориями, что повысит эффективность вносимых компонентов и положительно повлияет на состояние почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коваленко, Н. Я. Экономика сельского хозяйства : учебник для среднего профессионального образования / Н. Я. Коваленко. – Москва : Юрайт; 2024. – 406 с.
2. Шеуджен, А. Х. Агрохимия. Ч. 6. Экологическая агрохимия : учебное пособие / А. Х. Шеуджен, Н. И. Аканов, Т. Н. Бондарева. – Майкоп : Полиграф-ЮГ. – 2018. – 575 с.
3. Ковалев, И. В. Экологические функции почв и вызовы современности / И. В. Ковалев, Н. О. Ковалева // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2020. – Т. 16, № (2). – С. 4–16.
4. Hessein MA, et al. The Role of Silicate Solubilizing Bacteria in Plant Growth Promotion. International Journal of Agriculture and Biology. 2018;20(4):789–796.

5. Mishra S, Bhuyan S, Mallick SN, Biswal S, Chauhan VBS. Role of Biofertilizer in Agriculture. Biotica Research.
6. Камельчук, Я. С. Микоризные грибы: Современные представления значимости их в минеральном питании растений и как натуральных биоудобрений / Я. С. Камельчук // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2020. – № 1. – С. 24–40.
7. Hazra G. Different Types of Eco-Friendly Fertilizers: An Overview. Sustainability in Environment. 2016;1(1):54.

УДК 631.415

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

Баранова А. В., Пестрикова Ю. В.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
pestrikova.yulya@yandex.com*

Аннотация. В статье рассмотрены основные причины, которые влияют на формирование кислотности в почве, представляющую собой серьёзные проблемы для растений и окружающей среды. Рассмотрены основные методы, которые используются для раскисления почвы.

Ключевые слова: кислотность, известкование, мергель, известняковая мука, гашеная известь

Кислотность почвы – агрохимический параметр, отражающий концентрацию ионов водорода в почвенном растворе. В зависимости от этого показателя, почва классифицируется как кислая, близкая к нейтральной или щелочная. Таким образом, pH является ключевым индикатором для характеристики кислотно-основного баланса почвы.

Состояние почвы, определяемое ее реакцией (кислотностью или щелочностью), оказывает глубокое воздействие на все живое и процессы, происходящие в ней. Растения и почвенные микроорганизмы напрямую зависят от этого фактора, как и скорость и направление химических и биохимических реакций. Усвоение растениями питательных веществ, работа микроорганизмов, разложение органических и минеральных компонентов почвы, растворение сложных соединений и коллоидные процессы – все это в значительной степени определяется реакцией почвы. Более того, реакция почвы влияет на эффективность удобрений, а сами удобрения способны изменять ее, вызывая подкисление или подщелачивание [1].

Различают две формы кислотности: актуальную и потенциальную

1. Актуальная кислотность представляет собой показатель кислотности почвенного раствора, который подвержен динамическим изменениям под влиянием вносимых удобрений. Реакция данного раствора обусловлена

соотношением концентраций ионов водорода (H^+) и гидроксила (OH^-). Определение реакции (рН) осуществляется потенциометрическим методом в водной вытяжке.

2. Скрытая кислотность, или потенциальная, обусловлена присутствием в почвенно-поглощающем комплексе (ППК) ионов водорода и алюминия. Она проявляется в ходе обменных реакций, когда ППК вступает во взаимодействие с солями, растворенными в почвенном растворе [2].

Кислотность почвы определяется комплексом природных и антропогенных факторов. Естественные причины включают изначальную кислотность некоторых типов почв, например, серых лесных. Различия в растительности (хвойный опад в лесах против степной и луговой в черноземах) при формировании почв способствовали образованию гумуса с фульватным составом и кислой реакцией. Микроорганизмы, разлагая растительные остатки, могут выделять органические кислоты (уксусную, щавелевую, лимонную). В некоторых случаях, при выветривании пород, могут образовываться сильные минеральные кислоты (соляная, серная). В условиях влажного климата с частыми осадками происходит вымывание растворимых минералов, разрушение почвенного комплекса и замещение кальция и магния водородом, что также приводит к закислению.

Значительное антропогенное воздействие на окружающую среду связано с интенсивным применением минеральных удобрений, приводящим к закислению почв. Кислотные дожди, вызванные реакцией оксидов серы с влагой в атмосфере, также способствуют снижению рН как атмосферных осадков, так и водоемов. Это приводит к деградации экосистем и ухудшению плодородия почв. Если в доиндустриальный период рН дождевой воды составлял около 5,6, то сегодня во многих местах он часто падает ниже 4,5 [3].

Известкование - внесение в почву кальция (и магния) в виде карбоната, окиси и гидроокиси для нейтрализации кислотности.

Устраняя кислотность известкованием происходит улучшение влияния на свойства почвы:

1. Известь способствует созданию оптимальных условий для вегетации растений, активизируя жизнедеятельность почвенной микрофлоры.

2. Внесение извести в почву вызывает коагуляцию почвенных частиц, что приводит к улучшению её структуры и повышению водостойкости.

3. Способствует увеличению водопроницаемости и облегчению механической обработки грунта.

4. Применение извести приводит к снижению концентрации растворимых форм алюминия, магния и железа за счет их перевода в нерастворимые соединения.

5. Отмечается снижение негативного воздействия патогенных микроорганизмов на почвенную среду.

6. Происходит усиление доступности фосфатов, содержащихся в почве, для растений.

Для изменения кислотности почвы применяют вещества, которые содержат известь: известняковая мука, мергель, гашённая известь.

Известняковая мука – получаемая путем измельчения или дробления известняков, является ключевым промышленным известковым удобрением. Её основной компонент – карбонат кальция (CaCO_3). Однако часто известняки доломитизированы и содержат также карбонат магния (MgCO_3), при этом содержание MgO может достигать 10-15%. Если содержание MgCO_3 выше, порода классифицируется как доломит. Увеличение доли MgCO_3 в породе приводит к повышению её твёрдости.

Мергель – осадочная порода, характеризующаяся содержанием карбоната кальция (CaCO_3) в пределах 25-75%, может встречаться как в рыхлой, так и в уплотненной форме, подвергаются зимней выдержке. Для этого породу вывозят на поля и формируют небольшие штабеля. В условиях низких температур и повышенной влажности происходит процесс выветривания, приводящий к разрыхлению плотного мергеля и его трансформации в сыпучую массу, пригодную для внесения в почву.

Гашеная известь, также известная как пушонка, представляет собой гидроксид кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Это вещество образуется в результате реакции гашения жженой извести (оксида кальция, CaO) водой. Она является быстродействующим известковым удобрением, демонстрируя наибольшую эффективность в первые годы после внесения по сравнению с другими известковыми материалами, особенно при использовании на тяжелых глинистых почвах [1].

Таким образом, кислотность представляет собой критически значимый параметр, обуславливающий необходимость постоянного мониторинга и целенаправленного регулирования. Эффективное разрешение данной проблемы предполагает взаимодействие специалистов из разных областей знаний и формирование осознанного подхода у каждого индивида к поддержанию собственного здоровья и сохранению экологического баланса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ягодин, Б. А. Агрохимия : учебник для вузов / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2026. – 584 с.
2. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.
3. Вавилов, Н. И. Ботанико-географические основы селекции / Н. И. Вавилов. Москва : Сельхозгиз, 1935. – 60 с.

4. Кидин, В. В. Агрохимия : учебник / В. В. Кидин, С. П. Торшин. – Москва : Проспект, 2022. – 608 с.
5. Фролова, Ю. А. Роль гранулированных органических удобрений в обогащении почвы гумусом / Ю. А. Фролова, Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 192–196.

УДК635.2:631.811.98

**ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ
КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА
РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Баранова Ю. А.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
79615633382@mail.ru*

Аннотация. Ключевая роль удобрений в повышении сельскохозяйственной продуктивности в уникальных условиях Республики Коми.

Ключевые слова: удобрения, картофель, Республика Коми

Актуальность статьи. Климат и география района предъявляют особые требования к агротехнологиям, и именно удобрения выступают важнейшим фактором адаптации сельскохозяйственных культур к суровому северному климату. Для достижения высоких результатов в выращивании картофеля в Республике Коми необходимо соблюдать комплексный подход. Усиленное внимание уделяется роли удобрений.

В Республике Коми есть ряд особенностей, выделяющих ее на фоне прочих субъектов I (Северного) региона возделывания картофеля: расположение в высоких широтах Среднерусской равнины, удаленность от океана обуславливает умеренно-континентальный климат, резко контрастирующий с климатом остальной части Европы. Летний период характеризуется относительно низкими температурами (до +15°C в июле) и количеством осадков, значительно превышающим испарение. Осадки в летний период выпадают неравномерно, периоды избыточного увлажнения чередуются с продолжительными засухами, что отрицательно сказывается на росте и развитии картофеля [1-2]. Более половины площади республики занимают подзолистые и глеево-подзолистые, кислые и сильнокислые почвы. Еще 15% – среднекислые подзолистые почвы, расположенные в пойменных участках.

Почвам присуще низкое содержание гумуса и элементов питания, слабая биологическая активность и продуктивность [3].

Эти факторы создают уникальную агроклиматическую среду, требующую специальных подходов к возделыванию сельхоз культур и применению удобрений. Растущие сельскохозяйственные культуры сталкиваются с несколькими фундаментальными ограничениями [4].

Во-первых, ограниченный тепловой ресурс и дефицит солнечной радиации сильно уменьшают скорость и объем роста растений, затрудняя их полноценное развитие.

Во-вторых, бедные азотом и фосфором почвы с уровнем кислотности pH от 4,1 до 4,5 значительно снижают доступность необходимых питательных веществ. (таб.1)

Таблица 1 – *Классификация почв по степени кислотности*

Класс почвы	Кислотность почвы	
	степень кислотности	pH _{KCl}
1	очень сильно кислая	< 4,1
2	сильно кислая	4,1 – 4,5
3	среднекислая	4,6 – 5,0
4	слабокислая	5,1 – 5,5
5	близкая к нейтральной	5,6 – 6,0
6	нейтральная	> 6,0

В-третьих, низкие температуры снижают активность почвенных микроорганизмов, что затрудняет природные процессы минерализации. Эти условия заставляют агрономов искать инновационные решения для повышения урожайности в регионе.

Картофель – широко распространенная сельскохозяйственная культура, занимающая по значимости четвертое место в мире среди продуктов питания после пшеницы, кукурузы и риса. Клубни картофеля содержат белок высокого качества, хорошо усваиваемые углеводы, витамины, незаменимые аминокислоты. В России его справедливо называют «вторым хлебом». Потребление его на душу населения – одно из самых высоких в мире – 120 кг [5-6].

Картофель играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности республики, выступая основным источником калорий и витаминов в рационе местного населения.

Основным фактором, влияющим на нормальный рост и развитие растений и на формирование высоких урожаев картофеля, является применение удобрений. Слабо развитая корневая система этой культуры, растения картофеля, содержащие значительное количество сухого вещества, предъявляют повышенные требования к элементам питания. Всходы картофеля появляются только после укоренения ростка в почве и после начала поступления элементов минерального питания через корни [7].

Для нормального роста и развития растений картофеля требуются такие элементы питания, как азот, фосфор, калий, кальций, магний, железо, сера и некоторые другие. Однако в условиях почвенно-климатической зоны севера они испытывают наибольшую потребность в азоте, фосфоре и калии [8].

Для повышения плодородия почв в республике активно используются как минеральные, так и органические удобрения. Минеральные, к которым относятся нитрат аммония и суперфосфат, дают быстрый доступ растений к азоту и фосфору. Для наилучшего усвоения растениями минеральные удобрения рекомендуется применять весной непосредственно перед посевом это обеспечивает их максимальную эффективность (таблица 2).

Таблица 2 – Дозы внесения минеральных удобрений под картофель кг д.в. на 1 га

Элемент	Картофель
Азот	30–50
Фосфор	60–70
Калий	80–100

Значительная роль отводится и органическим удобрениям, таким как торф и перегной, которые улучшают структуру почвы и ее водоудерживающую способность, что особенно важно на подзолистых и болотистых грунтах. Органические удобрения, в свою очередь, предпочтительно вносить осенью под зяблевую обработку, что способствует улучшению структуры почвы к началу активного вегетационного периода. Более того, ввод микродоз микроудобрений – например, бора и меди – восполняет дефицит крайне необходимых микроэлементов, повышая устойчивость растений к болезням и стрессам. Торф, широко распространенный в регионе, служит ценным сырьем для компостирования, улучшая биологическую активность почвы и фертилизующие характеристики [8-10].

Основная задача комплекса приемов внесения удобрений – обеспечить для растений оптимальные условия питания в течение всей вегетации [11]. Так же погодные условия существенно влияют на эффективность внесения удобрений в северных регионах. Ранние осенние заморозки ограничивают способность растений усваивать питательные вещества, вызывая снижение отдачи от внесенных препаратов. Летом наблюдается крайняя нестабильность увлажнения – периоды дефицита влаги сменяются избыточным увлажнением, что влияет на подвижность и доступность питательных элементов в почве. Низкие температуры замедляют процессы минерализации органики, уменьшая тем самым количество доступных растению элементов питания. Колебания влажности и температуры требуют оперативного корректирования доз и сроков внесения удобрений, что является важным условием для достижения максимальной эффективности агротехнологий на севере. В северных условиях Республики Коми применяются инновационные технологии, направленные на повышение точности и эффективности внесения удобрений. Используются

автоматизированные системы дозирования, позволяющие учитывать микроклиматические и почвенные особенности конкретных полей. Применение капельного орошения с подкормкой и использование биотехнологий для улучшения усвоения питательных веществ обеспечивают устойчивый рост культур. Такой подход снижает экологические риски и экономит ресурсы, что особенно важно в условиях Крайнего Севера.

Вывод. Завершая наш обзор, следует подчеркнуть, что комплексное применение различных видов удобрений и их точный подбор доз позволяет значительно повысить урожайность в условиях Крайнего Севера. Регулярный мониторинг состояния почвы и растений, а также адаптация технологий с учетом климатических и почвенных особенностей республики – необходимые условия устойчивого развития сельского хозяйства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анисимов, Б. В. Сортовые ресурсы и передовой опыт семеноводства картофеля / Б. В. Анисимов. – Москва : Росинформагротех, 2016. – 151 с.
2. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.
3. Вавилов, Н. И. Ботанико-географические основы селекции / Н. И. Вавилов. – Москва : Сельхозгиз, 1935. – 60 с.
4. Фролова, Ю. А. Роль гранулированных органических удобрений в обогащении почвы гумусом / Ю. А. Фролова, Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 192–196.
5. Вечер, А. С. Физиология и биохимия картофеля / А. С. Вечер, М. Н. Гончарик. – Минск : Наука и техника, 1973. – 263 с.
6. Земцова, А. М. Инновационные технологии в земледелии / А. М. Земцова, Ю. В. Пестрикова // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах Нечерноземной зоны : материалы Международной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Алексея Александровича Платунова, 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, 35-летию Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Киров, 06–08

- октября 2025 года. – Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2025. – С. 58–61.
7. Кидин, В. В. Агрохимия : учебник / В. В. Кидин, С. П. Торшин. – Москва : Проспект, 2022. – 608 с.
8. Кинчин, И. А. Определение плотности сложения дерново-подзолистых залежных почв Уржумского района Кировской области / И. А. Кинчин, Ю. В. Пестрикова // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXIII Международной студенческой научной конференции, Киров, 09–10 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 79–83.
9. Кидин, В. В. Особенности питания и удобрения овощных культур и картофеля : учебное пособие / В. В. Кидин. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 202 с. – (Высшее образование: Бакалавриат).
10. Пестрикова, Ю. В. Характеристика и оценка почвенного покрова и хозяйственной деятельности учебно-опытного поля ФГБОУ во Вятского ГАТУ / Ю. В. Пестрикова, А. В. Тюлькин // Почвы и их эффективное использование : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева, Киров, 29–30 апреля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 157–164.
11. Шпаар, Д. Картофель. Выращивание, уборка, хранение / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер. – Москва : ДЛВ АГРОДЕЛО, 2016. – 458 с.

УДК 633.162:631.81:631.55

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН
КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИМИ УДОБРЕНИЯМИ НА СОХРАННОСТЬ
РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ**

Жандарова С. В., Корган А. А.

*Алтайский государственный аграрный университет,
jandarova-s@mail.ru, ankor.74@mail.ru*

Аннотация. Использование удобрений ЕсоGrow и НаноКремний в процессе предпосевной обработки семян, а также их комбинирование с комплексным удобрением аммофос оказали положительное влияние на полевую всхожесть растений ячменя и их сохранность до момента уборки. В результате проведенного исследования была зафиксирована значительная прибавка урожайности пивоваренного ячменя сорта Бенте-РС1 с применением аммофоса и кремнийсодержащего удобрения ЕсоGrow.

Ключевые слова: ЕсоGrow, НаноКремний, Аммофос, Бенте-РС1, ячмень пивоваренный

В последнее время наблюдается интерес к кремнию в качестве удобрения. Это связано с низким урожаем полевых культур, причиной является снижение

естественного плодородия. Для увеличения урожайности активно используется кремний.

В данном опыте проводилась обработка зерна EcoGrow – гуминового экстракта, обогащенного активным кремнием, предназначенного для обработки зерна и семян. Может использоваться в качестве подкормки для растений и способствует значительному увеличению урожайности, например, у картофеля прирост составляет 39,38% [5]. НаноКремний представляет собой уникальную разработку российских ученых, не имеющую аналогов как в России, так и за пределами страны. Он содержит 50% биологически активного кремния в форме наночастиц размером 0,005 мкм, а также обогащен важными микроэлементами: 6% железа, 1% меди и 0,5% цинка [1].

Кремний содержится в различных минералах, таких как доломит и цеолит. Стоит отметить, что определенное количество кремния содержится в пожнивных остатках у пшеницы, ячменя и ржи. Также для получения кремния используют сложные химические соединения – силикаты Na, K, Ca и аморфные тонкодисперсные диоксиды кремния. Их вносят двумя способами: отдельно или в смеси с органическим удобрением, обрабатывают семена перед посевом, также можно применять для некорневой обработки [3].

Исследования показали, что основная функция кремния заключается в его способности повышать естественную устойчивость растений к различным стрессовым факторам. Эти факторы могут быть связаны с воздействием вредителей, болезней, изменениями температуры, а также загрязнением почвы тяжелыми металлами и различными химическими веществами.

Кроме того, кремний способствует тому, что растения получают необходимое количество азота и фосфора, которые участвуют в физиологических и биохимических процессах [2].

Содержание P_2O_5 в аммофосе варьируется в зависимости от производителя и может составлять от 9% до 12% или от 39% до 52%. Гранулы имеют размер от 1 до 5 мм, причем не менее 90% гранул соответствует этому диапазону. Аммофос используется как основное удобрение, а также для предпосевной и рядковой обработки. Многолетний опыт применения фосфорных удобрений демонстрирует, что наивысшая урожайность сельскохозяйственных культур достигается при содержании P_2O_5 в почве от 151 до 200 мг/кг.

Фосфор является одним из важных элементов питания. Однако, несмотря на это, наблюдается снижение его уровня в почвах сельского хозяйства. Недостаток фосфора значительно сказывается на росте культур, а также на урожайности и качестве продукции. Чтобы увеличить уровень фосфора в почвах, применяют аммофос, который считается одним из лучших удобрений, содержащих фосфор. Один из способов внесения аммофоса – это использование его при посеве в дозе 0,4-0,5 ц/га (в физической массе). При этом внесении отмечается увеличение урожая зерна на 2,7-5,9 ц/га, а, например, для ярового ячменя – на 8,3-9,4 ц/га [6].

Для получения качественного посевного материала проведены исследования, показавшие, что совместное применение минеральных удобрений, в том числе аммофоса, с эффлюентом обеспечивает формирование выровненных и полноценных зёрен ярового ячменя. Масса 1000 зёрен составила 47,1-47,4 г [4].

Цель: изучить влияние предпосевной обработки семян кремнийсодержащими удобрениями на сохранность растений и урожайность зерна пивоваренного ячменя.

В задачи данного исследования входит изучение влияния предпосевной обработки семян с применением кремнийсодержащих удобрений на полевую всхожесть, сохранность растений к уборке и биологическую урожайность пивоваренного ячменя по разным фонам.

Объекты исследования в опыте кремнийсодержащие удобрения ЕсоGrow, НаноКремний, сорт пивоваренного ячменя Бенте РС-1, комплексное удобрение аммофос.

В опыте изучалось применение удобрений ЕсоGrow (1,5 л/т на 10 л воды), НаноКремний (300 гр/т на 10 л воды) в предпосевную обработку семян ярового ячменя, по фонам: без удобрения (фон 1) и по фону предпосевого внесения аммофоса (100 кг/га) по схеме в таблице 1.

Опыт заложен на поле Сельскохозяйственной опытной станции Алтайского ГАУ. Почва опытного участка чернозём выщелоченный среднесуглинистый. Повторность опыта трехкратная, расположение делянок последовательное. Площадь делянки 1м². Посев ячменя 03.06.2024 с нормой 500шт/м². Дата сбора и учета урожая проводилась 10.09.2024г.

На контроле полевая всхожесть как была самой низкой в опыте 42% (210 шт/м²), и к уборке сохранность растений составила 187 шт/м²(89%). По фону с предпосевным внесением аммофоса всхожесть на варианте без обработок семян была значительно выше и составила 357 шт/м² (73,4%) (таблица 1).

Таблица 1 – *Всхожесть семян и сохранность растений ячменя к уборке, %*

Вариант опыта	Взошедшие растения, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт./м ²	Сохранность, %
Фон 1 Без удобрения				
Без обработки (контроль)	210	42,0	187	89,0
ЕсоGrow	314	62,8	272	86,6
НаноКремний	297	59,4	241	82,7
Фон 2 Аммофос				
Без обработки	367	73,4	357	97,2

EcoGrow	489	97,8	467	95,5
НаноКремний	376	75,2	358	95,2

НСП Фон 1 Без обработки-15,68 шт./м²

НСП Фон 2 Аммофос-14,72 шт./м²

При сравнении влияния предпосевной обработки семян лучший результат наблюдался при использовании удобрения EcoGrow: как по фону без удобрений, где всхожесть составила 314 шт/м² (62,8%), так и по фону с аммофосом, где этот показатель достиг 489 шт/м² (97,8%), где отличия по всхожести растений были существенны. При сравнении сохранности по фонам, то лучшая наблюдалась по фону с аммофосом и составила 95-97%.

Кремнийсодержащие удобрения способствуют лучшей полевой всхожести растений ячменя и сохранности растений к уборке.

Биологическая урожайность зерна ячменя на контроле была самой низкой 2,10 т/га. Применение кремнийсодержащих удобрений EcoGrow и НаноКремний существенно повышает биологическую урожайность зерна ячменя, которая составляет 2,74 и 2,45 т/га соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая урожайность зерна ячменя, т/га

Вариант	Биологическая урожайность зерна, т/га	Отклонение			
		от контроля		от фона	
		т/га	%	т/га	%
	Фон 1 Без удобрения				
Без обработки (контроль)	2,10	-	-		
EcoGrow	2,74	+0,64	30,5		
НаноКремний	2,45	+0,35	16,7		
Фон 2 Аммофос					
Без обработки	3,17	+1,07	51,0	-	-
EcoGrow	3,62	+1,52	77,1	+0,45	14,2
НаноКремний	3,18	+1,08	51,4	+0,01	0,32

НСП Фон 1 Без обработки-0,14 т/га

НСП Фон 2 Аммофос-0,16 т/га

Система питания растений, которая включала предпосевное внесение комплексного удобрения аммофоса существенно увеличивает биологическую урожайность зерна ячменя, где прибавки составляют от 1,07 до 1,52 т/га.

На варианте без обработки по фону аммофоса урожайность зерна составляет 3,17 т/га и прибавка по отношению к контролю (без обработки) увеличивается на 51,0% (1,07 т/га).

При сравнении эффективности предпосевной обработки семян удобрениями существенная прибавка урожайности наблюдается на варианте с применением EcoGrow 0,45 т/га (14,2%) по сравнению с вариантом без обработки и по сравнению с удобрением НаноКремний 0,44 т/га.

У НаноКремния урожайность составила 3,18 т/га, что также превышает контроль на +1,08 т/га (51,4%), однако отклонение от фона оказалось минимальным – всего +0,01 т/га (0,32%) и разница между ними незначительная.

В результате проведенных исследований установлено, что на чернозёмах выщелоченных умеренно-засушливой колючей степи Алтайского края эффективная система питания ярового ячменя состоит из предпосевного внесения аммофоса в дозе 100 кг/га и предпосевной обработки семян кремнийсодержащим удобрением EсоGrow в норме расхода 0,2 л/т на 10 л воды, которая способствует лучшей полевой всхожести семян, сохранности растений к уборке и получению высокого урожая зерна до 3,62 т/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хворост, Д. А. Влияние препарата «НаноКремний» на прорастание семян нута / Д. А. Хворост, О. А. Бирюкова, Д. С. Балай // Известия СПбГАУ. – 2025. – № 4. – С. 80.
2. Безручко, Е. В. Кремний – недооцененный элемент питания растений / Е. В. Безручко // Земледелие. – 2020. – № 4. – С. 41.
3. Зинковская, Т. С. Значение кремния и кремниевых удобрений в сельском хозяйстве / Т. С. Зинковская, Г. Ю. Рабинович, Е. А. Подолян // Плодородие. – 2024. – № 1 (136). – С. 26–27.
4. Курбанов, Р. Ф. Влияние эфлюента на рост и развитие ярового ячменя в условиях Северо-Востока Нечерноземной зоны России / Р. Ф. Курбанов, А. В. Созонтов, Е. С. Лыбенко // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 3 (35). – С. 49.
5. Смирнова, Ю. Д. Эффективность кремнийсодержащих препаратов при выращивании картофеля / Ю. Д. Смирнова, Н. В. Фомичева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2025. – № 5. – С. 1070.
6. Сычёв, В. Г. Агроэкологическая оценка эффективности аммофоса в технологии возделывания различных сельскохозяйственных культур / В. Г. Сычев, Н. И. Аканова // Плодородие. – 2020. – № 1 (112). – С. 1–6.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Зорина Т. С., Пестрикова Ю. В.

Вятский государственный агротехнологический университет,

pestrikova.yulya@yandex.com

Аннотация. Увеличение урожайности зерновых культур является актуальным вопросом, одним из решений может быть использование органоминеральных удобрений. В статье рассмотрены виды органоминеральных удобрений и их эффективность в повышении урожайности зерновых культур. Анализ исследований литературы показал, что органоминеральные удобрения положительно влияют на рост урожайности зерновых культур. Это связано с сочетанием органики и минеральных компонентов, которые обеспечивают равномерное поступление элементов в течение всего вегетационного периода.

Ключевые слова: органоминеральные удобрения, урожайность, зерновые культуры

Органоминеральные удобрения (ОМУ) представляют собой комплексные удобрения, содержащие как органические вещества (например, гумус, растительные остатки), так и минеральные элементы (макро- и микроэлементы). Эти удобрения обеспечивают растения сбалансированным питанием и способствуют улучшению физико-химических свойств почвы. Преимущество органоминеральных удобрений заключается в том, что они не только насыщают почву питательными веществами, но и способствуют повышению ее биологической активности [1].

Исследуемая литература позволяет выявить эффективность применения органоминерального удобрения на зерновых культурах.

Для этого были поставлены следующие задачи:

- 1) Изучить влияние органоминерального удобрения на урожайность культур.
- 2) Изучить влияние органоминерального удобрения на показатели качества продукции.

ОМУ выпускают в нескольких формах. Каждая из них имеет особенности и применяется в разных системах земледелия. Выбор зависит от культуры, почвы и климата:

- 1) Гранулированные. Это самая востребованная форма. Гранулы имеют размер 2-6 мм, легко распределяются по поверхности и глубоко проникают в почву. Такой вид удобен при механизированной обработке больших площадей. Он обеспечивает длительное питание, так как элементы высвобождаются постепенно. Гранулированные ОМУ используют для зерновых, технических и кормовых культур [2].

2) Жидкие. Этот вариант подходит для внекорневых подкормок и систем капельного орошения. Раствор быстро усваивается через листья и корни, позволяя устранить дефицит элементов на ранних стадиях. Жидкие формы особенно эффективны при стрессах растений и при резких изменениях погоды. Их применяют на овощах, садах и виноградниках.

3) Порошковые. Лёгкая форма, которую используют при предпосевной обработке семян и для приготовления рабочих растворов. Порошок равномерно распределяется, ускоряет прорастание и повышает энергию роста. Часто его используют для обработки семян зерновых и бобовых перед посадкой [3-4].

Такие удобрения имеют ряд преимуществ: улучшение структуры почвы, сбалансированное питание, устойчивость к болезням, экологическая безопасность и экономическая эффективность. Органоминеральные удобрения способствуют увеличению содержания гумуса и улучшают физико-химические свойства почвы. Они обеспечивают растения всеми необходимыми макро- и микроэлементами, что способствует их здоровому росту и развитию. Применение органоминеральных удобрений повышает устойчивость растений к различным заболеваниям и стрессам. В отличие от химических удобрений, органоминеральные не наносят вреда окружающей среде и способствуют сохранению биоразнообразия. При правильном использовании органоминеральные удобрения могут снизить затраты на химические препараты и повысить урожайность.

В то время как органика ценится за свою экологичность и способность восстанавливать почвенный баланс и структуру, минеральные удобрения служат для прямого питания растений. Органоминеральные удобрения представляют собой комплексные решения, сочетающие в себе преимущества обоих типов и демонстрирующие высокую эффективность. Их состав включает органические компоненты (навоз, гумус, птичий помет) и минеральные соединения (азот, фосфор, калий, микроэлементы), что обеспечивает быстрое и полное усвоение питательных веществ растениями. Это стимулирует их рост, развитие и плодоношение на всех этапах вегетации. Кроме того, органоминеральные удобрения способствуют повышению плодородия и улучшению структуры почвы, не содержат вредных веществ (фтора, хлора) и нейтрализуют негативное воздействие тяжелых металлов [5-7].

Органоминеральные удобрения оказывают значительное влияние на повышение урожайности зерновых культур, таких как ячмень, пшеница, рожь и овёс. Их применение способствует более сбалансированному питанию растений, что приводит к увеличению как урожайности зерна, так и массы соломы. Например, исследования показали, что органоминеральная система удобрений на основе орстано-растительных компостов (ОРК) позволяет увеличить урожайность зерна ячменя на 44-136%, а массу соломы – на 43-107%. Положительное последствие таких удобрений сохраняется и для последующих культур, например, овса.

Урожайность зерновых культур выступает в качестве фундаментального показателя результативности внедрения биологических препаратов,

стимуляторов, а также микро- и органоминеральных удобрений. Применение инновационных агротехнологий способствует увеличению продуктивности зерновых, повышению ее устойчивости, а также оптимизации эффективности и качества зерна. Так, на фоне минерального питания урожайность пшеницы возрастает на 52%, а на органоминеральном – на 62%. Для ячменя соответствующие показатели составляют 45% и 48% по сравнению с экстенсивным методом возделывания [8].

Ячмень и пшеница. Органоминеральные удобрения способствуют увеличению урожайности за счёт улучшения питания и структуры почвы. Особенно эффективны такие удобрения на дерново-подзолистых и других легких почвах, где отмечается дефицит органического вещества. В ряде исследований прибавка урожая при использовании органоминеральных удобрений достигала 44-136% для ячменя и 187-191% для пшеницы по сравнению с контролем без удобрений. Кроме того, отмечается улучшение технологических показателей зерна: у пшеницы – стекловидность и содержание клейковины, у ячменя – натура зерна [9-10].

Рожь и овёс. Для этих культур также характерно положительное последствие органоминеральных удобрений. Органоминеральная система (например, навоз + минеральные удобрения) обеспечивает максимальный уровень урожайности и способствует сохранению плодородия почвы. При длительном применении таких удобрений отмечается бездефицитный баланс органического вещества, что особенно важно для легких почв Нечерноземья. Урожайность овса при органоминеральной системе в трехкратных дозах (например, K90P90K90 + 9 т/га навоза) стабильно выше, чем при одностороннем применении только минеральных или только органических удобрений [11, 12].

Минеральная и органоминеральная системы удобрений существенно увеличивают урожайность зерна, а также улучшают некоторые показатели качества: у пшеницы повышается стекловидность и содержание клейковины, у овса и ячменя – натура зерна. При этом влияние на качество зерна проявляется не всегда одинаково, но общий тренд – рост урожайности и улучшение структуры урожая.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрохимия / Г. Г. Романов, Г. Я. Елькина, А. А. Юдин, Н. Т. Чеботарев ; под редакцией Е. Д. Лодыгина. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 148 с.
2. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического

- университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.
3. Агрохимия : учебник / В. Г. Минеев, В. Г. Сычев, Г. П. Гамзиков [и др.] ; под редакцией В. Г. Минеева. – Москва : Изд-во ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.
4. Фролова, Ю. А. Роль гранулированных органических удобрений в обогащении почвы гумусом / Ю. А. Фролова, Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 192–196.
5. Муравин, Э. А. Агрохимия : учебник / Э. А. Муравин, Л. В. Ромодина, В. А. Литвинский. – Москва : Издательский центр «Академия», 2014. – 304 с.
6. Бесланев, С. М. Влияние удобрений на качество сельскохозяйственной продукции / С. М. Бесланев, М. Б. Багов, О. М. Булатова // Агрохимический вестник. – 2008. – № 1. – С. 39.
7. Абашев, В. Д. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна ячменя / В. Д. Абашев, Ф. А. Попов, Е. В. Светлакова // Пермский аграрный вестник. – 2015. – № 12. – С. 10–15.
8. Урожайность и качество зерна ярового ячменя в зависимости от системы обработки почвы и применения удобрений / М. М. Ильясов, И. А. Яппаров, Ш. А. Алиев [и др.] // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2015. – № 223. – С. 80–82.
9. Старикова, Д. В. Влияние стимуляторов, биологических препаратов и микроудобрений на урожайность и качество зерна озимой мягкой пшеницы / Д. В. Старикова // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 98. – С. 1–13.
10. Применение гуминового препарата ВЮ-Дон на посевах озимой пшеницы / Е. А. Полиенко, О. С. Безуглова, А. В. Горовцов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 2. – С. 24–28.
11. Шафран, С. А. Оценка величины прибавки урожая полевых культур по индексу эффективности минеральных удобрений / С. А. Шафран // Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова. – 2022. – С. 38–46.
12. Земцова, А. М. Инновационные технологии в земледелии / А. М. Земцова, Ю. В. Пестрикова // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах Нечерноземной зоны : материалы Международной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Алексея Александровича Платунова, 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, 35-летию Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Киров, 06–08 октября 2025 года. – Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2025. – С. 58–61.

ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОТХОДЫ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ КАК СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛИ ПОЧВЫ

Калюта Е. В., Мальцев М. И.

*Алтайский государственный аграрный университет,
kalyuta75@mail.ru*

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований влияния химически модифицированных отходов растительного сырья на водопрочность почвенных агрегатов в полевых условиях лесостепи Алтайского края. Установлено, что изучаемые препараты значительно улучшают физические свойства почвенных агрегатов. Наибольшую устойчивость к действию воды почвенные частицы приобретают после обработки препаратом на основе подсолнечной лузги.

Ключевые слова: отходы растительного сырья, структурообразователи почвы, водопрочность почвенных агрегатов

Алтайский край представляет собой один из ключевых аграрных регионов России. По состоянию на 1 января 2025 года площадь земель для сельского хозяйства составляет 11533,4 тыс. га. Пахотные земли региона из года в год подвергаются интенсивной эксплуатации, что приводит к широкому распространению деградационных процессов [1]. Проблема сохранения и воспроизводства почвенного плодородия неразрывно связана с изучением процессов структурообразования, поскольку именно почвенная структура выступает фундаментальным регулятором водного, воздушного и питательного режимов, а также определяет устойчивость почв к разрушительным процессам [2]. Пивоварова Е.Г. с соавторами отмечают, что в умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края доля черноземных почв составляет от 65,8% до 68,0%. Их активное использование в пашне приводит к существенному изменению характера почвообразовательного процесса. [3]. Таким образом, разработка приемов улучшения структурного состояния почв в Алтайском крае является актуальным направлением исследований.

Цель нашего исследования – определить действие препаратов на основе химически модифицированных отходов растительного сырья на водопрочность почвенных агрегатов.

Объектами исследования являлись препараты NaКМД, NaКМО, NaКМП, которые были получены реакцией карбоксиметилирования опилок сосны, цветковых пленок овса и подсолнечной лузги соответственно. Структурообразователи были предоставлены сотрудниками кафедры органической химии Алтайского государственного университета [4]. Водопрочность почвенных агрегатов определяли по методу П. И. Андрианова.

Исследование проводили на черноземе выщелоченном среднесуглинистом опытного поля Алтайского ГАУ. В полевом опыте изучали эффект действия препаратов в сухом виде с дозами внесения 1 г/м² и 10 г/м². После равномерного внесения препаратов почву рыхлили на глубину 5 см и далее обрабатывали против сорняков по мере их отрастания путем подрезания наземной части растений. Полевой опыт проводили в богарных условиях 5 месяцев (май – сентябрь). Площадь экспериментальных делянок 1 м², повторность – 4-кратная. Осенью отбирали почвенные образцы с исследуемых вариантов на глубине 0–5 см. В качестве сравнения изучали действие карбоксиметилцеллюлозы NaКМЦ (марка МЦ-1000) в тех же условиях.

Известно, что NaКМЦ является эффективным и экологичным структурообразователем почвы. Данный полимер-полисахарид обладает клеящими свойствами, поэтому изменяет поверхностные и коллоидные свойства почвенных частиц, способствует связыванию отдельных механических элементов (песок, пыль, глина) в более крупные агрегаты. Это повышает стабильность структуры и сопротивляемость почвы разрушению. Содержащаяся в почве влага способствует набуханию полимера, который, заполняя поры, скрепляет частицы при высыхании. Наиболее часто для пропитки почвы используют 1–2 мас. % водные растворы полимеров или смесей двух полимеров с нормой расхода 1–2 л/м² [5].

Действующим веществом изучаемых препаратов NaКМД, NaКМО, NaКМП является NaКМЦ. Ее содержание невысокое, варьировалось в пределах 21-32%, но этого достаточно, чтобы растворы полимерных композиций на основе химически модифицированных отходов обладали клеящими свойствами (рисунок 1). При этом вязкость 1 % растворов всех препаратов практически одинаковая.

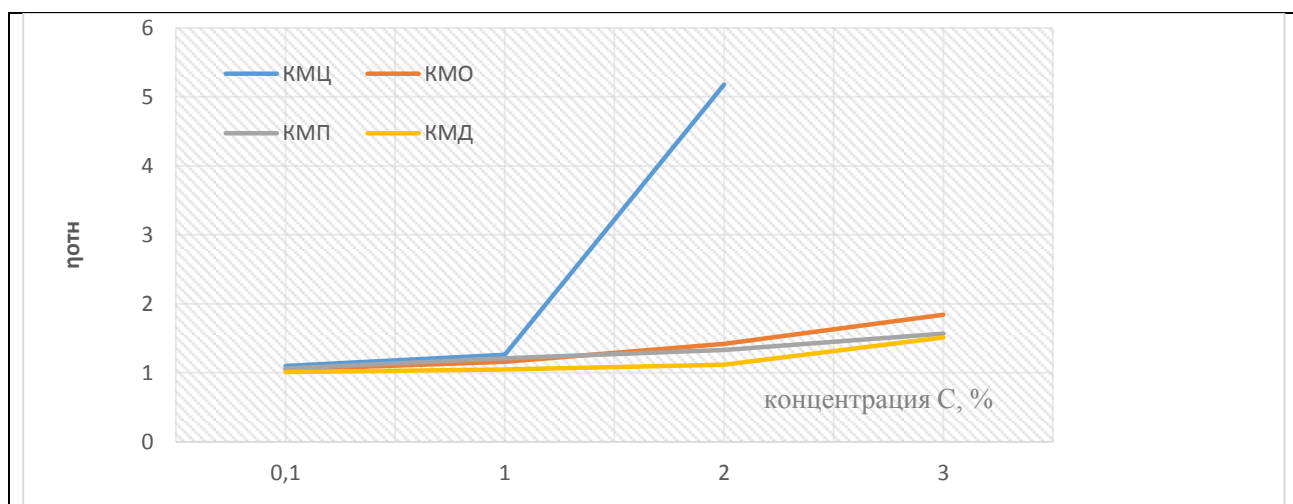


Рисунок 1 – Зависимость относительной вязкости различных структурообразователей от концентрации

Ранее нами было показано, что в лабораторных условиях внесение исследуемых препаратов в дозах 0,4 и 0,8% от массы навески увеличивало водопрочность почвенных агрегатов до 8 раз по сравнению с контролем.

Максимальный эффект отмечен на варианте с применением препарата NaКМП [6].

Влияние препаратов на основе модифицированных отходов растительного сырья на устойчивость к размыванию почвенных агрегатов в полевых условиях приведено на рисунке 2. При внесении расчетной дозы препаратов 1 г/м² водопрочность почвенных агрегатов возрастает в 1,2-1,7 раза по сравнению с контролем. Структура почвы размывается водой значительно медленнее с внесением препарата NaКМП, полученного на основе лузги подсолнечника (в 1,7 раза).

Повышение дозы внесения препаратов в 10 раз способствовало увеличению водопрочности почвенных агрегатов в 1,2–1,5 раза (в зависимости от препарата) и в 1,9-2,0 раза по сравнению с контролем. Следует отметить, что при обработке почвы повышенной дозой препаратов, различие в их химическом составе уже не оказывает существенного влияния на чернозем опытного поля.

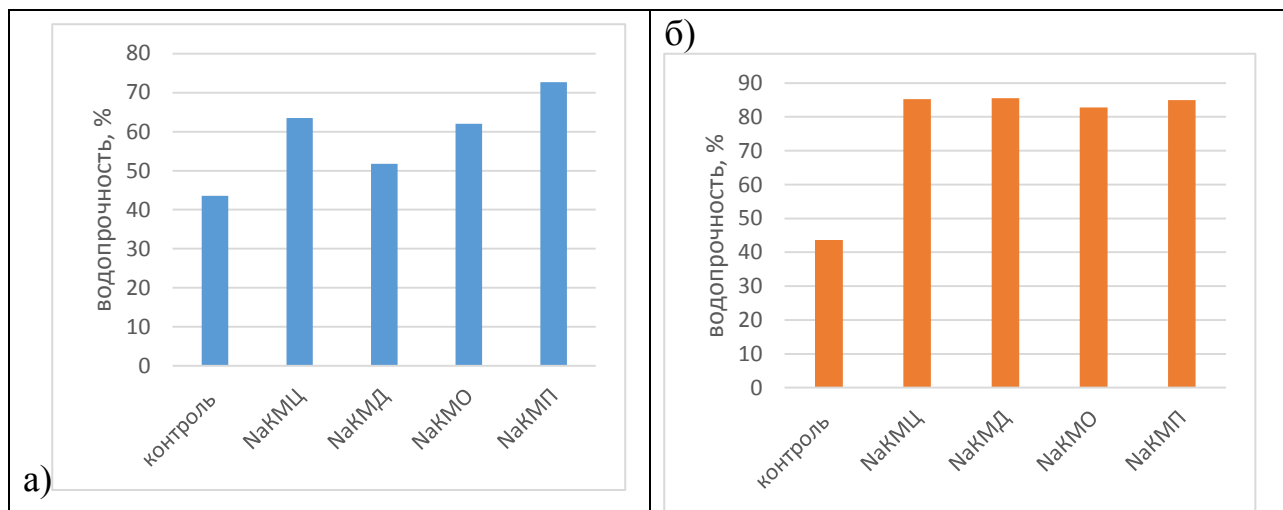


Рисунок 1 – Влияние препаратов на основе модифицированных отходов растительного сырья на водопрочность почвенных агрегатов:
а) доза внесения 1 г/м², б) доза внесения 10 г/м²

Таким образом, проведенное исследование показало, что изучаемые биопрепараты в полевых условиях опытного поля Алтайского ГАУ значительно улучшили физические свойства почвенных агрегатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Почвы Кучук-Кулундинских приозерных ландшафтов (Алтайский край): морфология, засоление, классификационное положение / Ю. В. Симонова, Г. А. Касаткина, М. В. Чарыкова, О. Р. Жунусова // Почвы и окружающая среда. – 2025. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pochvy-kuchuk-kulundinskih-priozernyh-landshaftov-altayskiy-kрай-morfologiya-zasolenie-klassifikatsionnoe-polozenie> (дата обращения: 11.03.2026).
2. Бивалькевич, В. И. Генезис водопрочных агрегатов и структурное состояние некоторых типов почв Алтайского края / В. И. Бивалькевич, И. Т. Трофимов

// Известия АлтГУ. – 1999. – № 5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/genezis-vodoprochnyh-agregatov-i-strukturnoe-sostoyanie-nekotoryh-tipov-pochvaltayskogo-kraja> (дата обращения: 11.03.2026).

3. Влияние структуры почвенного покрова на интенсивность проявления деградационных процессов на почвах умеренно засушливой и колючей степи / Е. Г. Пивоварова, С. И. Грибов, Е. В. Кононцева [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 11 (121). – С. 37–43.

4. Исследование влияния карбоксиметилированного растительного сырья на активность прорастания яровой мягкой пшеницы / Е. В. Калюта, М. И. Мальцев, В. И. Маркин [и др.] // Химия растительного сырья, 2013. – № 3. – С. 249–253.

5. Панова, И. Г. Поликомплексные рецептуры для защиты почв от деградации / И. Г. Панова, Л. О. Ильясов, А. А. Ярославов // Высокомолекулярные соединения (серия С). – 2021. – Т. 63, № 2. – С. 232–244.

6. Применение химически модифицированного растительного сырья в качестве структурообразователей почвы / М. И. Мальцев, Е. В. Калюта, В. И. Маркин, И. Б. Катраков // Химия растительного сырья. – 2019. – № 3. – С. 355–362.

УДК 632.93:582.47

ЗАЩИТНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА БОРЬБУ С ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ ХВОЙНЫХ КУЛЬТУР

Кислицына Е. А.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
katzen2005mail.ru@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматриваются современные химические методы защиты хвойных культур на примере туи и можжевельника от основных вредителей и болезней.

Ключевые слова: химическая защита растений, хвойные культуры, туя, можжевельник, вредители, болезни

Хвойные декоративные культуры широко используются в озеленении населённых пунктов, садово-парковом строительстве и частном ландшафтном дизайне. При выращивании в условиях городской запылённости, дефицита влаги, переувлажнения почвы, загущенных посадок и нарушения агротехники данные растения часто ослабляются и становятся уязвимыми для вредителей и болезней [1, 2, 5].

Объект и методы

Цель исследования – рассмотреть особенности защитных химических мероприятий, применяемых для борьбы с вредителями и болезнями хвойных культур на примере туи и можжевельника, а также определить условия их наиболее эффективного использования.

Объектом исследования являются хвойные декоративные культуры – туя и можжевельник, используемые в озеленении и подверженные поражению вредителями и болезнями.

Обсуждение результатов

Туя и можжевельник могут повреждаться различными группами вредных организмов, среди которых наиболее опасными являются тли, щитовки, ложнощитовки, паутинные клещи, хвойные червецы, гусеницы моли и листовёрток. Вред причиняют сосущие вредители, ослабляющие растения за счёт высасывания клеточного сока. В результате хвоя теряет окраску, буреет, засыхает, рост побегов замедляется, снижается устойчивость культуры к патогенам и неблагоприятным факторам среды [1, 5].

Среди болезней туи и можжевельника наибольшее распространение имеют ржавчина, фузариоз, усыхание побегов, альтернариоз, некроз коры, корневые и прикорневые гнили. Особую опасность для можжевельника представляет ржавчина, возбудители которой способны развиваться с участием промежуточных хозяев [2, 3]. В большинстве случаев эти заболевания вызываются грибами, поэтому основным средством борьбы с ними являются фунгициды [2-4].

Защитные химические мероприятия против вредителей:

Химическая борьба с вредителями туи и можжевельника основывается на применении инсектицидов и акарицидов, различающихся по механизму действия, спектру активности и способу проникновения в растение. В зависимости от биологических особенностей вредителя применяются препараты контактного, кишечного, системного и транс ламинарного действия [4, 6].

Для борьбы с тлёй, щитовками, ложнощитовками и червецами на хвойных культурах наибольшую эффективность показывают системные инсектициды, которые проникают в ткани растения и делают его сок токсичным для вредителя [4, 5, 6].

Использование системных препаратов позволяет защитить не только обработанную поверхность, но и молодые приросты, появляющиеся после опрыскивания. Против щитовок и ложнощитовок химические мероприятия должны проводиться в период выхода личинок-бродяжек, так как взрослые особи покрыты плотным защитным щитком и менее восприимчивы к действию препаратов [5].

В ранневесенний период целесообразно проведение обработки препаратами на основе минеральных масел или другими средствами контактного действия, которые подавляют зимующие стадии вредителей. В период вегетации применяются инсектициды системного действия.

Особое место среди вредителей занимает паутинный клещ, который активно развивается в сухую и жаркую погоду. Его опасность заключается в быстром размножении и способности формировать устойчивость к препаратам [1, 5].

В связи с этим для защиты хвойных культур используют не обычные инсектициды, а специализированные акарициды. Обработка должна быть направлена на тщательное смачивание внутренней части кроны, так как именно там концентрируются колонии клеща.

При наличии гусениц моли, листовёрток и других листогрызущих вредителей применяются инсектициды контактно-кишечного действия [4, 5].

Химические обработки против вредителей рекомендуется проводить в безветренную сухую погоду, утром или вечером, при равномерном покрытии всей кроны рабочим раствором [4,6]. Важно учитывать, что у хвойных растений крона часто очень густая, поэтому недостаточное проникновение препарата внутрь растения существенно снижает эффективность мероприятия [4].

Защитные химические мероприятия против болезней:

Химическая защита туи и можжевельника от болезней базируется прежде всего на применении фунгицидов профилактического и лечебного действия [2-4, 6].

Поскольку большинство болезней хвойных культур имеют грибную природу, именно фунгицидная обработка является основным методом ограничения их распространения.

По характеру действия фунгициды делятся на контактные и системные [4,6]. Контактные препараты создают защитную плёнку на поверхности хвои и побегов и предупреждают проникновение инфекции. Системные фунгициды способны проникать внутрь растения и подавлять развитие патогена в уже инфицированных тканях [4, 6].

При защите туи от побурения хвои, усыхания побегов и некрозов коры важнейшее значение имеют ранневесенние профилактические обработки медьсодержащими препаратами [2, 3, 6].

При борьбе с ржавчиной можжевельника особое внимание уделяется кратности обработок. Эффективным считается чередование фунгицидов из разных химических групп, например, препаратов на основе меди и системных средств из группы триазолов или стробилуринов.

Особую сложность представляет химическая защита от корневых и прикорневых гнилей. Помимо обработки кроны могут использоваться проливы почвы фунгицидными растворами, направленные на подавление патогенов в зоне корневой системы [2, 4, 6].

Следует подчеркнуть, что химические мероприятия против болезней наиболее эффективны не в момент сильного развития симптомов, а на ранних стадиях либо профилактически. У хвойных культур отмершая хвоя и засохшие побеги уже не восстанавливаются, поэтому задача фунгицидной защиты заключается прежде всего в сохранении здоровых частей растения и предотвращении дальнейшего распространения инфекции [2, 3].

Для систематизации применяемых химических средств защиты целесообразно представить основные препараты, используемые против наиболее распространенных вредителей и болезней туи и можжевельника (таблица 1).

Таблица 1 – *Химические препараты, применяемые для защиты туи и можжевельника от вредителей и болезней [3]*

Вредитель / болезнь	Характер повреждения или поражения	Действующее вещество / группа препаратов
Тля	Высасывание сока, пожелтение и ослабление молодых побегов	Имидаклоприд, ацетамиприд, тиаметоксам
Щитовки и ложнощитовки	Усыхание хвои и побегов, ослабление растения	Имидаклоприд, ацетамиприд; минеральные масла
Паутинный клещ	Побурение хвои, появление паутины, угнетение роста	Абамектин, клофентезин, спиродиклофен
Гусеницы моли, листовёртки	Повреждение хвои и молодых побегов	Дельтамерин, циперметрин
Ржавчина можжевельника	Оранжевые выросты, деформация и усыхание побегов	Тебуконазол, пропиконазол, дифеноконазол
Пятнистости, усыхание побегов	Увядание, побурение хвои, загнивание корней	Металаксил, мефеноксам, пропамокарб
Фузариоз, фитофтороз, корневые гнили	Увядание, побурение хвои, загнивание корней	Металаксил, мефеноксам, пропамокарб

Конкретный выбор препарата, норма расхода, кратность обработок и допустимость применения определяются действующим Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. При проведении обработок необходимо учитывать фазу развития растения, вид вредного организма, погодные условия и требования техники безопасности.

Организация и схема проведения химических обработок:

Рациональная система химической защиты туи и можжевельника включает несколько этапов [1, 4]. Первый этап приходится на раннюю весну, когда до начала активной вегетации проводят санитарный осмотр растений, удаляют поражённые побеги и выполняют профилактическое опрыскивание фунгицидом контактного действия [2, 4].

Второй этап осуществляется в период начала вегетации и активного роста молодых побегов. В это время особенно важно проводить мониторинг посадок, поскольку именно молодые ткани наиболее уязвимы для заражения и повреждения [1, 4, 5].

Третий этап связан с летним периодом, когда повышается вероятность массового размножения сосущих вредителей и рецидива грибных болезней. В этот период допускается проведение повторных химических обработок с обязательным чередованием действующих веществ [4, 6].

Осенняя обработка направлена на снижение инфекционного запаса перед зимовкой. После санитарной очистки кроны и удаления растительных остатков возможно проведение заключительного фунгицидного опрыскивания [2,4].

Требования к эффективности и безопасности химической защиты:

Применение химических средств защиты должно строго соответствовать установленным регламентам [4, 6].

Особое значение имеет техника обработки. Для хвойных культур необходимо использовать опрыскиватели, обеспечивающие мелкодисперсное и равномерное нанесение рабочего раствора. При этом следует добиваться полного покрытия наружной и внутренней части кроны. Важным условием является соблюдение мер индивидуальной защиты оператора и предотвращение загрязнения окружающей среды.

В городском озеленении и на приусадебных участках предпочтение должно отдаваться препаратам, разрешённым к применению на декоративных культурах и обладающим минимальной опасностью для человека [6].

Выводы

Таким образом, защитные химические мероприятия занимают центральное место в системе борьбы с вредителями и болезнями хвойных культур, в том числе туи и можжевельника. Их применение позволяет оперативно ограничивать численность сосущих и листогрызущих вредителей, а также подавлять развитие грибных инфекций, вызывающих побурение хвои, усыхание побегов, ржавчину и корневые гнили. Защита туи и можжевельника должна строиться на принципах комплексного и научно обоснованного подхода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондаренко, Н. В. Защита декоративных растений от вредителей и болезней / Н. В. Бондаренко, М. П. Персов. – Москва : Колос, 2010. – 276 с.
2. Дьяков, Ю. Т. Болезни декоративных и лесных растений / Ю. Т. Дьяков. – Москва : Издательство МГУ, 2001. – 256 с.
3. Журавлёв, И. И. Болезни хвойных пород / И. И. Журавлев. – Москва : Лесная промышленность, 1988. – 24 с.
4. Танский, В. И. Методы защиты растений / В. И. Танский. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 180 с.
5. Кочергина, М. В. Защита насаждений на объектах ландшафтной архитектуры от вредителей и болезней : учебное пособие / М. В. Кочергина. — Воронеж : ВГЛУ, 2015. – 270 с.

6. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Часть I. Пестициды / М-во сельского хозяйства РФ. – Москва : 2025 –1363 с.

УДК 581.526.43

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ *TRIPTERYGIUM REGELII*

Ковина А. Л.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
A.Kovalevt@yandex.ru*

Аннотация. В статье приведены результаты наблюдений за триптеригиумом Регеля в условиях Кировской области. Было установлено, что за более чем 30 лет наблюдений не было полного отмирания надземной части древесной лианы. Повреждаются частично только молодые побеги.

Ключевые слова: триптеригиум, древесная лиана, препараты, интродукция

Триптеригиум Регеля (*Tripterygium regelii*) относится к семейству **Бересклетовые** (Celastraceae). Это крупная деревянистая лиана, родиной которой являются Япония, Китай и Корея. Триптеригиум – декоративно-лиственное и красивоцветущее растение. При наличии опоры используется в качестве древесной лианы, без опоры – формируется в виде кустарника. Название рода связано со строением плодов. В период созревания их коробочки имеют характерные выросты (от одного до трех), напоминающие крылья. Редкое декоративное растение. Несмотря на устойчивость в городских условиях, выращивается редко даже в Ботанических садах [1].

Годичный прирост от 2 до 4 м. Листья эллиптические, с вытянутым изогнутым кончиком, сверху зеленые, снизу сизоватые, длиной до 18 см и шириной до 12 см. Растение особенно декоративно во время цветения: многочисленные мелкие белые цветки собраны в ажурные соцветия, достигающие в длину 50 см и в ширину 20 см. Цветение продолжается с первой половины июля до середины августа. Размножение – семенное и вегетативное. Однако в Средней полосе России семена вызревают не каждый год. Для размножения лучше всего использовать одревесневшие побеги.

В течение более 30 лет изучали возможность выращивания триптеригиума в условиях Кировской области. Растение получено от коллекционера в 1990 году.

Растение было высажено в лёгкую супесчаную почву, место полутенистое. В некоторые годы место посадки затапливалось весенними водами. Вода держалась примерно две недели. На развитие растения временное подтопление не оказывало отрицательного влияния. Растение выращивается в виде лианы. Для этого к деревянной постройке прикреплена решётка, которую обвивает триптеригиум. Первое время, до полного приживания растения, поливали

регулярно. Затем поливали только по мере необходимости, в жаркую сухую погоду. В остальное время растение довольствовалось атмосферными осадками. Подкармливали в начале вегетации комплексным минеральным удобрением. В процессе наблюдения за растением было отмечено, что небольшая часть молодых побегов подмерзает, в неблагоприятные зимы погибает часть многолетних побегов. Если вегетация начинается рано, отрастают листья и попадают под возвратные весенние заморозки, то все листья погибают. Через некоторое время начинается рост новых листьев. Основание корневой шейки и одревесневшая нижняя часть стебля сохраняются всегда. За лето отрастают новые побеги, достигающие длины 1,5-2 м и более (рисунок 1).



Рисунок 1 – Новые побеги триптеригиума, отрастающие в течение вегетационного периода

Цветение зависит от весенних заморозков. Если после распускания листьев сильных майских заморозков не было, то цветение очень обильное. И после цветения образуются многочисленные плоды с вызревшими всхожими семенами (рисунок 2). Если молодые, появившиеся в мае листья, замерзают, то период цветения сдвигается примерно на месяц. Цветение и плодоношение слабое, полноценных семян практически не образуется (рисунок 3). Для перенесения стресса после заморозков, быстрого и полноценного восстановления вегетативной массы, растение в разные годы обрабатывалось препаратами циркон, эпин, силиплант, а также биопрепаратами на основе цианобактерий и грибов [2-5].

Циркон повышает устойчивость к фитопатогенам, стимулирует цветение и плодоношение. Эпин защищает растения от возвратных заморозков, способствует подготовке растения к зиме для лучшего перенесения

неблагоприятных условий. Одним из направлений действия силипланта – снятие стресса у растения после заморозков. Кроме этого, препарат содержит активный кремний и калий, микроэлементы и активизирует поступление в растение элементов питания из почвы труднодоступных соединений фосфора и калия, снижает потребность в фосфорных и калийных удобрениях, повышает механическую прочность растительных тканей, образует пленку на поверхности растений и увеличивает толщину листовой пластинки, затрудняя дыхание вредителей и прорастание спор патогенов микроорганизмов.



Рисунок 2 – Цветение *Tripterygium regelii* (июль)

Обработка препаратами позволила растению без видимого ущерба нарастить вегетативную массу и хорошо перезимовать.

Размножали триптеригиум путём черенкования и посева семян. Черенкование затруднено. Укоренение зеленых черенков проводят в условиях искусственного тумана с применением стимуляторов роста. На зиму молодые растения утепляли методом сухого укрытия. В дальнейшем зимостойкость повышается, и лиана зимует без укрытия. Семена высевали в октябре для естественной стратификации. Предварительно семена были обработаны стимуляторами, которые были проверены на разных культурах [6-10]. Сеянцы растут медленно. После пикировки сеянцы оставлены для дальнейшего наблюдения.



Рисунок 3 – Слабое цветение триптеригиума после перенесения весенних заморозков

Таким образом, опытным путем установлено, что *Tripterygium regelii* может произрастать в условиях Кирова. При размножении его семенным путем возможен как осенний посев без предварительной подготовки (но с обработкой семян стимуляторами), так и весенний после двух- или трехмесячной стратификации при температуре 5–7°C.

Растение ценное и очень редкое. Вид является очень декоративным и перспективным для дальнейшего изучения. Используется как декоративное растение для вертикального озеленения в ландшафтной архитектуре.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Denisov, N. I. *Tripterygium regelii* Sprague et Takeda as valuable for landscape design decorative ligneous liana / N. I. Denisov // Bulletin of KSAU. – 2011. – No. 5 (56). – P. 58–62.
2. Домрачева, Л. И. Использование цианобактерий как экологически безопасного метода борьбы с фузариозами / Л. И. Домрачева, А. Н. Третьякова, Л. В. Трефилова // Экология. – 2002. – № 2. – С. 46–48.
3. Зыкова, Ю. Н. Эффективность инокуляции семян овощных растений цианобактериальным композитом / Ю. Н. Зыкова, К. А. Леонова, Л. В. Трефилов // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых : сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Краснообск, 12–14 апреля 2017 года. – Краснообск : Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 2017. – С. 165–170.

4. Рачеева, Н. Э. Влияние способов обработки саженцев ели обыкновенной (*Picea Abies*) на их приживаемость в урбаноземах / Н. Э. Рачеева, Л. В. Трефилова // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2019 года. – Рязань : Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2019. – С. 153–157.
5. Трефилова, Л. В. Эффективность применения многокомпонентных биопрепаратов в растениеводстве / Л. В. Трефилова // Актуальные направления развития АПК : сборник материалов конференции, Екатеринбург, 28–30 ноября 2019 года. – Екатеринбург : Уральский ГАУ, 2020. – С. 303–307.
6. Трухина, Е. Л. Оценка эффективности антифунгальных препаратов на тест-объекте *Hordeum vulgare* / Е. Л. Трухина // Актуальные проблемы селекции и технологии возделывания полевых культур : материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации Сергея Федоровича Тихвинского, Киров, 16 декабря 2022 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – С. 249–254.
7. Черемисинов, М. В. Сравнительный анализ влияния предпосевной обработки семян декоративных культур различными препаратами на подавление фитопатогенов / М. В. Черемисинов, Е. Л. Трухина // Актуальные вопросы аграрной науки: теория и практика : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 80-летию агрономического факультета, Киров, 17 декабря 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 302–307.
8. Коротких, А. И. Возможности использования поверхностной микробиоты растений в агробиотехнологии / А. И. Коротких, Л. И. Домрачева // Вестник Вятского ГАТУ. – 2025. – № 3 (25). – С. 23–26.
9. Коротких, А. И. Рострегулирующая активность бактерии *Bacillus mycoides*, сохранившейся на корнях гербарного образца птицемлечника / А. И. Коротких, Е. Л. Трухина, Л. И. Домрачева // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 15 ноября 2023 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2023. – С. 242–246.
10. Использование микромицетов рода *Trichoderma* и консорциумов на их основе в агробиотехнологии (обзор) / Л. И. Домрачева, П. А. Стариков, А. Л. Ковина, Т. Я. Ашихмина. – DOI 10.25750/1995-4301-2024-1-006-018 // Теоретическая и прикладная экология. – 2024. – № 1. – С. 6–18.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ПРИ РАЗМНОЖЕНИИ И КУЛЬТИВИРОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РОДА *PULSATILLA*

Ковина А. Л.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
A.Kovalevt@yandex.ru*

Аннотация. В статье приведены результаты наблюдений за редкими видами рода *Pulsatilla* в условиях Кировской области. Было установлено, что при создании определённых условий, схожих с местами произрастания взятого вида, растения хорошо растут, цветут и дают полноценные семена.

Ключевые слова: прострел, *Pulsatilla*, сон-трава, препараты, редкие растения, интродукция

В условиях интенсивного развития городов и увеличения урбанизированных территорий, встаёт вопрос о создании стойких и долговечных ландшафтных композиций с высоким эстетическим эффектом. Одним из основных направлений решения данного вопроса – это расширение ассортимента декоративных растений. Кроме этого, проблема сохранения редких растений в настоящее время остаётся актуальной, так как с каждым годом усиливается антропогенное влияние на окружающую среду. Один из способов сохранения редких растений – это введение в коллекцию Ботанических садов или частных коллекционеров [1].

Одним из важных источников обогащения видового разнообразия декоративных культур является интродукция дикорастущих растений с разных флористических областей Земли. Введение их в культуру, особенно редких видов, не только обогащает ассортимент устойчивых декоративных видов для ландшафтного дизайна, но и решает важную задачу сохранения биоразнообразия природных флор.

В этом плане вызывают интерес высокодекоративные представители рода *Pulsatilla* Mill. (сон-трава), которые широко используются в мировой практике декоративного садоводства.

Представители рода *Pulsatilla* Mill. (прострел) семейства лютиковые (Ranunculaceae) – раннецветущие многолетние травянистые растения, произрастающие преимущественно в умеренных широтах Северного полушария. Систематика рода *Pulsatilla* весьма сложна, поскольку идентификация его представителей затрудняется высокой степенью внутривидовой морфологической изменчивости. Растущие рядом близкие виды или сорта одного вида легко переопыляются и потомство будет непредсказуемым [2].

Сроки цветения прострелов позволяют собрать коллекцию сменяющих друг друга цветущих многолетников. Одни прострелы зацветают в апреле, другие – в мае, а некоторые вступают в фазу цветения лишь поздним летом.

Непрерывная эстафета цветения сон-травы и красота листьев и созревающих плодов – являются украшением любой ландшафтной композиции.

Прострелы – некрупные травянистые многолетники. По высоте варьируют от крохотных (5 см) до средних по высоте (почти 40 см), но при этом скромные размеры не мешают им оставаться растениями яркими и броскими. У прострелов вертикальные или растущие под наклоном корневища, длинные, стержневые и глубоко залегающие мощные корни, необычно крупные для такого маленького растения. Побеги у прострела всегда прямые, венчаются цветком, подчеркнутые сросшимися в покрывало узко-рассеченными листьями. Листья разных видов прострелов различаются по строению и форме и украшают композиции до поздней осени. Прикорневые листья в компактной, не всегда густой розетке сидят на достаточно длинных черешках. Они пальчатые или перисто-рассечённые, густо опушенные. Отличительная особенность прострелов – удлинение, вытягивание побегов после отцветания, на стадии образования плодов. Особенность всех видов сон-травы – большие цветки, являющиеся безусловно наиболее декоративной частью растения. Они распускаются у некоторых видов до появления листьев, у других – листья и цветоносы развиваются одновременно. У сон-травы цветки крупные, поникающие колокольчики или широко открытые красивой формы, достигают 8 см в диаметре.

Основной способ размножения *Pulsatilla* семенной, вегетативное размножение ограничено биоморфологическими особенностями растений. Цветение и плодоношение большинства видов ежегодное, обильное. Семена созревают с июня, период созревания 25-30 суток. Процесс созревания семян зависит от вида прострела и времени цветения. Семена некоторых видов при благоприятных условиях частично могут прорасти сразу же после созревания (рисунок 1). Другим видам для прорастания требуется стратификация.



Рисунок 1 – Сеянцы прострела

Одним из самых редких и очень красивых прострелов является *Pulsatilla tatewakii* Kudô. Это эндемик Сахалина. Встречается спорадически по всему Сахалину, от полуострова Шмидта до хребта Жданко. Обитает на каменистых склонах и щебнистых осыпях, у скал, на крутых разнотравных склонах морских террас, сухих остепнённых лужайках, полянах и опушках в разреженных берёзовых и лиственничных лесах. *Pulsatilla tatewakii* – многолетнее растение, растёт в основном в субальпийском или субарктическом биоме. Вид включён в Красную книгу Сахалинской области (рисунок 2).



Рисунок 2 – *Pulsatilla tatewakii*

Часть собранных со своих растений семян высевали сразу после сбора под зиму для стратификации, другую часть высевали в феврале-марте в смесь рыхлого грунта с крупным речным песком. Семена не присыпали сверху грунтом, а слегка вдавливали в почву. Поддерживали высокую температуру (23-25°C) и высокую влажность воздуха. Для этого посевы держали в тепличке. Через 10 дней появились первыеходы, которые при появлении настоящих листочков рассаживали по индивидуальным контейнерам. Семена перед посевом обрабатывали стимуляторами роста и развития растений, которые были испытаны ранее на других культурах [3-5]. Некоторые препараты, кроме стимулирующего эффекта, обладают защитными свойствами [6-10].

Семена, проросшие сразу после созревания, дают крепкие, хорошо развивающиеся сеянцы, которые могут зацвести уже на второй год (рисунок 3). Кроме прострела Татеваки были испытаны и другие виды: альпийский, весенний, желтеющий, Халлера, луговой, обыкновенный, многонадрезанный, раскрытый, Турчанинова и некоторые сорта.



Рисунок 3 – Сеянец прострела Татевски

Таким образом, опытным путем установлено, что виды рода *Pulsatilla* могут успешно произрастать в условиях Кирова. При размножении их семенным путем возможен как осенний посев (для некоторых видов) без предварительной подготовки (но с обработкой семян стимуляторами), так и весенний при температуре 23-25 °С и высокую влажность воздуха.

Прострел редкое и ценное растение. Виды являются очень декоративными и перспективными для дальнейшего изучения. Используются как декоративные растения для весенних цветников, композиций с камнями и для посадки в светлой тени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система рода *Pulsatilla* Mill. (Ranunculaceae) / В. Ф. Зайков, А. А. Кечайкин, М. Г. Куцев [и др.]. – DOI 10.14258/turczaninowia.28.3.23 // *Turczaninowia*. – 2025. – Т. 28, № 3. – С. 208–222.
2. Егорова, Н. Ю. Эколого-ценотическое разнообразие и демографические особенности ценопопуляций *Pulsatilla patens* (L.) Mill s.l. (Ranunculaceae) в Кировской области / Н. Ю. Егорова, Т. Л. Егошина, О. Е. Сушенцов. – DOI 10.15372/SEJ20190108 // *Сибирский экологический журнал*. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 100–111.
3. Домрачева, Л. И. Использование цианобактерий как экологически безопасного метода борьбы с фузариозами / Л. И. Домрачева, А. Н. Третьякова, Л. В. Трефилова // *Экология*. – 2002. – № 2. – С. 46–48.

4. Зыкова, Ю. Н. Эффективность инокуляции семян овощных растений цианобактериальным композитом / Ю. Н. Зыкова, К. А. Леонова, Л. В. Трефилова // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых : сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Краснообск, 12–14 апреля 2017 года. – Краснообск : Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук, 2017. – С. 165–170.
5. Рачеева, Н. Э. Влияние способов обработки саженцев ели обыкновенной (*Piceaabies*) на их приживаемость в урбаноземах / Н. Э. Рачеева, Л. В. Трефилова // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2019 года / Рязань : Рязанский ГАТУ им. П. А. Костычева, 2019. – С. 153–157.
6. Трефилова, Л. В. Эффективность применения многокомпонентных биопрепаратов в растениеводстве / Л. В. Трефилова // Актуальные направления развития АПК : сборник материалов конференции, Екатеринбург, 28–30 ноября 2019 года. – Екатеринбург : Уральский ГАУ, 2020. – С. 303–307.
7. Трухина, Е. Л. Оценка эффективности антифунгальных препаратов на тест-объекте *Hordeum vulgare* / Е. Л. Трухина // Актуальные проблемы селекции и технологии возделывания полевых культур : материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации Сергея Федоровича Тихвинского, Киров, 16 декабря 2022 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – С. 249–254.
8. Черемисинов, М. В. Сравнительный анализ влияния предпосевной обработки семян декоративных культур различными препаратами на подавление фитопатогенов / М. В. Черемисинов, Е. Л. Трухина // Актуальные вопросы аграрной науки: теория и практика : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 80-летию агрономического факультета, Киров, 17 декабря 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 302–307.
9. Коротких, А. И. Возможности использования поверхностной микробиоты растений в агробιοтехнологии / А. И. Коротких, Л. И. Домрачева // Вестник Вятского ГАТУ. – 2025. – № 3 (25). – С. 23–26.
10. Коротких, А. И. Рострегулирующая активность бактерии *Bacillus mycoides*, сохранившейся на корнях гербарного образца птицемлечника / А. И. Коротких, Е. Л. Трухина, Л. И. Домрачева // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 15 ноября 2023 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2023. – С. 242–246.
11. Использование микромицетов рода *Trichoderma* и консорциумов на их основе в агробιοтехнологии (обзор) / Л. И. Домрачева, П. А. Стариков, А. Л.

УДК 631.3

НЕСБАЛАНСИРОВАННОЕ ВНЕСЕНИЕ УДОБРЕНИЙ КАК ФАКТОР ПИТАТЕЛЬНОГО СТРЕССА ПОЧВЫ

Конькова Ю. С., Назарова Я. И.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
yuliya.konkovaZ@yandex.ru
yan1997183@yandex.ru*

Аннотация. В этом обзоре, направленном на выявление проблем окружающей среды и здоровья, вызванных неправильным внесением удобрений, рассматриваются проблемы чрезмерного применения химических удобрений. Выявляются способы и средства, позволяющие решить проблемы современных биоактивных удобрений. Приводятся факторы, влияющие на качество применения удобрения и последствия его несвоевременного применения.

Ключевые слова: химические удобрения, органические удобрения, полезные вещества, калий, фосфор, азот

Химические удобрения используются в чрезмерных и непропорциональных количествах для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Поскольку доступность питательных веществ становится ограничителем роста и продуктивности растений, устойчивая продуктивность сельскохозяйственных культур зависит от постоянного обновления.

Для увеличения сельскохозяйственного производства и поддержания плодородия почвы необходимо применение химических удобрений. Однако недостаточное или чрезмерное внесение удобрений не гарантирует стабильного роста урожайности, что может привести к низкой эффективности использования питательных веществ. Сегодня ключевыми целями являются изучение эффективного использования химических веществ, снижение производственных затрат и эффективное использование удобрений.

Почва - очень важный и чувствительный ресурс нации. Для удовлетворения растущих общественных потребностей и продвижения продукции растениеводства использование большого количества химических веществ в почве в виде удобрений, пестицидов, фунгицидов, инсектицидов, нематодов и гербицидов от сорняков, наряду с интенсивными методами орошения, помогло достичь цели на определенном этапе. Однако снижение урожайности произошло, несмотря на внесение удобрений.

Токсичные химические вещества влияют на жизнедеятельность полезных почвенных микроорганизмов, которые действительно отвечают за поддержание плодородия почвы. Более того, эти химические вещества прямо или косвенно негативно воздействуют на грунтовые воды, воздух, а также на здоровье людей и животных. Поэтому сохранение здоровья почвы очень важно. Отказ от химических удобрений и использование натуральных удобрений, таких как биоудобрения, биогумус, сидераты и биопестициды, а также питание почвы и окружающей среды, могут быть устойчивым подходом к повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Чтобы повысить качество урожая и удовлетворить мировой спрос на продовольствие, химические препараты, вводимые в качестве удобрений и пестицидов в соответствующем количестве, важны для управления продовольственными ресурсами в сельском хозяйстве. С другой стороны, при использовании в чрезмерном и непропорциональном количестве существуют вредные аспекты неорганических удобрений и пестицидов, которые нельзя игнорировать. Они длительное время сохраняются в почве и атмосфере и влияют на различные биотические и абиотические факторы. Они негативно влияют на почву, микрофлору, другие организмы, здоровье человека и окружающую среду. Чрезмерные количества агрохимикатов, промышленных химикатов, микроэлементов и городских отходов попадают в почву через атмосферное осаждение. Загрязнение почвы приводит к снижению биоразнообразия и плодородия почвы и, следовательно, ухудшает здоровье почвы, препятствуя распаду органического вещества почвы и изменению круговорота питательных веществ.

Таким образом, загрязнение почвы снижает урожайность сельскохозяйственных культур и влияет на безопасность пищевых продуктов, особенно когда биоконцентрированные загрязнители попадают в организмы в рамках пищевых цепочек. Через свои корни растения также могут поглощать загрязнители почвы или поглощать их через свои листья.

Из-за высокой чувствительности почвенных микроорганизмов к чрезмерным концентрациям микроэлементов они ответственны за снижение биоразнообразия и плодородия почвы. Более того, из-за их тесного сродства с органическим веществом микроэлементы накапливаются в поверхностных органических отложениях и пассивно поглощаются растениями потоком воды. Интенсивное возделывание и монокультура способствовали значительному увеличению использования агрохимикатов и зависимости от них.

Загрязнение почвы приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и превращению продуктивных сельскохозяйственных угодий в непродуктивные районы за счет снижения плодородия почв и биоразнообразия. В результате это влияет на доступность продовольствия и стабильность аспектов продовольственной безопасности [2].

Здоровье почвы определяется, как способность живой почвы функционировать в пределах естественных или регулируемых экосистемных границ, сохранять продуктивность растений и животных, сохранять и улучшать

качество воды и воздуха, а также способствовать здоровью растений и животных. К 2050 году необходимо добиться 60-процентного роста мирового производства продуктов питания и связанных с ними экосистемных услуг. Но из-за эрозии почвы, потери питательных веществ, засоления, уплотнения и загрязнения треть мировых почв в настоящее время подвергается деградации от умеренной до крайней степени.

Почвы, обедненные питательными веществами, приводят к системным проблемам с питанием. Дефицит питательных микроэлементов является серьезной причиной заболеваемости и смертности и затрагивает более двух миллиардов человек. Белково-энергетическая недостаточность возникает из-за нехватки пищи и поступления в организм микроэлементов (например, железа, лития, магния, цинка, меди, йода) из сельскохозяйственных культур с низкой концентрацией в тканях, что напрямую связано с бедными питательными веществами почвами.

Воздействие химических веществ, используемых в сельском хозяйстве, на окружающую среду. Поскольку химическое удобрение увеличивает рост и силу растения, оно, таким образом, отвечает мировой продовольственной безопасности, но растения, выращенные таким образом, не развивают хороших характеристик, таких как хорошая корневая система, система побегов, питательные характеристики, и не успеют должным образом вырасти и созреть.

Вредное воздействие химических удобрений само по себе начинается с переработки химических веществ, продуктами и побочными продуктами которыми являются определенные вредные химические вещества или газы, вызывающие загрязнение воздуха, такие как NH_4 , CO_2 , CH_4 и т.д. И это приведет к загрязнению воды, когда отходы промышленных предприятий будут утилизироваться неочищенными в близлежащих водоемах. Это также связано с наиболее разрушительным воздействием накопления химических отходов в водоемах, т.е. эвтрофикацией воды. И его постоянное использование при нанесении на почву ухудшает здоровье и качество почвы, тем самым вызывая загрязнение почвы.

Следовательно, его непрерывное использование без принятия каких-либо мер по сокращению или разумному использованию однажды приведет к истощению всех природных ресурсов и поставит под угрозу всю жизнь на земле. Неблагоприятное воздействие этих синтетических химических веществ на здоровье человека и окружающую среду может быть уменьшено или устранено путем внедрения новых сельскохозяйственных технологических методов, включая использование органических материалов, таких как навоз, биоудобрения, биопестициды, удобрения с замедленным высвобождением и наноудобрения и т.д., и отказа от интенсивного культивирования с использованием химических веществ.

Наиболее важным элементом стабильности структуры почвы является органическое вещество. Почва, которая имеет высокое содержание органического вещества и процветает с почвенными видами, более устойчива к уплотнению и может гораздо лучше восстанавливаться после незначительного

повреждения уплотнением. Чрезмерное использование удобрений привело к развитию непрерывного монокультурного земледелия, накоплению минеральных солей удобрений в почве, которые образуют уплотненные слои в почве и вызывают долгосрочную деградацию почвы.

Чрезмерное использование химических удобрений может способствовать подкислению почвы и образованию почвенной корки, тем самым уменьшая содержание органических веществ, гумуса, полезных видов, останавливая рост растений, изменяя pH почвы, размножая вредителей и даже приводя к выбросу парниковых газов. Кислотность почвы снижает потребление растениями фосфатов, повышает концентрацию вредных ионов в почве и тормозит рост растений.

При сборе сельскохозяйственных культур уровень питательных веществ в почве со временем снижается, и эти питательные вещества пополняются либо за счет естественного разложения, либо за счет добавления удобрений. Поэтому основным компонентом современного сельского хозяйства на сегодняшний день являются удобрения. В то время, как химические удобрения являются основной причиной надлежащего производства сельскохозяйственных культур для населения мира, их чрезмерное использование создает серьезные проблемы для нынешнего и будущих поколений - загрязненный воздух, вода и почва, деградация земель и увеличение выбросов парниковых газов.

Почвенные микроорганизмы играют важную роль в сохранении плодородия почвы и работе экосистем. Корни растений выделяют в ризосферу углеродсодержащий органический материал, который является источником углерода, азота и энергии, необходимых для роста и размножения почвенных микроорганизмов.

Исследования показали, что различные способы внесения удобрений оказывают значительное влияние на структуру микробной биомассы почвы и сообщества. Различные применения удобрений изменяют физические и химические свойства почвы, что, в свою очередь, влияет на структуру почвенного бактериального сообщества. Предыдущие исследования показали, что pH, нитраты, доступные фосфаты и калий являются важными почвенными факторами, влияющими на структуру микробного сообщества. Путем прямого воздействия на качество питательных веществ в почве внесение удобрений влияет на микробное разнообразие почвы. В сочетании с другими минеральными удобрениями длительное применение азотных удобрений влияет на круговорот азота и связанные с ним бактериальные популяции.

Многократное чрезмерное использование химических удобрений может оказать пагубное воздействие на качество почвы и состав почвенной микробной популяции. Длительное использование химических удобрений может резко снизить pH почвы, что тесно связано с сокращением бактериального разнообразия и значительными изменениями в составе бактериальной популяции [1, 3].

Биоудобрение представляет собой материал, который содержит живые микроорганизмы, которые колонизируют ризосферу или внутреннюю часть

растений при нанесении на семена, растения или почву и стимулируют рост растений за счет увеличения снабжения растения хозяина питательными веществами. Использование микробов в качестве биоудобрений в сельскохозяйственном секторе считается альтернативой химическим удобрениям из-за их широкого потенциала для увеличения производства сельскохозяйственных культур и безопасности пищевых продуктов.

Ожидается, что биоудобрения станут здоровой альтернативой химическим добавкам и в значительной степени смягчат экологические нарушения. Биоудобрения по своей природе экономичны, экологичны, и их длительное использование значительно повышает плодородие почвы.

Преимущества использования биоудобрений включают недорогие источники питательных веществ, отличные поставщики микрохимикатов и микроэлементов, органических веществ, секрецию гормона роста и противодействие неблагоприятному воздействию химических удобрений.

До недавнего времени внесение удобрений было наиболее часто используемым методом лечения дефицита питательных веществ. Поскольку потребности растений в питательных веществах варьируются в течение жизненного цикла растения.

Повышение жизнеспособности растений будет зависеть от улучшения структурного и биологического плодородия почвы. Неправильное внесение удобрений – это пустая трата времени и денег, но это также может иметь серьезные последствия для окружающей среды [4].

Обсуждение и выводы. Все живые существа, так или иначе, уязвимы к широко распространенному и долгосрочному использованию химикатов в сельском хозяйстве в любой форме, такой как удобрения, пестициды и т. д. Сельскохозяйственная почва была разрушена экстенсивным и непропорциональным использованием химикатов, и для восстановления ее порядка будет нужно время. Хотя мы не можем полностью предотвратить неблагоприятное воздействие химических удобрений в любой момент времени, мы определенно можем уменьшить их воздействие, сводя к минимуму их использование и способствуя использованию биоудобрений.

Биоудобрения не сократят использование химических удобрений, но улучшат качество почвы различными способами, такими как поддержание круговорота питательных веществ в почве, микробных сообществ почвы и т. д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Потетня, К. М. Обзор целесообразности применения рабочих органов с одновременным внесением различных составов удобрений / К. М. Потетня // Системная интеграция научных знаний : сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной дню инженера-механика. – 2020. – С. 126–128.
2. Проект дистанционного комплекса измерения почвенных показателей как инструмент цифровизации сельского хозяйства / А. А. Садов, К. М. Потетня,

- А. Д. Устюгов, А. И. Носков // Научнотехнический вестник технические системы в АПК. – 2020. – № 2 (7). – С. 45–51.
3. Роль и виды удобрений в сельском хозяйстве / К. М. Потетня, А. А. Садов, О. М. Вырова, Ю. В. Панков // Научно-технический вестник технические системы в АПК. – 2019. – № 5 (5). – С. 25–33.
4. Потетня, К. М. Тестирование и дезактивация загрязненных почв от гербицидных остатков / К. М. Потетня, О. М. Вырова // Научно-технический вестник технические системы в АПК. – 2021. – № 1 (9). – С. 11–19.

УДК 579.64.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОРОХА ПОСЕВНОГО (*PISUM SATIVUM* L.)

Коротких А. И.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
anastasi0301@yandex.ru*

Аннотация. В статье представлены экспериментальные данные, полученные при изучении эффективности применения стимуляторов роста для гороха посевного. Сравнительный анализ морфометрических параметров (всхожесть семян, высота надземной части и длина корней) гороха посевного показал, что применение культуральных жидкостей *Fischerella muscicola* и *Bacillus mycoides* обеспечивает более значительный ростстимулирующий эффект, чем обработка коммерческими препаратами-аналогами. Проведенные исследования позволяют отнести цианобактерии *F. muscicola* и бактериальную культуру *B. mycoides* к числу перспективных агентов для создания биостимуляторов, предназначенных для повышения продуктивности гороха посевного.

Ключевые слова: ростстимуляторы, биопрепараты, всхожесть, индекс роста, культуральная жидкость

Развитие сельского хозяйства региона базируется на прогрессе научных исследований и инновационной деятельности, что создает основу для перманентного технологического обновления отрасли. Современные представления о путях преодоления кризиса в агропромышленном комплексе отводят ключевую роль внедрению новейших достижений микробиологии и агrobiотехнологии в растениеводство. При этом эффективность данного процесса напрямую зависит от решения сопутствующих эколого-агрохимических задач [1, 2]. Поскольку современные агротехнологии возделывания призваны обеспечивать высокие урожаи качественной продукции без потери почвенного плодородия, традиционного применения только органических и минеральных удобрений становится недостаточно. В этой связи

актуальным становится поиск дополнительных агрохимических ресурсов, в частности, применение бактериальных препаратов [3].

Ориентация на производство экологически чистой продукции в современном мире предполагает минимизацию или полный отказ от применения пестицидов. Следовательно, необходимо внедрение комплексных инновационных подходов, а не просто замена химических пестицидов на биопрепараты.

Важнейшим элементом современных агробиотехнологий выступают биопрепараты, обладающие свойствами регуляторов роста растений. Их применение направлено на интенсификацию начальных этапов онтогенеза (ускорение прорастания семян), повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, а также укрепление их иммунитета к абиотическим и биотическим стрессам [4-6].

К российским препаратам микробиологической природы, т. е. содержащих микроорганизмы и/или продукты их метаболизма относятся [7]:

1) фунгицидного действия – Бисолби-Сан, Бинорам, Планриз, Псевдобактерин-2 (*Pseudomonas*), Алирин-Б (*Bacillus*), Баксис, Бактофит, Бактрил, Гамаир, Агат-25, Вермикулен, Глиокладин (*Trishoderma*), Фитоспорин-М (*Bacillus*), Триходермин нова, Фитолавин (*Streptomyces*);

2) регуляторы роста растений – Агат 25, Бинорам, Эмистим, Экопин и Эпин-экстра;

3) микробиологические удобрения – Экстрасол, Бактофосфин, Бисолби, БисолбиФит, Агрика, Азофит, Байкал М-1, Восток М-1, Ресойлинг, Ризоагрин, Ургаса, Фосфатовит, Экофит.

В современной практике возделывания сельскохозяйственных культур широко распространены разнообразные методы предпосевной обработки семян. Наряду с традиционными удобрениями, активно используется инокуляция препаратами на основе микроорганизмов. Однако, как показывает практика, эффективность таких биопрепаратов не отличается стабильностью и варьирует в зависимости от вида культуры, типа почв и климатических условий. Данное обстоятельство обуславливает актуальность двух взаимосвязанных задач: во-первых, поиска и создания новых, более совершенных форм биопрепаратов, а во-вторых, пересмотра и обновления рекомендаций по их применению применительно к конкретным сельскохозяйственным культурам.

Многочисленные исследования, проводимые на кафедре агробиотехнологии, ландшафтной архитектуры и пищевых производств Вятского ГАТУ ориентированы на изучение биотехнологического потенциала цианобактерий (ЦБ) как перспективного источника для разработки препаратов сельскохозяйственного назначения [8-10]. Было отмечено положительное влияние инокуляции семян штаммами ЦБ на начальных этапах онтогенеза: увеличиваются всхожесть, длина и биомасса проростков, ускоряются темпы роста растений и повышается продуктивность фотосинтеза. В дальнейшем это

проявляется в снижении пораженности культур фитопатогенами и в увеличении количества и качества урожая.

Перспективным стал и штамм бактериальной культуры *Bacillus mycoides*, выделенный с корней гербаризированного в 1964 г. птицемлечника зонтичного (*Ornithogalum umbellatum* L.), который также показал высокую эффективность в качестве стимулирования роста растений [11].

Цель работы – сравнить ростстимулирующее действие обработки семян биопрепаратами и культуральными жидкостями: цианобактерий и бацилл.

В качестве объекта исследований были взяты семена гороха посевного. Горох посевной (*Pisum sativum* L.) – однолетнее травянистое растение с цепляющимися усиками, культивируется как зернобобовая и кормовая культура. По всему миру вид выращивают ради съедобных семян (горошин), употребляемых в зрелом (сухом) и незрелом (свежем, консервированном) виде. Имеет высокую питательную ценность благодаря содержанию растительного белка, сложных углеводов, витаминов и микроэлементов [12].

Для оценки влияния биопрепаратов на морфометрические показатели гороха посевного использовали методику постановки рулонных культур в 4-х кратной повторности из расчета 20 семян на вариант. Семена перед закладкой опыта обрабатывали в соответствии с инструкциями коммерческими биопрепаратами (на 100 мл), а также культурой ЦБ и бактериальной культурой.

Культуральная жидкость (КЖ) ЦБ включает 1,5 месячную культуру *Fischerella muscicola* (Thur.) Gom. № 300, выращенную на безазотистой среде Громова № 6. При подборе оптимального количества клеток ЦБ для обработки семян опирались на опыты, проведенные ранее с многими сельскохозяйственными, декоративными и лесными культурами, в которых для некоторых из них была установлена средняя доза инокулюма на одно семя или на 1 г семян. Для использования ЦБ в наших экспериментах был подсчитан титр и рассчитана доза ЦБ. Титр клеток подсчитывали в камере Горяева (титр клеток *Fischerella muscicola* $(6,7 \pm 0,5) \cdot 10^7$ кл/мл). Для приготовления суспензии 50 мл исследуемой культуры гомогенизировали, в течение одной минуты.

Для обработки семян КЖ *B. mycoides* готовили бактериальную суспензию в соответствии с отраслевым стандартным образцом мутности бактериальных взвесей серии S-2/5-010719 на 10 микробных единиц (МЕ) (10 МЕ соответствует концентрации $0,11 \cdot 10^9$ КОЕ/мл). В контрольном варианте семена обрабатывали стерильной дистиллированной водой.

При снятии опыта определяли всхожесть семян, на 7-е сутки проводили морфометрический анализ (измерение длины корней, высоты проростков) и вычисление индекса роста по формуле

$$I = (R + P) \cdot D,$$

где I – индекс роста (условные единицы),

R – суммарное значение длины корней (см),

P – суммарное значение длины проростков (см),

D – доля проросших семян (%).

Таблица 1 – Влияние биологических ростстимуляторов на рост и развитие гороха посевного

№ п/п	Вариант	Всхожесть D, %	Высота проростковР, см	Длина корнейR, см	Индекс роста I (y.e.)
1	Контроль	72	15,50±0,07	9,03±0,10	1766
2	Эпин-экстра	74	18,03±0,18	9,87±0,15	2064
3	ФитоХелп Биокomплекс-БТУ	69	17,73±0,15	7,28±0,03	1725
4	КЖ <i>F. muscicola</i>	77	19,41±0,05	11,92±0,10	2412
5	КЖ <i>B. mycoi</i> des	81	21,01±0,80	11,90±0,05	2665

Примечание: жирным шрифтом выделены максимальные значения показателей.

Результаты опыта показали, что всхожесть гороха посевного варьирует от 72 % в контроле до 81 % в варианте с обработкой КЖ *B. mycoi*des (таблица). Наивысшей рострегулирующей активностью также обладает вариант с КЖ *B. mycoi*des, по сравнению с контролем значения высоты проростков и длины корней оказались выше в 1,3 и в 1,2 раза соответственно. Значение индекса роста (2665 у.е.) подтверждает максимальное влияние варианта на рост и развитие гороха посевного. Данная концентрация микроорганизмов оказалась достаточной для воздействия их экзометаболитов на центры активации роста и дальнейшего развития проростков гороха.

КЖ ЦБ оказала положительное влияние на всхожесть семян гороха (77 %), по сравнению с контролем (72 %) и с биопрепаратами «Эпин-экстра» (74%) и «ФитоХелп Биокomплекс-БТУ» (69 %). Доминирующее значение в данном варианте оказалось у показателя длины корней, где среднее значение длины (11,92 см) было больше, чем в контроле и конкурирующих вариантах.

Стимулятор роста «Эпин-экстра» оказал положительное влияние на всхожесть и морфометрические показатели семян гороха по сравнению с контролем, но в тоже время, показатели длины корней и высоты проростков в вариантах с препаратом были ниже по сравнению с КЖ микроорганизмов.

Таким образом, изучение эффективности применения биопрепаратов при выращивании гороха посевного показало, что использование КЖ *F. muscicola* и *B. mycoi*des существенно повышает всхожесть семян и такие морфометрические показатели проростков, как их высота, длина корней по сравнению с препаратами «Эпин-экстра» и «ФитоХелп Биокomплекс-БТУ».

Следовательно, возникает необходимость дальнейшего рассмотрения КЖ ЦБ и бактериальной культуры в качестве продуцентов при выращивании бобовых культур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сатаров, Г. А. Эколого-агрохимические проблемы воспроизводства плодородия почвы, повышения продуктивности земледелия и пути их решения в лесостепи Поволжья : специальность 06.01.04 "Агрохимия" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Сатаров Гальмедин Айнулович. – Москва, 1999. – 48 с. – EDN QGIHJ.
2. Анисимов, Ю. Б. Оптимизация агротехнологии возделывания ярового ячменя в условиях северного лесостепного агроландшафта Южного Урала : специальность 06.01.01 "Общее земледелие, растениеводство" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Анисимов Юрий Борисович. – Оренбург, 2011. – 123 с. – EDN QFPMYR.
3. Петров, В. Б. Микробиологические препараты – базовый элемент современных интенсивных агротехнологий растениеводства / В. Б. Петров, В. К. Чеботарь // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 11–15.
4. Сравнительный анализ ростстимулирующих биопрепаратов на основе различных групп микроорганизмов / Л. В. Трефилова, Ю. Н. Зыкова, К. А. Леонова, А. А. Кузнецова // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Радуга-ПРЕСС, 2016. – Кн. 2. – С. 399–403.
5. Трефилова, Л. В. Биопрепараты для бобовых растений / Л. В. Трефилова // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования : сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 278–284.
6. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белопухов, В. В. Вакуленко / Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 76–86.
7. Монастырский, О. А. Биопрепараты: типы, рынки в России и в других странах / О. А. Монастырский // Агрохимия. – 2019. – № 11. – С. 86–90.
8. Цианобактериальные симбиозы и возможность их практического использования (обзор) / Л. И. Домрачева, А. Л. Ковина, Л. В. Кондакова, Т. Я. Ашихмина // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 3. – С. 21–30.
9. Использование почвенных цианобактерий в агрономической практике / Л. И. Домрачева, Ю. Н. Зыкова, Л. В. Трефилова, А. Л. Ковина // Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы : коллективная монография. Ч. 1. – Киров : Вятская ГСХА, 2020. – С. 22–39.
10. Домрачева, Л. И. Цианобактерии рода *Fischerella* как объект биотехнологии / Л. И. Домрачева, А. Л. Ковина // Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов : материалы Международной научной конференции. – Киров : Вятский государственный университет, 2019. – С. 108–111.

11. Коротких, А. И. Рострегулирующая активность бактерии *Bacillus mycoides*, сохранившейся на корнях гербарного образца птицемлечника / А. И. Коротких, Е. Л. Трухина, Л. И. Домрачева // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский государственный университет, 2023. – С. 242–246.
12. Урожайность и питательность зерна в одновидовых и смешанных посевах зерновых и зернобобовых культур / Л. А. Ерошенко, Л. В. Бекенова, Н. А. Кузнецова [и др.] // Аграрная наука. – 2017. – № 3. – С. 4–6.

УДК 632.95:635.9

ЗАЩИТНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА БОРЬБУ С ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ РОЗ

Крутихина В. А.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
valeriakrutihina69@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматриваются современные химические методы защиты роз от основных болезней и вредителей. Анализируются группы фунгицидов для борьбы с грибными инфекциями и инсектицидов для уничтожения насекомых-фитофагов. Приводятся регламенты применения препаратов, разрешенных для использования в личных подсобных хозяйствах на территории РФ.

Ключевые слова: розы, химическая защита растений, фунгициды, медьсодержащие препараты, системные фунгициды, дифеноконазол, инсектициды, акарициды

Роза по праву считается королевой цветов, однако ее выращивание сопряжено с необходимостью регулярной защиты от многочисленных болезней и вредителей [3].

Большинство сортов роз требуют тщательного ухода, чтобы расти и цвести должным образом. Одна из самых частых причин неудач в розарии – плохой контроль над болезнями и вредителями. Четыре наиболее серьезных заболевания роз в условиях умеренного климата: черная пятнистость, мучнистая роса, ржавчина и инфекционный ожог стеблей [4]. Среди вредителей наибольшее распространение и опасность представляют паутинный клещ, розанная тля, трипсы и пилильщики [6].

Фунгициды для защиты роз от болезней.

Медьсодержащие фунгициды традиционно применяются для ранневесенних профилактических обработок. Они подавляют развитие грибных инфекций, работая по принципу создания защитного слоя на поверхности растений, который не позволяет спорам прорасти и внедриться в ткани [7].

Медный купорос – один из самых доступных и проверенных временем препаратов. Для первой обработки роз ранней весной, до распускания почек, применяют 2% раствор (200 г на 10 л воды) [1].

Важно помнить, что медный купорос обладает кислой реакцией, поэтому для смягчения его часто смешивают с известью, получая бордоскую жидкость.

Бордоская жидкость – более безопасный для растений медьсодержащий препарат. Ранней весной используют 3% концентрацию [3].

При появлении признаков инфекционного ожога стеблей применяют 1% раствор [4, 6].

Бордоская жидкость хорошо удерживается на растениях благодаря извести, обеспечивая длительную защиту.

Абига-Пик, Хом, Ордан – современные медьсодержащие препараты, которые удобны в применении и эффективны против комплекса пятнистостей [3, 4, 7]. Они менее фитотоксичны по сравнению с медным купоросом и могут использоваться не только ранней весной, но и в течение сезона при строгом соблюдении дозировок.

Системные фунгициды на основе дифеноконазола.

Препараты группы триазолов, в частности содержащие действующее вещество дифеноконазол, обладают системным действием. Это означает, что они проникают во все ткани растения через листья и стебли, перемещаются по сосудистой системе и подавляют развитие грибницы изнутри, независимо от того, на какой участок попал раствор при опрыскивании.

Чистоцвет, КЭ – специализированный препарат, разработанный специально для защиты цветочных культур, включая розы. Его ключевое преимущество – высокая эффективность против мучнистой росы, серой гнили и различных пятнистостей [2].

Препарат начинает действовать уже через 2 часа после обработки и не смывается дождем, что особенно важно в дождливое лето. Защитный эффект сохраняется до двух недель. Скор и Ракурс – аналоги по действующему веществу (дифеноконазол), которые также широко применяются розоводами [2, 3, 4, 6].

Ракурс особенно рекомендуется против ржавчины и различных видов пятнистостей, норма расхода – 4 мл на 5 л воды [3, 4]. Топаз (на основе пенконазола) эффективен против мучнистой росы и ржавчины, применяется в дозировке 4 мл на 10 л воды [3, 6].

Схема профилактических и лечебных обработок фунгицидами

Система защиты роз строится на чередовании контактных и системных препаратов, чтобы избежать привыкания возбудителей болезней [4].

Ранневесенняя обработка (сразу после снятия укрытия, до распускания почек) – это основа профилактики. Используют 3% бордоскую жидкость или другой медьсодержащий препарат [3, 7].

Задача – уничтожить перезимовавшие споры грибов на стеблях и в прикорневой зоне. Обработка по "зеленому конусу" (в период распускания

листьев) – применяют системные препараты, такие как Скор, Чистоцвет или Ракурс.

Это защищает молодую листву от первичного заражения мучнистой росой и пятнистостями. В период бутонизации и после цветения – продолжают обработки системными фунгицидами с интервалом 10–14 дней, обязательно чередуя препараты с разными действующими веществами [2, 4].

При появлении признаков заболевания проводят внеочередное опрыскивание. Осенняя обработка (перед укрытием на зиму) – после удаления всех листьев кусты опрыскивают 3% железным купоросом (300 г на 10 л воды) для уничтожения зимующих форм инфекции [3].

Инсектициды и акарициды для защиты от вредителей.

Препараты против тли.

Розанная тля (*Macrosiphum rosae* L.) – один из самых распространенных вредителей. Она образует многочисленные колонии на молодых побегах и бутонах, высасывая сок и вызывая деформацию листьев и цветков [8, 9].

Тля опасна не сама по себе, а как переносчик вирусных заболеваний и причина ослабления растения. Для борьбы с тлей эффективны системные инсектициды, которые проникают в растение и делают его ядовитым для насекомых [4, 6, 7, 9]:

- Актара – мощный системный препарат длительного действия. Норма расхода – 8 г на 10 л воды. Достаточно, одной обработки, чтобы защитить розы на 3–4 недели. Актара эффективна не только против тли, но и против трипсов, пилильщиков [3, 4].

- Биотлин – препарат на основе имидаклоприда, быстро уничтожает тлю и не вызывает привыкания [4].

- Алатар – комбинированный инсектицид широкого спектра действия (5 мл на 10 л воды) [6].

- Искра-М, Интавир, Кинмикс – контактно-кишечные препараты, требующие тщательного опрыскивания всей поверхности куста [4].

Для сторонников экологического земледелия существуют биологические инсектициды, такие как Фитоверм. Он показывает высокую эффективность против тли при двукратной обработке с интервалом 7–10 дней [7]. Агравертин также относится к биопрепаратам и безопасен для полезных насекомых [4, 6].

Препараты против паутинного клеща.

Обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch.) – один из наиболее опасных и трудно выводимых вредителей роз. Особенно активно он размножается в жаркую и сухую погоду [3, 7].

Клещ не является насекомым, поэтому против него бессильны обычные инсектициды – нужны специальные средства – акарициды. Клещ прокалывает клетки листьев и высасывает их содержимое, листва покрывается мелкими желтыми точками, засыхает и опадает [7].

Фитоверм – биологический инсектоакарицид, эффективный против клеща. Для достижения результата требуется 2–3 обработки с интервалом 7–10 дней в дозировке 10–15 мл на 1 л воды [3, 8].

Клещевит – специализированный акарицид, разрешенный в личных хозяйствах. Обычно требуется 2–3 обработки с интервалом 10–14 дней, так как препарат не уничтожает яйца клеща [6].

Аполло, Оберон – современные гормональные акарициды, которые стерилизуют взрослых особей и уничтожают яйца, обеспечивая длительную защиту.

Календарь защитных обработок от вредителей.

Эффективная защита строится на принципе "лучше предотвратить, чем лечить" [4, 7].

Ранняя весна (сразу после обрезки и обработки фунгицидами):

- Через 7–10 дней после первой обработки проводят профилактическое опрыскивание системным инсектицидом (Актара, Командор) [1, 4].

Это уничтожит перезимовавших личинок и взрослых насекомых.

Период бутонизации:

- Регулярный осмотр побегов. При обнаружении первых колоний тли – обработка инсектицидом (Биотлин, Алатар) [3].
- В жаркую сухую погоду – профилактические обработки акарицидами (Фитоверм, Клещевит) против паутинного клеща [3, 7].

После цветения:

- Повторная обработка системными инсектицидами для уничтожения летнего поколения вредителей [3].

В течение всего сезона:

- Чередование препаратов с разными действующими веществами для предотвращения резистентности [4].

Интегрированный подход к защите роз

Сочетание химических и агротехнических методов

Исследования показывают, что эффективность защиты резко возрастает при комбинировании химических обработок с правильной агротехникой [5]. Здоровое, сильное растение само способно противостоять инфекциям.

- Правильная обрезка: вырезка всех больных, сухих и загущающих побегов обеспечивает проветривание куста и доступ света, что снижает риск развития грибных заболеваний [1, 4].

- Удаление растительных остатков: опавшие листья и скошенные побеги необходимо убирать из розария, так как на них зимуют споры грибов и яйца вредителей.

- Полив: поливать розы нужно под корень, избегая попадания воды на листья. Дождевание способствует распространению грибных инфекций, особенно в прохладную погоду [4].

- Подкормки: избыток азота делает ткани рыхлыми и уязвимыми для тли и мучнистой росы. Фосфорно-калийные удобрения, напротив, укрепляют клеточные стенки и повышают иммунитет растений [6].

Экологически безопасные альтернативы.

В качестве дополнения к химической защите можно использовать народные средства [6, 7]:

- Мыльно-зольный раствор (100 г золы + 50 г хозяйственного мыла на 10 л воды) эффективен против тли на начальных стадиях поражения.

- Настой чеснока (200 г измельченного чеснока на 10 л воды, настоять сутки) отпугивает многих вредителей.

- Привлечение в садбожьих коровки златоглазок (естественных врагов тли) помогает сдерживать рост популяции вредителя. Важно помнить, что тлю разносят муравьи – борьба с муравейниками также необходима [7].

Правила безопасного применения химических средств.

1. Обработки проводить утром или вечером в сухую безветренную погоду, чтобы избежать ожогов растений и сноса препарата.

2. Опрыскивать можно только сухие кусты (после высыхания росы или дождя) [4].

3. Строго соблюдать дозировки, указанные в инструкции. Превышение дозы может вызвать ожоги растений, а занижение – снизить эффективность [2].

4. Обязательно чередовать препараты из разных химических групп, чтобы у вредителей и возбудителей болезней не вырабатывалась устойчивость [4].

5. Использовать средства индивидуальной защиты (перчатки, респиратор) при работе с пестицидами.

Защита роз от болезней и вредителей – это комплексная задача, требующая системного подхода. Современный арсенал химических средств включает:

- контактные фунгициды на основе меди для ранневесенних профилактических обработок, создающие защитный барьер на поверхности растений;

- системные фунгициды (на основе дифеноконазола и других действующих веществ) для лечения и длительной защиты от мучнистой росы, пятнистостей, ржавчины и серой гнили, проникающие в ткани растения;

- инсектициды широкого спектра действия против тли, трипсов, пилильщиков, уничтожающие вредителей как контактно, так и при питании на обработанном растении;

- специализированные акарициды для борьбы с паутинным клещом, который не уничтожается обычными инсектицидами.

Таким образом, ключевым условием успеха выступает соблюдение регламентов применения, чередование препаратов различных химических групп и интеграция химических методов с агротехническими приемами – правильной обрезкой, поливом, подкормками. Профилактические обработки,

проведенные своевременно, всегда эффективнее, чем лечение уже запущенного заболевания. Только при таком комплексном подходе розы будут радовать здоровым видом и обильным цветением на протяжении всего сезона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фролова, Ю. А. Роль гранулированных органических удобрений в обогащении почвы гумусом / Ю. А. Фролова, Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 192–196.
2. Кинчин, И. А. Определение плотности сложения дерново-подзолистых залежных почв Уржумского района Кировской области / И. А. Кинчин, Ю. В. Пестрикова // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXIII Международной студенческой научной конференции, Киров, 09–10 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 79–83.
3. Земцова, А. М. Инновационные технологии в земледелии / А. М. Земцова, Ю. В. Пестрикова // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах Нечерноземной зоны : материалы Международной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Алексея Александровича Платунова, 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, 35-летию Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Киров, 06–08 октября 2025 года. – Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2025. – С. 58–61.
4. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.
5. Шапчиц, М. П. Биохимия лекарственных растений : электронный учебно-методический комплекс с креативным компонентом для специальности 6-05-0511-02 «Биохимия» / М. П. Шапчиц ; БГУ, Биологический фак., Каф. биохимии. – Минск : БГУ, 2025. – 207 с.
6. Пестрикова, Ю. В. Использование ГИС-технологий для проведения мониторинга пахотных почв / Ю. В. Пестрикова // Мелиорация почв для устойчивого развития сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня рождения профессора Александра Филипповича Тимофеева, Киров, 28–29 ноября 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 103–108.

7. Пестрикова, Ю. В. Особенности питания и система удобрения льна-долгунца / Ю. В. Пестрикова // Почвы и их эффективное использование : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева, Киров, 29–30 апреля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 154–157.

УДК 712.423

УДОБРЕНИЕ ГАЗОНОВ

Кудрявцева К. К.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
yuyotauyo1@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматриваются основные аспекты влияния систем минерального питания на рост, развитие и устойчивость газонных трав. Анализируется физиологическая роль основных макро- и микроэлементов в формировании дернины. Особое внимание уделяется механизмам воздействия различных форм удобрений на почвенную биоту и экологическую безопасность городских экосистем. Предложены теоретические подходы к оптимизации режимов питания для создания долговечных и декоративных газонов.

Ключевые слова: газонные травы, минеральное питание, удобрения, дернина

Газоны занимают значительные площади в структуре современных городов и рекреационных зон. Они выполняют важнейшие функции: санитарно-гигиеническую (пылепоглощение, ионизация воздуха), теплорегулирующую, противоэрозионную и эстетическую. Однако в отличие от естественных луговых сообществ, газонные травостой существуют в условиях постоянного стресса от антропогенного воздействия – регулярного скашивания, уплотнения почвы и техногенного загрязнения [5].

Без регулярного поступления питательных веществ трава начинает редеть, желтеть и уступать место сорнякам. Красивый, ухоженный газон – это результат грамотной системы ухода, в которой подкормкам отводится главенствующая роль [6].

Классическая схема питания газонных трав базируется на трех основных элементах – NPK. Азот (N) является ключевым регулятором интенсивности роста и насыщенности цвета. Недостаток азота проявляется в замедлении роста, бледно-зеленой окраске, истончении листьев и снижении общей плотности травостоя. Избыток азота вызывает чрезмерное разрастание вегетативной массы, при этом клеточные стенки становятся тонкими и сочными, что резко снижает устойчивость растений к вытаптыванию, грибным заболеваниям и низким температурам. Этот элемент важен весной и в начале лета. Фосфор (P) необходим для развития мощной корневой системы, особенно в первый год

жизни травостоя. У газонных трав, подвергающихся интенсивному механическому воздействию, мощная, глубоко проникающая корневая система является залогом устойчивости дернины.

Фосфор способствует развитию мочковатых корней и корневищ, что повышает связность дернового слоя и устойчивость к разрыву [6]. Калий (K) повышает иммунитет, помогает траве противостоять засухе, болезням и зимним холодам. Это главный элемент осенних удобрений [7-10].

Помимо основных элементов, для полноценного развития газона необходимы микроэлементы: железо, марганец, цинк, медь, бор, молибден. Они входят в состав ферментов, витаминов и других биологически активных соединений. Например, железо и марганец участвуют в синтезе хлорофилла; при их недостатке даже на фоне обилия азота может развиваться хлороз (пожелтение листьев).

Исследования показывают, что применение комплексных удобрений пролонгированного действия позволяет поддерживать высокую густоту побегов на протяжении всего сезона при сокращении числа подкормок [4]. Особенно эффективно использование капсулированных форм мочевины, которые обеспечивают равномерное поступление азота в почву и снижают риск накопления нитратов [1; 7].

Доступные и популярные газонные удобрения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Известные газонные удобрения [6]

Тип удобрения	Примеры	Преимущества	Недостатки
Комплексные минеральные	«Фертика», «Bona Forte», «Агрикола»	Сбалансированный состав, легкость применения, есть сезонные варианты	Более высокая цена
Простые (однокомпонентные)	Мочевина, аммиачная селитра, сульфат аммония	Дешевизна, быстрое действие (особенно азотные)	Легко ошибиться с дозировкой, нет микроэлементов
Комплексные	Нитроаммофоска	Содержит все три основных элемента, универсальна	Не всегда подходит для конкретного сезона (дисбаланс)
Жидкие удобрения	Концентраты для разведения в воде	Очень быстрое усвоение, удобно вносить на сложном рельефе	Короткий срок действия, более высокая цена

Теоретический анализ показывает, что рациональное применение удобрений является основой для создания и поддержания высококачественных газонов. Оптимальная система удобрения газона должна решать следующие задачи: обеспечивать растения всеми необходимыми элементами в доступной форме и в нужное время; способствовать формированию прочной, устойчивой к нагрузкам дернины; минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гвоздь, В. К. Агроэкологическое исследование использования перлита и комплексных удобрений разных форм в системе питания рулонных газонов в условиях города Москвы / В. К. Гвоздь, Н. А. Андрущук, Т. М. Джанчаров . – DOI 10.51419/202155523 // АгроЭкоИнфо. – 2025. – № 5 (71). – EDN TBTGVE.
2. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.
3. Влияние илового осадка местных очистных сооружений на урожайность и качество газонной травосмеси / В. И. Титова, Е. Г. Белоусова, Р. Н. Рыбин, Д. Ю. Судаков // Плодородие. – 2025. – № 1. – С. 59–63.
4. Епихина, А. С. Оценка эффективности влияния комплексных удобрений пролонгированного действия на рост и развитие мятлика лугового (*Poa pratensis* L.) и райграса высокого (*Lolium perenne* L.) / А. С. Епихина, М. И. Андрианова, Д. В. Исхаков // Молодой ученый. – 2012. – № 3 (38). – С. 482–484.
5. Влияние минеральных удобрений на дыхание почв городских газонов / С. А. Кулачкова, Е. Н. Деревенец, П. С. Королев, В. В. Пронина // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. – 2023. – Т. 78, № 3. – С. 103–114.
6. Титова, В. И. Эффективность применения удобрений при устройстве и функционировании газона / В. И. Титова, И. В. Ельшаева // Плодородие. – 2022. – № 3. – С. 30–33.
7. Королев, П. С. Изучение эффективности применения капсулированной мочевины на газонах города Москвы / П. С. Королев, Е. Б. Пашкевич // Агрохимический вестник. – 2024. – № 2. – С. 80–83.
8. Ренгартен, Г. А. Питание растений при биологическом земледелии / Г. А. Ренгартен // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 51–55. – EDN HEYASE.
9. Ренгартен, Г. А. Биологизация почвы и удобрения в севообороте / Г. А. Ренгартен, С. Л. Коробицын // Проблемы агрохимии и экологии - от плодородия к качеству почвы : материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию выдающегося деятеля науки, классика

отечественной школы агрохимии, академика РАН Василия Григорьевича Минеева, Москва, 07–08 сентября 2021 года / под редакцией В. А. Романенкова. – Москва : Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2021. – С. 153–156. – EDN EEPZAE.

10. Ренгартен, Г. А. Биологизация плодородия почвы и влияние удобрений в садах / Г. А. Ренгартен // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2021. – Т. 33. – С. 59–62.

УДК 631.454

РОЛЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ УРОЖАЙНОСТИ

Лаптева П. А., Пестрикова Ю. В.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
pestrikova.yulya@yandex.com*

Аннотация. Статья посвящена анализу роли микроэлементов в растениеводстве. В ней освещаются их фундаментальное значение для питания растений, ключевые функции в физиологических процессах, последствия дефицита, а также их значение для урожайности.

Ключевые слова: микроэлементы, растения, урожайность, удобрения

Микроэлементы незаменимы для растений, поскольку они активно участвуют в ключевых биологических и физиологических процессах. Они стимулируют работу ферментов, витаминов и гормонов, а также задействованы в синтезе нуклеиновых кислот и белков. Благодаря этому микроэлементы повышают урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. Их физиологическая роль уникальна, и они не могут быть заменены другими веществами, так как являются неотъемлемой частью ферментов и других регуляторов обмена веществ. Микроэлементы – это необходимые элементы питания, находящиеся в растениях в тысячных-стотысячных долях процентов [1, 6].

Содержание микроэлементов в растениях, их урожайность, химический состав и технологические свойства определяются концентрацией микроэлементов в почве. В течение вегетации содержание микроэлементов в растениях меняется из-за сезонных колебаний их доступности в почве и меняющихся потребностей самих растений. Кроме того, на уровень микроэлементов в растениях в полевых условиях влияют сорт, стадия развития и условия выращивания. Дефицит микроэлементов является одной из главных причин снижения продуктивности сельскохозяйственных культур, так как приводит к нарушению физиологических процессов, ухудшает фотосинтез и снижает устойчивость к болезням и абиотическим стрессам. Поскольку

микроэлементы необходимы в крайне малых количествах, их недостаток часто остается незамеченным на ранних стадиях, но постепенно приводит к деградации тканей, задержке роста и угнетению метаболизма. Микроэлементы незаменимы для растений: они регулируют ключевые процессы, повышают урожайность и качество продукции, а их содержание зависит от почвы, фазы роста и условий. Дефицит приводит к снижению продуктивности и устойчивости [12].

К числу важнейших микроэлементов относятся: бор (B), марганец (Mn), медь (Cu), молибден (Mo), кобальт (Co), цинк (Zn), железо (Fe), хлор (Cl).

Бор играет важную роль в развитии репродуктивных органов. При недостатке бора уменьшается количество цветков, нарушается оплодотворение, завязи опадают, урожай семян резко снижается. Бор оказывает существенное влияние на углеводный и белковый обмен и ряд других биохимических процессов в растении. При недостатке бора нарушается отток сахаров и крахмала из листьев в другие органы. В результате тормозится фотосинтез, уменьшается снабжение углеводами корневой системы и ухудшается ее развитие, а у бобовых растений ослабляется азотфиксирующая способность клубеньковых бактерий. Бор способствует улучшению образования пыльцы и прорастания пыльцевых трубок, повышает стрессоустойчивость растений. Внесение борных удобрений значительно повышает урожай семян клевера и люцерны, льна, овощных и других культур [11].

Марганец играет важную роль в процессах усвоения растениями аммиачного и нитратного азота, действуя в одном случае как окислитель, а в другом как восстановитель. Участвует в процессе фотосинтеза, повышает содержание сахаров, ускоряет общее развитие и семенеобразование. При недостатке марганца нарушается восстановление нитратного азота и происходит накопление нитратов в тканях растений. Недостаток марганца чаще всего проявляется у свеклы, картофеля, овса. При этом снижается содержание хлорофилла в листьях, они приобретают хлоротичную пятнистость (частичный хлороз), интенсивность фотосинтеза ослабевает, овес поражается серой полосчатостью, которая выражается в появлении на листьях сначала серых пятен, а затем длинных полос вдоль жилок листа, листья буреют и отмирают. Аналогичное заболевание отмечено у пшеницы, ржи, проса, ячменя, кукурузы [4, 7].

Медь повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды и различным болезням. Основная роль ее заключается в способности образовывать комплексные соединения с белками. При недостатке меди наблюдается пожелтение листьев, связанное с разрушением хлорофилла. У зерновых культур недостаток меди вызывает специфическое заболевание «белую чуму». Растения становятся бледно-зелеными, начинают усиленно куститься, кончики листьев белеют, зерно получается щуплым. При сильном медном голодании колосья вовсе не образуются, стебель постепенно засыхает. Хорошо отзываются на медь лен, конопля, сахарная свекла, подсолнечник, горчица, горох, тимopheевка, менее отзывчивы кормовая и столовая свекла,

турнепс, морковь. Медные удобрения положительно влияют и на качество продукции: увеличивается содержание белка в зерне, сахара в корнеплодах, витамина С в плодах и овощах. Наиболее устойчивы к недостатку меди картофель, а также капуста и рожь [4].

Молибден играет важную роль в фиксации азота воздуха клубеньковыми и свободноживущими азотфиксирующими бактериями. При недостатке молибдена клубеньки на корнях бобовых развиваются слабо, азотфиксирующие бактерии не могут нормально фиксировать атмосферный азот. При недостатке молибдена в тканях растений накапливается избыточное количество нитратов, восстановление их задерживается, в результате нарушается нормальный ход азотного обмена. Наиболее чувствительны к недостатку молибдена и значительно повышают урожай при внесении молибденовых удобрений бобовые, некоторые крестоцветные растения, а также сахарная свекла. Недостаток молибдена приводит к появлению характерных признаков страдания растений от дефицита азота, листья приобретают бледную окраску, рост растений замедляется.

Кобальт является необходимым элементом в питании растений. При его участии усиливается биологическая фиксация азота клубеньковыми бактериями, он входит в состав витамина В12 и ферментов. Кобальт благоприятно влияет на синтез хлорофилла, белка, углеводов и повышает продуктивность сельскохозяйственных культур. При дефиците кобальта ухудшаются условия протекания физиолого-биохимических процессов и рост растений, снижается продуктивность и качество урожая. Внесение кобальтовых удобрений ускоряет созревание, повышает содержание жиров в семенах льна и сахаров и витамина С в томатах, капусте; повышает урожайность льна-долгунца, ячменя, озимой ржи, сахарной свёклы. Наиболее чувствительны к дефициту кобальта бобовые культуры, сахарная свёкла, пшеница, рис [10].

Цинк регулирует фотосинтез, углеводный и белковый обмен, стабилизирует клеточные мембраны, повышает устойчивость к засухе, холоду, болезням и стрессам, а также улучшает развитие корней и опыление. Недостаток цинка приводит к задержке в росте и уменьшению размера листьев, развитию карликовых растений, угнетению развития корневой системы и снижению урожайности. На зерновых культурах дефицит цинка сказывается образованием светлых коричневых пятен с более тёмными краями [2].

Железо участвует в образовании хлорофилла, являясь составной частью ферментов, катализирующих синтез зелёных пигментов, регулирует окисление и восстановление сложных органических соединений, играет важную роль в дыхании растений, стабилизирует структуру ДНК и РНК. Недостаток железа оказывает отрицательное влияние на многие физиологические процессы в тканях растений и приводит к ослаблению роста и развития, что, как следствие, снижает урожайность. Внесение железосодержащего удобрения под рис обеспечивает увеличение урожайности зерна [5].

Хлор играет ключевую роль в процессах фотосинтеза, регулирует осмотическое давление, устьичное движение и поглощение (Ca, Mg, Fe),

повышает устойчивость к засухе, транспирацию и усвоение питательных веществ, предотвращая увядание листьев. Без достаточного количества хлора растения становятся бледными, замедляется рост, снижается урожайность. Переизбыток хлора может стать причиной хлоридного закисления, которое ограничивает поглощение воды и минеральных веществ. Хлор необходим растениям в ограниченном количестве [7].

При недостатке в почвах доступных форм бора, марганца, меди и молибдена, кобальта и других микроэлементов сельскохозяйственные культуры дают низкую и неполноценную по своему качеству продукцию. Вносить микроэлементы в почву лучше в составе основных минеральных удобрений, поскольку это обеспечивает синергетический эффект и оптимальное усвоение питательных веществ. Применение соответствующих микроудобрений значительно повышает урожайность и качество растениеводческой продукции. Под действием микроэлементов у сельскохозяйственных растений повышается сахаристость, увеличивается содержание крахмала и белка, витаминов и жиров. Возрастает также устойчивость растений к засухе, высоким и низким температурам, снижается их поражаемость вредителями и болезнями. Недостаток в почве отдельных микроэлементов может быть обнаружен по появлению специфических признаков голодания растений. Однако в практике сельского хозяйства чаще приходится встречаться с менее острым недостатком микроэлементов, когда четких внешних признаков страдания растений не наблюдается, но рост, развитие растений угнетаются. Содержание и темпы поступления микроэлементов в растения зависят от региональных климатических, почвенных условий произрастания, технологии возделывания и биологических особенностей растений. В земледелии для оптимизации питания растений микроэлементами, улучшения их элементного статуса и качественного состава продукции необходимо комплексное применение микро- и макроудобрений [3, 9].

Выводы. В результате анализа литературных источников установлены основные функции микроэлементов, признаки их дефицита и их влияние на сельскохозяйственную продукцию. Растениям необходим ряд микроэлементов, таких как бор, марганец, медь, молибден, кобальт, цинк, железо и хлор для поддержания жизненно важных функций. Эти элементы играют ключевую роль в фотосинтезе, углеводно-белковом обмене, усвоении азота, развитии цветков и корней, а также в формировании иммунитета и адаптации к неблагоприятным условиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, О. И. Мишура, А. А. Цыганова ; Национальная академия наук Беларуси, Отделение аграрных наук, Белорусская государственная сельскохозяйственная

- академия. – Минск : Белорусская наука, 2011. – 293 с. – ISBN 978-985-08-1353-4. – EDN RBAYZH.
2. Ёрова, Б. С. Роль микроэлементов в жизни растений: авторское исследование / Б. С. Ёрова, Г. М. Бекова // Вестник науки. – 2024. – № 2 (71). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-mikroelementov-v-zhizni-rasteniy-avtorskoe-issledovanie> (дата обращения: 24.03.2026).
3. Коротков, Н. С. Микроэлементы почвы, их роль в питании растений / Н. С. Коротков, О. А. Никулина // Инновации молодых – развитию сельского хозяйства : материалы 57 Всероссийской научной студенческой конференции, Уссурийск, 15–26 марта 2021 года : в 3 ч. / ответственный редактор И. Н. Ким. – Уссурийск : Приморская ГСХА, 2021. – Ч. II. – С. 107–114.
4. Куликова, А. Х. Роль микроэлементов в жизни растений и содержание подвижных соединений цинка, марганца и меди в почвах Ульяновской области / А. Х. Куликова, Е. А. Черкасов, Б. К. Саматов, А. Д. Антошин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : материалы VI Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 05–06 февраля 2015 года. – Ульяновск : Ульяновская ГСХА им. П. А. Столыпина, 2015. – Ч. II. – С. 13–18.
5. Роль минеральных веществ в питании растений / А. Машрыков, С. Сапаров, С. Какарова, А. Досымова // Символ науки. – 2024. – №5-2-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-mineralnyh-veschestv-v-pitanii-rasteniy> (дата обращения: 24.03.2026).
6. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.
6. Митрохина, О. А. Оценка взаимосвязи урожаев основных сельскохозяйственных культур с содержанием микроэлементов в почвах ЦЧР / О. А. Митрохина // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2023. – № 1 (61). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vzaimosvyazi-urozhaev-osnovnyh-selskohozyaystvennyh-kultur-s-soderzhaniem-mikroelementov-v-pochvah-tschr> (дата обращения: 24.03.2026).
7. Ненайденко, Г. Н. Удобрение и повышение качества зерна / Г. Н. Ненайденко, Л. И. Ильин // Владимирский земледелец. – 2017. – № 3 (81). – С. 23–28.
8. Побилат, А. Е. Микроэлементы в сельскохозяйственных растениях (обзор) / А. Е. Побилат, Е. И. Волошина // «Микроэлементы в медицине». – 2021. – Том 22, № 3, – С. 3–14.
9. Ромазанова, К. Р. Роль микроэлементов в питании растений / К. Р. Ромазанова // Развитие, проблемы и перспективы аграрной науки и практики : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-

летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации Евгения Васильевича Агафонова, Персиановский, 27 мая 2025 года. – Персиановский : Донской ГАУ, 2025. – С. 120-123.

10. Смирнов, П. М. Агрохимия : учебник по экономическим специальностям сельского хозяйства / П. М. Смирнов, Э. А. Муравин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 287 с.

11. Агрохимия : учебник по аграрным специальностям / Б. А. Ягодин, П. М. Смирнов, А. В. Петербургский [и др.] ; под ред. Б. А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 654 с.

УДК 631.87:633.351

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ АЗОЛЕН, Ж В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Мазунин А. Г., Будина Е. А., Бельшева Л. Л.

*Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Кировской области и Республике Коми,
43@rscagro.ru*

Аннотация. Использование микробиологического препарата Азолен, Ж способствует увеличению урожайности и качества продукции за счет способности фиксировать молекулярный азот атмосферы.

Ключевые слова: биоудобрения, фиксация азота, сельскохозяйственные культуры, прибавка урожая, качество продукции

В настоящее время получение высоких урожаев невозможно без применения минеральных удобрений и современной защиты растений от болезней и вредителей. И чаще всего для этих целей применяют синтетические удобрения, пестициды, что приводит к загрязнению окружающей среды, негативному влиянию на здоровье людей и природные экосистемы [Материалы докладов «Анапа-2008»]. Поэтому в последние годы возрастает интерес к поиску препаратов на основе живых микроорганизмов безопасных для человека, животных, птиц и насекомых.

В 2024 году объем рынка биологических средств защиты растений составил 7 млрд рублей в денежном выражении. К 2030 году Россия планирует увеличить площади органического земледелия в 6 раз – с 655 тыс. га до 4,2 млн га. Это потребует масштабного внедрения новых технологий, включая биопрепараты.

Микробиологические ресурсы всегда вызывали большой интерес у специалистов сельского хозяйства, особенный интерес проявлялся к азотфиксации.

Способность фиксировать молекулярный азот атмосферы во многом определяет поддержание жизни на Земле. Поскольку растения не имеют генов

нитрогеназы, одним из способов повышения адаптационного потенциала явилось создание микробно-растительных систем, в которых растения получают доступ к молекулярному азоту атмосферы.

Одним из микробных препаратов, бактерии которого способны переводить молекулярный азот в биологически доступную форму для растений является Азолен. Его основу составляют живые азотфиксирующие бактерии *Azotobacter vinelandi* ИБ 4. При внесении Азолен, Ж в почву с обработанными семенами происходит заселение корневой системы микроорганизмами, которые пролонгировано, в течение всей вегетации, обеспечивают растения биологическим азотом.

Колонизация растений – очень важный этап при образовании растительно-бактериальных ассоциаций. В ходе колонизации происходит размножение микроорганизмов на поверхности растения, формируются популяции и устанавливаются ассоциативные связи с растением [Чеботарь В.К., Завалин А.А.2007].

С 2017 года в филиале ФГБУ «Россельхозцентр» по Кировской области и Республике Коми ведется производство нового полифункционального биоудобрения тройного действия Азолен Ж (штамм *Azotobacter vinelandii* ИБ 4). Преимущества данного биоудобрения: усвоение атмосферного азота, синтез фитогормонов, защита растений от патогенов.

При оптимальном сочетании биотических и абиотических факторов количество ассоциативно фиксированного азота в результате применения биоудобрения может достигать 40-50 кг/га за вегетационный период, что позволяет значительно снизить количество вносимых азотных удобрений. Способствует развитию вегетативной системы (лист, стебель, соцветие), повышает урожайность. Существенно снижает содержание вредных нитратов в почве и токсическое влияние фунгицидов на проростки растений.

Препарат предназначен для обработки семян, опрыскивания и полива растений на зерновых, зернобобовых, овощных, зеленных, плодово-ягодных культурах и картофеле.

В 2017-2018 гг. в ООО Агрофирме «Строитель» Уржумского района были проведены производственные испытания с микробиологическим удобрением Азолен, Ж. В среднем за годы исследований обработка посевов гороха сорта Фаленский усатый способствовала повышению количества бобов на 1 растение на 4,4 шт., горошин в бобе на 4 шт., средний вес горошин на 53,7 г (таблица 1). Прибавка урожайности составила 6,5 ц/га. В ходе исследований установлено, что применение биоудобрения Азолен Ж на горохе значительно снижало распространение и развитие аскохитоза на 2,9 и 0,8 % соответственно.

Таблица 1 – Влияние микробиологического удобрения Азолен, Ж и урожайность гороха посевного (сорт Фаленский усатый) в ООО Агрофирме «Строитель» Уржумского района

Вариант опыта	Аскохитоз		Среднее количество бобов на 1 растение, шт.	Среднее количество горошин в бобе, шт.	Средний вес горошин в 100 шт. бобов, г	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га
	Распространение, %	Развитие, %					
Контроль	4,2	0,8	8,3	4	208,3	17,6	-
Азолен, Ж*	1,3	0,01	12,7	8	262,0	24,1	+6,5

*Норма расхода препарата Азолен, Ж – 1 л/га, обработка растений по вегетации.

При проведении демонстрационных испытаний в хозяйстве ИП Левашова Р.Г. было установлено, что при однократном опрыскивании посевов яровой пшеницы в фазу кущения значительно улучшились показатели качества зерна. Клейковина на 2,1% была выше, чем в контроле. Число падения, натура зерна показали результат на 7,0 и 36,8 г/л соответственно. Содержание протеина в опыте значительно превышало контроль на 17,0 г/кг.

Таблица 2 – Влияние микробиологического удобрения Азолен, Ж на хлебопекарные качества семян яровой пшеницы (сорт Тризо) в Малмыжском районе

Вариант опыта	Белок, %	Клейковина, %	Качество клейковины ед. ИДК	Число падения, с	Стекловидность, %	Натура зерна, г/л	Клетчатка, г/кг	Протеин, г/кг
Контроль	15,7	30,4	87,6	308	49	768,8	32	173
Азолен, Ж*	16,5	32,5	71,0	315	49	805,6	28	190
+/-	+0,8	+2,1	-16,6	+7,0	0,0	+36,8	-4,0	+17,0

*Норма расхода препарата Азолен, Ж – 1 л/га, обработка растений по вегетации.

Не мало важную роль биопрепарат оказывает на увеличение зеленой массы однолетних трав. При однократном опрыскивании горохо-овсяной смеси увеличивается массовая доля азота и сырого протеина на 0,19% и 1,2% соответственно, сырая клетчатка ниже на 1,7 %, чем в контроле. Здесь необходимо подчеркнуть, что препарат не только способствует увеличению урожайности, но и оказывает положительное влияние на питательность корма.

Таблица 3 – Влияние препарата Азолен, Ж на кормовую ценность однолетних трав (овсяно-гороховая смесь) в Племзавод «Октябрьский» Куменского района

Вариант опыта	Массовая доля гигроскопической влаги, %	Массовая доля азота в пересчете на сухое вещество, %	Массовая доля сырого протеина в пересчете на сухое вещество, %	Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на сухое вещество, %
Контроль	7,8	1,69	10,6	25,8
Азолен, Ж*	7,1	1,88	11,8	24,1
+/-		+0,19	+1,2	-1,7

*Норма расхода препарата Азолен, Ж – 1 л/га, обработка растений по вегетации.

Выводы

В среднем за годы исследований обработка посевов гороха сорта Фаленский усатый способствовала повышению количества бобов на 1 растение на 4,4 шт., горошин в бобе на 4 шт. Прибавка урожайности составила 6,5 ц/га. В ходе исследований установлено, что применение биоудобрения Азолен Ж на горохе значительно снижало распространение и развитие аскохитоза на 2,9 и 0,8 % соответственно.

При однократном опрыскивании посевов яровой пшеницы в фазу кущения значительно улучшились показатели качества зерна. Содержание клейковины, число падения, натура зерна на 2,1 %; 7,0 с; и 36,8 г/л соответственно была выше, чем в контроле. Содержание протеина в опыте превышало контроль на 17,0 г/кг.

При однократном опрыскивании биоудобрением Азолен Ж горохо-овсяной смеси увеличивается массовая доля азота и сырого протеина на 0,19 % и 1,2 % соответственно, сырая клетчатка ниже на 1,7 %, чем в контроле.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности применения препарата Азолен, Ж на сельскохозяйственных культурах. Биопрепарат оказывает положительное влияние на рост и развитие растений, повышает урожай и качество продукции растениеводства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чеботарь, В. К. Эффективность применения биопрепарата Экстрасол / В. К. Чеботарь, А. А. Завалин, Е. И. Кипрушкина ; Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных технологий Минобрнауки России. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, 2007. – 216 с. – ISBN 5-9238-0067-5. – EDN QKQCUR.

УДК 631.42:63.81

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В СИСТЕМЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Павлова В. В., Пестрикова Ю. В.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
soil.science.vgsha@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматривается роль микроэлементов в системе минерального питания высших растений. На основе анализа научной литературы освещены физиолого-биохимические функции микроэлементов, механизмы их поглощения и транспорта в растительных организмах.

Ключевые слова: микроэлементы, бор, марганец, медь, цинк, молибден, кобальт, железо, йод

Незаменимую роль в росте и развитии растений играют микроэлементы. К ним относятся химические элементы, необходимые растениям в чрезвычайно малых количествах, но выполняющие при этом ключевые каталитические и регуляторные функции, такие как: бор, медь, цинк, железо [1].

Бор играет исключительно важную роль в процессах оплодотворения и плодоношения растений. Бор необходим для прорастания пыльцы и роста пыльцевых трубок, так как способствует передвижению сахаров и их утилизации в точках роста. При недостатке бора, по наблюдениям исследователя, пыльца многих растений теряет способность к прорастанию, что приводит к пустозерности и снижению урожая семян [2]. М.В. Каталимов указывает на тесную связь бора с кальцием: «Бор способствует лучшему использованию кальция в обменных процессах растений, а при недостатке бора нарушается нормальное поступление кальция» [3]. Особую чувствительность к недостатку бора проявляет сахарная свекла. Как отмечает коллектив авторов под руководством Я.В. Пейве, «при борном голодании у свеклы отмирает точка

роста, молодые листья становятся уродливыми, черешки ломкими, а в корнеплодах развивается сухая гниль».

Марганец является активным участником окислительно-восстановительных процессов в растениях. марганец входит в состав многих ферментов, участвующих в дыхании и фотосинтезе, а также регулирует соотношение двух- и трехвалентного железа в растительном организме. Марганец активирует ферменты карбоксилазу, дегидрогеназы и пероксидазу, участвуя в превращениях углеводов и белков, участвует в процессе фотолиза воды, обеспечивая выделение кислорода в световой фазе фотосинтеза. При недостатке марганца нарушается синтез хлорофилла, что приводит к хлорозу листьев, особенно у зерновых культур [5].

Медь является незаменимым компонентом окислительных ферментов – полифенолоксидазы, аскорбатоксидазы и лакказы, участвуя в процессах дыхания и окислительных превращениях, медь тесно связана с белковым и углеводным обменом, а также с синтезом хлорофилла. Медь повышает устойчивость растений к грибным заболеваниям, так как участвует в образовании лигнина и других защитных соединений. Медь и железо часто выступают как синергисты в процессах синтеза хлорофилла, при этом медь защищает хлорофилл от разрушения.

Цинк входит в состав ферментов карбоангидразы, алкогольдегидрогеназы и ряда других, участвуя в углеводном и фосфорном обмене, цинк необходим для синтеза ауксинов – гормонов роста, поэтому при его недостатке резко тормозится рост междоузлий и развитие листьев. Цинк активирует ферменты гликолиза и цикла Кребса, влияя на энергетический обмен в растительных клетках. Кукуруза, по наблюдениям А.П. Виноградова, «является культурой, наиболее чувствительной к недостатку цинка, что проявляется в побелении верхушки растений – так называемом «белом ростке».

Молибден играет ключевую роль в азотном обмене растений, входя в состав фермента нитратредуктазы, восстанавливающей нитраты до нитритов и далее до аммиака [2]. Молибден необходим для симбиотической фиксации азота клубеньковыми бактериями, так как входит в состав фермента нитрогеназы и способствует синтезу леггемоглобина. При недостатке молибдена у бобовых растений нарушается образование клубеньков, они становятся мелкими и слабо фиксируют азот.

Кобальт необходим для фиксации молекулярного азота, так как входит в состав витамина B12, участвующего в синтезе леггемоглобина в клубеньках бобовых, кобальт также оказывает положительное влияние на накопление углеводов и жиров в растениях. Кобальт повышает активность ферментов гидрогеназы и дегидрогеназы в клубеньках бобовых, усиливая процесс азотфиксации [4].

Железо, хотя часто рассматривается как макроэлемент, по классификации П.А.Власюка, «относится к микроэлементам и является незаменимым компонентом цитохромов, пероксидазы и каталазы, участвуя в дыхании и

фотосинтезе» При недостатке железа развивается хлороз, связанный с нарушением синтеза хлорофилла».

Йод участвует в регуляции роста и развития растений, повышая устойчивость к неблагоприятным условиям.

Микроэлементы распределяются в растительном организме неравномерно. Наибольшее их количество сосредоточено в точках роста, молодых листьях и репродуктивных органах. бор, медь и марганец накапливаются преимущественно в листьях и точках роста, цинк – в семенах, а молибден – в корнях и клубеньках бобовых растений» [2]. Внутриклеточная локализация микроэлементов связана с их функциональной ролью – железо и медь концентрируются в хлоропластах и митохондриях, марганец – в хлоропластах, цинк – в ядре и цитоплазме. Микроудобрения могут вноситься в почву, применяться для обработки семян (предпосевное намачивание, дражирование) и для некорневых подкормок. Наиболее эффективным и экономичным способом является обработка семян растворами микроэлементов, что обеспечивает растения доступными формами микроэлементов в начальный период роста [6]. Различные сельскохозяйственные культуры неодинаково отзываются на внесение микроэлементов. Бобовые лучше отзываются на молибден и бор, свекла – на бор и марганец, кукуруза – на цинк, зерновые – на медь и марганец. Эффективность микроудобрений зависит от формы соединений. Наиболее доступными для растений являются хелатные формы микроэлементов, а также соли органических кислот.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Битютский, Н. П. Минеральное питание растений / Н. П. Битютский. – Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского университета, 2020. – 540 с.
2. Фролова, Ю. А. Роль гранулированных органических удобрений в обогащении почвы гумусом / Ю. А. Фролова, Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 192–196.
3. Каталымов, М. В. Микроэлементы и микроудобрения / М. В. Каталымов. – Москва : Химия, 1965. – 330 с.
4. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического

университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.

5. Смирнов, П. М. Агрохимия : учебник по экономическим специальностям сельского хозяйства / П. М. Смирнов, Э. А. Муравин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 287 с.

6. Агрохимия : учебник по аграрным специальностям / Б. А. Ягодин, П. М. Смирнов, А. В. Петербургский [и др.] ; под ред. Б. А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 654 с.

УДК 635.9

**ПРЕПАРАТЫ-АНТИСТРЕССОРЫ В ДЕКОРАТИВНОМ
САДОВОДСТВЕ:
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ
И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

Патрушев Д. В.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
ptrshvdaniil@gmail.com*

Аннотация. В статье подробно рассматриваются механизмы действия препаратов-антистрессоров, применяемых в декоративном садоводстве. Проанализированы основные источники стресса для декоративных культур, физиологические реакции растений на неблагоприятные условия, а также экономическая и экологическая целесообразность использования антистрессовых средств в практике городского и частного озеленения.

Ключевые слова: декоративное садоводство, антистрессоры, регуляторы роста, биостимуляторы, абиотический стресс, физиология растений, устойчивость

Современное декоративное садоводство развивается в условиях усиливающейся антропогенной нагрузки и климатической нестабильности. Зеленые насаждения городов выполняют санитарно-гигиенические, эстетические и рекреационные функции, однако устойчивость декоративных культур часто ограничивается действием стрессовых факторов. Это определяет необходимость внедрения технологий, направленных на повышение адаптационного потенциала растений, среди которых важное место занимают препараты-антистрессоры.

Декоративные растения, используемые в озеленении улиц, парков, скверов, дворовых территорий и частных садов, часто выращиваются в условиях, далеких от оптимальных. Ограниченный объем почвы, уплотнение грунта, перегрев корнеобитаемого слоя, дефицит влаги, загрязнение воздуха и солевая нагрузка в зимне-весенний период создают устойчивый фон хронического стресса. В результате ухудшаются ростовые процессы, снижается

декоративность, сокращается срок эксплуатации зеленых насаждений и возрастает потребность в их замене [3].

На этом фоне антистрессовые препараты становятся важным элементом современной агротехники в декоративном садоводстве. Их применение направлено не только на смягчение последствий уже возникшего стресса, но и на профилактическое повышение устойчивости растений к неблагоприятным воздействиям среды. Такие средства включают аминокислотные комплексы, гуминовые вещества, природные регуляторы роста, микроэлементы, экстракты водорослей и другие биологически активные соединения [4].

Объект и методы

Цель исследования – расширенный анализ эффективности применения антистрессовых препаратов в декоративном садоводстве и оценка их роли в повышении устойчивости растений.

Объект исследования – древесные, кустарниковые и цветочные декоративные культуры, используемые в озеленении городских и приусадебных территорий.

Обсуждение результатов

Препараты-антистрессоры (адаптогены) – это средства, помогающие растениям пережить неблагоприятные условия: засуху, заморозки, пересадку, болезни и химические нагрузки. Они стимулируют иммунитет и восстанавливают обмен веществ. Лучшие препараты: Эпин-Экстра, Циркон, Мегафол (Megafol), Стимул, гуматы и аминокислотные комплексы, которые быстро возвращают растения к жизни [7].

Популярные и эффективные антистрессоры: Эпин-Экстра: Мощный адаптоген, повышает устойчивость к заморозкам, перепадам температур и засухе, помогает после пересадки. Циркон: Регулятор роста, эффективен при корневых стрессах (заливе, засухе), стимулирует укоренение и цветение. Valagro Megafol (Мегафол): Комплекс аминокислот, бетаина и полисахаридов. Защищает от экстремальных температур и восстанавливает после пестицидного стресса. Стимул: Поставляет растениям свободные аминокислоты, которые замедляются в выработке при стрессе. Гуматы (гумат калия): Органические стимуляторы, улучшающие усвоение питательных веществ и повышающие адаптацию к неблагоприятным условиям. Крезацин: Обладает иммуностимулирующей активностью. Радифарм (Radifarm): Антистрессор для корневой системы, используется при пересадке и повреждениях корней [6].

Когда применять антистрессоры: До стресса: За 1-2 дня до ожидаемых заморозков, похолоданий или перед высадкой рассады в грунт. Во время стресса: При длительной засухе или жаре. После стресса: Сразу после механического повреждения, поражения вредителями, болезнями или после использования гербицидов (для восстановления). Советы по использованию: Обработка: Лучше всего работает опрыскивание по листу в утренние или вечерние часы (не на солнце), так как препараты быстро проникают в ткани. Повторение: При сильном стрессе обработку повторяют через 7-14 дней.

Совместимость: Многие антистрессоры (например, Мегафол) усиливают действие пестицидов и удобрений при совместном применении [8].

1) Стрессовые факторы и физиологические реакции растений.

Декоративные растения в условиях городской среды испытывают комплексное воздействие абиотических стрессов: засуху, высокие температуры, переувлажнение, засоление почв, дефицит кислорода в зоне корней, загрязнение тяжелыми металлами и выхлопными газами. На физиологическом уровне это приводит к нарушению фотосинтеза, снижению активности ферментов, накоплению активных форм кислорода и повреждению клеточных мембран. В результате ухудшается рост, снижается декоративность, наблюдается преждевременное старение растений [2].

2) Механизмы действия антистрессоров.

Антистрессовые препараты действуют на нескольких уровнях. Во-первых, они активируют антиоксидантную систему растения, снижая повреждение клеток. Во-вторых, способствуют синтезу защитных белков и осмопротекторов, регулирующих водный баланс. Аминокислотные комплексы ускоряют восстановление тканей после повреждений, гуминовые вещества стимулируют развитие корневой системы, а экстракты морских водорослей активируют гормональный баланс. Таким образом, препараты не устраняют сам стресс-фактор, но повышают способность растения адаптироваться к нему [4].

3) Практическая эффективность и экономическая целесообразность.

Практика озеленения показывает, что применение антистрессоров при пересадке крупномерных деревьев повышает приживаемость на 15–30%. При обработке газонов и цветников в периоды засухи наблюдается более быстрое восстановление тургора и окраски листьев. Экономический эффект выражается в снижении затрат на замену погибших растений и уменьшении объемов восстановительных работ. Особенно важно применение препаратов при выращивании контейнерных культур, где объем почвенного субстрата ограничен [2].

4) Ограничения и перспективы развития.

Несмотря на положительный эффект, эффективность антистрессоров во многом зависит от правильности подбора препарата, дозировки и сроков применения. Перспективным направлением является разработка комплексных формул, сочетающих биостимуляторы, микроэлементы и адаптогены. Дополнительные исследования должны быть направлены на изучение длительного эффекта препаратов и их влияния на почвенную микробиоту. В условиях изменения климата значение антистрессовых технологий будет возрастать [1].

Выводы

Препараты-антистрессоры являются эффективным инструментом повышения устойчивости декоративных культур. Их применение позволяет стабилизировать физиологическое состояние растений, повысить декоративность и продлить срок службы зеленых насаждений. Комплексное использование антистрессоров в сочетании с грамотной агротехникой

формирует устойчивые ландшафтные системы и снижает экономические риски в декоративном садоводстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы / А. А. Жученко. – Кишинев : Штиинца, 1990. – 432 с.
2. Теодоронский, В. С. Объекты ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства / В. С. Теодоронский, И. О. Боговая. – Москва : МГУЛ, 2008. – 320 с.
3. Кузнецов, В. В. Физиология растений / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – Москва : Высшая школа, 2005. – 742 с.
4. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г. С. Муромцев, Д. И. Чкаников, О. Н. Кулаева, К. З. Гамбург. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 383 с.
5. Тарасенко, М. Т. Устойчивость древесных растений в условиях промышленной среды / М. Т. Тарасенко. – Москва : Наука, 1973. – 280 с.
6. Лаптев, А. А. Декоративные растения открытого грунта / А. А. Лаптев. – Ленинград : Агропромиздат, 1990. – 335 с.
7. Титова, В. И. Декоративное садоводство и основы озеленения / В. И. Титова, А. А. Лаптев. – Москва : Академия, 2011. – 256 с.
8. Никелл, Л. Дж. Регуляторы роста растений: применение в сельском хозяйстве / Л. Дж. Никелл ; пер. с англ. – Москва : Колос, 1984. – 191 с.

УДК 635.9

ВНЕКОРНЕВАЯ И КОРНЕВАЯ ПОДКОРМКА ВЕЧНОЗЕЛЁНЫХ РАСТЕНИЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Пестрикова Ю. В.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
pestrikova.yulya@yandex.com*

Аннотация. В практике ухода за вечнозелёными культурами применяются два основных способа внесения удобрений: корневая и внекорневая подкормка. Вечнозелёные растения, играют важную роль в озеленении и формировании устойчивых экосистем.

Ключевые слова: питание, корневая и внекорневая подкормка, вечнозелёные растения, питательные вещества

Введение

Вечнозелёные растения, такие как хвойные деревья и кустарники, играют важную роль в озеленении и формировании устойчивых экосистем. Их физиологические особенности, включая медленный метаболизм и специфические требования к элементам питания, определяют необходимость особого подхода к

организации минерального питания. В практике ухода за вечнозелёными культурами применяются два основных способа внесения удобрений: корневая (почвенная) и внекорневая (листовая) подкормка. В данной статье проводится сравнительный анализ этих методов с точки зрения эффективности, особенностей применения и влияния на состояние растений.

1. Корневая подкормка:

Корневая подкормка – это традиционный способ внесения удобрений, при котором питательные вещества поступают к растению через корневую систему из почвы. Основное количество макро- и микроэлементов усваивается именно этим путём.

Преимущества:

- Длительное действие: питательные вещества поступают постепенно, обеспечивая стабильное питание в течение 2–4 недель.
- Экономичность: минимальные потери удобрений по сравнению с внекорневым способом.
- Комплексность: возможность внесения всех необходимых макро- и микроэлементов.
- Независимость от погодных условий: эффективность не снижается при дожде или ветре.

Недостатки:

- Медленное действие: первые признаки улучшения наблюдаются через 5–7 дней.
- Зависимость от состояния почвы: на кислых, переувлажнённых или плотных почвах эффективность снижается.
- Риск вымывания: азотные удобрения могут уходить в глубокие слои почвы при обильных осадках.
- Низкая усвояемость: растения усваивают лишь 30–50% внесённых веществ.

Для хвойных и других вечнозелёных культур корневая подкормка особенно важна весной (для старта роста) и осенью (для подготовки к зиме). Необходимо использовать специализированные комплексы с минимальным содержанием азота после июля, чтобы избежать невызревания побегов.

2. Внекорневая подкормка:

Внекорневая подкормка осуществляется путём опрыскивания листьев или хвои раствором удобрений. Питательные вещества проникают через устьица и кутикулу, быстро включаясь в обмен веществ.

Преимущества:

- Быстрое действие: эффект заметен уже через 12–24 часа.
- Высокая усвояемость: до 80–90% питательных веществ усваивается растением.
- Экономия удобрений: требуется в 2–3 раза меньше препарата.
- Обход почвенных проблем: эффективна при неблагоприятной реакции почвы (кислотность, засоление).
- Точечное воздействие: позволяет быстро устранить дефицит конкретного микроэлемента.

Недостатки

- Кратковременный эффект: действие длится 5–10 дней.
- Зависимость от погоды: дождь смывает раствор, солнце вызывает ожоги.
- Ограниченная доза: высокие концентрации могут вызвать ожоги листьев.
- Не заменяет корневое питание: служит только дополнением.

Внекорневая подкормка особенно эффективна при первых признаках хлороза (пожелтения хвои), дефиците магния или железа. Используются хелатные формы микроэлементов, которые лучше усваиваются через лист.

Таблица 1 – Сравнительный анализ

Параметр	Корневая подкормка	Внекорневая подкормка
Скорость действия	5–7 дней	12–24 часа
Усвояемость	30–50%	80–90%
Длительность эффекта	2–4 недели	5–10 дней
Экономичность	Базовая	Экономия до 50%
Зависимость от почвы	Высокая	Низкая
Риск ожогов	Низкий	Высокий при нарушении дозировки
Подход для макроэлементов	Отличный	Ограниченный
Подход для микроэлементов	Средний	Отличный

Практические рекомендации:

- Основное питание – корневые подкормки весной и осенью специализированными комплексами для вечнозелёных.
- Дополнительное питание – внекорневые подкормки микроэлементами в период вегетации и при признаках дефицита.
- Экстренная помощь – внекорневые подкормки при стрессовых ситуациях (заморозки, засуха, хлороз).
- Профилактика – чередование методов для предотвращения дефицита питательных веществ.

Заключение

Оба метода подкормки имеют свои преимущества и ограничения. Для вечнозелёных растений наиболее эффективна комбинированная стратегия: основное питание осуществляется через корни, а внекорневые подкормки

используются для быстрой коррекции дефицита микроэлементов и экстренной помощи. Такой подход обеспечивает здоровье, декоративность и зимостойкость вечнозелёных культур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонова, Ю. А. Проблемы по фитосанитарному контролю в плодовом питомнике и пути их решения / Ю. А. Антонова // Знания молодых - будущее России : сборник статей XXI Международной студенческой научной конференции, Киров, 05–07 апреля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – Ч. 1. – С. 3–7. – EDN KQEONV.
2. Земцова, А. М. Инновационные технологии в земледелии / А. М. Земцова, Ю. В. Пестрикова // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах Нечерноземной зоны : материалы Международной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Алексея Александровича Платунова, 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, 35-летию Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Киров, 06–08 октября 2025 года. – Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2025. – С. 58–61.
3. Гарнизиненко, Т. С. Справочник современного ландшафтного дизайнера / Т. С. Гарнизиненко. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2005. – 296 с.
4. Алиева, Р. Малые модульные архитектурные формы в городской среде : учебно-методическое пособие / Р. Алиева ; Московская государственная художественно-промышленная академия имени С. Г. Строганова. – Москва : МГХПА им. С. Г. Строганова, 2019. – 168 с.
5. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.
6. Сокольская, О. Б. Ландшафтная архитектура: специализированные объекты / О. Б. Сокольская. – Москва : Академия, 2007. – 224 с.
7. Разумовский, Ю. В. Ландшафтное проектирование : учебное пособие / Ю. В. Разумовский, Л. М. Фурсова, В. С. Теодоронский. – Москва : Форум : Инфра, 2016. – 160 с.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ ОДНОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ В МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЯХ

Пестрикова Ю. В., Баранова Ю. А.

Вятский государственный агротехнологический университет,

pestrikova.yulya@yandex.com

Аннотация. В статье приводятся виды почвенной и растительной диагностики. Рассматриваются методы определения потребности растений в минеральных удобрениях.

Ключевые слова: диагностика, минеральные удобрения, балансовый метод, макро и микроудобрения

Введение

Эффективное применение минеральных удобрений – ключевой фактор повышения урожайности и качества продукции однолетних сельскохозяйственных культур. Однако для рационального использования удобрений необходимо точно определять потребность растений в элементах питания, чтобы избежать как дефицита, так и избыточного внесения, что может привести к снижению эффективности и экологическим рискам. В данной статье рассматриваются современные методы диагностики и расчёта потребности однолетних культур в минеральных удобрениях.

Почвенная диагностика – это комплекс агрохимических исследований, направленных на определение содержания доступных форм макро- и микроэлементов в почве [1]. Основу метода составляют:

- отбор и анализ почвенных проб;
- определение содержания подвижных форм азота, фосфора, калия и других элементов;
- сопоставление полученных данных с оптимальными значениями для конкретной культуры и фазы развития.

Почвенная диагностика позволяет:

- выявить лимитирующие элементы питания;
- скорректировать дозы удобрений под планируемый урожай;
- учитывать особенности севооборота и предшественников.

Таблица 1 – *Преимущества и недостатки*

Преимущества	Недостатки
Объективная оценка состояния почвы	Не всегда отражает доступность элементов для растения
Позволяет планировать внесение	Требует регулярного мониторинга
Снижает риск перекорма	Влияние погодных условий на результаты

Растительная диагностика. Виды диагностики:

1. Визуальная диагностика

- Основана на выявлении внешних признаков дефицита или избытка элементов (хлороз, некроз, изменение окраски листьев)

2. Химическая диагностика

- Анализ химического состава листьев или других органов

- Включает тканевую (экспресс-анализ с помощью полевых приборов) и листовую диагностику (валовой анализ в лаборатории)

3. Функциональная (физиологическая) диагностика

- Оценивает взаимодействие элементов и физиологическое состояние растения.

Растительная диагностика позволяет оперативно корректировать питание в течение вегетации, особенно при появлении симптомов дефицита или в критические фазы развития [2].

Балансовые методы расчёта доз:

Метод элементарного баланса. Основан на учёте выноса элементов с урожаем, запасов в почве, коэффициентов использования из почвы и удобрений, а также поступления с органикой и остатками предшественников. Формула расчёта дозы:

$$D = \frac{B_y - (Z \cdot K_p + O \cdot K_o + П \cdot K_1 + P \cdot K_p)}{K_2}$$

где:

D – доза элемента, кг/га;

B_y – вынос элемента с урожаем;

Z – запас в почве;

K_p – коэффициент использования из почвы;

O – поступление с органикой;

K_o – коэффициент использования из органики;

П – поступление с остатками предшественника;

K₁ – коэффициент использования из остатков;

P – припосевное удобрение;

K_p – коэффициент использования припосевного удобрения;

K₂ – коэффициент использования допосевного удобрения.

Метод расчёта на плановую прибавку урожая. Учитывает урожай без удобрений и рассчитывает дозу на дополнительную продукцию. Метод требует знания нормативов выноса и коэффициентов использования элементов.

Эмпирические методы. Основаны на обобщении данных полевых опытов для различных культур, типов почв и климатических зон. Используются региональные рекомендации, нормативы затрат удобрений на единицу урожая, поправочные коэффициенты по классу почвы. Эти методы просты в применении, но требуют корректировки под конкретные условия хозяйства [3].

В последние годы активно внедряются:

- математическое моделирование и программные комплексы для расчёта доз (например, РАДОЗ);
- экспресс-методы растительной диагностики с использованием портативных анализаторов;
- системы поддержки принятия решений на основе ГИС и агрохимических картограмм.

Заключение

Для точного определения потребности однолетних растений в минеральных удобрениях рекомендуется сочетать почвенную и растительную диагностику, использовать балансовые методы расчёта и учитывать региональные эмпирические данные. Такой подход обеспечивает рациональное использование удобрений, повышение урожайности и сохранение плодородия почв.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрохимия : учебник / В. Г. Минеев, В. Г. Сычев, Г. П. Гамзиков [и др.] ; под редакцией В. Г. Минеева. – Москва : Изд-во ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.
2. Роль микроэлементов в жизни растений и содержание подвижных соединений цинка, марганца и меди в почвах Ульяновской области / А. Х. Куликова, Е. А. Черкасов, Б. К. Саматов, А. Д. Антошин // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : материалы VI Международной научно-практической конференции, Ульяновск, 05–06 февраля 2015 года. – Ульяновск : Ульяновская ГСХА им. П. А. Столыпина, 2015. – Ч. II. – С. 13–18.
3. Ромазанова, К. Р. Роль микроэлементов в питании растений / К. Р. Ромазанова // Развитие, проблемы и перспективы аграрной науки и практики : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации Евгения Васильевича Агафонова, Персиановский, 27 мая 2025 года. – Персиановский : Донской государственный аграрный университет, 2025. – С. 120–123.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ
В ШЕСТИПОЛЬНОМ КОРМОВОМ СЕВООБОРОТЕ ДЛИТЕЛЬНОГО
ПОЛЕВОГО ОПЫТА С УДОБРЕНИЯМИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ
ПОЧВЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Семенчин С. И.¹, Турлакова А. М.²

*¹Институт переподготовки и повышения квалификации работников АПК
Республики Коми, Вятский государственный агротехнологический
университет,
ssemenchin@yandex.ru*

*²Институт агrobiотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
turlakova100krapt@mail.ru*

Аннотация. В длительном стационарном опыте на дерново-подзолистой среднеоккультуренной почве проводили научные исследования по изучению влияния органических (40 и 80 т/га ТНК) и минеральных удобрений (1/3, 1/2 и 1NPK), рассчитанных по выносу NPK планируемым урожаем сельскохозяйственных культур на продуктивность и качество однолетних кормовых культур. В результате исследований установлено, что наиболее значительное положительное влияние на качество зеленых кормов в кормовом севообороте образовалось при совместном использовании минеральных и органических удобрений (переваримого протеина на 2,22% и сырого протеина на 2,43% больше). Повышению содержания кормовых единиц в зеленом корме однолетних трав в кормовом севообороте на 0,01-0,02 к.ед. способствовало применение минеральных удобрений. Использование удобрений не оказало существенного влияния на содержание обменной энергии в изучаемых кормах. В исследуемые годы с достаточным количеством тепла и осадков ($ГТК \geq 1$) зеленые корма однолетних трав отвечали нормативным требованиям оценки качества и питательности кормов.

Ключевые слова: органические и минеральные удобрения, однолетние травы, сырой протеин, сырая клетчатка, сырая зола, обменная энергия, кормовые единицы

Смешанные посевы однолетних культур являются одним из основных источников высококачественных и дешевых кормов. По сравнению с одновидовыми поливидовые травостои обладают более высокой и стабильной урожайностью [1]. При этом их зеленая масса и зерно сбалансированы по энергетической и протеиновой питательности, что благоприятно сказывается на продуктивности животных [2,3]. Необходимость выращивания в севооборотах однолетних трав определяется требованиями агротехнического характера, а также потребностью в зеленых кормах. Для Республики Коми (РК) характерны прохладное и короткое лето, поздние весенние и ранние осенние заморозки, что ослабляет рост растений и снижает потребление питательных

веществ [4]. Пахотные угодья РК представлены в основном подзолистыми почвами, для которых характерно очень низкое естественное плодородие [5].

Цель исследований – изучить воздействие применения удобрений на качество и продуктивность однолетних трав в шестипольном кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в Институте агробиотехнологий им. А.В. Журавского ФИЦ Коми НЦ УрО РАН с 1978 г. на дерново-подзолистой среднеокультуренной легкосуглинистой почве в шестипольном кормовом севообороте со следующим чередованием культур:

- 1 – однолетние с подсевом многолетних трав;
- 2 – многолетние травы первого года пользования (г.п.),
- 3 – многолетние травы второго г.п.;
- 4 – однолетние травы;
- 5 – картофель;
- 6 –картофель.

В данной статье изложены результаты наблюдений за 1997-2024 гг., характеризующие продуктивность и качество зеленой массы однолетних трав (горохо-овсяная, вико-овсяная смесь) на фоне воздействия разных доз минеральных и органических удобрений.

Органические удобрения в виде торфонавозного компоста (ТНК) вносили два раза за ротацию севооборота (6 лет) – под картофель в дозах 40 (Фон 1) и 80 (Фон 2) т/га совместно с минеральными удобрениями. Минеральные удобрения применяли ежегодно в дозах, рассчитанных по выносу NPK запланированным урожаем культур (вико-овсяной смеси – 200ц/га, клеверотимофеечной смеси – 150ц/га и картофеля – 150ц/га). Дозы NPK составили: под однолетние травы– $N_{40}P_{32}K_{116}$, многолетние травы – $N_{40}P_{32}K_{108}$, картофель – $N_{60}P_{30}K_{180}$, а также 1/2 и 1/3 их части [6]. Азотные удобрения вносили в форме аммиачной селитры, фосфорные – двойного суперфосфата, калий – калийной селитры. Агротехника возделывания общепринятая для условий Республики Коми. В годы исследований использовали различные районированные сорта изучаемых культур однолетних трав: вико-овсяная или горохо-овсяная смесь. Качество полученного корма определяли в ФГБУ САС «Сыктывкарская»: сухое вещество по ГОСТ 31640-2012, сырой протеин по ГОСТ 13496.4-2019, сырая зола по ГОСТ 26226-95, сырая клетчатка по ГОСТ 31675-2012; содержание обменной энергии, кормовых единиц и перевариваемого протеина – расчетным методом.

Площадь учетной опытной делянки 100 м², повторность опыта 4-х кратная. Учёт полученного урожая – поделяночный, сплошной [7]. Почва опытного участка – сильноподзолистая легкосуглинистая на покровных суглинках. Почва малопродуктивная, содержание гумуса варьировало в пределах 2,1-2,6%; рН_{KCL} – 4,8-5,6; сумма поглощенных оснований – 9,2-11,6 ммоль/100г почвы; содержание подвижных форм фосфора – 180-246, калия – 146-190 мг/кг почвы.

Оценку качества кормов проводили в соответствии с ГОСТом Р 56912-2016 Корма зеленые и Методическими указаниями, по оценке качества и питательности кормов. Травяную массу для лабораторных анализов отбирали в фазе начала образования бобов в нижних ярусах однолетних бобовых. Во все годы исследований метеоусловия в основном соответствовали средним многолетним значениям, в период 1997-2024 средний ГТК (гидротермический коэффициент) =1,1.

Результаты и их обсуждение. В среднем за 28 лет исследований урожайность однолетних при применении удобрений достигла 159-288 ц/га (Рисунок). Применение различных доз удобрений в среднем за 28 лет исследований обеспечило 80-144 % планируемой урожайности, что фактически соответствовало уровню планируемой при дозах удобрений в вариантах 3 (1/3 NPK) и 6 (40т/га ТНК+1/3NPK). Тенденция повышения урожайности подтверждается при совместном применении минеральных и органических удобрений. Достоверно значимое увеличение урожайности зеленой массы наблюдали во всех вариантах с удобрениями (на 32-167 ц/га больше при НСР₀₅=25).

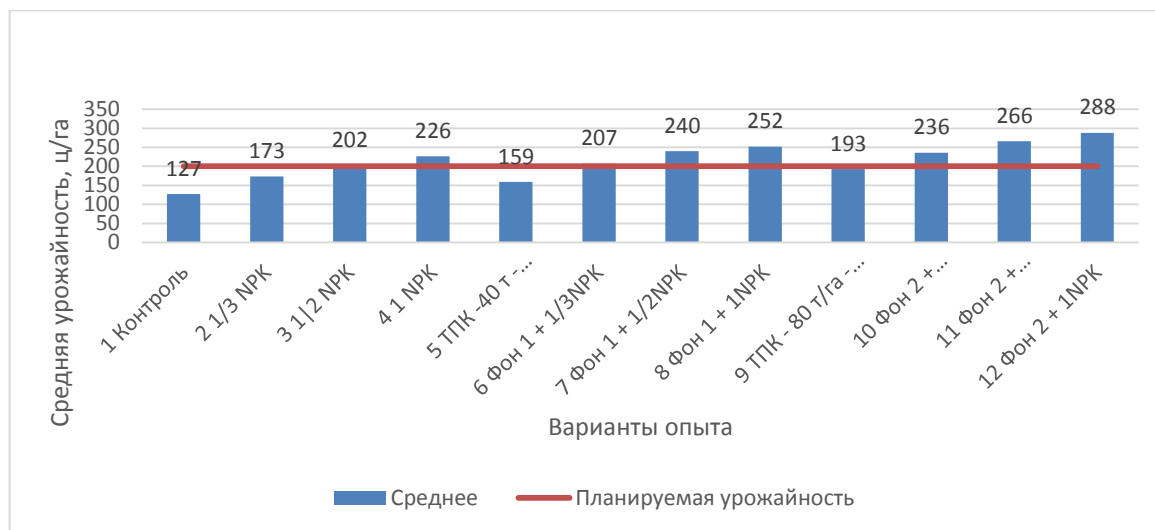


Рисунок 1 – Средняя и планируемая (200 ц/га) урожайность однолетних трав за период возделывания с 1997 по 2024 гг., ц/га.

В таблице представлены средние результаты содержания показателей качества и питательности зеленых кормов за период 1997-2024 гг. Показатели содержания сухого вещества (СВ) зеленых кормов однолетних трав за исследуемые годы варьируют от 10% в 1999 году (ГТК=0,95) до 30,01% в 2001 году (ГТК=1,38). Качественные показатели зеленых кормов однолетних трав по сухому веществу соответствуют нормативным требованиям (согласно ГОСТу Р 56912-2016 не менее 20%) в 1997г. (ГТК=0,75) в пределах от 24,5 до 27,7%, в 2001г.(ГТК=1,38) – от 21 до 30,01% и в 2021г. (ГТК=1,01) – от 23,83 до 28,44%, что свидетельствует о высоком качестве кормов. Использование разных систем удобрений за исследуемый период несущественно повлияло на содержание сухого вещества однолетних трав: в варианте 3(1/2 NPK) от 20,28% до 23,01 % в варианте 7(40 т/га+1/2 NPK) по отношению к контролю без

удобрений 22,82% при НСР₀₅=5,51. Более того, как видно из таблицы, результаты свидетельствуют о незначительном снижении показателей сухого вещества в вариантах с минеральными удобрениями.

В варианте без удобрений (контроль) в 1997 г. и 2001 г. содержание сырого протеина (СП) в 1 кг травы составило 12,44 и 11,35 %, что является показателем низкого качества кормов (согласно ГОСТу Р 56912-2016 не менее 15%) и это объясняется тем, что 1997 год (ГТК=0,75) характеризовался недостаточным количеством осадков (92,9 мм) и в 2001 году (ГТК=1,38) – осадки выше средних многолетних (189,9 мм) и ниже среднее количество положительных температур выше 10°C (1373,6) за вегетационный период.

Таблица 1 – Средние результаты содержания показателей качества и питательности зеленых кормов за период 1997-2024 гг.

Вариант	Содержание, %				В 1 кг сухого вещества		Содержание ПП в 1 корм.ед., г
	СВ	СП	СК	СЗ	ОЭ, Дж	Корм.ед.	
Без удобрений – контроль	22,82	15,93	26,48	7,79	10,23	0,85	11,81
Минеральные удобрения – 1/3 NPK	21,43	16,56	26,03	8,96	10,31	0,86	12,43
Минеральные удобрения – 1/2 NPK	20,28	17,36	25,62	9,53	10,39	0,87	13,23
Минеральные удобрения – 1 NPK	20,94	17,62	26,12	9,41	10,29	0,86	13,49
Фон 1 – 40 т/га ТНК	22,33	16,47	26,93	7,97	10,15	0,83	12,35
Фон 1 + 1/3 NPK	22,23	16,68	26,66	9,17	10,20	0,84	12,56
Фон 1 + 1/2 NPK	23,01	16,52	26,86	8,28	10,17	0,84	12,39
Фон 1 + 1 NPK	20,55	18,39	26,92	10,21	10,16	0,84	14,24
Фон 2 – 80 т/га ТНК	21,71	17,03	26,34	8,67	10,26	0,85	12,89
Фон 2 + 1/3 NPK	21,09	17,88	26,16	9,30	10,29	0,86	13,77
Фон 2 + 1/2 NPK	21,87	17,06	27,23	8,74	10,09	0,87	12,93
Фон 2+1 NPK	20,89	18,15	26,28	9,54	10,27	0,85	14,01
НСР _{0,5}	5,51	1,79	1,6	1,48	1,07	0,002	1,1

По другим годам содержание сырого протеина соответствовало нормативным требованиям оценки качества и питательности кормов – от 14,7 до 24,84%. Максимальное накопление сырого протеина (24,8%) за рассматриваемые годы наблюдали в 2024 году с достаточным количеством осадков и суммой положительных температур выше 10°C при ГТК=1,33. Анализ содержания сырого протеина в вариантах с удобрениями выявил положительную тенденцию к повышению во всех вариантах по отношению к контролю. Достоверно значимое увеличение наблюдалось в вариантах

совместного применения минеральных и органических удобрений: 12.(80 т/га ТНК + 1 NPK) на 2,22%, 8.(40 т/га ТНК + 1 NPK) на 2,46%, 10.(80 т/га ТНК + 1/3 NPK) на 1,95% при НСР=1,79% к контролю.

Содержание сырой клетчатки (СК) в 1 кг травы однолетних превысило (согласно ГОСТу Р 56912-2016 не более 27%) на 7-14% нормативное в сухие и с недостаточным количеством влаги в 1997 (ГТК=0,75), 1999(ГТК=0,95) гг. во всех вариантах с удобрениями. В годы с $ГТК \geq 1$, показатели сырой клетчатки находились в пределах нормативных требований – от 21,48 (2001 г.) до 28,8 % (2024 г.), что выявило зависимость от погодных условий. По вариантам с удобрениями зависимость содержания сырой клетчатки от количества и состава вносимых удобрений не наблюдалась, о чём свидетельствует отсутствие существенных различий по вариантам по отношению к контролю (от 0,45 до 0,86 при НСР=1,6).

Содержание сырой золы (СЗ) за период 1997-2024 гг. находится в пределах нормативных требований оценки качества зеленых кормов (согласно ГОСТу Р 56912-2016 не более 10%), среднее по вариантам – в пределах 7,79-10,21 %. Прослеживается зависимость от погодных условий по всем вариантам, о чем свидетельствуют показатели среднего содержания сырой золы за 1997 г. (ГТК=0,75) и 2021г. (ГТК=1,01) – 5,74 и 6,87 % соответственно. Существенно увеличено содержание сырой золы в вариантах с совместным применением минеральных и органических удобрений: в варианте 8 (40т/га ТНК+1NPK) на 2,42% и в варианте 12(80т/га ТНК+1NPK) на 1,75% при НСР₀₅=1,48 по отношению к контролю.

Количество обменной энергии (ОЭ) в зеленых кормах однолетних трав снижалось в годы с недостаточным количеством влаги в вегетационные периоды 1997 г. и 2001 г. на 0,28 и 0,33 МДж на 1 кг травы от допустимой нормы (согласно ГОСТу Р 56912-2016 не менее 10 МДж). В вариантах опыта влияние систем удобрений незначительное и варьирует в пределах от 0,08 (вариант 5) до 0,16 (вариант 3) при НСР₀₅ =1,07.

По показателям содержания кормовых единиц (к.ед.) на 1 кг зеленой массы травосмеси прослеживается зависимость от погодных условий. В 1997г. (ГТК=0,75) и 1999г. (ГТК=0,95) отмечено количество осадков меньше среднегодовых, и как следствие выход кормовых единиц составил 0,71-0,77 ед. и 0,72-0,79 ед. соответственно. В эти же годы зеленые корма не соответствуют нормативным требованиям по кормовым единицам (согласно ГОСТу Р 56912-2016 не менее 0,87 к.ед. на 1 кг травы). На фоне минеральных удобрений в вариантах 2(1/3 NPK), 3(1/2 NPK), 4(1NPK) наблюдали увеличение содержания кормовых единиц на 0,01, 0,02 и 0,01 к контролю. В вариантах 5. (40т/га ТНК), 6. (40т/га ТНК+1/3NPK), 7. (40т/га ТНК+1/2NPK) и 8.(40т/га ТНК+1NPK) использование удобрений привело к снижению содержания кормовых единиц – 0,83-0,84 к.ед. против 0,85 к.ед. в контроле.

По итогам наблюдений за 1997-2024 годы прослеживается существенное увеличение содержания переваримого протеина (ПП) в совместном применении органических и минеральных удобрений в вариантах: 8. (40 т/га +

1NPK) на 2,43, 12. (80 т/га + 1NPK) на 2,2, 3. (40 т/га + 1/2NPK) на 1,42 и 10.(80 т/га + 1/3NPK) на 1,96 г при НСР₀₅=1,1 к контролю.

Выводы:

1. На среднеокультуренной подзолистой легкосуглинистой почве в стационарном полевом опыте в условиях Республики Коми продуктивность и качество однолетних трав, выращенных в кормовом севообороте, была наибольшей при совместном использовании органических (40-80 т/га) и минеральных (в дозах, соответствующих выносу с планируемым урожаем) удобрений. Содержание переваримого и сырого протеина повышалось на 2,22-2,43 %, кормовых единиц в среднем на 0,01-0,02 ед.

2. Использование минеральных удобрений в возрастающих дозах и совместно минеральных и неполных доз органических удобрений на однолетних травах привело к незначительному увеличению содержания сырой золы (10,21 % в среднем при норме не более 10%).

3. Использование минеральных и органических удобрений на планируемый урожай не оказало существенного влияния на содержание сухого вещества, сырой клетчатки и обменной энергии в зеленых кормах однолетних трав.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Николаева, Е. В. Оценка взаимовлияния однолетних кормовых культур на ранних стадиях развития растений / Е. В. Николаева, О. А. Голубева, Л. А. Кузнецова // Вестник ИрГСХА : научно-практический журнал. – 2022. – № 3 (110). – С. 24–32.
2. Бруснигина, Т. П. Урожайность кормовых посевов однолетних смесей в условиях Костромской области / Т. П. Бруснигина, Е. Н. Рысина // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 3. – С. 35–39.
3. Lizarazo C. I., Tuulos A., Jokela V. and Mäkelä P.S.A. Sustainable Mixed Cropping Systems for the Boreal-Nemoral Region // Front. Sustain. Food Syst. – 2020. – 4:103. doi: 10.3389/fsufs.2020.0010.
4. Чеботарев, Н. Т. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность однолетних трав в кормовом севообороте европейского Севера / Н. Т. Чеботарев, О. В. Броварова // Агрохимия. – 2023. – № 3. – С. 53–59.
5. Чеботарев, Н. Т. Влияние систематического применения органических и минеральных удобрений на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и продуктивность картофеля в кормовом севообороте в длительном опыте Европейского Севера / Н. Т. Чеботарев, О. В. Броварова // Агрохимия. – 2022. – № 8. – С. 10–16.
6. Чеботарёв, Н. Т. Динамика плодородия и продуктивности дерново-подзолистой почвы под действием длительного применения удобрений

в условиях Республики Коми / Н. Т. Чеботарев, А. А. Юдин // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 2. – С. 11–13.

7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Колос, 1985. – 351 с.

УДК 631.8

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛИРОВАНИЮ ПЛОДОРОДИЯ В ПОЧВЕ

Скорняков А. С.

*Вятский государственный агротехнический университет,
skornyakov1812@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена анализу современных подходов использования удобрений и регулированию плодородия в почве. Описываются макроэлементы направленные на максимальное повышение урожайности.

Ключевые слова: рациональное использование, удобрения, регулирование, агрохозяйство, точное земледелие, система внесения удобрений

Введение. Сельское хозяйство является самой важной и одновременно самой проблемной отраслью народного хозяйства. Оптимальное плодородие почв сельскохозяйственных угодий является естественным условием интенсификации земледелия, способствует росту урожайности сельскохозяйственных культур, увеличивает ценность земли и имеет важное природоохранное значение. Для достижения этих задач необходимо правильно использовать разные виды удобрений и методы управления свойствами почвы.

Цель. Рассмотреть современный подход к использованию удобрений, способ их рационального использования. Разобрать методы регулирования плодородия почвы.

Задачи:

1. Изучить современные методы использования удобрений.
2. Изучить регулирование плодородия почвы в России.

Современные подходы к рациональному использованию удобрений в России базируются на принципах точного земледелия (дифференцированное внесение), разработка системы удобрений и применение современных форм удобрений.

Ключевые современные подходы:

Дифференцированного внесения в точном земледелии.

Точное земледелие – совокупность технологий, которые позволяют повысить урожайность и экономическую эффективность сельскохозяйственных работ. Основная идея состоит в том, чтобы обеспечить максимально благоприятные условия для точного земледелия [1].

При традиционных методах выращивания сельхозкультур на полях часто случаются «залысины». Часто проблема кроется в том, что распределение питательных веществ по полю происходит неравномерно. А единая норма внесения удобрений для всей площади только усугубляет ситуацию. В этом случае намного эффективнее вносить удобрения в зависимости от потребности, исходя из данных анализа почвы различных участков поля. Этот подход называют дифференцированным внесением удобрений [2].

Дифференцированное внесение удобрений – одна из технологий точного земледелия, которая обеспечивает изменение доз удобрений в зависимости от состава почвы, планируемой урожайности и потребностей каждой зоны поля.

Главное, что необходимо для точной работы, – это электронные карты полей. На эти карты затем наносятся аналитические данные, которые получены в результате анализа почвенных проб и исследования биомассы. На основе этих карт формируются технические задания и выполняются необходимые операции. Это позволяет с особой точностью вносить удобрения в зависимости от потребностей различных участков поля [3].

Применение данной технологии и оборудования позволяет значительно сократить затраты на удобрения, т.е. вносить их в зависимости от потребности культурных растений, а также обеспечивает оптимальное содержание питательных веществ в почве.

Однако внедрение технологии сопровождается техническими сложностями, например, с достижением необходимой пространственной точности и правильностью дозирования.

В России под «разработкой системы удобрений» понимают, как научно-технологическое проектирование питания культур для конкретного хозяйства.

Система удобрений – это комплекс научно обоснованных агротехнических и организационных мероприятий по рациональному применению удобрений под сельскохозяйственные культуры с учетом биологических особенностей растений, почвенно-климатических, ландшафтных и агротехнических условий, состава и свойств удобрений [4-5].

Система удобрений предполагает расчёт и внесение питательных веществ в оптимальных дозах с учётом их воздействия на почву и сельскохозяйственные культуры, а также строгое соблюдение сроков и методов применения.

Данная система должна выполнять следующие задачи:

- увеличение урожайности культур и улучшение качества продукции;
- сохранение и повышения плодородности почвы;
- повышение эффективности использования удобрений;
- предотвращение загрязнения окружающей среды остатками удобрений.

Для достижения указанных целей используется:

Расчётные методы.

В системе удобрений используются разные расчётные методы для определения доз удобрений под сельскохозяйственные культуры. Они основаны на учёте выноса питательных веществ с урожаем, содержания доступных

элементов питания в почве, а также коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений [6].

Полевые опыты.

Полевой агрохимический опыт – это метод изучения жизни растений на специально выделенном участке, на определенной почвенной разности, выравненном по плодородию в целях установления эффективности удобрений и химических мелиорантов. Агрохимические полевые опыты сопровождаются сопутствующими исследованиями почв и растений. Только с их помощью можно глубоко выяснить причины положительного или отрицательного воздействия удобрений на урожайность и качество возделываемых культур.

Систему удобрения разрабатывают и осуществляют в тесной взаимосвязи со всем комплексом технологических приёмов по возделыванию сельскохозяйственных культур [7].

Современные формы удобрения.

В России используются современные формы удобрений, включая минеральные и органические удобрения, а также биологические препараты.

Минеральные удобрения производят из природного сырья. Их принято делить на три основных вида по ключевому элементу:

Азотные (N): отвечают за рост зеленой массы;

Фосфорные (P): необходимы для развития корневой системы и цветения;

Калийные (K): повышают иммунитет растений, устойчивость к засухе и морозам, улучшают вкус плодов.

Сейчас активно развивают следующие виды применения минеральных удобрений:

- Жидкие удобрения: смесь карбамида и селитры. Равномернее распределяются и лучше усваиваются в засуху.

- Водорастворимые: идеальны для систем капельного полива и тепличных комплексов.

- Микроудобрения: содержат бор, цинк, медь, молибден. Нужны в микродозах, но критичны для качества урожая.

Органические удобрения.

Их основная задача – пополнение запасов гумуса и улучшение структуры земли. К основным видам в России относят:

- Навоз и помет: содержат полный набор элементов (N, P, K);

- Торф: используется как основа для тепличных грунтов и компостов. Улучшает аэрацию почвы;

- Сапропель: илистый осадок со дна пресных водоемов. Богат органикой и микроэлементами;

- Сидераты: посев специальных культур (горчица, люпин, фацелия), которые запахивают в почву в зеленом виде для её обогащения;

- Компосты: смеси навоза, торфа, растительных остатков и бытовых отходов, перепревшие под воздействием микроорганизмов.

Сейчас активно развивают следующие виды применения органических удобрений:

- Гранулированная органика: высушенный и спрессованный помет или навоз. Удобнее в хранении и внесении, чем сырая масса.
- Биогумус: продукт переработки органики дождевыми червями. Самое концентрированное и чистое органическое удобрение.
- Жидкие гуматы: вытяжки из торфа или угля. Используются как стимуляторы роста и антистрессовые препараты для растений.

Биологические препараты.

Призваны стать альтернативой или дополнением жесткой химии.

К основным группа биопрепаратов относят:

- Биоудобрения: содержат бактерии, которые забирают азот прямо из воздуха или переводят «застывший» в почве фосфор в доступную для корней форму.
- Биофунгициды и биобактерициды: живые культуры, которые пожирают возбудителей болезней или выделяют природные антибиотики.
- Биоинсектициды: препараты на основе грибов или вирусов, которые поражают только вредных насекомых, не отравляя пчел и человека.
- Стимуляторы роста: гормоны и аминокислоты микробиологического происхождения, которые помогают растению пережить засуху или заморозки.

Таким образом минеральные удобрения кормят растение, а органические – почву, а биопрепараты защищают и стимулируют живые микроорганизмы.

В России под регулирование плодородия почвы подразумевается управление её свойствами для получения стабильных урожаев без истощения земли. Этот процесс регулируется федеральным законом от 16 июля 1998 г. N 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения».

Основные методы делятся на 4 группы:

Агрохимическое регулирование – это управление химическими процессами в почве для создания идеальных условий роста растений.

Этот метод направлен на проведение почвенных, агрохимических, фитосанитарных и эколого-токсикологических обследований и мониторинга плодородия почв, а также мелиоративных и противозерозионных мероприятий для обеспечения воспроизводства плодородия земель.

Биологическое регулирование – это управление живыми процессами в почве и посевах.

Направлено на самосохранение биосистем и адаптацию к условиям существования. С изменением внешних условий система самоизменяется, что определяет целенаправленность её поведения.

Особенность регулирования в биологических системах – принцип автоупорядочивания: системы собственными усилиями устанавливают и поддерживают параметры своего функционирования, регуляторы воздействуют на систему не извне, а изнутри [8].

Агротехническое регулирование – это управление плодородием через механическое воздействие на почву и грамотную организацию посевов.

Направлено на приспособление факторов внешней среды (водный, воздушный, питательный режимы) к требованиям выращиваемых культур.

Мелиоративное регулирование – это коренное улучшение земель, которые находятся в неблагоприятных природных условиях.

Направлено на повышение продуктивности почв, обеспечение гарантированного производства сельскохозяйственной продукции на основе сохранения и повышения плодородия земель, а также создания условий для вовлечения в сельскохозяйственный оборот неиспользуемых и малопродуктивных земель [9-10].

Выводы:

1. Рациональный подход к внесению и использованию удобрений позволяет перейти от экстенсивного внесения удобрений к высокотехнологичному управлению питанием растений. Этому способствовало точное земледелие, разработка системы удобрений и применение современных форм удобрения. Такой подход способствует к минимизированию потери удобрений и сохранению качества земельного фонда.

2. Регулирование плодородия в агрохозяйстве в России сегодня представляет собой научно обоснованный баланс между интенсивным использованием земли и её воспроизводством.

Эффективное хозяйство невозможно без научно обоснованного севооборота и компенсации выноса питательных веществ, иначе происходит деградация пашни, восстановить которую в разы дороже, чем поддерживать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Солодун, В. И. Точное земледелие : учебно-методическое пособие / В. И. Солодун, Т. В. Амакова. – Иркутск : Изд-во Иркутского ГАУ им. А. А. Ежевского, 2019. – 85 с.
2. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.
3. Труфляк, Е. В. Основные элементы системы точного земледелия / Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 39 с.
4. Фролова, Ю. А. Роль гранулированных органических удобрений в обогащении почвы гумусом / Ю. А. Фролова, Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического

университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 192–196.

5. Белоусова, Е. Н. Агрохимические основы регулирования почвенного плодородия : учебное пособие / Е. Н. Белоусова. – Красноярск : Красноярский ГАУ. – 2022. – 135 с.

6. Земцова, А. М. Инновационные технологии в земледелии / А. М. Земцова, Ю. В. Пестрикова // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах Нечерноземной зоны : материалы Международной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Алексея Александровича Платунова, 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, 35-летию Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Киров, 06–08 октября 2025 года. – Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2025. – С. 58–61.

7. Сычев, В. Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования / В. Г. Сычев. – Москва : Российская академия наук, 2019. – 328 с. – ISBN 978-5-907036-01-7. – EDN ETPUNH.

8. Пестрикова, Ю. В. Влияние почвенно-климатических условий, удобрений на урожайность льна / Ю. В. Пестрикова // Почвы и их эффективное использование : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева, Киров, 29–30 апреля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 151–154.

9. Квашин, А. А. Основы земледелия и растениеводства : учеб. пособие / А. А. Квашин, А. В. Коваль, С. С. Терехова. – Краснодар : КубГАУ, 2021. – 114 с.

10. Пестрикова, Ю. В. Характеристика и оценка почвенного покрова и хозяйственной деятельности учебно-опытного поля ФГБОУ ВО Вятского ГАТУ / Ю. В. Пестрикова, А. В. Тюлькин // Почвы и их эффективное использование : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева, Киров, 29–30 апреля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 157–164.

УДК 631.811.98:635.912

ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ ЖИЗНИ СРЕЗАННЫХ ЦВЕТОВ

Танакова А. А.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
tanakovaalina21@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматривается проблема быстрого увядания срезанных цветов и современные химические методы ее решения.

Анализируются физиологические причины старения растений после срезки: обезвоживание, закупорка сосудов, нехватка питания и воздействие этилена.

Ключевые слова: срезанные цветы, консерванты для цветов, флористика, продление жизни растений, этилен, антисептики, Chrysal, электрохимическая активация

Срезанные цветы – это уникальный биологический объект, который, будучи отделенным от корневой системы, продолжает жить за счет внутренних резервов. Однако этот процесс сопровождается стремительным увяданием, вызванным обезвоживанием, недостатком питания и развитием микроорганизмов. Современная химия предлагает целый арсенал средств, способных замедлить старение растений и сохранить их декоративность на недели. В этой статье мы рассмотрим классификацию, механизмы действия и конкретные примеры препаратов, используемых как в профессиональной флористике, так и в домашних условиях.

Объект и методы

Целью данной работы является комплексный анализ и систематизация информации о химических препаратах, применяемых для продления жизни срезанных цветов, а также выявление механизмов их действия и сравнительная оценка эффективности различных составов (профессиональных и бытовых) с точки зрения физиологии растений.

Объектом исследования является процесс сохранения декоративных качеств и замедления естественного старения срезанных цветов после отделения от материнского растения. В качестве конкретных объектов изучения выступают различные виды срезанной цветочной продукции (в частности, розы, хризантемы, космея и другие растения, используемые в букетах), а также водные растворы, содержащие химические консервирующие вещества.

Обсуждение результатов

Прежде чем говорить о методах спасения, важно понять причины увядания. После срезки растение сталкивается с тремя основными проблемами:

1. Обезвоживание и закупорка сосудов: Срез стебля затягивается смолой или в него попадают пузырьки воздуха (воздушная эмболия). Кроме того, сосуды забиваются колониями бактерий, размножающихся в воде.

2. Голодание: Фотосинтез резко падает, а запасы сахаров, необходимых для дыхания, быстро истощаются [3].

3. Старение: активно вырабатывается газ этилен – растительный гормон старения, который запускает процесс увядания лепестков.

Все химические препараты направлены на устранение или замедление именно этих факторов.

2 Профессиональные препараты: «Три кита» флористической химии

В профессиональной среде стандартом де-факто являются препараты, которые комплексно решают проблему увядания. Их можно разделить на три

функциональные группы, хотя чаще всего они продаются в виде готовых смесей.

2.1 Питательные компоненты (Углеводы)

Поскольку цветок лишен корней, его необходимо подкармливать. Основным источником энергии служит сахароза. Она поддерживает осмотическое давление в клетках и позволяет цветку проходить полный цикл распускания. Например, в состав российского препарата «Живой букет» входит 99% сахарозы. В классических рецептурах содержание сахара может достигать 20 г на литр воды [7].

2.2 Антисептики и бактерициды

Это самая многочисленная группа действующих веществ. Их задача – подавить рост микроорганизмов в воде и на срезе, предотвращая гниение стебля. В составе препаратов встречаются:

Химические соединения: борная кислота, алюмокалиевые квасцы (входят в состав препарата «Forte») [5].

Ионы металлов: сульфат кобальта, сульфат меди, сульфат марганца. Патентованные составы часто включают сульфат кобальта (30 мг/л) в паре с тиосульфатом натрия для подавления окислительных процессов.

Окислители: пероксид кальция (в сочетании с борной кислотой).

Хлорсодержащие вещества: инновационные разработки предлагают использование электрохимически активированных растворов, содержащих хлорноватистую кислоту (HClO) и растворенный кислород. Такие растворы имеют pH от 4 до 6 и обладают мощным биоцидным действием, не забивая сосуды растений [9].

2.3 Подкислители и ингибиторы этилена

Для улучшения всасываемости воды pH раствора должен быть слабокислым (3,5–5,5). В этой среде проводящая система растения работает эффективнее. Эту роль выполняют лимонная кислота или синтетические подкислители. Отдельно стоят вещества, блокирующие действие этилена (например, тиосульфат серебра), но они чаще используются в промышленном хранении, а не в розничной продаже.

3 Анализ популярных марок и составов

На рынке представлены десятки производителей, но лидерство удерживает немецкий бренд Chrysal, чей состав держится в секрете. Исследования, проведенные на базе РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, позволяют сравнить эффективность разных препаратов на примере срезки космеи.

Исследования показывают, что эффективность препарата сильно зависит от вида цветка. Например, космея сорта Попсокс розовый при использовании профессиональных составов и низких температурах хранилась до 27 дней, что подтверждает важность комплексного подхода: химия + температура (4–5 °C) [8].

4 «Домашняя аптечка»: народные рецепты промышленной химии.

Для бытового использования часто рекомендуют подручные средства, однако эксперты Пермского Политеха призывают к осторожности.

Работающие методы (аналоги промышленных):

1. Аспирин (ацетилсалициловая кислота): Одна таблетка на литр воды подкисляет среду и обладает бактерицидным эффектом.

2. Хлорный отбеливатель (бытовая химия): Несколько капель на вазу имитируют действие активного хлора из профессиональных консервантов, подавляя гнилостную микрофлору. Это «грубый» аналог сложных электрохимических растворов.

3. Медная монета: выделяет ионы меди, которые работают как слабый антисептик (аналог сульфата меди).

Опасные заблуждения:

Сахар в чистом виде: без антисептика (кислоты или хлора) сахар становится идеальной питательной средой для бактерий, что приводит к быстрой порче воды и стебля.

Удобрения для комнатных растений: Минеральные соли в их составе могут обжечь срез и усилить обезвоживание.

5 Патентованные инновации: будущее за электрохимией

Наиболее перспективным направлением в создании препаратов для срезанных цветов является использование электрохимически активированных растворов. В патентах RU2012107234 и RU2556717C2 описан способ получения консерванта путем электролиза слабого раствора хлорида калия.

Преимущества таких растворов:

Экологичность: не содержат «лишней» химии, после использования разлагаются на безвредные компоненты.

Тройное действие:

Ионы калия (K^+) питают растение и регулируют работу устьиц, что снижает потерю влаги.

Хлорноватистая кислота ($HClO$) эффективно стерилизует воду и поверхность стебля, предотвращая образование слизи.

Растворенный кислород поддерживает дыхание клеток.

Долговечность: обеспечивают сохранность цветов до 20 суток и более [9].

Выбор средства зависит от цели. Для разового домашнего использования подойдут таблетка аспирина или покупной пакетик «Кризала». Для цветочного салона, где важна каждая неделя хранения, необходимы профессиональные жидкие концентраты и понимание физиологии растений. Как показали исследования на космее, правильный подбор химии в сочетании с холодом способен творить чудеса, сохраняя свежесть букета почти на месяц. Главное правило остается неизменным: чистая вода, острый срез и правильная «химическая поддержка» творят чудеса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пильщикова, Н. В. Послеуборочная физиология и старение срезанных цветов / Н. В. Пильщикова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 5–17.
2. Методика испытаний консервирующих растворов для срезанных цветов : методические указания / сост. Н. В. Пильщикова ; Российский государственный аграрный университет, МСХА им. К. А. Тимирязева; . – Москва : Издательство РГАУ-МСХА, 2021. – 24 с.
3. Вишневская, О. Н. Влияние химических препаратов на сохраняемость срезанных цветов / О. Н. Вишневская // Современное садоводство. – 2019. – № 3. – С. 45–52.
4. Кораблев, В. В. Электрохимически активированные растворы для консервации срезанных растений / В. В. Кораблев // Вода: химия и экология. – 2014. – № 8. – С. 72–78.
5. Патент RU 2556717 C1 Российская Федерация, МПК A01N 3/02. Способ подготовки воды для хранения срезанных цветов : № 2012107234/13 : заявл. 27.02.2012 : опубл. 20.07.2015. / А. А. Алексеев, В. В. Кораблев ; заявитель и патентообладатель ООО «Аквафор». – 8 с.
6. Хассан, Ф. Экстракт моринги сохраняет вазонную жизнь срезанных роз через поддержание водного баланса и усиление антиоксидантной защиты / Ф. Хассан // Биология и технология послеуборочной обработки. – 2020. – Т. 164. – С. 111–156.
7. Азиз, С. Влияние регуляторов роста растений на антиоксидантную активность и фитохимический состав при замедлении старения срезанных лилий / С. Азиз // Агрономия. – 2020. – Т. 10, № 11. – С. 1704.
8. Пильщикова, Н. В. Послеуборочная физиология и старение срезанных цветов / Н. В. Пильщикова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 5–17.
9. Сонг, Дж. Комплексный вазонный раствор с использованием кремния и других консервантов улучшает качество вазона срезанных лилий / Дж. Сонг // Садоводство. – 2025. – Т. 11, № 2. – С. 112.

УДК 631.559:633.1:631.89

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЗАЦИИ СЕМЯН НА ВЕГЕТАЦИЮ *LOTUS CORNICULATUS*

Трефилова Л. В.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
nodularia@mail.ru*

Аннотация. В работе приведены результаты полевых опытов по изучению влияния бактериальной инокуляции семян на рост и развитие лядвенца

рогатого. Анализ полученных данных показал, что различные виды микроорганизмов и микробные сочетания по-разному влияют на состояние подземной и надземной части растений.

Ключевые слова: цианобактерии, ризобиум, ростстимулирующая активность, ризогенное действие

Увеличение производства кормов, улучшение их качества и энергонасыщенности является одной из приоритетных задач сельского хозяйства. Источником кормового белка для животноводства остаётся растительный корм. Поэтому условием восполнения дефицита белка и доведения содержания сырого протеина до 13-14 %, а обменной энергии до 10-11 МДж на 1 кг сухого вещества является повышение качества кормов.

Для биологизации земледелия и стабильного и качественного кормопроизводства необходимо увеличивать количество видов кормовых растений, наиболее урожайных, адаптированных к разнообразным почвенно-климатическим условиям, способных эффективно использовать внешнюю среду за счёт своих биологических возможностей.

Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) как и многие растений семейства Fabaceae, или Leguminosae является хорошим кормовым растением. Лядвенец пригоден для культивирования в полевых и кормовых севооборотах, использования в создании долгодетных культурных сенокосов и пастбищ, консервации полей, в агроландшафтном земледелии и подсева в луговые фитоценозы. Для него пригодны самые разнообразные почвы. Он лучше других бобовых трав растёт на слабокислых малоплодородных почвах, устойчив к болезням и вредителям, фиксирует 150-300 кг/га атмосферного азота. Кроме того, его корни рыхлят почву, делая её структуру пористой и защищают поверхность от водной и ветровой эрозий.

Внедрение такого ценного растения в сельскохозяйственное производство во многом зависит от получения стабильных по годам урожаев семян. Сложность семеноводства этой энтомофильной культуры связана с такой биологической особенностью, как растянутость сроков цветения и значительной зависимостью семяобразования от складывающихся в этот период метеорологических условий, которые в подзоне южной тайги подвержены значительным колебаниям. Лядвенец рогатый характеризуется растянутыми сроками цветения и созревания, неустойчивой семенной продуктивностью с колебаниями от 0,4 до 6,8 ц/га [1].

Для того чтобы повысить урожайность лядвенца и увеличить масштабы накопления «биологического» азота в почве, применяют биопрепараты на основе симбиотических азотфиксаторов – *Rhizobium loti*. Кроме того, установлено, что улучшению биологических качеств лядвенца способствует предпосевная инокуляция семян не только клубеньковыми бактериями, но и культурами цианобактерий (ЦБ), стрептомицетов *Streptomyces*, триходермы *Trichoderma*, бацилл *Bacillus* и др. [2-10].

Цель работы – оценить влияние бактериальной инокуляции семян лядвенца рогатого различными видами микроорганизмов на морфометрические показатели его роста и урожайность.

В работе использовали семена лядвенца рогатого сорта Солнышко, с которым ранее была проведена работа в серии лабораторных исследований. Сорт является раннеспелым, сенокосно-пастбищного типа. Период от посева до начала цветения составляет 37-55 дней. Травостой лядвенца можно использовать на корм до 6-9 лет.

Для предпосевной инокуляции семян использовали микроорганизмы из коллекции кафедры агробиотехнологии, ландшафтной архитектуры и пищевых производств Вятского ГАТУ:

- клубеньковые бактерии *Rhizobium loti* сохраняются благодаря постоянному пересеву на свежий бобовый агар;

- азотфиксирующая ЦБ *Fischerellamuscicola* поддерживается в альгологически чистом виде. Культивирование фишереллы показало, что по сравнению с другими видами азотфиксирующих ЦБ, имеющихся в коллекции кафедры и используемых в биотехнологических целях, она имеет более высокую степень нарастания биомассы с длительным нахождением в активном состоянии. Проведённые тестовые испытания *F. muscicola* на культурах фитопатогенных грибов рода *Fusarium* выявили высокую степень её антагонистической активности.

- *Streptomyces hygroscopicus*. Ранее было показано, что данный вид стрептомицета образует широкий спектр антибиотиков: антрацидин А, аскомицин, дианемицин, деоксипентулоза, хлоробиоцин, септамицин, тилозин, трихостатин и др.

Поскольку семена лядвенца имеют твёрдую оболочку, то перед инокуляцией проводили механическую скарификацию семян с использованием наждачной бумаги.

Инокуляцию механически скарифицированных семян полезной микрофлорой проводили путём выдерживания их в течение суток в суспензиях ризобииума с титром $3,8 \times 10^9$ кл./мл, фишереллы с титром $(2,7 \pm 0,32) \times 10^7$ кл./мл, стрептомицета в культуральной жидкости и в их смесях.

Варианты опыта: 1) контроль – вода «Ключ здоровья»; 2) сапротрофная бактерия *Rhizobium loti*; 3) ЦБ *Fischerellamuscicola* 300; 4) *Streptomyces hygroscopicus* A4; 5) *F. muscicola* + *S. hygroscopicus*; 6) *Rh. loti* + *F. muscicola*; 7) *Rh. Loti* + *S. hygroscopicus*; 8) *Rh. loti* + *F. muscicola* + *S. hygroscopicus*.

Опыт проводили на полях ФАНЦ имени Н. В. Рудницкого. В полевом опыте семена высевали в июне на микроделанки площадью 1 м² в 3-х кратной повторности.

Через 2,5 месяца прореживали посевы отбирая растения целиком для дальнейшего анализа следующих показателей в лабораторных условиях: высота растений, длина корня, объем корневой системы, степень нодуляции, количество клубеньков, количество побегов, количество листьев, площадь

листьев, количество соцветий, количество плодов, ксеромасса надземной части растений (рисунок 1).



Рисунок 1 – Делянки с посевами лядвенца рогатого

Наблюдения, проведенные в конце вегетационного сезона, показали, что высота растений несколько превышает контрольное значение только при предпосевной бактериальной обработке семян биопрепаратом на основе фишереллы, стрептомицета и двойных ассоциаций (таблица 1). В то время, как обработка монокультурой ризобиума и тройной микробной смесью практически не оказали влияния на высоту растений по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 1 – Влияние бактериальной инокуляции семян лядвенца рогатого на морфометрические показатели надземной части

Вариант	Высота растений, см	Количество побегов*	Количество листьев*	Количество соцветий*	Количество плодов*
1. Контроль	27,39±6,7 3	8,14	54,19	2,16	9,27
2. <i>Rhizobium loti</i>	27,14±8,4 8	8,81	76,69	3,73	9,08
3. <i>Fischerella muscicola</i>	30,89±6,8 5	6,39	52,75	2,89	5,86
4. <i>Streptomyces hygroscopicus</i>	30,96±3,5 4	12,38	69,21	0,54	9,71
5. <i>F. muscicola</i> + <i>S. hygroscopicus</i>	31,40±6,5 6	12,08	75,84	1,00	7,68
6. <i>Rh. loti</i> + <i>F. muscicola</i>	30,96±5,3 6	12,14	69,48	4,19	17,10
7. <i>Rh. loti</i> + <i>S. hygroscopicus</i>	30,75±5,1 7	14,32	90,50	1,82	11,64
8. <i>Rh. loti</i> + <i>F. muscicola</i> + <i>S. hygroscopicus</i>	28,54±8,8 9	10,10	60,17	3,24	9,17

Примечание: * - количество соцветий и плодов приведено в среднем на 1 растение.

Одним из косвенных показателей интенсивности фотосинтеза является количество и площадь листьев. В данном опыте максимальное количество листьев обнаружено в вариантах с предпосевной инокуляцией семян суспензией *Rhizobium* и совместной обработке фишереллой и стрептомиетом, и максимальный показатель (в среднем 90 листьев на 1 растение), что существенно превышает аналогичные данные контрольного варианта зарегистрированы в вариантах *Rh. loti* + *S. hygroscopicus*. Полученный результат согласуется с максимальным количеством побегов (14 шт. на 1 растение) в этом варианте.

Анализ состояния генеративных органов соцветий и плодов показывает, что некоторые варианты стимулируют протяженность процесса цветения. Это отражается в количестве соцветий на одно растение в таких вариантах, как *Rh. loti*, двойная (*Rh. loti* + *F. muscicola*) и тройная (*Rh. loti* + *F. muscicola* + *S. hygroscopicus*) смесь. В варианте *Rh. loti* + *F. muscicola* количество соцветий составило вдвое большее количество, чем в контрольном варианте. Этот же вариант *Rh. loti* + *F. muscicola* характеризуется максимальным количеством плодов. Таким образом, анализ состояния органов надземной части показывает, что по совокупности всех фиксируемых признаков оптимальным вариантом предпосевной обработки можно признать вариант с предпосевной обработкой семян *Rh. loti* + *F. muscicola*, *Rh. loti* + *S. hygroscopicus*.

Анализ состояния корневой системы показывает, что предпосевная инокуляция семян практически не влияет на длину корня. Однако степень нодуляции существенно различается в разных вариантах (таблица 2). Минимальное число клубеньков обнаружено на корнях в контрольном варианте. Во всех других число клубеньков существенно выше, при этом почти в 2 раза в варианте с бинарной обработкой *Rh. loti* + *S. hygroscopicus*.

Наиболее объективно можно судить об оптимальном подборе микробов-инокулянтов для лядвенца рогатого по урожайным данным после 2-го года культивирования. Предварительно отмечено повышение урожая при следующих вариантах предпосевной обработки: *S. hygroscopicus*, *Rh. loti* + *S. hygroscopicus*, *Rh. loti* + *F. muscicola* + *S. hygroscopicus*. При этом максимальный показатель ксеромассы совпадает с максимальным уровнем нодуляции (*Rh. loti* + *S. hygroscopicus*) (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние бактериальной инокуляции семян лядвенца рогатого на развитие корневой системы растений

Вариант	Длина корня, см	Количество клубеньков, шт./1 растение	Количество растений с клубеньками, %	Ксеромасса надземной части, % к контролю
1. Контроль	17,84±4,27	29,57	100,0	100,0
2. <i>Rhizobium loti</i>	15,93±2,80	39,23	132,7	100,0
3. <i>Fischerella muscicola</i>	15,98±2,45	36,04	121,9	89,6
4. <i>Streptomyces hygroscopicus</i>	16,52±2,89	35,79	121,0	106,9
5. <i>F. muscicola</i> + <i>S.</i>	17,64±3,31	42,04	142,2	93,1

<i>hygroscopicus</i>				
6. <i>Rh. loti</i> + <i>F. muscicola</i>	16,22±2,62	39,10	132,2	100,0
7. <i>Rh. loti</i> + <i>S. hygroscopicus</i>	18,59±3,90	56,68	191,7	110,3
8. <i>Rh. loti</i> + <i>F. muscicola</i> + <i>S. hygroscopicus</i>	18,02±3,03	37,97	128,4	106,9

Таким образом, определения биометрических показателей состояния лядвенца рогатого в 1-й год пользования после бактериальной инокуляции семян показывают, что различные виды микроорганизмов и микробные сочетания по-разному влияют на состояние подземной и надземной части растений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Влияние способов предпосевной обработки семян лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) на всхожесть и интенсивность образования клубеньков / Л. И. Домрачева, Л. В. Трефилова, А. Л. Ковина [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2014. – № 3. – С. 67–72.
2. Влияние способа обработки почвы и биопрепаратов на комплексы микромицетов в ризосфере и ризоплане яровой пшеницы / И. Г. Широких, Л. М. Козлова, А. А. Широких [и др.] // Почвоведение. – 2017. – № 7. – С. 837–843.
3. Цианобактериальные симбиозы и возможность их практического использования (обзор) / Л. И. Домрачева, А. Л. Ковина, Л. В. Кондакова, Т. Я. Ашихмина // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 3. – С. 21–30.
4. Использование микромицетов рода *Trichoderma* и консорциумов на их основе в агробиотехнологии (обзор) / Л. И. Домрачева, П. А. Стариков, А. Л. Ковина, Т. Я. Ашихмина // Теоретическая и прикладная экология. – 2024. – № 1. – С. 6–18.
5. Трухина, Е. Л. Оценка эффективности антифунгальных препаратов на тест-объекте *Hordeum vulgare* / Е. Л. Трухина // Актуальные проблемы селекции и технологии возделывания полевых культур : материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации Сергея Федоровича Тихвинского, Киров, 16 декабря 2022 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – С. 249–254.
6. Трухина, Е. Л. Тенденции развития селекции и семеноводства в России / Е. Л. Трухина // Знания молодых - будущее России : сборник статей XXII Международной студенческой научной конференции, Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 285–288.
7. Permanent Growth on a Stony Substrate / T. Ya. Ashikhmina, L. I. Domracheva, A. I. Korotkikh [et al.] // Biology Bulletin. – 2025. – Vol. 52, No. 5. – P. 1-6.
8. Черемисинов, М. В. Влияние инсектицидов на развитие растений ячменя в первом поколении / М. В. Черемисинов // Актуальные проблемы селекции

и технологии возделывания полевых культур : материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – С. 279–283.

9. Коротких, А. И. Рострегулирующая активность бактерии *Bacillus mycoides*, сохранившейся на корнях гербарного образца птицемлечника / А. И. Коротких, Е. Л. Трухина, Л. И. Домрачева // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 15 ноября 2023 года. – Киров : Вятский государственный университет, 2023. – С. 242–246.

10. Черемисинов, М. В. Морфофизиологические изменения и хлорофилльные мутации ячменя, полученные под действием фунгицидов / М. В. Черемисинов // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве : материалы XI Международной научно-практической конференции, Киров, 02-04 апреля 2024 года. – Киров : Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, 2024. – С. 195–199.

УДК 631.811.94

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАПСА ЯРОВОГО В КАЧЕСТВЕ СИДЕРАТА

Фролова Ю. А., Пестрикова Ю. В.

Вятский государственный агротехнологический университет,
pestrikova.yulya@yandex.com

Аннотация. В статье представлен литературный обзор по использованию рапса ярового в качестве сидеральной культуры.

Ключевые слова: яровой рапс, сидераты, зеленое удобрение

Одно из условий экологического земледелия является сокращение или полный отказ от синтетических удобрений, максимальное использование биологических факторов повышения плодородия почвы, к которым, например, относятся сидераты. Д. Н. Прянишников писал: «И там, где для улучшения почв особенно необходимо их органическим веществом, а навоза по той или иной причине не хватает, зеленое удобрение приобретает особенно большое значение». Зеленые удобрения (сидерация) – это специальные посевы культур, растительную массу которых частично или полностью запахивают в почву для повышения ее плодородия. Термин «сидерация» впервые предложил в XIX в. французский ученый Ж. Виль. Культуру, запахиваемую в почву, называют сидератом [1-2].

В Кировской области в качестве сидератов используют такие культуры как: рапс яровой и озимый, клевер луговой, донник, горчица белая, люпин однолетний и многолетний, однолетние травы [3].

Цель работы – проанализировать эффективность использования рапса ярового в качестве сидеральной культуры.

Рапс яровой – перспективная культура, и в первую очередь это определяется универсальностью её использования, хорошей приспособленностью и высокой продуктивностью. Он является энергетической культурой (возобновляемый источник энергии (ВИЭ)), ценной кормовой культурой, хорошим предшественником для любой культуры в севообороте, рапс хорошо подавляет сорные растения, как в собственных посевах, так и в последствии, его можно использовать как в чистом виде, так и в смеси, можно возделывать в качестве основной культуры и промежуточной [4-5].

Рапс яровой (*Brassica napus* L.) относится к семейству Капустных или Крестоцветных (*Brassicaceae*). Он является амфидиплоидным гибридом сурепицы и капусты. Рапс холодостойкое, влаголюбивое растение, выдерживает заморозки до $-3...-5$ °С. Подходящие почвы для выращивания рапса – среднее содержание гумуса, оптимальная кислотность 6,2–7,0, содержание P_2O_5 – 100 мг/кг, K_2O – 120 мг/кг [4].

Соцветие рапса – длинная рыхлая кисть, цветки желтые, бутоны расположены выше, чем открытые цветки. Плод – гладкий или слабобугорчатый стручок. Корень – стержневой очень развитый, от которого отходят крепкие боковые корни, что обеспечивает большое поступление растительных остатков [3]. Заделывание растительных остатков рапса в почву после уборки его семена эквивалентно внесению на 1 гектар 10–30 т навоза.

С агрономической точки зрения рапс яровой, в отличие от остальных культурных растений, имеет превосходные достоинства как сидеральная культура. По энергетической ценности и содержанию аминокислот его приравнивают к бобовым культурам. Рапс, накапливая в зеленой массе протеина на 0,4–0,8 % больше, чем люцерна и клевер, а также обогащает почву азотом и микроэлементами. Малая норма посева, быстрое прорастание и рост при низких температурах позволяют использовать рапс как зеленое удобрение тогда, когда не могут расти другие сидераты. Кроме дополнительного накопления питательных веществ в почве, так использование зеленой массы крестоцветных культур для сидерации равноценно внесению 45...55 т/га навоза, а запахивание в почву 200 ц/га зеленой массы рапса позволяет сэкономить 4 ц аммиачной селитры, 2,5 ц суперфосфата и 2 ц калийной соли.

Сидерация яровым рапсом улучшает фитосанитарное состояние почвы. Например, в посадках картофеля отмечено снижение запаса жизнеспособных семян сорняков в слое почвы 0–30 см после ярового рапса на сидерат на 12,5 %, личинок проволочника – в 2,73 раза, озимой совки – в 1,93 раза по сравнению с чистым паром. Общая засоренность картофеля при этом снижалась на 17,3 % по сравнению с чистым паром. Засоренность пыреем ползучим после заделки ярового рапса снизилась в 4 раза (до 0,05 шт./м²) по сравнению с чистым паром (0,20 шт./м²). Губительное аллелопатическое влияние рапса (благодаря распаду глюкозинолатов), обеспечивает лучший фитосанитарный эффект по сравнению с чистым паром [2].

В целом сидерация в условиях биологизации и экологизации земледелия приобретает особую значимость. Рапс яровой, являясь многофункциональной

культурой, может широко использоваться в качестве сидеральной культуры, обогащая почву питательными элементами, улучшая агрофизические и агрохимические свойства почвы и фитосанитарное состояние почвы и посевов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бортник, Т. Ю. Система применения удобрений / Т. Ю. Бортник, В. И. Макаров // Научные основы системы ведения сельского хозяйства в Удмуртской Республике. Кн. 3. Адаптивно-ландшафтная система земледелия / под научной редакцией: В. М. Холзакова [и др.] ; ИжГСХА. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2002. – С. 116–154.
2. Васильев, А. А. Влияние сидератов на фитосанитарное состояние агроэкосистем картофеля / А. А. Васильев // Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 3 (7). – С. 3–10.
3. Вафина, Э. Ф. Рапс как энергетическое растение / Э. Ф. Вафина // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века: вклад молодых ученых-исследователей : материалы Всероссийской научно-практической конференции : сборник статей, Ижевск, 24–27 октября 2017 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2017. – С. 9–11. – EDN YICZAK.
4. Промежуточные культуры – путь повышения эффективности использования природных факторов / А. М. Ленточкин, Л. А. Ленточкина Е. Д. Лопаткина, О. В. Эсенкулова // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 5 (111). – С. 4–6.
5. Милащенко, Н. З. Технология выращивания и использование рапса и сурепицы / Н. З. Милащенко, В. Ф. Абрамов. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 223 с.

УДК 632.95

ПРИМЕНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОТРАВИТЕЛЯ СЕМЯН СОВМЕСТНО С ПРИЛИПАТЕЛЕМ НА ЯРОВОМ ЯЧМЕНЕ ПРОТИВ ПАТОГЕННОГО КОМПЛЕКСА

Черемисинов М. В., Молчанов Д. А., Семёнов А. О.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
k-selex@vgatu.ru*

Аннотация. В результате проведённых исследований была проведена оценка эффективности обработки семян ячменя новым отечественным препаратом с прилипателем. Различные комбинации протравителя и прилипателя для фиксации действующего вещества на поверхности зерна достоверно оказали угнетающее действие на патогенный комплекс. От действия данных препаратов напрямую зависит заболеваемость посевов и

урожайность ячменя. В 2025 году зараженность семян ячменя возбудителями грибов рода *Fusarium* и *Alternaria* была сильная, бактериозом выше средней.

Ключевые слова: фунгицид протравитель, прилипатель, средства защиты растений, протравитель семян Максим форте

Здоровье посевного материала является одним из ключевых факторов для получения высоких и стабильных урожаев. Для этих целей существует целый комплекс препаратов по защите растений от различных болезней, предпосевная подготовка предполагает использование протравителей. Их эффективность зависит от характера поверхности семени, качества обработки, погодных условий и прочих факторов. В нынешних условиях импортные средства защиты растений использовать не целесообразно из-за высокой стоимости и проблем с поставками. В рамках программы импортозамещения филиалом АО КЧХК «ОКХ «Уралхим» был разработан новый протравитель.

Цель исследования – изучить эффективность нового прилипателя совместно с новым фунгицидом протравителем семян, разработанными АО КЧХК «ОКХ «Уралхим» против корневых гнилей.

Корневые гнили являются одной из основных причин снижения урожайности зерновых культур. В Кировской области по данным Россельхозцентра на фузариозными и гельминтоспориозными гнилями было поражено 1,75% площадей озимых культур. Фузариозная гниль вызывается грибами *Fusarium culmorum*, *F. avenaceum*, *F. oxysporum* и другими. Поражают взрослые растения и всходы, проявляется в виде побурения листьев, узла кущения. Гельминтоспориозная гниль вызывается грибами *Bipolaris sorokiniana*. Сначала заражает проростки, приводя к их гибели. В фазе всходов болезнь проявляется в виде темных некрозов у основания проростка. Корневые гнили приводят к снижению урожайности на 15-40 %.

Лабораторные исследования проводились на базе Вятского ГАТУ. Объект исследования – семена ячменя ярового сорта Родник Прикамья. Исследования проводились методом рулонных культур. В лабораторном опыте изучали новый протравитель и его комбинации с различными концентрациями прилипателя МЭ, так же производили сравнение с препаратом Максим форте и стандартным прилипателем. Максим форте является комплексным фунгицидным протравителем семян зерновых культур, направленным на борьбу с широким спектром болезней. Также он способствует развитию корневой системы на ранних стадиях, преодолению стрессов, таких как засуха или пониженные температуры. Препарат максим форте включает в себя три действующих вещества: азоксистробин – эффективен против возбудителей мучнистой росы, против патогенов, устойчивых к производным триазола и металаксила; тебуконазол – препятствует развитию твердой головни, септориоза и гельминтоспориоза; флудиоксонил – ингибирует рост мицелия и нарушает функции клеточных мембран.

В исследованиях использовали стандартный прилипатель генопол и распространенный протравитель – максим форте. Применяется в смеси с

пестицидами и удобрениями для повышения их устойчивости на обрабатываемой поверхности. Действующее вещество – гептометилтрисилоксан. Протравливание семян производят непосредственно перед посевом или заблаговременно. Способ обработки: протравливание семян (таблица 1). В контрольном варианте семена обрабатывали водой из расчета 10 л/т. Обработку семян производили за четыре дня до закладки опыта. Повторность четырехкратная. Семенной материал помещался на прокаленную бумагу, смоченную в воде, расстояние между семенами в рядке 1см. Затем рулоны ставили в емкость с водой и помещали в термостат на пять дней. По истечении инкубационного срока рулоны разворачивали и проводили осмотр с помощью бинокулярного микроскопа. Провели оценку влияния препарата на всхожесть семян ячменя ярового. Данные были математически обработаны и внесены в таблицу.

Таблица 1 – *Распространенность болезней на семенах ячменя в зависимости от протравителя и прилипателя при проведении фитопатологического анализа*

Вариант	Fusarium		Alternaria		Бактериоз	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1. Контроль Вода 10л/т	12	24	15	30	9	18
2. Протравитель №1 3л/т + МЭ 10г/л	2	4	3	6	1	2
3. Протравитель №1 4л/т + МЭ 10г/л	1	2	5	10	1	2
4. Протравитель №1 5л/т + МЭ 10г/л	2	4	5	10	0	0
5. Протравитель №1 3л/т + МЭ 15г/л	1	2	2	4	0	0
6. Протравитель №1 4л/т + МЭ 15г/л	1	2	2	4	0	0
7. Протравитель №1 5л/т + МЭ 15г/л	2	4	5	10	0	0
8. Максим форте 1,5л/т + Генопол	3	6	0	0	7	14
9. Максим форте 1,6л/т + Генопол Максим форте 1,5г/л + Генопол	4	8	1	2	6	12
10. Максим форте 1,75л/т + Генопол	5	10	0	0	3	6

В Кировской области семена зерновых культур чаще поражаются грибами рода Fusarium. При сильной степени зараженности семян наилучшее общее действие оказала комбинация протравителя №1 3л/т+МЭ 15г/л, возбудитель фузариоза подавлен в сравнении с контролем на 91%,

альтернариоза на 87%, бактериоз подавлен полностью. Аналогичный результат получен при комбинации протравителя №1 4л/т + МЭ 15г/л, однако применение такого раствора проигрывает из-за большего расхода протравителя при неизменной фунгицидной и бактерицидной эффективности. При большей концентрации протравителя и концентрации адъюванта 15г/л наблюдалось снижение фунгицидного действия.

Возбудители фузариоза были подавлены эффективнее в варианте 5 Протравитель №1 3л/т + МЭ 15г/л, в сравнении с контролем встречаемость снизилась с 24 % до 2%, аналогичные результаты были получены в варианте 3 Протравитель №1 4л/т + МЭ 10г/л и варианте 6 Протравитель №1 4л/т + МЭ 15г/л. В варианте 10 Максим форте 1,75л/т + Генопол наблюдалась наименьшая эффективность, в сравнении с контролем встречаемость фузариоза снизилась на 14%.

Против грибов рода *Alternaria* наибольшую эффективность наблюдали в варианте Максим форте 1,5л/т + Генопол, аналогичные результаты получены в варианте Максим форте 1,75л/т + Генопол. В сравнении с контролем поражение снизилось с 30% до 0%. Возбудитель подавлен полностью. Незначительное действие оказали препараты в вариантах 3, 4 и 7, где в сравнении с контролем поражение снизилось на 20%.

Максимальную эффективность против бактериоза наблюдали в вариантах 4, 5, 6, 7, где патоген был подавлен полностью. Наименьшую бактерицидную способность продемонстрировал препарат в варианте 8 Максим форте 1,5л/т + Генопол, что незначительно лучше контроля.

Результаты исследований показали, что новые протравитель и прилипатель проявили высокую эффективность против патогенного комплекса, в комбинации Протравитель №1 3л/т + МЭ 15г/л возбудитель фузариоза подавлен в сравнении с контролем на 91%, альтернариоза на 87%, бактериоз подавлен на 100%.

Во всех вариантах наблюдалось угнетение патогенной микрофлоры. Также достоверно установлено, что протравитель оказывает минимальное негативное влияние на всхожесть семян ячменя ярового, средняя всхожесть по всем вариантам составила 91,3%, наименьшая всхожесть наблюдалась в варианте 3 и составила 89%, всхожесть в контроле составила 93%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черемисинов, М. В. Изменение маркерного *ваху*-гена ячменя под влиянием фунгицидов - протравителей семян и биологических препаратов / М. В. Черемисинов // 60 лет высшему аграрному образованию Северо-Востока Нечерноземья : материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Киров, 01 января – 31 2004 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2004. – С. 124–126. – EDN IWQSUM.
2. Черемисинов, М. В. Росторегулирующее действие препаратов на ячмене сорта Биос-1 / М. В. Черемисинов, А. В. Помелов // Науке нового века - знания

- молодых : тезисы докладов 2-ой научной конференции аспирантов и соискателей, Киров, 07 апреля 2002 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2002. – С. 36–38. – EDN ZFGSKF.
3. Черемисинов, М. В. Росторегулирующее действие препаратов на ячмене сорта Биос-1 / М. В. Черемисинов, А. В. Помелов // Науче нового века - знания молодых : тезисы докладов 2-ой научной конференции аспирантов и соискателей, Киров, 07 апреля 2002 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2002. – С. 36–38. – EDN ZFGSKF.
4. Черемисинов, М. В. Микробиологические препараты и регуляторы роста против возбудителей корневых гнилей на ячмене / М. В. Черемисинов // Адаптивные технологии в растениеводстве. Итоги и перспективы : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию кафедры растениеводства Ижевской ГСХА, Ижевск, 07–09 октября 2003 года. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2003. – С. 152–155. – EDN ZHWFJB.
5. Черемисинов, М. В. Реакция растений ячменя нулевого и первого поколений на обработку фунгицидами стробилуринами / М. В. Черемисинов, А. В. Помелов // Инновационные технологии - в практику сельского хозяйства : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 65-летию агрономического факультета, Киров, 04 декабря 2009 года. – Киров : Вятская ГСХА, 2009. – С. 106–110. – EDN YSXSQR.
6. Черемисинов, М. В. Эффективный способ защиты от корневых гнилей / М. В. Черемисинов, С. А. Емелев // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования : сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции, Киров, 17 ноября 2021 года – Киров : Вятский ГАТУ, 2021. – С. 277–280. – EDN FGDFTV.
7. Черемисинов, М. В. Влияние химических и биологических препаратов для обработки семян на изменчивость растений ячменя / М. В. Черемисинов // Современные достижения в развитии сельского хозяйства : материалы I научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию со дня рождения профессора Геннадия Петровича Дудина, Киров, 07 июля 2023 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 214–220. – EDN UIWPEO.
8. Черемисинов, М. В. Разработка новой системы методов борьбы с вредителями муки и готовой хлебопродукции на хлебопредприятии / М. В. Черемисинов // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Вятка, 05–08 декабря 2016 года. – Киров : Радуга-ПРЕСС, 2016. – Кн. 2. – С. 237–242.
9. Черемисинов, М. В. Мутагенное действие химических и биологических препаратов на яровой ячмень сорта Биос-1 : специальность 06.01.05 "Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Черемисинов Михаил Витальевич. – Пенза, 2004. – 18 с. – EDN LZFCIL.

11. Черемисинов, М. В. Использование одно- и многокомпонентных химических препаратов для обработки клубней картофеля / М. В. Черемисинов, Г. А. Ренгартен // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – Т. 54, № 9 (310). – С. 35–42.

12. Черемисинов, М. В. Использование биопрепаратов на яровом ячмене для ингибирования грибов рода *Fusarium* / М. В. Черемисинов, Г. А. Ренгартен // Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т. 24, № 5. – С. 628–636.

УДК 636.5.085.11

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Аганина И. В.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
ilonaaganina511@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и прикладные аспекты минерального питания растений как фундаментальной основы их жизнедеятельности и продуктивности. Описаны симптомы дефицита ключевых элементов и его последствия (хлороз, нарушение синтеза белков, отставание в росте). Рассматриваются факторы, влияющие на доступность элементов (кислотность почвы, взаимодействие ионов), а также современные подходы к диагностике и предотвращению минерального голодания, включая внесение удобрений, селекцию и использование азотфиксирующих видов.

Ключевые слова: минеральное питание растений, макроэлементы, микроэлементы, азот, фосфор, калий, дефицит элементов

Под минеральным питанием понимают процесс поглощения корнями растений почвенных минеральных веществ и их дальнейшее усвоение. Нормальное протекание этого процесса зависит от дыхательной активности корневой системы, температуры, кислотности почвы, а также состава и концентрации питательных растворов.

Ключевыми элементами питания выступают фосфор, калий, азот, железо, кальций, магний и бор. Каждый элемент, входящий в состав растительных тканей, выполняет строго определенные функции. Помимо органоенов (кислорода, углерода и водорода), растениям требуются фосфор, сера, азот, магний, кальций и железо. Исследования показали, что для полноценного роста необходим также комплекс микроэлементов, присутствующих в почве в незначительных количествах. К ним относятся медь, цинк, бор, кобальт, марганец и молибден [1-2].

У минеральных питательных веществ в растениях много важных функций. Они могут играть роль структурных компонентов растительных тканей, катализаторов различных реакций, регуляторов осмотического давления, компонентов буферных систем и регуляторов проницаемости мембран. Примерами значения минеральных веществ как составных частей растительных тканей могут быть кальций в клеточных стенках, магний в молекулах хлорофилла, сера в определенных белках, фосфор в фосфолипидах и нуклеопротеидах.

Азот, хотя и не относится к минеральным элементам, часто включают в их число, поэтому следует еще раз отметить его значение как компонента белков. Некоторые элементы, в том числе железо, медь и цинк, требуются в очень небольших количествах, но они необходимы, поскольку входят в состав простетических групп или коферментов определенных ферментных систем. Другие элементы, такие, как марганец и магний, функционируют в качестве активаторов или ингибиторов ферментных систем. Некоторые элементы, например бор, медь и цинк, необходимые для функционирования ферментов в незначительных количествах, в более высоких концентрациях очень ядовиты. Токсичность этих и других ионов, таких, как серебро и ртуть, вероятно, связана с их повреждающим действием на ферментные системы.

Исследования показывают, что в составе растений присутствует более половины элементов таблицы Менделеева. Корневая система, по-видимому, способна поглощать любые элементы, доступные в почвенном растворе. Необходимым элемент считается при соблюдении двух условий: без него растение не способно завершить жизненный цикл, и он входит в структуру какого-либо обязательного компонента растительного организма [3-5].

Азот – ключевой компонент аминокислот (основы белков), а также пуринов, алкалоидов, ферментов, фитогормонов, хлорофилла и мембранных структур. Его дефицит нарушает синтез хлорофилла, вызывая хлороз, который поражает как старую, так и молодую листву.

Фосфор входит в состав нуклеопротеидов и фосфолипидов. Его макроэргические связи обеспечивают перенос энергии в клетке. Фосфор присутствует в органической и неорганической формах и легко перемещается по растению. При его недостатке наблюдается резкое торможение роста молодых растений, часто без видимых симптомов.

Растениям необходимо большое количество калия, но его органические формы неизвестны. По-видимому, он необходим для активности ферментов. Его недостаток затрудняет передвижение углеводов и метаболизм азота, но это действие может быть скорее опосредованным, чем прямым. Интересно отметить, что растительные клетки различают калий и натрий, и последний не может быть полностью замещен первым. Считается также, что калий играет роль осмотического агента в открывании и закрывании устьиц. Калий в растениях очень мобилен [6].

Сера является компонентом цистина, цистеина, других аминокислот, биотина, тиамина, кофермента А и многих других соединений, чаще всего в виде сульфгидрильных групп. Недостаток серы вызывает хлороз и нарушение биосинтеза белков, вследствие чего накапливаются аминокислоты. По сравнению с азотом, фосфором и калием сера менее мобильна.

В значительных количествах кальций обнаруживается в клеточных стенках в виде пектата кальция, влияющего, вероятно, на эластичность клеточных стенок. Он участвует также каким-то образом в метаболизме азота. Кальций активирует несколько ферментов, в том числе амилазу. Он относительно малоподвижен.

Магний входит в молекулу хлорофилла и участвует в работе ряда ферментных систем. При недостатке магния обычно наблюдается хлороз. Магний участвует также в поддержании целостности рибосом: при его отсутствии рибосомы распадаются. У большинства растений он легко передвигается.

Дефицит железа – один из наиболее распространенных и заметных видов недостаточности питания деревьев микроэлементами. Недостаток железа наблюдается преимущественно на щелочных и известковых почвах, где высокие величины рН препятствуют его поглощению.

Большая часть железа листьев находится в хлоропластах, где оно участвует в синтезе пластидных белков. Железо входит также в ряд дыхательных ферментов, таких, как пероксидаза, каталаза, ферредоксин и цитохромоксидаза. Железо относительно неподвижно, поэтому в молодых тканях часто развивается его дефицит из-за того, что оно не передвигается из более старых тканей. В некоторых растениях в больших количествах содержатся алюминий, натрий и кремний, но, хотя эти элементы иногда и усиливают рост, их обычно не считают необходимыми. Избыток алюминия очень ядовит, и способность выдерживать высокие его концентрации очень важна для успешного роста некоторых зерновых культур на кислых почвах. На деревьях эта проблема не изучалась. Между различными элементами существуют многочисленные и сложные взаимодействия: один элемент влияет на поглощение и утилизацию другого. Следует упомянуть, однако, что различия в росте конкурирующих видов могут частично зависеть от разной способности выдерживать ненормально высокие или низкие концентрации определенных элементов.

Прогресс в области диагностики минерального дефицита и идентификации вызывающих его причин в практике лесоводства и садоводства послужил основой для разработки эффективных мер профилактики и устранения недостатка элементов питания. Данные мероприятия реализовывались по нескольким ключевым направлениям: применение минеральных и органических удобрений, селекционная работа по выведению форм, характеризующихся повышенной эффективностью утилизации доступных элементов, а также введение в культуру азотфиксирующих видов (например, ольхи) в качестве подлеска для естественного обогащения почвы азотом [7-9].

Таким образом, минеральное питание представляет собой один из фундаментальных аспектов жизнедеятельности растительного организма. Содержание каждого элемента в растении должно находиться в строго определенных физиологических пределах. Отклонение от оптимальных концентраций как в сторону недостатка, так и в сторону избытка неизбежно приводит к угнетению ростовых процессов и нарушению развития. Углубленное изучение закономерностей минерального питания позволяет обоснованно подходить к вопросам внесения удобрений, определяя

необходимые дозы и сроки их применения в соответствии с потребностями растений на разных этапах онтогенеза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фролова, Ю. А. Роль гранулированных органических удобрений в обогащении почвы гумусом / Ю. А. Фролова, Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров: Вятский ГАТУ, 2025. – С. 192–196.
2. Кинчин, И. А. Определение плотности сложения дерново-подзолистых залежных почв Уржумского района Кировской области / И. А. Кинчин, Ю. В. Пестрикова // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXIII Международной студенческой научной конференции, Киров, 09–10 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 79–83.
3. Кондаков, А. К. Современная система минерального питания и удобрения плодовых и ягодных растений / А. К. Кондаков, Ю. В. Трунов, О. З. Грезнев // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 2. – С. 22–23.
4. Земцова, А. М. Инновационные технологии в земледелии / А. М. Земцова, Ю. В. Пестрикова // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах Нечерноземной зоны : материалы Международной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Алексея Александровича Платунова, 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, 35-летию Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Киров, 06–08 октября 2025 года. – Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2025. – С. 58–61.
5. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.
6. Шапчиц, М. П. Биохимия лекарственных растений : электронный учебно-методический комплекс с креативным компонентом для специальности 6-05-0511-02 «Биохимия» / М. П. Шапчиц ; БГУ, Биологический фак., Каф. биохимии. – Минск : БГУ, 2025. – 207 с.
7. Пестрикова, Ю. В. Использование ГИС-технологий для проведения мониторинга пахотных почв / Ю. В. Пестрикова // Мелиорация почв для устойчивого развития сельского хозяйства : материалы Международной

научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня рождения профессора Александра Филипповича Тимофеева, Киров, 28–29 ноября 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 103–108.

8. Якименко, В. Н. Развитие и результаты агрохимических исследований в институте почвоведения и агрохимии со РАН / В. Н. Якименко, Т. В. Нечаева. – DOI 10.31251/pos.v8i2.295 // Почвы и окружающая среда. – 2025. – Т. 8, № 2. – EDN EQDRYJ.

9. Пестрикова, Ю. В. Особенности питания и система удобрения льна-долгунца / Ю. В. Пестрикова // Почвы и их эффективное использование : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева, Киров, 29–30 апреля 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 154–157.

УДК 581.635

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ЛУКОВИЧНЫХ КУЛЬТУР

Бажукова Н. В.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
nata.bazhukova.18@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и прикладные аспекты минерального питания луковичных культур. Анализируются физиологические особенности поглощения макро- и микроэлементов растениями, динамика потребления питательных веществ в онтогенезе, а также современные подходы к оптимизации минерального питания при выращивании луковичных в условиях открытого и защищенного грунта.

Ключевые слова: фитодизайн, луковичные культуры, минеральное питание, макроэлементы, микроэлементы, удобрения, фертигация

Луковичные культуры занимают важное место в современном фитодизайне благодаря разнообразию форм, окраски соцветий и возможности использования как в открытом, так и в защищенном грунте. Представители рода *Allium* L. (семейство *Amaryllidaceae*) включают более 920 видов, различающихся по морфобиометрическим и хозяйственно-полезным признакам.

Минеральное питание представляет собой совокупность процессов поглощения, транспорта, ассимиляции ионов минеральных солей и их включения в метаболизм растений. Для луковичных культур, характеризующихся наличием запасящего органа - луковицы, вопросы сбалансированного питания приобретают особую значимость, поскольку от этого зависят не только вегетативный рост, но и формирование репродуктивных органов, а также качество посадочного материала [1].

Обсуждение результатов

Физиологические особенности минерального питания луковичных культур.

Структура корневой системы и ее роль в поглощении элементов.

Корневая система луковичных культур имеет ряд анатомо-физиологических особенностей, определяющих стратегию минерального питания. У лука репчатого (*Allium cepa* L.) корневая система развита слабо, характеризуется малым количеством корневых волосков и проникает на глубину не более 60 см. При этом корни обладают высокой поглотительной способностью и активно усваивают элементы питания из почвенного раствора.

В начальные фазы развития луковичные растения потребляют питательные элементы постепенно, однако в период интенсивного роста (образование луковицы) скорость поглощения веществ резко возрастает. Эта физиологическая особенность обуславливает необходимость дифференцированного подхода к внесению удобрений на различных этапах онтогенеза [1].

Потребность в макроэлементах.

Азот (N) играет ключевую роль в формировании вегетативной массы растений. При выращивании луковичных культур на зелень (перо) азот является основным элементом, определяющим продуктивность. Однако избыточное азотное питание может негативно сказаться на формировании луковиц, задерживая их созревание и снижая лежкость посадочного материала.

Фосфор (P) необходим для энергетического обмена, формирования корневой системы и созревания луковиц. Исследования показывают, что оптимальное фосфорное питание способствует накоплению запасных питательных веществ в луковицах и повышает их сохранность в период покоя.

Калий (K) участвует в регуляции водного режима, активации ферментных систем и транспорте ассимилятов. Для луковичных культур калий особенно важен в период формирования и созревания луковиц, поскольку влияет на плотность покровных чешуй и устойчивость к грибным заболеваниям [2].

Роль микроэлементов.

Микроэлементы, несмотря на их невысокое содержание в растениях, выполняют каталитические функции в ферментативных системах и существенно влияют на качество продукции.

Железо (Fe), кремний (Si), цинк (Zn) в значительных количествах накапливаются в растениях рода *Allium* L.

Сера (S) и медь (Cu) оказывают непосредственное влияние на товарные качества луковиц: плотность, окраску чешуй и способность к длительному хранению. Сера входит в состав эфирных масел, обуславливающих характерный запах и вкус луковых культур [1].

Система основного внесения удобрений.

При выращивании луковичных культур в декоративных целях применяют дифференцированную систему удобрения, включающую основное внесение и подкормки. Основную заправку почвы проводят осенью, используя фосфорно-

калийные удобрения, устойчивые к вымыванию. В основное внесение обычно включают 10–20% азотных, 50–70% фосфорных и 30–50% калийных удобрений от общей нормы.

Фертигация как метод управления питанием.

Современным подходом к оптимизации минерального питания является фертигация – внесение удобрений с поливной водой при капельном орошении. Этот метод позволяет полностью удовлетворить потребности растений в элементах питания с учетом фаз развития.

Для фертигации используют полностью растворимые удобрения, свободные от натрия, хлора и других вредных примесей: монокалий фосфат, калийную, аммиачную, кальциевую селитры, сульфат калия, калимагнезию, карбамид, а также комплексные удобрения типа кристалонов.

Внекорневые подкормки.

Внекорневые подкормки являются эффективным методом оперативной коррекции минерального питания. Они повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды, быстро ликвидируют дефицит элементов и способствуют повышению декоративных качеств.

На ранних фазах развития целесообразно применение комплексных удобрений с повышенным содержанием фосфора ($N:P:K = 13:40:13$) с добавлением микроэлементов и стимуляторов роста. Во второй период используют сбалансированные комплексы ($N:P:K = 18:18:18$), а в третий – удобрения с повышенным содержанием калия и добавлением гуматов.

Применение микроудобрений.

При явно выраженных признаках нехватки микроэлементов рекомендуется применение специализированных препаратов – Рексолин (0,15–0,2 кг/га) или лигнокомплексов типа Брексил (0,5 кг/га) [2].

Влияние условий выращивания на минеральное питание.

Экологические факторы существенно модифицируют потребность луковичных культур в элементах питания. Исследования, проведенные в закрытых агроэкосистемах Красноярской агломерации, показали, что эффективность различных форм удобрений зависит от сортовых особенностей и условий выращивания.

В лабораторных опытах по выгонке лука на перо наибольшая длина пера наблюдалась при использовании питательной среды «Кнопа», что подтверждает ее благотворное влияние на продуктивность лука репчатого. Применение нитроаммофоски (азофоски) и аммофоски также оказывало положительное действие, причем нитроаммофоска, содержащая больше действующего вещества, показала более высокую эффективность [4].

Влияние температуры на доступность питательных элементов.

Температура почвы является одним из ключевых факторов, лимитирующих эффективность минеральных удобрений. Процессы диффузии и массового потока ионов в почвенном растворе существенно замедляются при пониженных температурах. Согласно исследованиям, при снижении температуры почвы с 25°C до 10°C скорость диффузии фосфат-ионов

уменьшается в 3–4 раза, что приводит к временному фосфорному голоданию растений даже при достаточном содержании валового фосфора в почве.

Для луковичных культур, посадка которых часто проводится в ранневесенний период при недостаточно прогретой почве, это явление имеет особое значение. Корневая система, характеризующаяся слабой всасывающей способностью при температурах ниже 10–12°C, не способна эффективно усваивать фосфор из труднорастворимых соединений. В этой ситуации внесение водорастворимых форм фосфорных удобрений непосредственно в зону размещения корней позволяет частично компенсировать негативное влияние низких температур [3].

Температурная зависимость поглотительной активности корней.

Физиологическая активность корневой системы луковичных культур имеет четко выраженный температурный оптимум. Исследования показали, что максимальная скорость поглощения нитратного азота корнями лука репчатого наблюдается при температуре почвы 20–25°C. При повышении температуры до 30°C происходит денатурация белков-переносчиков и снижение интенсивности поглощения на 25–30%, тогда как при понижении до 8–10°C поглощение азота практически прекращается.

Температурный фактор также влияет на эффективность калийного питания. Низкие температуры блокируют АТФ-зависимые калиевые каналы в мембранах клеток ризодермы, что приводит к накоплению калия в свободном пространстве корня без его включения в метаболизм. В условиях холодной весны внесение повышенных доз калийных удобрений не обеспечивает адекватного увеличения содержания калия в растениях [5].

Световой режим и интенсивность фотосинтеза.

Взаимосвязь освещенности и потребности в элементах питания

Интенсивность фотосинтеза непосредственно определяет потребность растений в элементах минерального питания. При низкой освещенности (затенение, пасмурная погода, зимняя выгонка) снижается скорость ассимиляции углерода, и растения не способны эффективно использовать азот для синтеза аминокислот и белков. В этих условиях избыточное азотное питание приводит к накоплению нитратов и аммиака, вызывающих токсические эффекты.

Для луковичных культур, используемых в фитодизайне интерьеров (выгонка в зимне-весенний период), особое значение имеет соотношение освещенности и доз азотных удобрений. Исследования демонстрируют, что при освещенности ниже 5000 люкс дозы азота должны быть снижены на 30–40% по сравнению с оптимальными для открытого грунта [6].

Фотопериодическая регуляция минерального питания

Луковичные культуры относятся к растениям с четко выраженной фотопериодической реакцией, что влияет на динамику потребления элементов питания. В условиях длинного дня активизируются процессы оттока ассимилятов в луковицу, и потребность в калии возрастает, тогда как потребность в азоте снижается. Корректировка соотношения N: K в подкормках

с учетом фотопериода позволяет оптимизировать формирование луковиц [4, 7-10].

Заключение

Минеральное питание луковичных культур представляет собой сложный многофакторный процесс, эффективное управление которым требует учета биологических особенностей растений, сортовой специфики, почвенно-климатических условий и целевого назначения выращивания. Для практики фитодизайна особое значение имеет оптимизация питания с целью получения высокодекоративных растений с хорошо сформированными луковицами, пригодными для последующего использования в озеленении и выгонке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Середин, Т. М. Минеральный состав растений / Т. М. Середин, А. Ф. Агафонов, В. В. Шумилина // Роль метаболизма в совершенствовании биотехнологических средств производства : сборник трудов II Международной научной конференции. – Москва : ВИЛАР, 2019. – С. 382–389.
2. Кузнецов, В. В. Минеральное питание растений : учебник для вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2025. – 125 с.
3. Лук душистый (*AlliumtuberosumRottlerexSprengel*) – перспективная овощная культура / Т. М. Середин, М. И. Иванова, А. И. Кашлева, С. В. Жаркова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 9 (227). – С. 18–25.
4. Демиденко, Г. А. Роль экологических факторов при выращивании луковичных в закрытых агроэкосистемах / Г. А. Демиденко // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6. – С. 12–18.
5. Агафонов, А. Ф. Семенная и овощная продуктивность лука репчатого при оптимизации минерального питания / А. Ф. Агафонов // Овощи России. – 2011. – № 2. – С. 45–49.
6. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.
7. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н. Н. Третьяков, А. С. Лосева, Н. М. Макрушин [и др.] ; под редакцией Н. Н. Третьякова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 2005. – 654 с.
8. Ренгартен, Г. А. Питание растений при биологическом земледелии / Г. А. Ренгартен // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии

- и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 51–55.
9. Ренгартен, Г. А. Биологизация почвы и удобрения в севообороте / Г. А. Ренгартен, С. Л. Коробицын // Проблемы агрохимии и экологии - от плодородия к качеству почвы : материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию выдающегося деятеля науки, классика отечественной школы агрохимии, академика РАН Василия Григорьевича Минеева ; под редакцией В. А. Романенкова. – Москва, 2021. – С. 153–156.
10. Ренгартен, Г. А. Биологизация плодородия почвы и влияние удобрений в садах / Г. А. Ренгартен // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2021. – Т. 33. – С. 59–62.

УДК631.4:631.8:631.51

ЗАПАСЫ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВООБРАБОТКАХ ПОД ПОСЕВАМИ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ

Бакаева Н. П.

*Самарский государственный аграрный университет,
bakaevanp@mail.ru*

Аннотация. Представлены результаты изучения запаса влаги в пару, под посевами озимой пшеницы, высеваемой по пару и под замыкающей культурой севооборота – ярового ячменя. Весной в паровых полях при различных способах обработки почвы в послойных определениях запасы влаги были сравнимы. К осени перед посевом озимой пшеницы содержание продуктивной влаги в почве уменьшилось, в среднем на 130%. Весной запаса влаги в варианте без осенней обработки по сравнению со вспашкой было больше на 35%. За период вегетации перед уборкой пшеницы в варианте без обработки почвы влаги сохранилось больше на 32,4%, под посевами ячменя на 50%.

Ключевые слова: севооборот, обработка почвы, озимая пшеница, яровой ячмень, продуктивная влага

Почвы Среднего Поволжья обладают высоким плодородием и могут приносить высокие урожаи сельскохозяйственных культур, при этом в период вегетации распределение осадков недостаточно и крайне неравномерно [1]. Поэтому накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги становится важнейшей составляющей в агротехнологии, куда включается способ обработки почвы [2]. Применяющиеся в регионе обработки почвы и их возможность сохранения влаги требуют тщательного изучения и сопоставления.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в 2021...2023 годы в лесостепи Среднего Поволжья (Самарская область). Объектом служил – чернозем типичный [3]. Применялись следующие способы обработки почвы: отвальная вспашка на глубину 20-22 см и без осенней механической обработки [4].

Повторность 3-кратная. Длина делянки – 80 м, ширина – 10 м. Общая площадь делянки 800 м², учетная – 240 м².

Изучение проводили в зернопаровом севообороте со следующим чередованием культур: пар чистый – озимые культуры (½ пшеница + ½ тритикале) – зернобобовые (⅓ нут + ⅓ горох + ⅓ соя) – яровая пшеница (½ мягкая + ½ твёрдая) – ячмень.

Посев озимой пшеницы проводили в первой декаде сентября с нормой высева 5,5 млн. всхожих семян/га, яровой ячмень высевали в первой декаде мая, когда почва достигала физической спелости, с нормой высева 4,5 млн. всхожих семян на 1 га для ячменя на глубину 5...6 см.

Учеты, наблюдения и исследования в опыте проводили по общепринятым методикам [5].

Влажность почвы определяли в весенний период в паровом поле и осенью во время посева озимой пшеницы, весной, когда пшеница начинала вегетацию, и во время посева яровых культур, а также перед сбором урожая термостатно-весовым методом [6] с последующим пересчётом содержания влаги (%) в мм продуктивной влаги в слое 0...30 и 0...100 см. Пробы отбирали на двух несмежных повторениях по две скважины послойно через 10 см до глубины 1 м. Взятые образцы помещали в бюксы, взвешивали, затем высушивали при температуре 105°C в течение 6 часов.

Количество осадков и температура воздуха в годы исследований были близкими к среднегодовым.

Технология возделывания была общепринятой для региона [6, 7]. Для выращивания сельскохозяйственных культур в севообороте отбирались районированные сорта [8].

Представлены результаты изучения продуктивной влаги в пару, под посевами озимой пшеницы, высеваемой по пару и под замыкающей культурой севооборота – ярового ячменя (таблица 1).

Таблица 1 – Продуктивная влага под посевами культур в севообороте и в зависимости от систем обработки почвы, в среднем за три года (мм)

Глубина слоя, см	Вспашка на 20-22 см	Без осенней механической обработки	Вспашка на 20-22 см	Без осенней механической обработки
	Весна. Пар		Осень. Перед посевом озимой пшеницы	
0-30	27,7	27,7	10,5	11,7
0-100	27,0	27,0	12,5	13,5
	В период посева ранних яровых		Перед уборкой культур	

культур				
под посевами озимой пшеницы				
0-30	27,6	26,6	12,8	13,6
0-100	24,4	25,2	11,7	12,7
под посевами ячменя				
0-30	26,7	26,2	15,9	15,6
0-100	26,4	26,0	16,3	16,4

Проводимые определения запасов продуктивной влаги весной в паровых полях на глубине 0-30 и 0-100 см, как по вспашке, так и в варианте без осенней механической обработки не выявили больших отличий, хотя отмечается уменьшение влаги в слое 0-100 по сравнению с 0-30 см на 2,6%.

Осенью по пару, перед посевом озимой пшеницы в послойном определении запасов продуктивной влаги отмечается увеличение влаги в слое 0-100 по сравнению с 0-30 см на 13...13,3%, соответственно, по вспашке и без осенней обработки.

При сравнении продуктивной влаги весной в парах и осенью перед посевом озимой пшеницы, то потери составили по вспашке в слое 0-30 на 163,8%, в слое на 0-100 см на 116,0%, при отсутствии обработки почвы потери были меньше и составили в слое 0-30 на 136,7%, в слое на 0-100 см на 100%.

Так, содержание продуктивной влаги весной в парах по вспашке и в варианте без осенней обработки было сравнительно одинаковым, отличия составили в послойном её определении, в слое 0-100 содержание влаги было меньше на 2,6% по сравнению со слоем 0-30 см. При определении послойного запаса влаги в парах осенью по вспашке и в варианте без осенней обработки, то произошло ее увеличение в слое 0-100 по сравнению с 0-30 см на 13,0...13,3%. Сравнительное изучение запасов влаги весной и осенью, то произошли значительные потери, по вспашке в слое 0-30 и 0-100 см на 163,8 и 116,0%, при отсутствии обработки почвы – на 136,7 и 100%, соответственно. Весной содержание влаги под посевами озимой пшеницы и ярового ячменя как по вспашке, так и при отсутствии обработки почвы в слое 0-30 было сравнимым, но в слое 0-100 оно уменьшалось на разную величину, так по вспашке на 13,1...1,1%, в варианте без осенней обработки на 5,6...0,8%, соответственно. В результате анализа представленных величин, весенняя сохранность влаги в варианте без осенней обработки по сравнению со вспашкой отмечалась в большей степени, разность составила до 35%.

При полной спелости зерна под посевами озимой пшеницы по вспашке и в варианте без осенней обработки содержание влаги в слое 0-30 было большим по сравнению со слоем 0-100 см, уменьшение составило на 9,4...7,1%, под посевами ярового ячменя произошло увеличение на 2,5...4,9%, соответственно.

При сравнении запаса влаги весной и осенью под посевами озимой пшеницы по вспашке и в варианте без осенней обработки содержание влаги уменьшилось в слое 0-30 см на 115,6...95,5%, в слое 0-100 см на 108,5...98,4%, соответственно. Под посевами ярового ячменя по вспашке и в отсутствии

осенней обработки содержание влаги уменьшилось в слое 0-30 см на 67,9...68,0%, в слое 0-100 см на 62,0...58,5%, соответственно.

Так, определение содержания влаги перед уборкой под посевами озимой пшеницы по вспашке и в варианте без осенней обработки послойно показало, что в слое 0-30 запасы были большим по сравнению со слоем 0-100 см, уменьшение составило на 9,4...7,1%, под посевами ярового ячменя наоборот, в слое 0-30 запасы были меньше по сравнению со слоем 0-100 см, произошло увеличение на 2,5...4,9%, соответственно. Содержание влаги весной и осенью под посевами озимой пшеницы по вспашке и в варианте без осенней обработки уменьшилось в слое 0-30 см на 115,6...95,5%, в слое 0-100 см на 108,5...98,4%, соответственно. Под посевами ярового ячменя по вспашке и в отсутствии осенней обработки содержание влаги уменьшилось в слое 0-30 см на 67,9...68,0%, в слое 0-100 см на 62,0...58,5%, соответственно. Анализ представленных величин показывает, что предуборочная сохранность влаги в варианте без осенней обработки по сравнению со вспашкой под посевами озимой пшеницы отмечалась в большей степени, разность составила до 32,4%, под посевами ярового ячменя до 50%.

Таким образом, весной в паровых полях при различных способах обработки почвы в послойных определениях запасы продуктивной влаги были сравнимы. К осени перед посевом озимой пшеницы содержание продуктивной влаги в почве уменьшилось – в слое 0-30 на 163,8 ...136,7% в слое 0-100 на 116,0...100%, соответственно, при вспашке и без осенней обработки. При сравнении содержания влаги послойно в слое 0-30 и 0-100, содержании влаги в почве увеличилось на 13,0...13,3%, соответственно, по вспашке и без осенней обработки. Или, весенняя сохранность влаги в варианте без осенней обработки по сравнению со вспашкой отмечалась в большей мере, разность составила до 35%.

За период вегетации под посевами озимой пшеницы отмечается уменьшение продуктивной влаги послойно, но при сравнении сохранения влаги по обработкам почвы, то перед уборкой пшеницы в варианте без обработки влаги сохранилось больше на 32,4%. Под посевами ячменя за вегетацию в слое 0-100 влаги сохранилось больше на 58,5...68,0%, причем, в варианте без осеней обработки почвы запасы были больше на 50%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакаева, Н. П. Современные агротехнологии возделывания зерновых культур при биологизации земледелия / Н. П. Бакаева // Инновационные технологии производства продукции растениеводства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию кафедры растениеводства, Воронеж, 28 марта 2024 года. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. – С. 164–169.
2. Бакаева, Н. П. Урожайность ярового ячменя и оценка показателей продукционного процесса в севообороте / Н. П. Бакаев // Аграрная наука

на Севере - сельскому хозяйству : сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Сыктывкар, 26 апреля 2024 года. – Киров : Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2024. – С. 187–192.

3. Салтыкова, О. Л. Пути сохранения плодородия почвы под посевами озимой пшеницы в зависимости от паровых предшественников и способов основной обработки почвы / О. Л. Салтыкова, Н. П. Бакаева // Инновационное развитие землеустройства : сборник научных трудов Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции, Кинель, 29 марта 2024 года. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. – С. 239–246.

4. Бакаева, Н. П. Сравнительное изучение способов основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя в Среднем Поволжье / Н. П. Бакаева // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК : сборник статей по материалам V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курган, 13 февраля 2024 года. – Курган : Курганский государственный университет, 2024. – С. 39–44.

5. Салтыкова, О. Л. Элементы структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от гидротермического коэффициента и способов основной обработки почвы при многолетних исследованиях / О. Л. Салтыкова, Н. П. Бакаева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1 (65). – С. 39–46.

6. Бакаева, Н. П. Урожайность ярового ячменя и оценка показателей продукционного процесса в севообороте / Н. П. Бакаева // Известия Коми научного центра УрО РАН. – 2024. – № 7 (73). – С. 5–9.

7. Изменение водно-физических свойств почвы и урожайности кукурузы в зависимости от способов минимизации основной обработки выщелоченного чернозема / М. М. Ильясов, Р. Р. Газизов, И. М. Суханова [и др.] // Вестник Вятской ГСХА. – 2019. – № 2. – С. 2.

8. Бакаева, Н. П. Агрономическая эффективность производства твердой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / Н. П. Бакаева // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : материалы XVII Международной научно-практической интернет-конференции, Москва, 05 июня 2025 года. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2025. – С. 82–89.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА КУЛЬТУРЕ КАРТОФЕЛЯ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Дехтерева О. А.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
oldex05@gmail.com*

Аннотация. Картофель представляет собой один из наиболее ценных продуктов питания в нашей стране. В связи с увеличением потребности в продовольственном картофеле у населения необходимо повышать качество и урожайность продукции. Требуется изучение многих вопросов технологии возделывания картофеля. В частности, недостаточно изучены реакции различных сортов картофеля на применение как корневых, так и некорневых методов внесения удобрений, а также использование комплексных быстрорастворимых удобрений для листовых подкормок в хелатной форме. Данный вопрос требует изучения в почвенно-климатических условиях Северо-Востока Российской Федерации.

Ключевые слова: картофель, некорневая подкормка, водорастворимые удобрения, хелатные удобрения, микроэлементы

Возделывание картофеля на Севере, особенно в Вятском крае (Кировская область), характеризуется средними показателями урожайности в сельскохозяйственных предприятиях, от 15 до 17 т/га. Потенциальная урожайность картофеля выше средних показателей, поэтому рекомендуется выбирать районированные сорта, соблюдать технологию возделывания, и вводить инновационные технологические приёмы. Современные технологии выращивания сельскохозяйственных культур имеют цель – получение максимальных урожаев с хорошей лёжкостью. Для этого необходимо использовать все резервы повышения продуктивности растений, что требует продолжить поиск новых элементов технологии выращивания [1].

Таким образом, можно применять обработку после смыкания ботвы некорневыми подкормками, так как при обработке сельскохозяйственной техникой, повреждаются растения картофеля. Основными элементами, входящими в состав комплексных минеральных удобрений, являются азот, калий и фосфор. Нехватка микроэлементов на начальном этапе развития может сократить урожайность картофеля и качество продукции, поскольку в этот период питание растения происходит за счёт материнского клубня и активно формируется корневая система [2].

Органический хелатный комплекс способен проходить сквозь восковое покрытие листовых пластин и доставлять растению необходимые элементы питания, поэтому подкормки микроудобрениями в хелатной форме способствует увеличению коэффициента использования ФАР, ассимиляционной поверхности растений картофеля, высоты растений,

фотосинтетического потенциала, замедлению продуктивности фотосинтеза в конце вегетации, замедлению увядания ботвы [3].

Некорневая подкормка микроудобрениями может значительно повлиять на фотосинтетические показатели растений картофеля, что, в свою очередь, сказывается на их урожайности и качестве клубней [4].

Некорневая подкормка микроудобрениями не только улучшает фотосинтетические показатели картофеля, но и способствует повышению урожайности и качества клубней, в частности увеличивается содержание сухого вещества и крахмала, а также повышение устойчивости растений к неблагоприятным условиям и болезням [5, 6].

Растения картофеля содержат разнообразные химические элементы, однако их количество варьируется в зависимости от сорта и условий почвы и климата. Оптимальный уровень микроэлементов способствует повышению устойчивости растений к грибковым и бактериальным заболеваниям, а также к засухе и низким температурам. Для возделывания картофеля стоит выбирать районированные сорта, отечественной селекции, при численных к особо ценным, которые имеют как высокую продуктивность, так и устойчивость к неблагоприятным условиям [7,8].

Цель работы – рассмотреть научную литературу и выяснить влияние некорневых подкормок комплексными удобрениями.

Метод проведения исследования. Для достижения цели исследования был выбран метод, который позволяет провести анализ научной литературы и обобщение информации. Описание результатов исследования. Проведенные ранее работы А. А. Васильева показывают, что некорневые подкормки картофеля в условиях засухи с использованием хелатных микроудобрений увеличивают площадь листьев на 12–25% и продлевают действие ассимиляционного аппарата на 3–7 суток [9].

Исследования Н. А. Анципович и др. проводили исследования о влиянии некорневых подкормок хелатными микроудобрениями картофеля на дерново-подзолистых почвах. В опыте была доказана эффективность применения Нутривант Плюс (2+2 кг/га), способствующая увеличению урожайности на 4,2 т/га. А при использовании Лифдрип рост (3,5+3,5 кг/га) урожайность выросла на 11,2 т/га. Прибавка урожая картофеля формировалась за счет увеличения клубней [10].

Коршунов А. В. и др. определяли эффективность хелатных удобрений на картофеле в условиях орошения, некорневые подкормки микроудобрением Акварин №12 и удобрением нитроаммофоска в различных концентрациях. Лучшие показатели были на раннем сорте Розара, с прибавкой на 25 % от опрыскивания Акварином №12 в концентрации 0,4%, а от нитроаммофоски только 12,0 %. Различия были связаны с содержанием в составе Акварина №12 комплекса дополнительных микроэлементов в хелатной форме [11].

Так же, эффективность использования некорневых подкормок зависит от сорта. Например, опыты, проведенные П. М. Бронштейном в условиях учебно-опытного сада СПбГАУ, показали, что применение комплексного удобрения

Грин-Го 18-18-18+1,3MgO+микроэлементы, и микроудобрения Рексолин АВС повлияло положительно на урожайность и качество картофеля районированных сортов отечественной селекции. По данным опыта урожайность и качественные показатели раннеспелых и среднеранних сортов улучшились, прирост урожайности составил в первый год исследований 15,0–60,0% и 11,0–70,0% – во второй год. При росте урожайности увеличилось содержание крахмала и сухого вещества в клубнях картофеля. В то время как на среднеспелых сортах существенной прибавки и улучшения качества продукции не обнаружено [12].

Ранее похожий опыт был заложен на дерново-подзолистой супесчаной почве Н. А. Тимошиной. Изучалось влияние основного внесения удобрений и некорневых подкормок микроэлементным препаратом Микровит, на ранние, среднеспелые и среднепоздние сорта картофеля. Влияние подкормок микроэлементами на урожайность возрастало от ранних сортов, к поздним с прибавкой в 9–11% и 14–15% соответственно. Так же, было выявлено повышение содержания нитратов и уменьшение содержания витамина С [13].

На фоне проведения внекорневых подкормок большое значение имеет уровень плодородия почвы, использование в севообороте органических удобрений, сидеральных культур и многолетних трав [14–18].

Выводы. Внедрение в технологии выращивания картофеля некорневых подкормок комплексными водорастворимыми удобрениями, доказано способствуют повышению урожайности на величину около 15%, и качества получаемой продукции по содержанию витамина крахмала и витамина С.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гребенникова, Т. В. Эффективность применения листовых подкормок водорастворимыми удобрениями линейки Aqualis на картофеле / Т. В. Гребенникова // Картофель и овощи. – 2023. – № 3. – С. 36–40.
2. Васильев, А. А. Влияние глауконита на фотосинтетическую деятельность и урожайность картофеля / А. А. Васильев // Вестник КрасГу. – 2013. – № 11. – С. 100–106.
3. Слепцова, Т. В. Влияние регулятора роста и микроудобрения на урожайность картофеля в Якутии / Т. В. Слепцова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53, № 10. – С. 113–119.
4. Ивенин, А. В. Влияние микроэлементов на фотометрические показатели и урожайность картофеля / А. В. Ивенин // Агрохимический вестник. – 2014. – № 2. – С. 35–36.
5. Тагиров, М. Ш. Испытание препаратов ЖУСС на картофеле / М. Ш. Тагиров // Владимирский земледелец. – 2010. – № 10 (54). – С. 28–30.
6. Фатыхов, И. Ш. Реакция сортов картофеля на абиотические условия и предпосадочную обработку клубней в Среднем Предуралье : монография / И. Ш. Фатыхов. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2020. – 128 с.

7. Баландин, Б. Н. Фотосинтетическая активность, урожайность и качество клубней картофеля в зависимости от площади питания растений / Б. Н. Баландин // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 1 (107). – С. 4–5.
8. Мингалева, С. К. Продуктивность сортов картофеля в острозасушливом году / С. К. Мингалева // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 03 (170). – С. 43–48.
9. Васильев, А. А. Фолиарная обработка микроудобрением Тенсококтейль повышает урожайность и качество клубней картофеля / А. А. Васильев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 3 (34). – С. 18–23.
10. Анципович, Н. А. Оценка эффективности применения микроудобрений при производстве семенного картофеля различных групп спелости / Н. А. Анципович // Картофелеводство. – 2022. – № 27. – С. 179–186.
11. Эффективность лигногуматов и комплексного удобрения акварин-12 на культуре картофеля / А. В. Коршунов, А. В. Митюшкин, Н. А. Гаитова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 11. – С. 17–19. – EDN MEGJFD.
12. Бронштейн, П. М. Оценка влияния новых видов удобрений на районированные сорта картофеля отечественной селекции в условиях Северо – Запада РФ / П. М. Бронштейн // Известия СПбГАУ. – 2020. – № 1 (58). – С. 76-81.
13. Осипов, А. И. Роль некорневого питания в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур / А. И. Осипов, Е. С. Шкрабак. – DOI 10.24411/2078-1318-2019-11044 // Известия СПбГАУ – 2019. – № 54. – С. 44–52. – EDN KQUNCK.
14. Ренгартен, Г. А. Питание растений при биологическом земледелии / Г. А. Ренгартен // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 51–55.
15. Ренгартен, Г. А. Перспективы и недостатки биологического земледелия / Г. А. Ренгартен // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского ГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 146–149.
16. Ренгартен, Г. А. Повышение плодородия почвы за счет использования соломы / Г. А. Ренгартен // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах Нечерноземной зоны : материалы Международной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Алексея Александровича Платунова, 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, 35-летию Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Киров, 06–08 октября 2025 года. – Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2025. – С. 162–165. – EDN FJDDTR.

18. Ренгартен, Г. А. Традиции и современные вызовы агрономического образования: к 80-летию агрономического факультета Вятского ГАТУ / Г. А. Ренгартен, М. В. Черемисинов // Вестник Вятского ГАТУ. – 2025. – № 1 (23). – С. 17–32.

УДК 581.1:631.8

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ДЛЯ ДЕКОРАТИВНЫХ КУСТАРНИКОВ

Заболотская Е. К.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
lizzazab17@yandex.ru*

Аннотация. В статье представлено руководство по организации минерального питания декоративных кустарников. Рассматривается роль основных макро- и микроэлементов (азота, фосфора, калия, магния, железа) в жизненных циклах декоративных кустарников. Особое внимание уделено сезонному календарю подкормок в разное время года (описаны особенности внесения удобрений весной, летом и осенью). Приводятся рекомендации по корневым и внекорневым подкормкам.

Ключевые слова: декоративные кустарники, минеральное питание, макроэлементы, микроэлементы, удобрения

Минеральное питание – это основа здоровья, долголетия и потрясающей декоративности ваших кустарников. Без своевременного и сбалансированного внесения удобрений даже самые изысканные сорта со временем мельчают, теряют насыщенность окраски листвы и обильность цветения.

Декоративные кустарники являются важнейшим элементом ландшафтного дизайна и городского озеленения. Их основная ценность определяется эстетическими характеристиками. Формирование этих качеств находится в прямой зависимости от обеспеченности растений элементами минерального питания.

Цель работы – систематизировать информацию о принципах и правилах минерального питания декоративных кустарников, а также предоставить практический инструментарий для выбора и своевременного внесения удобрений.

Декоративные кустарники, в отличие от плодовых, мы ценим не за урожай, а за внешний вид – пышность кроны, красоту листвы и обилие цветов. Для поддержания этой красоты растениям необходим сбалансированный набор питательных элементов, каждый из которых выполняет уникальную функцию [2, 3].

Азот (N) – главный двигатель роста. Он отвечает за синтез белка и стремительное наращивание зеленой массы – побегов и листьев. Весной это самый важный элемент.

Фосфор (P) – элемент энергии. Он стимулирует развитие мощной корневой системы, от здоровья которой зависит питание всего куста, а также отвечает за закладку цветочных почек [3].

Калий (K) – защитник и накопитель. Калий помогает растению усваивать влагу, повышает иммунитет к болезням и, что критически важно для наших широт, способствует вызреванию побегов и накоплению сахаров, которые защищают куст от вымерзания зимой [1,3].

Микроэлементы (магний, железо, сера, бор, цинк и др.) – они требуются в малых дозах, но их недостаток может свести на нет все усилия. Например, магний входит в состав хлорофилла (отвечает за зеленый цвет), а железо предотвращает пожелтение листьев (хлороз) [3].

Растения с разной требовательностью к почвенным условиям демонстрируют неодинаковые реакции на одни и те же агротехнические приемы. Это обуславливает необходимость предварительных исследований для установления оптимальных параметров выращивания каждого вида.

Универсальное правило для всех декоративных кустарников – график внесения удобрений должен строго соответствовать фазе развития растения [1].

Весна – старт сезона (Апрель-Май). Как только сойдет снег, и почва слегка прогреется, кустарники просыпаются. В это время им жизненно необходим азот для быстрого отрастания побегов и листвы. Используются минеральные удобрения с высоким содержанием азота. Это может быть мочевины (карбамид) или аммиачная селитра (20–30 г на 1 м² приствольного круга). Для молодых кустов раствор делают менее концентрированным. Гранулы равномерно рассыпают по влажной почве и слегка заделывают рыхлением. Можно также полить куст раствором (столовая ложка на 10 л воды). Для стимуляции корнеобразования и снятия стресса после зимы эффективны гуминовые препараты. Хвойные кустарники (можжевельники, туи) в азоте весной нужно ограничивать. Им требуются специализированные удобрения с пониженным содержанием азота и высоким – магния и железа для яркости хвои [4].

Лето – поддержка красоты (Июнь-Июль). В начале лета акценты смещаются. Если вы подкармливаете красивоцветущие кустарники (сирень, чубушник, спирею, розы), им нужен фосфор и калий для пышного и продолжительного цветения [1].

Хороший результат дает настой древесной золы (1–2 стакана на 10 л воды) – натуральный источник калия и микроэлементов. Если вы выращиваете кустарники с декоративной листвой (пузыреплодник, дерен, барбарис), им все еще нужен азот, но в сбалансированных комплексах (нитроаммофоска), чтобы листья оставались крупными и яркими. В разгар лета, особенно в стрессовых условиях (жара, засуха), очень эффективны подкормки по листьям. Питательные вещества всасываются практически мгновенно. Это лучший

способ быстро поддержать ослабленный куст или восполнить дефицит микроэлементов (например, опрыскать хелатом железа при пожелтении листы).

Осень – подготовка к зиме (Сентябрь). Главная задача осенней подкормки – помочь побегам вызреть и подготовить корневую систему к зиме. Азот категорически исключается, так как он вызывает рост новых веток, которые погибнут от морозов. [1] Вносятся фосфорно-калийные удобрения. Эти элементы укрепляют корни и повышают зимостойкость. В это время также полезно замульчировать приствольный круг компостом или перегноем – это и питание, и утепление [4, 5].

Основные способы внесения удобрений.

Корневая подкормка (сухая). Гранулы заделывают в почву по периметру кроны, а не у самого ствола, так как там находятся активные всасывающие корни. Обязателен последующий полив [1,3].

Корневая подкормка (жидкая). Более быстрый способ. Питательный раствор (согласно инструкции) выливают в приствольный круг [6-13].

Внекорневая подкормка (опрыскивание). Проводится рано утром или на закате, в пасмурную (но не дождливую) погоду. Раствор должен быть слабее, чем для корневых подкормок, чтобы не обжечь листья. Нельзя опрыскивать растения с опущенными листьями (некоторые сорта сирени) – это может вызвать загнивание.

Бывают такие ошибки, как:

1. Перекорм азотом во второй половине лета. Кустарники жируют, не успевают подготовиться к зиме и вымерзают.

2. Внесение удобрений в сухую землю. Высокая концентрация солей сжигает нежные корешки. Почва должна быть влажной.

3. Подкормка больных или только что посаженных растений. Сначала нужно вылечить куст и дать ему укорениться (2–3 недели после посадки), и только потом помогать удобрениями.

4. Игнорирование потребностей вида. То, что хорошо для розы, может навредить рододендрону или можжевельнику [1].

Минеральное питание декоративных кустарников – это не просто агротехнический прием, а настоящее искусство. Понимая, зачем нужен каждый элемент и когда его лучше дать, вы сможете управлять ростом и цветением своих растений. Следуйте сезонному календарю, внимательно наблюдайте за состоянием листьев и побегов, и ваш сад отблагодарит вас ярким и здоровым, ухоженным видом на долгие годы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Битюцкий, Н. П. Минеральное питание растений / Н. П. Битюцкий. – Санкт-Петербург : Издательство СПбГУ, 2020. – 540 с.
2. Елешев, Р. Е. Химический состав и минеральное питание растений : учебное пособие / Р. Е. Елешев. – Алматы : Альманах, 2016. – 164 с.

3. Ромодина Л. В. Агрохимия в декоративном садоводстве : учебное пособие / Л. В. Ромодина ; Российский государственный аграрный университет, МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва : Росинформагротех, 2017. – 195 с.
4. Ульянова, О. А. Агрохимия : учебное пособие / О. А. Ульянова. ; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск : КрасГАУ, 2013. – 122 с.
5. Чаховский, А. А. Красивоцветущие кустарники для садов и парков : справочное пособие / А. А. Чаховский. – Минск : Ураджай, 1988. – 143 с.
6. Русаленко, В. Г. Оптимизация режима минерального питания многолетних цветочных культур, используемых в озеленении / В. Г. Русаленко // Труды БГТУ. – 2011. – № 1. – С. 255–257.
7. Ренгартен, Г. А. Питание растений при биологическом земледелии / Г. А. Ренгартен // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 51–55.
8. Пычков, М. В. Оценка декоративных сортообразцов черёмухи в Кировской области / М. В. Пычков, Г. А. Ренгартен // Современные проблемы озеленения городской среды : материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической студенческой конференции, Новосибирск, 14–15 апреля, 2022 года. – Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. – С. 101–104. – EDN RBEMVC.
9. Ренгартен, Г. А. Биологизация почвы и удобрения в севообороте / Г. А. Ренгартен, С. Л. Коробицын // Проблемы агрохимии и экологии - от плодородия к качеству почвы : материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию выдающегося деятеля науки, классика отечественной школы агрохимии, академика РАН Василия Григорьевича Минеева, Москва, 07–08 сентября 2021 года / под редакцией В. А. Романенкова. – Москва : Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, 2021. – С. 153–156. – EDN EEPZAE.
10. Пестрикова, Ю. В. Диагностика питания растений / Ю. В. Пестрикова // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета, Вятский государственный агротехнологический университет, 30 мая 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 141–146.
10. Ренгартен, Г. А. Биологизация плодородия почвы и влияние удобрений в садах / Г. А. Ренгартен // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2021. – Т. 33. – С. 59–62.
11. Ренгартен, Г. А. Селекция рябины на декоративность в мире / Г. А. Ренгартен // Мелиорация почв для устойчивого развития сельского хозяйства :

материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения профессора Александра Филипповича Тимофеева. – 2019. – С. 193–198.

12. Ренгартен, Г. А. Селекция рябины как декоративной культуры в России и европейских странах / Г. А. Ренгартен, В. Н. Сорокопудов // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 6 (147). – С. 9–15.

13. Ренгартен, Г. А. Селекция рябины как декоративной культуры в странах мира / Г. А. Ренгартен // Доклады ТСХА. – 2019. – С. 588–593.

УДК 579.64

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM VULGARE* L.) К БОЛЕЗНЯМ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Коротких А. И.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
anastasi0301@yandex.ru*

Аннотация. В статье представлены экспериментальные данные, полученные при изучении различных методов иммунизации *Hordeum vulgare* L. для повышения устойчивости к фитопатогенным заболеваниям, в частности, к фузариозу злаковых. В контролируемых условиях с созданием искусственного инфекционного фона было показано, что различные способы повышения устойчивости ячменя к болезням демонстрируют разную степень протективной активности в отношении гриба *Fusarium culmorum*. Так, наибольший положительный эффект и высокую антагонистическую активность показала предпосевная обработка семян ячменя культуральными жидкостями бактерий *Bacillus mycoides* и микромицета *Trichoderma* sp. Среди рассмотренных в статье методов именно биологическая обработка семян культурами микроорганизмов является наиболее целесообразной для предпосевной иммунизации ячменя, обеспечивающей повышение устойчивости растений к патогенам.

Ключевые слова: предпосевная обработка, иммунизация, антагонистическая активность, фитопатоген, биопрепарат

Возникновение и распространение инфекционных заболеваний и повреждение растений вредителями обусловлено одновременным действием трех основных компонентов: инвазионного начала (возбудителя болезни или вредителя), восприимчивого растения-хозяина, а также совокупности внешних условий, способствующих развитию вредных организмов.

Устойчивость растений к патогенам в значительной мере модулируется комплексом абиотических экологических факторов, включая микроклиматические показатели (температура, свет, влажность) и эдафические условия (аэрация, кислотность, наличие и баланс элементов минерального питания). Они могут понижать или повышать устойчивость к тем или иным болезням и вредителям, а также влиять на жизнеспособность фитофагов и

фитопатогенов, усиливая или ослабляя их агрессивность. Применяя комплекс агротехнических мер на разных этапах вегетации, человек может существенно видоизменять условия среды, тем самым воздействуя на взаимоотношения растений с вредными организмами [1, 2].

К числу основных агротехнических приемов, повышающих устойчивость растений, относятся: применение удобрений, систематическая прополка выращиваемой культуры, рыхление почвы, полив почвы в засушливую погоду, выращивание растений в контролируемых условиях (теплицы, парники и т. п.), омолаживающая обрезка ветвей (для снижения вероятности развития болезней и вредителей, приуроченных к возрастным тканям) и др.

Для иммунизации могут применяться и физические методы (облучение посевного материала ультрафиолетом, обработка ультразвуком, термическая обработка растений, замазка поврежденных частей ствола и ветвей деревьев специальными составами и т. п.) [3].

Одним из распространенных способов повышения устойчивости растений к вредителям и болезням является применение специальных веществ – иммунизаторов. По своему происхождению они могут быть биологической и химической природы. Наиболее часто в практике защиты растений используют химические иммунизаторы – соединения, которые могут проникать в растения, ассимилироваться ими, оказывать влияние на обмен веществ, повышая тем самым устойчивость к паразиту не только в год применения, но и в последующих поколениях.

В связи с интенсивным развитием молекулярной генетики и ее достижениями в последнее время в практику повышения устойчивости растений все чаще стали внедрять биологические методы, а также методы генной инженерии. При создании генетически модифицированных растений в их геном добавляются фрагменты, повышающие устойчивость к вредным организмам. К примеру, в растительный геном могут быть введены кодирующие иммуноглобулины гены, экспрессия которых приводит к образованию антител или их фрагментов, способных функционировать в растении, создавая в конечном итоге эффект наподобие вакцинации [4].

Принцип вакцинации, успешно реализуемый в медицине и ветеринарии, применим и в растениеводстве. Экспериментально подтверждено, что биологическая иммунизация с использованием специфических культуральных биопрепаратов значительно повышает устойчивость растений к фитопатогенам [5–8].

Эффективность перечисленных методов иммунизации не является абсолютной величиной. Практика показывает, что она сильно варьирует и зависит от трех основных переменных: биологических особенностей культуры, типа почв и складывающихся климатических условий. Данное обстоятельство обуславливает актуальность пересмотра и обновления рекомендаций по применению методов повышения устойчивости растений применительно к конкретным сельскохозяйственным культурам.

Цель работы – сравнить различные способы повышения устойчивости растений ячменя к болезням в контролируемых условиях при создании искусственного инфекционного фона.

В качестве объекта исследований были взяты семена ячменя *Hordeum vulgare* L.

Для оценки повышения устойчивости растений ячменя были выбраны следующие способы предпосевной иммунизации: физический метод (облучение посевного материала ультрафиолетом), химический метод (обработка посевного материала препаратом Эпин-Экстра) и биологический метод (обработка посевного материала коммерческими биопрепаратами в сочетании с культуральными жидкостями микроорганизмов). Предпосевную обработку семян проводили в соответствии с установленными рекомендациями (УФ) и инструкциями (коммерческие биопрепараты).

Культуры микроорганизмов *Bacillus mycoides* и микромицет *Trichoderma* sp. были выделены с различных поверхностей растительного материала: штамм бактериальной культуры *B. mycoides*, выделен с корней гербаризированного в 1964 г. птицемлечника зонтичного (*Ornithogalum umbellatum* L.), культура микромицета *Trichoderma* sp. – культура микромицета *Trichoderma* sp., – из ризосферы гербарного образца растения 120-летней давности лютика ядовитого (*Ranunculuss celeratus*) [9, 10]. Культуральные жидкости для предпосевной обработки семян ячменя готовили в соответствии с отраслевым стандартным образцом мутности бактериальных взвесей серии S-2/5-010719 на 10 микробных единиц (МЕ) (10 МЕ соответствует концентрации $0,11 \cdot 10^9$ КОЕ/мл).



Рисунок 1 – Рост и развитие ячменя в контейнерах с песком с искусственно созданным инфекционным фоном

Для создания инфекционного фона песок инфицировали фитопатогенными грибами рода *Fusarium* – возбудителями инфекционного полегания сеянцев, используя смывы выросшего газона культуры с чашек Петри. Для посадки иммунизированных растений использовали одноразовые контейнеры с инфицированным песком, для каждого варианта проводили высадку 30 шт. семян ячменя (рисунок 1). В течение 7–10 суток контролировали влажность субстрата во избежание подсыхания и гибели появляющихся проростков. При снятии опыта отмечали количество взошедших растений (здоровых, пораженных, погибших), невзошедших растений и рассчитывали распространённость болезни в % по формуле

$$P = \frac{100 \cdot n}{N}$$

где P – распространённость болезни в %; n – количество больных растений (сумма поражённых, погибших и невзошедших), шт.; N – общее количество семян, использованных в варианте опыта.

В результате эксперимента была выявлена различная степень устойчивости ячменя к искусственному инфекционному фону (таблица). При этом вариант с применением КЖ *B. tuscoides* для предпосевной обработки семян показал максимальную сохранность всходов (29 шт.), существенно опередив по данному показателю как контроль (26 шт.), так и остальные испытываемые варианты.

Таблица 1 – Сравнительная оценка различных способов иммунизации ячменя с искусственным созданием инфекционного фона

Вариант	Количество высеянных семян, шт.	Количество взошедших растений, шт.			Невзошед- ших растений, шт.	Распростра- ненность болезни, %
		Здоровых	Поражённых	Погибших		
I Контроль (без обработки)	30	26	1	0	3	13,3
II УФ	30	25	3	0	2	16,7
III Триходерма вериде	30	25	5	0	0	16,7
IV Фитоспорин-М	30	22	7	0	1	26,6
V ФитоХелп Биокomплекс-БТУ	30	24	3	2	1	20

VI Эпин-экстра	30	16	9	3	2	46,6
VII КЖ <i>B. mycoides</i>	30	29	1	0	0	3,3
VIII КЖ <i>Trichoderma</i> sp.	30	27	2	0	1	10

Лидирующие позиции по снижению как степени пораженности, так и распространенности грибного патогена заняли варианты с иммунизацией семян КЖ *B. mycoides* и *Trichoderma* sp., что свидетельствует об их высокой защитной эффективности (рисунок 2). Наблюдаемый антагонистический эффект, по-видимому, объясняется возрастным состоянием культур: свежие, активно метаболизирующие клетки продуцируют большее количество ингибирующих соединений.

Минимальный уровень защиты от инфекции зафиксирован при использовании препарата Эпин-экстра, где доля пораженных семян составила около 50 %, что на 36 % превышает контрольную цифру.

Физический метод иммунизации семян (обработка ультрафиолетовым излучением) в нашем опыте оказался менее эффективным: степень пораженности семян оказалась на 3 % выше, чем в контроле.

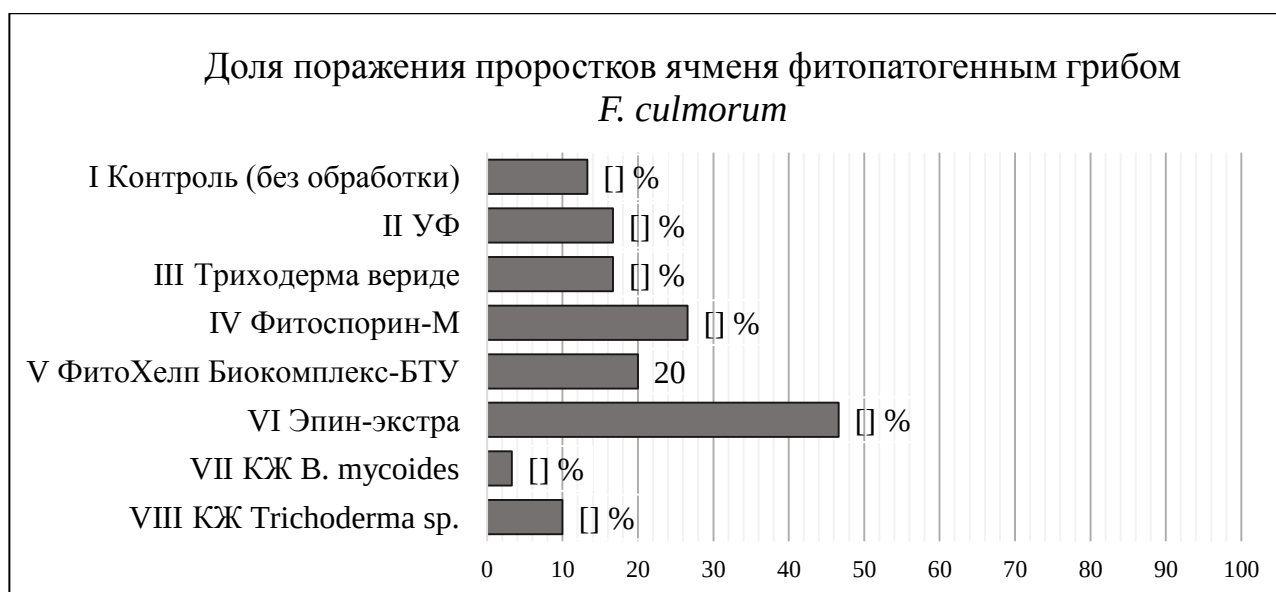


Рисунок 2 – Распространённость инфицирования *Fusarium culmorum*
в зависимости от метода иммунизации

Таким образом, сравнительная оценка различных способов повышения устойчивости растений ячменя к болезням в контролируемых условиях при создании искусственного инфекционного фона показала наибольшую эффективность при предпосевной обработке культуральными жидкостями *B. mycoides* и микромицета *Trichoderma* sp.

Экспериментально обоснована целесообразность применения культур микроорганизмов для предпосевной иммунизации ячменя, обеспечивающей повышение устойчивости растений к патогенам. Выделенные штаммы микроорганизмов представляют интерес для дальнейших исследований с целью разработки на их основе биопрепаратов, обладающих антагонистическим действием против возбудителей фузариоза ячменя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ступин, А. С. Абиотический стресс и патология растений / А. С. Ступин // Инновационный вектор развития отечественного АПК : материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н. В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань : Рязанский ГАТУ, 2023. – С. 446-451. – EDN NASFST.
2. Андреев, Л. Н. Физиологические аспекты устойчивости растений к абиотическим и биотическим факторам при интродукции растений / Л. Н. Андреев // Бюллетень Главного ботанического сада. – 1992. – № 166. – С. 18–22.
3. Байкеева, С. Х. Анализ использования физических методов обработки почвы / С. Х. Байкеева // Прикаспийский международный молодежный научный форум агропротехнологий и продовольственной безопасности 2023 : материалы форума, Астрахань, 27–28 апреля 2023 года / под редакцией: А. С. Дулиной, С. Х. Байкеевой, В. В. Зайцева. – Астрахань : Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева, 2023. – С. 3–4. – EDN SFYHGN.
4. Асадуллин, Н. М. Применение генной инженерии в сельском хозяйстве и возможности её развития в долгосрочной перспективе / Н. М. Асадуллин, Н. Р. Гилязов // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики : материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора экономических наук, профессора Н. С. Каткова, Казань, 20–21 февраля 2025 года. – Казань : Казанский ГАУ, 2025. – С. 249–257. – EDN WSHUXA.
5. Бактерии р. *Bacillus* как антагонисты фитопатогенных грибов / А. И. Коротких, Ю. С. Забубенина, Л. И. Домрачева, Т. К. Шешегова // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров : Вятский государственный университет, 2021. – Кн. 2. – С. 26–29.
6. Короткова, А. В. Использование различных биоагентов для подавления грибных инфекций *Lupinus angustifolius* / А. В. Короткова, А. И. Коротких, А. Л. Ковина // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи : сборник статей по материалам XI Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции молодых ученых, посвященных 75-летию

Курганской ГСХА имени Т. С. Мальцева. – Курган : Курганская ГСХА им. Т. С. Мальцева, 2019. – С. 28–33.

7. Трефилова, Л. В. Фитосанитарное действие цианобактерий / Л. В. Трефилова // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 115-летию со дня рождения профессора Эмилии Адриановны Штиной. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 82–86.

8. Трефилова, Л. В. Опыт применения биоагентов для борьбы с фитопатогенами / Л. В. Трефилова // Актуальные тенденции в развитии агрономической науки : сборник Международной научно-практической конференции, посвящённой 85-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора, академика РАН, заслуженного деятеля науки России Г. П. Гамзикова, Новосибирск, 30 января 2023 года. – Новосибирск : Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2023. – С. 246–250. – EDN YRANKN.

9. Антимикробная активность микромицета *Trichoderma* sp., выделенного из ризосферной почвы лютика ядовитого (*Ranunculus sceleratus*) / Л. И. Домрачева, А. Л. Ковина, А. И. Малинина, А. Л. Люкина // Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский государственный университет, 2019. – С. 217–219.

10. Коротких, А. И. Рострегулирующая активность бактерии *Bacillus mycoides*, сохранившейся на корнях гербарного образца птицемлечника / А. И. Коротких, Е. Л. Трухина, Л. И. Домрачева // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский государственный университет, 2023. – С. 242–246.

УДК 631.811.1:635.9

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ДЛЯ СПИРЕИ ЯПОНСКОЙ: ЗНАЧЕНИЕ И КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ

Пестрикова Ю. В.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
pestrikova.yulya@yandex.com*

Аннотация. Данная статья посвящена изучению особенностей минерального питания спиреи японской (*Spiraea japonica* L.) в условиях открытого грунта. Рассматриваются основные элементы питания, их биологическая значимость и оптимальные нормы внесения удобрений для поддержания здорового роста и цветения культуры. Приведены практические

рекомендации по применению минеральных подкормок для увеличения продуктивности и декоративности растений.

Ключевые слова: спирея японская, минеральное питание, удобрения, декоративные растения, ландшафтный дизайн

Введение

Спирея японская представляет собой популярное растение (рисунок –1), широко используемое в садовом дизайне благодаря своей неприхотливости и длительному периоду цветения. Однако успешное выращивание требует внимательного подхода к вопросам агротехники, одним из важнейших компонентов которой является правильное обеспечение растения необходимыми макро- и микроэлементами.

Недостаточное количество питательных веществ может привести к снижению интенсивности цветения, ухудшению общего состояния растения и замедлению темпов роста. Напротив, правильно подобранная система удобрения способствует активизации жизненных процессов, повышает устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды и улучшает декоративные характеристики [1].



Рисунок 1 – Спирея японская

Цель настоящей работы состоит в обобщении современных научных представлений о потребностях спиреи японской в элементах минерального питания и разработке практических рекомендаций по поддержанию оптимального уровня обеспеченности растениями этими веществами.

Методы исследования

Проведен литературный обзор отечественных и зарубежных публикаций по теме минерального питания декоративных растений. Используются методы

статистической обработки данных, полученные в результате экспериментов по внесению удобрений в открытом грунте.

Экспериментальная база включала ряд объектов, расположенных в Центральном регионе России, характеризующихся различными почвенными условиями. Изучались изменения биохимических показателей растений, динамика прироста надземной массы и показатели урожайности (количество бутонов и продолжительность цветения).

Основные исследуемые элементы минерального питания включают азот, фосфор, калий, кальций, магний, серу, железо, марганец, цинк и бор.

Азот необходим для синтеза белков и нуклеиновых кислот, влияет на рост вегетативной части растения. Недостаток азота проявляется задержкой роста, пожелтением листьев и уменьшением количества бутонов. Перебор азотом ведет к чрезмерному росту зеленой массы и ослаблению устойчивости к болезням.

Оптимальным считается внесение азота в форме аммиачной селитры или карбамида весной перед началом вегетационного периода. Рекомендуемая норма составляет около 10 г/м² действующего вещества [2].

Фосфор участвует в энергетическом обмене клеток, ускоряет развитие корневой системы и стимулирует образование цветков. Его недостаток выражается в тусклой окраске листьев и слабом развитии корней. Источником фосфора служат суперфосфат и костная мука. Норма внесения примерно равна 8 г/м² ежегодно осенью.

Калий важен для нормального функционирования фотосинтетического аппарата, обеспечивает стойкость растений к засухе и низким температурам. Калийные удобрения вносят в виде сульфата калия или калийной соли в количестве 6-8 г/м² дважды в год: ранней весной и поздней осенью.

Кальций укрепляет клеточную стенку, улучшает структуру почвы и предотвращает хлороз листьев. Рекомендуется вносить известь-пушонку или доломитовую муку каждые два-три года по норме 50-70 г/м².

Магний входит в состав молекулы хлорофилла, поддерживает процессы фотосинтеза. Недостаток магния вызывает межжилковый хлороз старых листьев. Подкормка осуществляется сульфатом магния в дозировке 3-5 г/м² раз в три-четыре года [3].

Основой успешного выращивания спиреи японской служит соблюдение баланса между основными элементами питания и своевременное внесение удобрений. Ниже приведены рекомендации по ежегодному удобрению растений:

- Весной: комплексные минеральные удобрения типа NPK (азот + фосфор + калий) в соотношении 1:1:1 по действующему веществу, дополнительно обогащенные кальцием и магнием.
- Осенью: фосфорно-калийные удобрения с повышенным содержанием фосфора и кальция для укрепления корневой системы и подготовки растения к зимовке.

Удобрения лучше всего применять в жидком виде, предварительно растворяя их в воде согласно инструкции производителя. Важно избегать избытка

удобрений, особенно нитратов, поскольку это может вызвать накопление вредных соединений в почве и негативно сказаться на здоровье растений.

Полученные данные позволят специалистам ландшафтного дизайна выбрать оптимальный режим минерального питания для выращивания спиреи японской. Регулярное и сбалансированное внесение удобрений обеспечит стабильность урожая и продолжительное пышное цветение культуры, повышая привлекательность садов и парков [4].

Следование рекомендациям по внесению удобрений повысит эффективность ухода за растениями, увеличит срок службы посадочного материала и создаст благоприятные условия для развития экосистемы открытых территорий.

Заключение

Обобщённые научные знания о значении и особенностях минерального питания спиреи японской подтверждают необходимость регулярного контроля и соблюдения норм внесения удобрений. Правильно организованная программа подкормок позволит поддерживать высокое качество декоративных характеристик растения, обеспечить стабильный прирост и способствовать сохранению устойчивого состояния популяции в долгосрочной перспективе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гедройц, К. К. Почвенный поглощающий комплекс растение и удобрение / К. К. Гедройц. – Москва : Медиа, 2014. – 605 с.
2. Локальное внесение удобрений / Ю. И. Вахрамеев, Б. А. Главацкий, Н. Г. Овчинникова [и др.] ; под общей редакцией Б. А. Нефедова. – Москва : Росагропромиздат, 1990. – 141 с.
3. Воронина, С. А. Современные подходы к формированию устойчивых древесно-кустарниковых композиций в городской среде / С. А. Воронина // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2024. – № 3 (45). – С. 12–19.
4. Шентерова, Е. М. Цветоводство с элементами ландшафтного дизайна : учебно-практическое пособие / Е. М. Шентерова, М. А. Мазиров, С. И. Зинченко ; Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2021 – 355 с.

УРОЖАЙНОСТЬ МАСЛИЧНОГО ЛЬНА ПРИ ВЛИЯНИИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Пестрикова Ю. В.

Казанский государственный аграрный университет,

pestrikova.yulya@yandex.com

Аннотация. Возделывание льна масличного в центральной части Кировской области. Полученные данные позволяют сделать выводы о наиболее эффективных схемах удобрений для повышения урожайности и качества семян этой культуры. Проведенна оценка влияния удобрений на массу 1000 семян и натуральную массу семян позволила выявить их роль в формировании качественных показателей урожая.

Ключевые слова: лен масличный, структура, масса 1000 семян, коробочка, натура

Лён масличный (*Linum usitatissimum* L.) по праву считается одной из самых древних культур, освоенных человеком. Его популярность обусловлена целым рядом преимуществ: семена растения являются ценнейшим источником высококачественного растительного масла и белка, технология его возделывания не требует особых усилий, а сам лён вносит позитивный вклад в состояние окружающей среды. В результате, эта культура стабильно занимает прочные позиции на мировом рынке сельскохозяйственной продукции [1].

Общая площадь мировых посевов льна колеблется в пределах 2,5–3,2 млн. гектаров. В этой структуре наблюдается явное преобладание масличных форм льна, которые занимают около 84% всех земель. Доля же долгунцовых форм, выращиваемых для производства волокна, приходится лишь 16% [2, 5].

Исследования проводились в 2024 году на базе Агротехнопарка Вятского ГАТУ. Объектом исследований был выбран сорт ВНИИМК 620 ФН рекомендованный для возделывания в Волго-Вятском регионе. Опыт закладывался в четырехкратной повторности. Посев льна проводили в третьей декаде мая, исследования проводились по методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985). Продолжительность вегетационного периода – 107 дней. Годовая сумма осадков составляет 711,6 мм, за период с мая по июль 310-610 мм.

Схема опыта состояла из 10 вариантов, за контроль принят вариант без удобрений. Все научные исследования проводились в лаборатории почвоведения, землеустройства и растениеводства. Варианты опыта представлены ниже.

Опыт был заложен по следующей схеме:

1. Контроль (без удобрений) – вариант 1
2. $N_{32}P_{32}K_{32}$ – вариант 2
3. $N_{32}P_{32}K_{32}S_{21}$ – вариант 3

4. $N_{15}P_{27}K_{54}S_{11}$ – вариант 4
5. $N_{19}P_{38}K_{38}S_{12}$ – вариант 5
6. $N_{18}P_{78}$ +подкормка N_{10}^* – вариант 6
7. $N_{32}P_{32}K_{32}$ +подкормка N_{10}^* – вариант 7
8. $N_{32}P_{32}K_{32}S_{21}$ +подкормка N_{10}^* – вариант 8
9. $N_{15}P_{27}K_{54}S_{11}$ +подкормка N_{10}^* – вариант 9
10. $N_{19}P_{38}K_{38}S_{12}$ +подкормка N_{10}^* – вариант 10

* - некорневая подкормка проведена раствором карбамида в фазу елочки

Целью исследований явилось изучение структуры урожая льна масличного сорта ВНИИМК 620 ФН при внесении разных видов минеральных удобрений.

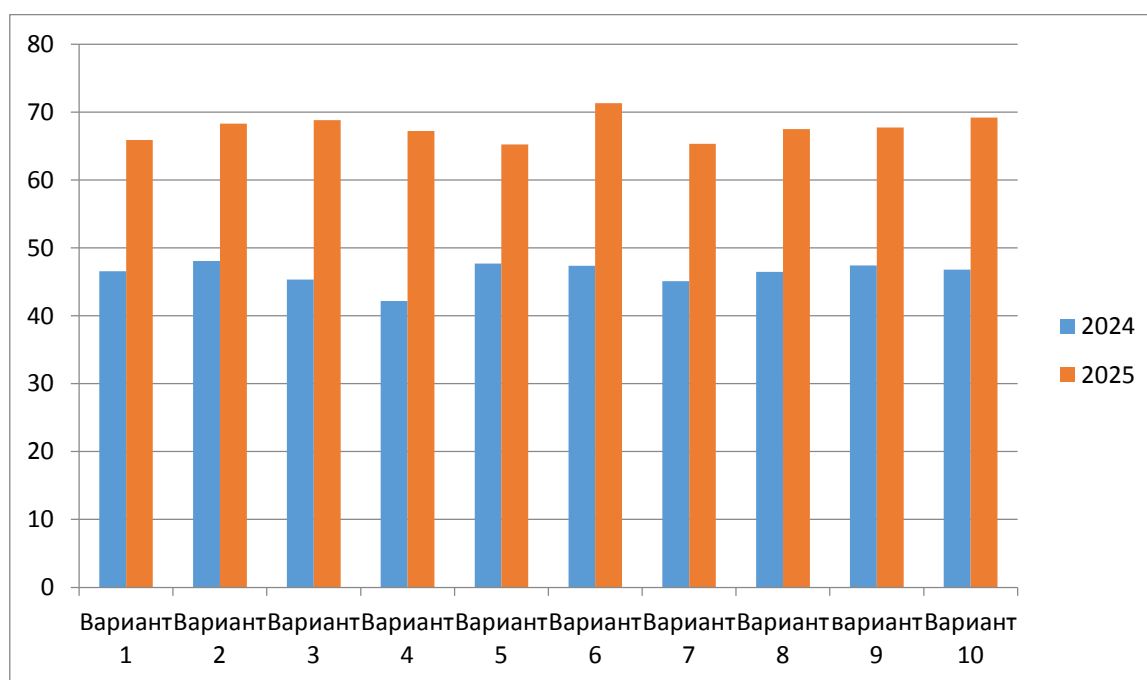


Рисунок 1 – Динамика высоты растений льна масличного, см

Анализ данных на рисунок 1 показывает вариабельность высоты растений испытуемого сорта. В 2024 году высота растений начинается от 42,2 см у варианта 4, максимальное значение наблюдалось 48,05 см – вариант 2 соответственно. У контроля (вариант 1) высота растений составила 46,6 см. В 2025 году максимальная высота растений составила 71,3 см (вариант 6), у остальных вариантов длина растений варьировала от 67,5 – 69,2 см, у контрольного варианта это значение составило 65,9 см.

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на элементы структуры урожая масличного льна

Вариант опыта	Количество коробочек с 1-го растения, шт.	Количество семян в коробочке, шт.	Масса 1000 семян, г	Натура семян, г/л
Вариант 1 (контроль)	17,6	7	8,9	686,9

Вариант 2	15,8	6,6	9,4	689,2
Вариант 3	18,3	6,4	9,2	690,4
Вариант 4	12,8	6,8	9,4	690,2
Вариант 5	26	7,3	9,3	694,4
Вариант 6	25,3	6,1	9,7	692,4
Вариант 7	21,3	6,6	9,7	681,7
Вариант 8	21,9	6,8	9,4	681,9
Вариант 9	25,8	6	9,3	688,2
Вариант 10	24,6	6,9	9,2	687,3
<i>Среднее:</i>	20,9	6,65	9,35	688,3

Исследование, направленное на оценку влияния различных минеральных удобрений на масличный лен, выявило ряд закономерностей, касающихся формирования семенных коробочек, их наполненности, а также массы 1000 семян и натура показателей семян. Полученные данные позволяют сделать выводы о наиболее эффективных схемах удобрений для повышения урожайности и качества семян этой культуры.

В среднем, по всем исследуемым вариантам, растения формировали около 20,9 коробочек. Однако, начиная с пятого варианта и далее (варианты 5-10), наблюдается существенное отличие в количестве семенных коробочек по сравнению с контролем – 17,6 коробочек. Наибольшее количество коробочек в вариантах 5 – 26 коробочек, 9 (25,8 шт.) и 6 (25,3 шт.). Это свидетельствует о том, что определенные комбинации удобрений, начиная с пятого варианта, оказывают значительное стимулирующее воздействие на этот показатель. В то же время, наименьшее количество коробочек с одного растения было зафиксировано у варианта четыре, составив всего 12,8 шт.

Что касается количества семян в одной коробочке, то здесь наблюдается меньшая вариативность. У контрольного варианта среднее количество семян составило 7 шт. Самое наименьшее количество семян в коробочке было отмечено у варианта 9 (6 шт.). Наибольшее содержание семян в коробочке, с показателем 7,3 шт., продемонстрировал вариант 5 [3].

Проведенная оценка влияния удобрений на массу 1000 семян и натуральную массу семян позволила выявить их роль в формировании качественных показателей урожая. Масса 1000 семян определялась с высокой точностью, согласно ГОСТ 12042-80 [4]. Средняя масса 1000 семян по всем вариантам составила 9,35 г. У контрольного варианта этот показатель составил 8,9 г. Вариативность массы 1000 семян в исследуемых вариантах колебалась в пределах от 9,2 до 9,4 г. Наиболее крупные семена были получены при применении минеральных удобрений в следующих комбинациях: вариант 6 ($N_{18}P_{78}$ +подкормка N_{10}) и вариант 7 ($N_{32}P_{32}K_{32}$ +подкормка N_{10}). В обоих случаях масса 1000 семян достигла 9,7 г.

Влияние удобрений на натуральную массу семян оказалось менее выраженным. У контроля натура семян составила 686,9 г/л. Наибольшее значение было зафиксировано у варианта 5, показавшего 694,4 г/л.

По результатам проведенного опыта можно сделать вывод, что все исследуемые минеральные удобрения оказали положительный эффект на масличный лен, способствуя увеличению урожайности и улучшению качества семян. Однако наилучшие показатели были зафиксированы у вариантов с применением внекорневой подкормки (раствором карбамида).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Ф. М. Галкин, В. И. Хатнянский, Н.М. Тишков [и др.]. – Краснодар, 2008. – 191 с.
2. Стаценко, Е. С. Основные направления изучения льна масличного в условиях Кировской области / Е. С. Стаценко // Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве : материалы Международной научно-практической конференции, Курск, 27–28 февраля 2019 года / ответственный редактор И. Я. Пигорев. – Курск : Курская ГСХА им. профессора И. И. Иванова, 2019. – С. 344–348.
- 3 Пестрикова, Ю. В. Влияние почвенно-климатических условий, удобрений на урожайность льна / Ю. В. Пестрикова // Почвы и их эффективное использование : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора, академика РАЕН Ирека Галеевича Юлушева. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 151–154.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Юлушев, И. Г. Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной организации систем земледелия ВКЗП : учебное пособие / И. Г. Юлушев. – Москва : Академический проект, 2005. – 368 с. – ISBN 5-8291-0583-7. – EDN SUKPZL.

УДК 634.75:631.526.32-048.24

МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ИНТЕНСИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Попова О. Д., Ренгартен Г. А.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
rengarten.g@gmail.com*

Аннотация. Статья посвящена анализу трёх основных методов выращивания земляники садовой: в защищённом грунте, на гидропонике и в открытом грунте. Рассматриваются ключевые аспекты каждого метода, их преимущества и недостатки. Описываются элементы интенсивных технологий, направленных на максимизацию урожайности.

Ключевые слова: земляника садовая, защищённый грунт, гидропоника, открытый грунт, интенсивные технологии, мульчирование, фертигация

Введение. Земляника садовая (*Fragaria* × *ananassa*) – одна из наиболее популярных ягодных культур в мире, ценимая за высокие вкусовые качества, питательную ценность и содержание биологически активных веществ. Ягоды богаты витамином С, антиоксидантами, фолиевой кислотой, минералами и пищевыми волокнами, что делает их важным элементом здорового питания и обуславливает устойчивый спрос на продукцию как в свежем виде, так и для переработки.

Цель. Провести сравнительный анализ эффективности методов выращивания земляники садовой (в защищённом грунте, на гидропонике и в открытом грунте) с учётом применения интенсивных технологий; выявить оптимальные условия для максимизации урожайности и экономической целесообразности каждого метода в различных климатических и ресурсных условиях.

Задачи:

1. Изучить современные методы выращивания земляники садовой и ее эволюцию в условиях Кировской области.
2. Проанализировать методы применения интенсивных технологий при разных методах выращивания земляники садовой.
3. Сравнить методы по урожайности, затратам, рискам и сезонности для разработки рекомендаций по выбору оптимального способа.

История культивирования земляники уходит корнями в глубокую древность: дикорастущие виды – лесная, зелёная и мускусная земляника – собирали с древнейших времён. Однако целенаправленное культивирование как сельскохозяйственной культуры началось значительно позже. Ключевой этап в развитии культуры связан с появлением земляники садовой – гибрида, возникшего в Европе в XVIII веке. Он стал результатом спонтанного скрещивания двух американских видов: земляники виргинской (*Fragaria virginiana*), завезённой из Северной Америки в начале XVIII века, и земляники чилийской (*Fragaria chilensis*), которую в 1714 году привёз во Францию из Южной Америки капитан А. Фрезье. Первые успешные опыты по выращиванию нового гибрида с крупными плодами были проведены во Франции, в Версале, в 1750-х годах, и именно это событие положило начало современной культуре земляники садовой [1].

В XIX веке культура получила широкое распространение по всей Европе и достигла России. В этот период началось активное выведение первых сортов, разработка приёмов размножения и изучение требований к условиям выращивания. Значительный вклад в развитие культуры земляники внесли отечественные учёные. Так, Н. И. Кичунов, один из первых российских селекционеров и агрономов конца XIX – начала XX века, занимался акклиматизацией зарубежных сортов в России и разработкой агротехнических приёмов. И. В. Мичурин проводил работы по селекции земляники и создавал

сорта, адаптированные к условиям средней полосы России. В середине XX века советские селекционеры Е. П. Финаев и К. Д. Сергеева создали ряд популярных сортов для промышленного выращивания, а Н. К. Смольянинова, работавшая во Всероссийском селекционно-технологическом институте садоводства и питомниководства (ВСТИСП), стала автором многих сортов, внесённых в Госреестр. Существенный вклад также внесли учёные ВНИИГиСПР им. И. В. Мичурина (г. Мичуринск), проводившие масштабные исследования по селекции, агротехнике и защите растений.

На современном этапе земляника садовая выращивается практически во всех странах с умеренным и тёплым климатом. Согласно данным ФАО ООН, мировое производство превышает 9 млн. тонн в год. Лидерами по объёму производства являются США, Турция, Мексика, Испания, Египет и Россия. Растущий спрос на ягоду и активное развитие агротехнологий делают особенно актуальным поиск наиболее эффективных способов её выращивания с применением интенсивных методов. Основные направления современных исследований включают повышение урожайности и качества ягод, продление сезона плодоношения, снижение производственных затрат и рисков, а также внедрение новых технологий – таких как гидропоника, выращивание в защищённом грунте, капельное орошение, мульчирование и фертигация.

Земляника садовая начала активно распространяться в Кировской области в середине XX века, когда в регионе развивалось колхозное садоводство. В 1930-х годах, с появлением колхозов, началось масштабное внедрение плодовых и ягодных культур, включая землянику. Однако первые попытки выращивания часто сталкивались с проблемами из-за сурового климата: многие сорта гибли из-за недостаточной зимостойкости [3].

Значительный прогресс в адаптации земляники к условиям Кировской области связан с деятельностью Кировского государственного сортоиспытательного участка плодовых и ягодных культур, который был организован в 1956 году в центральной зоне области. С 1970-х годов развитию ягодничества уделялось больше внимания: ягодники закладывались крупными массивами (30–50 га), а специалисты начали напрямую работать с ведущими садоводческими НИИ страны для завоза районированных сортов.

Среди сортов земляники садовой, районированных для Кировской области и дающих хорошую урожайность, можно назвать «Зарю» – раннеспелый сорт, допущенный к использованию в 1974 году, с ягодами среднего размера (6–18 г), кисло-сладкого вкуса и урожайностью 1,2 кг/м². Также зарекомендовал себя сорт «Торпеда» – раннеспелый, с удлинёнными ягодами, у которого первые плоды крупные, но в последующих сборах мельчают. Не уступает им по популярности «Фестивальная» – среднепоздний пластичный и урожайный сорт с крупными круглыми светло-красными ягодами, сладкими с кислинкой. Позднеспелый сорт «Боровицкая» отличается высокорослыми кустами и очень крупными тёмно-красными сладкими транспортабельными ягодами. Раннеспелый высокостойкий сорт «Дарёнка» имеет среднерослый раскидистый куст, урожайность составляет 1,5

кг с погонного метра, а ягоды сердцевидной формы, тёмно-красные, массой до 30 г в первом сборе. Ещё один успешный вариант для региона – сорт «ЗенгаЗенгана» с крупными ягодами (9–10 г), урожайностью до 1,5 кг с куста и 5–7 т/га, обладающими кисло-сладким вкусом.

Также в Кировской области успешно выращиваются некоторые ремонтантные сорта, например «Альбион», «Эви», «Сашенька», «Искушение», «Московский деликатес», «Сластена», «Вкуснятина». Они отличаются продолжительным плодоношением и хорошей зимостойкостью, но требуют более частого полива и подкормки.

При выборе сорта для выращивания в условиях Кировской области (которая относится к зоне рискованного земледелия) важно учитывать не только урожайность, но и зимостойкость, устойчивость к болезням и способность адаптироваться к местным климатическим условиям. Рекомендуется обращаться к актуальным данным Кировского сортоиспытательного участка или местным агрономическим службам для получения информации о наиболее перспективных сортах в конкретный период.

Изучение современных методов выращивания земляники садовой и их эволюции в условиях Кировской области, относящейся к зоне рискованного земледелия, позволяет проследить последовательную адаптацию агротехнологий к специфическим климатическим условиям региона [2].

Традиционным и наиболее распространённым методом выращивания земляники в Кировской области остаётся культивирование в открытом грунте. Исторически этот способ восходит к простым грядкам с минимальной агротехникой, однако в последние десятилетия он существенно трансформировался за счёт внедрения интенсивных технологий. В частности, широкое распространение получили мульчирование чёрной полиэтиленовой плёнкой или агроволокном (что снижает засоренность, сохраняет влагу и повышает температуру почвы) и капельное орошение (обеспечивающее равномерное увлажнение корнеобитаемого слоя и экономное расходование воды). Кроме того, современные схемы подкормок включают фертигацию – внесение водорастворимых удобрений через систему капельного полива, что позволяет точно регулировать питание растений в зависимости от фазы развития. Применение оздоровлённого посадочного материала (в т.ч. рассады класса «фриго») и устойчивых к болезням сортов также повысило надёжность и продуктивность открытого грунта в условиях короткого вегетационного периода и риска возвратных заморозков.

Выращивание земляники в защищённом грунте (в теплицах и плёночных туннелях) стало активно развиваться в Кировской области в последние 20–25 лет как способ преодоления климатических ограничений. Этот метод позволяет получать ранний урожай (на 2–4 недели раньше, чем в открытом грунте) и продлевать сезон плодоношения за счёт создания благоприятного микроклимата. В теплицах чаще используют ремонтантные и нейтрально-дневные сорта (НСД), способные формировать урожай вне зависимости от

длины светового дня. Для оптимизации условий применяют досвечивание фитолампами, регулируют температуру (поддерживая ночью не ниже 10–12° С, днём – 20–22°С) и влажность воздуха (60–70 % во время цветения), а также организуют опыление (с помощью шмелей или ручного встряхивания). В плёночных тоннелях, более доступных по затратам, достигают сходного эффекта за счёт пассивного накопления тепла и защиты от ветра и осадков. Защищённый грунт особенно востребован в фермерских хозяйствах, ориентированных на ранний рынок и премиальное качество ягод [5].

Гидропонный метод выращивания, хотя и менее распространён в Кировской области из-за высоких стартовых затрат и необходимости квалифицированного обслуживания, представляет интерес как перспективная технология для круглогодичного производства. В условиях региона его чаще применяют в зимних теплицах с полным контролем микроклимата. Растения размещают в субстратах (минеральная вата, кокосовые маты, перлит) и обеспечивают питание сбалансированным раствором макро- и микроэлементов с pH 5,8–6,2. Точное регулирование состава раствора, температуры (оптимум 18–22° С), влажности (70–80 %) и освещённости (14–16 часов в сутки) позволяет добиться урожайности до 15 кг/м² и сократить цикл выращивания. Однако для Кировской области этот метод пока остаётся экспериментальным и используется преимущественно в научно-исследовательских целях или в узкоспециализированных хозяйствах с высокой технической оснащённостью [8].

Эволюция методов выращивания земляники в регионе отражает общую тенденцию интенсификации садоводства: от примитивных грядковых посадок – к мульчированным грядкам с капельным орошением, от сезонных укрытий – к круглогодичным теплицам, от почвенной культуры – к контролируемым гидропонным системам. Ключевыми драйверами изменений стали: потребность в раннем урожае и продлении сезона, необходимость снижения рисков, связанных с неблагоприятным климатом, рост спроса на высококачественную ягоду и развитие агротехнологий (включая селекцию зимостойких и продуктивных сортов, автоматизацию микроклимата, точное питание и защиту растений). В результате современные хозяйства Кировской области комбинируют методы в зависимости от масштаба производства, целевого рынка и ресурсных возможностей: открытый грунт с мульчированием – для массового урожая, защищённый грунт – для раннего и продлённого плодоношения, гидропоника – для нишевых и круглогодичных проектов. Такой дифференцированный подход повышает устойчивость отрасли и позволяет максимально использовать потенциал культуры даже в условиях рискованного земледелия [6].

Анализ методов применения интенсивных технологий при различных способах выращивания земляники садовой демонстрирует их существенную роль в повышении продуктивности культуры и оптимизации ресурсопотребления. Комплексное внедрение этих технологий позволяет

нивелировать влияние неблагоприятных факторов среды, особенно в условиях рискованного земледелия, к которым относится и Кировская область.

Мульчирование, реализуемое с применением чёрной полиэтиленовой плёнки, агроволокна или термогидрофобной бумаги, широко используется во всех методах выращивания земляники. В открытом грунте этот приём снижает трудоёмкость агротехнических мероприятий за счёт подавления роста сорной растительности, сокращает потери влаги через испарение и повышает температуру верхнего слоя почвы на 2–4⁰ С, что особенно важно в ранневесенний период. В защищённом грунте мульчирование дополнительно стабилизирует температурный режим корневой зоны и снижает влажность воздуха, уменьшая риск развития грибных патогенов. На гидропонных установках мульча защищает субстрат от пересыхания и перегрева, а также препятствует загрязнению питательного раствора частицами среды.

Капельное орошение в сочетании с фертигацией – внесением водорастворимых удобрений через систему капельного полива – является ключевым элементом интенсификации во всех технологиях возделывания земляники. Этот метод обеспечивает точное дозирование воды и питательных веществ непосредственно в корнеобитаемую зону, минимизируя потери и снижая риск ожогов листьев. В условиях открытого грунта фертигация позволяет адаптировать питание растений к фазам развития: на этапе отрастания листьев увеличивают долю азота, в период цветения и плодоношения – фосфора и калия. В теплицах и гидропонных системах технология даёт возможность полностью контролировать минеральное питание, корректируя состав раствора в зависимости от физиологического состояния растений и микроклиматических условий. При гидропонном выращивании фертигация выступает основой агротехники, поскольку питание поступает исключительно через раствор с оптимальным соотношением макро- и микроэлементов и pH 5,8–6,2.

Использование оздоровлённого посадочного материала, в частности рассады «фриго» различных классов (А, А+, WB), а также элитных сортов (суперэлита, элита А и Б), существенно повышает урожайность и фитосанитарную устойчивость насаждений. Рассада «фриго», хранящаяся в холодильных камерах при температуре 0–2⁰ С, позволяет гибко планировать сроки посадки и получать урожай в заданные периоды. Её применение особенно эффективно в защищённом грунте и при конвейерном производстве ягод. Элитные посадочные материалы, свободные от вирусных и бактериальных инфекций, обеспечивают более высокую продуктивность и однородность насаждений, что критично для промышленного производства [4].

Интегрированная система защиты растений, сочетающая химические, биологические и агротехнические методы, играет важную роль в поддержании здоровья насаждений. В открытом грунте и теплицах она включает профилактические обработки фунгицидами, применение биопрепаратов на основе *Bacillus subtilis* и *Trichoderma*, использование энтомофагов против

вредителей (например, *Amblyseius swirskii* против паутинного клеща), а также соблюдение севооборота и удаление поражённых растений. В гидропонных системах риск заражения фитопатогенами существенно ниже благодаря отсутствию почвы, однако необходим строгий контроль качества питательного раствора и стерильности субстрата.

Подбор сортов интенсивного типа («Азия», «Сенсация», «Вивальди», «Кент» и др.) – ещё один важный элемент интенсификации. Такие сорта характеризуются высокой продуктивностью (до 1,5 кг с куста), хорошей транспортабельностью, устойчивостью к основным болезням (фитофторозу, серой гнили) и адаптивностью к интенсивным технологиям. Они оптимально подходят для защищённого грунта и гидропоники, где раскрывают свой потенциал за счёт контролируемых условий, но также успешно возделываются в открытом грунте с применением мульчирования и фертигации.

Комбинация интенсивных технологий подбирается дифференцированно в зависимости от целей выращивания. Для промышленного производства приоритетны максимальная урожайность и рентабельность, поэтому применяют полный комплекс мер: мульчирование, фертигацию, оздоровлённый посадочный материал и интегрированную защиту. В личных подсобных хозяйствах акцент смещается на снижение трудозатрат и экологичность, что предполагает использование мульчи, капельного полива и биологических средств защиты. В декоративном выращивании важны компактность растений и качество ягод, поэтому выбирают низкорослые сорта и ограничиваются базовыми приёмами мульчирования и локального орошения. Такой дифференцированный подход обеспечивает высокую эффективность возделывания земляники садовой независимо от выбранного метода выращивания [6].

Сравнительный анализ методов выращивания земляники садовой по ключевым параметрам – урожайности, затратам, рискам и сезонности – позволяет объективно оценить преимущества и ограничения каждого подхода в условиях современного агропроизводства (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика методов выращивания земляники садовой

Параметр	Защищённый грунт	Гидропоника	Открытый грунт
Урожайность	Высокая (8–12 т/га)	Очень высокая (12–15 т/га)	Средняя (4–7 т/га), с интенсивными технологиями – до 10 т/га
Затраты	Высокие (строительство теплиц, отопление, освещение)	Высокие (оборудование, питательный раствор, электроэнергия)	Средние (подготовка почвы, уход, орошение)
Риск болезней	Средний (требуется профилактика)	Низкий (отсутствие почвы снижает риск заражения)	Высокий (зависит от погоды, распространённость)

			вредителей)
Сезонность	Продлённый сезон (ранний урожай, возможность круглогодичного выращивания)	Круглый год	Зависит от климата (обычно май–октябрь)
Контроль условий	Высокий (регулирование температуры, влажности, освещения)	Максимальный (полный контроль среды)	Низкий (зависит от природных условий)
Основные преимущества	Ранний урожай, защита от холода, продление сезона	Высокая урожайность, низкий риск болезней, круглогодичное производство	Низкие затраты, простота технологии, подходит для больших площадей
Основные ограничения	Высокие капитальные вложения, энергозатраты	Высокие стартовые затраты, необходимость квалифицированного обслуживания	Зависимость от погоды, высокий риск болезней, ограниченная сезонность

При выращивании в защищённом грунте (в теплицах и плёночных туннелях) достигается высокая урожайность на уровне 8–12 т/га, что обусловлено созданием оптимальных микроклиматических условий и возможностью регулирования сроков плодоношения. Этот метод требует значительных первоначальных и эксплуатационных затрат, включающих строительство и обслуживание теплиц, затраты на отопление в холодное время года и искусственное освещение для продления светового дня. Риск развития болезней оценивается как средний: несмотря на контролируемые условия, существует вероятность распространения патогенов, что требует регулярной профилактической обработки растений. Сезонность при таком способе существенно продлена – можно получать ранний урожай и даже организовать круглогодичное производство при полном оснащении теплицы системами климат-контроля. Уровень контроля условий здесь высокий: возможно регулировать температуру (поддерживать оптимальные 18–22° С днём и 10–15°С ночью), влажность воздуха (60–70%) и освещённость, что положительно сказывается на качестве и количестве ягод [7].

Гидропонный метод демонстрирует самую высокую урожайность – до 12–15 т/га – за счёт полного контроля питательного режима и микроклимата. Однако он сопряжён с высокими затратами на оборудование (гидропонные установки, системы подачи раствора, датчики контроля), закупку и приготовление питательного раствора с оптимальным соотношением макро- и микроэлементов (азот, фосфор, калий, магний и микроэлементы), а также на электроэнергию для поддержания освещения, температуры и циркуляции раствора. Риск поражения болезнями и вредителями при гидропонике минимален из-за отсутствия почвы – основного источника инфекций.

Сезонность практически отсутствует: при наличии отапливаемой теплицы и досвечивания культура может плодоносить круглый год. Контроль условий максимальный – все параметры среды (состав раствора с рН 5,8–6,2, температура раствора и воздуха, влажность, освещённость) регулируются автоматически, что обеспечивает стабильное развитие растений и равномерное плодоношение.

Выращивание в открытом грунте характеризуется средней урожайностью 4–7 т/га; при применении интенсивных технологий (мульчирование, капельный полив, фертигация, использование оздоровлённого посадочного материала) показатель может достигать 10 т/га. Затраты на такой способ умеренные и включают подготовку почвы, внесение удобрений, установку систем орошения и мульчирующих материалов. Риск болезней и вредителей высокий и напрямую зависит от погодных условий: дождливая погода способствует развитию серой гнили и фитофтороза, а жаркий и сухой период – распространению земляничного клеща. Сезонность выражена чётко и определяется климатом региона: в большинстве случаев плодоношение приходится на период с мая по октябрь. Контроль условий минимальный и ограничивается агротехническими приёмами – невозможно кардинально изменить температуру или влажность, поэтому успех во многом зависит от природных факторов [4].

На основе проведённого анализа можно сформулировать рекомендации по выбору метода выращивания (таблица 1). Для промышленного производства в регионах с холодным климатом предпочтительны теплицы с мульчированием и капельным поливом: они обеспечивают ранний урожай и защиту от неблагоприятных погодных условий. Для круглогодичного производства в контролируемых условиях оптимальна гидропоника, несмотря на высокие стартовые инвестиции, – она гарантирует высокую урожайность и низкий риск болезней. В южных регионах с благоприятным климатом экономически оправдано выращивание в открытом грунте с применением интенсивных технологий: это снижает затраты и позволяет получить хороший урожай. Для малых площадей и декоративного выращивания подходят вертикальные системы или контейнеры – они экономят место, хотя и требуют повышенного внимания к уходу и питанию растений.

Выводы: 1. Современные методы выращивания земляники садовой (защищённый грунт, гидропоника, открытый грунт) имеют разную историю развития и степень технологичности. Защищённый грунт и открытый грунт – традиционные способы, эволюционировавшие с применением интенсивных технологий, гидропоника – инновационный метод с высоким потенциалом.

2. Интенсивные технологии (мульчирование, капельный полив, фертигация, оздоровлённый посадочный материал) повышают эффективность всех методов. Их комбинация позволяет адаптировать выращивание под конкретные цели и условия.

3. По результатам сравнения, гидропоника обеспечивает максимальную урожайность и контроль условий, но требует высоких затрат. Защищённый грунт подходит для продления сезона в холодных регионах, а открытый грунт с

интенсивными технологиями – для экономичного выращивания в благоприятном климате. Выбор метода должен учитывать климатические условия, масштаб производства и целевые показатели урожайности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инновационные технологии возделывания земляники садовой : научно-практическое издание / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Москва : Росинформагротех, 2010. – 84 с. – ISBN 978-5-7367-0741-6.
2. Кадырова, Д. И. Урожайность земляники садовой в зависимости от сортовых особенностей / Д. И. Кадырова, Л. В. Лящева ; Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень) // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 3. – С. 39–45.
3. Корнацкий, С. А. Инновации при выращивании рассады земляники в защищенном грунте / С. А. Корнацкий // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2017. – Т. 4, № 1-2. – С. 63–66.
4. Патент № 2847350 С1 Российская Федерация, МПК А01Н 4/00. Способ получения оздоровленного посадочного материала земляники садовой ремонтантной методом микроклонирования : заявл. 02.09.2024 : опубл. 03.10.2025 / П. С. Тимшина, Е. Ю. Савиных, Д. Е. Яговкина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Вятский государственный агротехнологический университет". – EDN XVXVKD.
5. Применение биологически активных веществ для повышения эффективности культивирования ремонтантной земляники в условиях гидропоники / Е. М. Егорова, Ф. Д. Таумурзаева, Е. И. Степанян, А. А. Абрегов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. – 2022. – № 4 (38). – С. 7–14.
6. Ренгартен, Г. А. Интенсивное садоводство. Интенсивные сорта плодовых культур, требования к ним / Г. А. Ренгартен // Modern research and development 2022 : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Петрозаводск, 2022. – С. 149–154.
7. Ренгартен, Г. А. Новый приём в технологии возделывания земляники сорта Лорд / Г. А. Ренгартен // Актуальные вопросы аграрной науки: теория и практика : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию агрономического факультета. – Киров : Вятский ГАТУ, 2014. С. 178–182.
8. Пестрикова, Ю. В. Выращивание микрозелени в современной урбанистической среде / Ю. В. Пестрикова, А. Л. Половникова // Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 75-летию со дня образования агрономического факультета

УДК 579.6:582.28

ВНЕСЕНИЕ ХЕЛАТИРОВАННОГО МАГНИЯ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ БИОМАССЫ ЛЕКАРСТВЕННОГО ГРИБА ТРУТОВИКА СЕРНО-ЖЕЛТОГО

Попыванов Д. В.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
1fast@mail.ru*

Аннотация. Проведено погружное культивирование лекарственного гриба в жидкой питательной среде на основе пивного суслу с внесением в питательную среду хелатированных ионов магния. Отмечен положительный эффект на увеличение биомассы при внесении хелатированного магния в концентрации ионов 40 мг/л. Обогащенная магнием биомасса *L. sulphureus* может служить основой для разработки функциональных пищевых ингредиентов и прототипов нутрицевтических продуктов.

Ключевые слова: биотехнология, базидиомицеты, нутрицевтики, *laetiporus*

Грибы обладают высокой толерантностью к ионам металлов благодаря механизмам биосорбции, биоаккумуляции и трансформации, где мицелий выступает в роли естественного биоаккумулятора. Доказана эффективность хелатов металлов в оптимизации минерального питания базидиомицетов. Практическая ценность проявляется в ускорении освоения субстрата, обеспечении стабильного плодоношения на бедных питательных средах и возможности обогащения плодовых тел и мицелия съедобных грибов микроэлементами для разработки функциональных продуктов питания.

В литературе есть сведения о стимулирующем действии аспартатов меди, марганца и цинка на рост мицелия, плодообразование, биохимические параметры и антибактериальную активность погруженных культур *Ganoderma lucidum*, *Polyporus umbellatus*, *Laetiporus sulphureus*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus*. У *Laetiporus sulphureus* и *Ganoderma lucidum* введение аспартата марганца повышало содержание полифенолов на 25–40% относительно контроля, вероятно, за счет активации ферментов фенилпропаноидного пути [1]. Культуральная жидкость грибов также оказывает влияние на жизнеспособность растений [2].

Многочисленные исследования демонстрируют положительное влияние экстрактов *Laetiporus sulphureus* на здоровье человека благодаря их

антиоксидантной, антибактериальной, противораковой активности, а также способности регулировать метаболизм и пищеварение.

В плодовых телах трутовика серно-желтого выявлено высокое содержание фенольных соединений (до 4,5% от сухой массы), обеспечивающее антимикробное и радиопротекторное действие. Белковый профиль включает все незаменимые аминокислоты, повышая пищевую ценность. Липидсинтезирующая способность отдельных штаммов *L. sulphureus* достигает 24% от сухой массы мицелия, что делает этот вид лидером среди культивируемых базидиомицетов по накоплению липидов. Жирнокислотный состав липидов представлен незаменимыми кислотами (сумма 83–88%), с преобладанием линолевой кислоты (57–77%) [3-5].

Материалы и методы. В работе использовали штамм *L. sulphureus* NV (GenBank: ON130354.1). Штамм хранится в коллекции лаборатории биотехнологических методов селекции сельскохозяйственных растений ФГБНУ «ФАНЦ Северо-Востока». Культура гриба поддерживается на скошенном сусло-агаре в стеклянных пробирках при температуре 4°C в холодильнике. Глубинное культивирование гриба проводили в жидкой питательной среде на основе пивного сусла (pH = 4.9), разведенного до 4° по Баллингу, в колбах Эрленмайера объемом 250 мл. В зависимости от варианта, в 100 мл жидкой питательной среды вносили 10, 20, 40 и 60 мг/л ионов магния Mg^{2+} (хелатор - этилендиамин-тетрауксусная кислота). Для инокуляции жидкой среды брали 10-ти суточную культуру гриба на чашке с сусло-агаром. Манипуляции проводили с соблюдением правил асептики в ламинарном боксе. Инкубацию колб с культурой гриба осуществляли при температуре $24 \pm 2^\circ C$ на орбитальном шейкере.

Результаты и обсуждение. Ионы Mg^{2+} в диапазоне исследованных концентраций (0–60 мг/л) оказали положительное влияние на накопление биомассы *L. sulphureus*. Согласно данным литературы, поглощение элементов мицелием может зависеть от многих факторов, включая физиологическую потребность в них (рисунок 1).

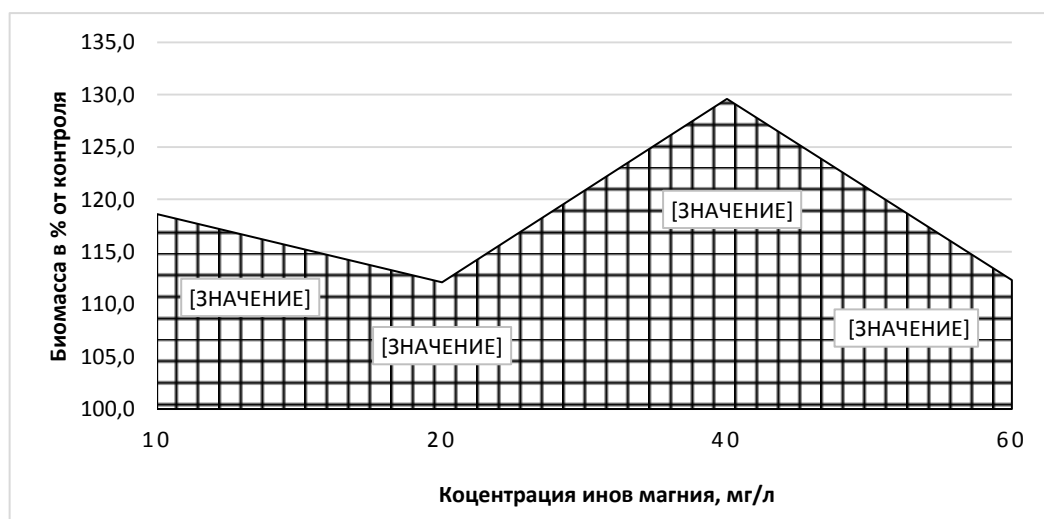


Рисунок 1 – Биомасса мицелия *L. sulphureus* при культивировании на жидкой среде с внесением хелата магния, % от контроля

Концентрации 10, 20 и 60 мг/л ионов магния привели к увеличению биомассы на 12-18% относительно контроля. В концентрации 40 мг/л наблюдалось наибольшее увеличение биомассы трутовика серно-желтого (на 29%).

Полученные данные характеризуются новизной, так как изучением влияния хелатированных металлов на рост грибов посвящено недостаточно публикаций. Большинство исследований направлено на изучение неорганических соединений магния (сульфаты, хлориды), так, на погружных культурах других ксилотрофных грибов рода Вешенки: *Pleurotus citrinopileatus*, *P. djamon* и *P. pulmonarius* установлено их существенное влияние (до 30% относительно контроля) на накопление мицелиальной биомассы. В аналогичных исследованиях на культуре *Ganoderma lucidum* выявлено увеличение биомассы в 2,5 раза при увеличении концентрации сульфата магния до 3 г/л [6,7]. Вместе с тем, хелатированные формы металлов характеризуются более высокой биодоступностью и являются перспективными компонентами в получении функциональных продуктов.

Заключение. Внесение магния значительно повышает пищевую и лекарственную ценность мицелия. Магний, согласно литературным данным, способствует нормализации работы нервной системы, снижает уровень стресса и улучшая сон. Прикладной потенциал представленного исследования заключается в улучшении биотехнологии культивирования *L. sulphureus* для пищевых и лекарственных целей.

Благодарности. Автор выражает благодарность компании ООО НИИЦ Миколайн за содействие в проведении исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Взаимодействие базидиомицетов с переменнo-валентными элементами в составе аспартатов биогенных металлов (II) / О. М. Цивилева, А. Н. Шатерников, В. В. Фадеев [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55. – № 3. – С. 606–627. – URL: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.3.606> (дата обращения: 16.03.2026).
2. Попыванов, Д. В. Экзометаболиты базидиомицетов в качестве средств для повышения устойчивости пшеницы к токсическому воздействию алюминия / Д. В. Попыванов, А. Е. Агеева, М. И. Мулина. – DOI 10.31993/2308-6459-2025-108-3-17057 // Вестник защиты растений. – 2025. – Т. 108, № 3. – С. 141–148. – EDN WSWQCE.
3. Змитрович, И. В. Метаболиты базидиальных грибов, эффективные в терапии рака и их молекулярные мишени : обзор / И. В. Змитрович // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2015. – № 3. – С. 264–286. – EDN VBJDEL.

4. Уфимцева, О. В. Получение биомассы мицелия грибов вешенки обыкновенной Р 05/88 *Pleurotus ostreatus* и серно-желтого трутовика LS 1-06 *Laetiporus sulphureus* в глубинных условиях / О. В. Уфимцева, П. В. Миронов // Хвойные бореальной зоны. – 2009. – Т. 26, № 2. – С. 294–299.
5. Биологическая активность липофильных соединений лекарственных грибов / В. Г. Бабицкая, Т. А. Пучкова, В. Щерба [и др.] // Наука и инновации. – 2010. – № 4 (86). – С. 31–35.
6. Włodarczyk A., Krakowska A., Sułkowska-Ziaja K., et al. *Pleurotus* spp. Mycelia Enriched in Magnesium and Zinc Salts as a Potential Functional Food. *Molecules*. 2020. V. 26. No. 1. P. 162. <https://doi.org/10.3390/molecules26010162>
7. Yuan B., Chi X., Zhang R. Optimization of exopolysaccharides production from a novel strain of *Ganoderma lucidum* CAU5501 in submerged culture. *Braz. J. Microbiol.* 2012. V. 43. No. 2. P. 490–497. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822012000200009>

УДК 908

ОРЛОВСКИЙ СОЛЕННЫЙ ИСТОЧНИК

**Прокашев А. М.^{1,2}, Вартан И. А.¹, Матушкин А. С.¹,
Пупышева С. А.¹, Бородатый И. Л.¹**

¹*Вятский государственный университет,
amprokashev@gmail.com,*

²*Вятский государственный агротехнологический университет*

Представлены предварительные данные эколого-географического изучения источника соленых подземных вод, произведенного совместно с учащимися одной из школ г. Орлов Кировской области, которое указывает на его антропогенное происхождение.

Ключевые слова: подземные минеральные воды, гидрогеохимия

В ходе эколого-географических исследований летом 2025 г. учителями и школьниками спецшколы г. Орлов на правобережном участке поймы реки Вятка в 1,5–2-х км юго-западнее райцентра был обнаружен соленосный источник. Он находится между двумя старицами и подпитывает их солями путем поверхностного и внутрипочвенного подтока. Источник обсажен железной бочкой, его дно и периферия покрыты известняковым камнем. Местоположение выхода соленых вод и их химический состав вызвали большой интерес со стороны участников экологического десанта.

Как известно, выходы солоноватых вод иногда встречаются на территории Вятского края. Он расположен далеко от знаменитых Березниковского и Соликамского месторождений солей на пермской земле, где такие воды из шламохранилищ местами поступают на поймы местных рек [4]. В Вятском крае соленосные месторождения не известны, однако случаи

самоизлива минерализованных вод зарегистрированы в ряде мест. Таковы р. Трубная-Солоная – правый приток реки Вятка (Нагорский р-н), р. Байса у деревни Соль-Грязь (Лебяжский р-н), Большедубровские минеральные источники (Унинский р-н). Широко известны также Нижнеивкинские минеральные источники сульфатно-кальциевых вод, разгружающиеся в дне реки Ивкина в Куменском районе. Они включены в состав гидрологических памятников природы Кировской области [1, 5].

Находка орловских краеведов вызвала закономерный интерес – ведь это могло быть неизвестное ранее проявление таких редких природных явлений, которое вправе служить индикатором рудопроявления солей, подобных Соликамским. Вместе с тем, вызывало сомнение местоположение родника между староречьями вятской поймы, причем весьма далеко от берега (рисунок).

Выходы родниковых вод обычно наблюдаются у подножий коренных бортов долин. В данном случае до коренного берега было не менее 0,5 км. Абсолютные высоты орловского правобережья над меженным урезом воды в вятском русле составляют около 70 м. Этого недостаточно для возникновения соленосных толщ, которые в районе наблюдений по данным гидрогеологов находятся на глубинах не менее 100–150 м и более [2, 3, 5, 6]. Изложенное послужило мотивом для специальных химических гидрогеологических изысканий.



Рисунок 1 – Солёный источник в пойме р. Вятка (г. Орлов)

Целью исследования являлось решение вопроса о происхождении и источниках соленосных вод. В задачи входили отбор проб, определение химического состава вод и примерных глубин залегания соленосных пород. Отбор проб произведен в самом источнике и на некотором расстоянии на пути сброса вод в одну из стариц – транзитного приемника минеральных вод. Ионный состав вод определен методами хроматографии в одной из химических лабораторий ВятГУ.

Полученные аналитические данные не учитывают возможное присутствие гидрокарбонатов (таблица). Тем не менее они дают достаточно реальное представление о минеральном составе вод. Минерализация вод

оказалась вариабельной, что зависело от точек отбора проб и степени разбавления атмосферными осадками. Наибольшая концентрация солей зафиксирована непосредственно в источнике (1-я проба). Она несколько уменьшилась в старице – приемнике соленых вод, вытекающих из источника (2 и 3-я пробы).

Таблица 1 – *Пробы воды из Орловского района (дата отбора 14.06.2025)*

Показатель, единицы измерения	Проба 1 - родник	Проба 2 – середина соленого озера	Проба 3 – конец (приречный) соленого озера	Проба 4 – автономное старичное озеро
рН	7,7±0,2	6,9±0,2	6,4±0,2	6,8±0,2
Электро- проводность, мкСм/см	17400±900	12900±600	13500±700	7140±360
Натрий*, мг/л	5404	2971	3595	1926
Магний, мг/л	800±80	530±50	540±50	268±27
Кальций, мг/л	600±60	430±40	440±40	277±28
Калий, мг/л	12,0±1,2	75±8	17,0±1,7	140±14
Аммоний, мг/л	11,7±2,4	6,6±1,4	7,0±1,5	5,2±1,1
Сульфаты, мг/л	6160±600	4250±400	4480±400	2000±200
Хлориды, мг/л	3310±330	2620±260	2740±270	1860±190
Минерализация, г/л (расч.):	13,7	10,06	10,59	5,7
Состав, %: анионы /катионы	$\frac{\text{SO}_4 58 \text{Cl}^-}{42}$ Na ⁺ 58Mg38Ca14	$\frac{\text{SO}_4 54 \text{Cl} 46}{\text{Na} 60 \text{Mg} 27 \text{Ca} 13}$	$\frac{\text{SO}_4 55 \text{Cl} 45}{\text{Na}}$ 61Mg26Ca13	$\frac{\text{Cl} 56 \text{SO}_4 44}{\text{Na} 62 \text{Mg} 28 \text{Ca} 15}$
Тип воды	Хлоридно- сульфатная кальциево- магниевое- натриевая	Хлоридно- сульфатная кальциево- магниевое- натриевая	Хлоридно- сульфатная кальциево- магниевое- натриевая	Сульфатно- хлоридная кальциево- магниевое- натриевая

Примечание: *при хроматографическом определении пики определения натрия и аммония не разделяются, поэтому результаты по натрию представлены как ориентировочные.

Химический состав их при этом практически не меняется. В другой, рядом лежащей старице, не имеющей видимой связи с источником, также выявлена повышенная, хотя и вдвое меньшая минерализация по сравнению с родниковой водой. Осолонение в этом случае обеспечивалось за счет подземного просачивания сюда минерализованных вод. Ионный состав вод

разных проб оказался близким – хлоридно-сульфатно-кальциево-магниевонатриевым (1–3-я пробы), – но с некоторым перевесом в одной из проб (№ 4) пользу иона Cl . В формировании состава вод незначительную роль играют ионы K^+ и, отчасти, NH_4^+ . Реакция солей находится в узком интервале – от близкой к нейтральной до слабо щелочной; последняя коррелирует со степенью минерализации.

Выявленный химический состав характерен для нижеказанских водоносных горизонтов средней перми Ветлужского артезианского бассейна Восточно-Европейской гидрогеологической области. Они залегают на глубинах около 200–250 м от поверхности междуречий [1; 3; 6]. Судя по форме выходного отверстия, он возник в результате геологопоисковых разведочных работ на пресные воды или нефть. Нахождение его в пойме давало возможность экономии объемов бурения на многие десятки погонных метров. Это не снижает значимости открытия, сделанного орловскими учителями и школьниками, поскольку по составу вода близка к нижеивкинским источникам. Она может рассматриваться в качестве потенциально пригодной для лечения желудочно-кишечных заболеваний, но для этого нуждается в обязательной дополнительной тщательной проверке на содержание микроэлементов – фтора, бора, брома, иода и др.

Таким образом, соленосный источник, расположенный на пойме реки Вятка, принадлежит к зоне Ветлужского артезианского бассейна Вятско-Камского Предуралья. Судя по форме и местоположению, он имеет искусственное происхождение, связанное с некогда произведенными геологоразведочными работами.

Источник обладает щелочными хлоридно-сульфатными кальциево-магниевонатриевыми водами умеренной минерализации и рекомендуется для специального медико-биологического изучения в качестве потенциально пригодного лечебных целей.

Состав сапропеля, который может возникнуть в котловине осолоняющегося озера за счет анаэробного разложения и сульфатно-натриевых вод служит поводом для постановки вопроса о возможности его использования в грязелечебных целях при отсутствии медико-гигиенических ограничений.

Скважина и старицы с минерализованными водами служат вероятной причиной галогенеза и, соответственно, изменения аллювиальных почвогрунтов и видового состава пойменной флоры и фауны, что актуально с научно-образовательной точки зрения.

Заслуживает внимания обсуждение вопроса о сохранении данного источника или его тампонировании во избежание бесполезного самоизлива соленых вод.

Авторы выражают признательность Т. И. Кутявиной и А. В. Русских за помощь в подготовке настоящих материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. География Кировской области. Атлас-книга // Общество с ограниченной ответственностью "Вятский Географ", Кировское областное отделение Русского географического общества, Вятский государственный гуманитарный университет ; редакционная коллегия: Е. А. Колеватых, А. М. Прокашева, Г. А. Русских [и др.]. – Киров : Кировская областная типография, 2015. – 80 с.
2. Природа, хозяйство, экология Кировской области / ответственный редактор: В. И. Колчанов, А. М. Прокашев. – Киров, 1996. – 589 с.
3. Отчет по гидрогеологическому доизучению на площади листов О-39-ХІІІ, ХІV (Котельнич, Киров), выполненному Котельничской ГГСП в 2005-2008 гг. – Нижний Новгород, 2008. – Кн. 1. – 279 с.
4. Пахоруков, И. В. Развитие солончакового процесса в почвах долин малых рек Прикамья в связи с производством калийных солей : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / И. В. Пахоруков. – Пермь, 2024. – 18 с.
5. Русских, А. В. О подземных водах Кировской области / А. В. Русских. – Киров, 2021. – 120 с.
6. Русских, А. В. Подземные воды / А. В. Русских // Энциклопедия земли Вятской : в 10 т. Т. 7. Природа / составитель А. Н. Соловьёв. – Киров, 1997. – С. 237–260.

УДК 546.17:546.26

АЗОТ И УГЛЕРОД В ПРИРОДНОМ ЦИКЛЕ

Ренгартен Г. А.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
rengarten.g@gmail.com*

Аннотация. В статье представлен цикл круговорота азота и углерода в природе. Показано отрицательное влияние химических соединений на здоровье человека и экологическую обстановку в природных условиях.

Ключевые слова: азот, углерод, денитрификация, калийные и фосфорные удобрения, азотфиксация

Азот входит в состав белка и ДНК и необходим для жизни любого существа. До промышленной революции фиксация около 97 % азота, необходимого для жизни, происходила естественным путем. Большую часть неорганических соединений азота, используемых на сегодняшний день в сельском хозяйстве, получают с применением процесса Габера, при котором смесь атмосферного азота и водорода пропускают через катализатор. В итоге под воздействием высоких температур и давления получается аммиак. Это энергоемкий и дорогостоящий подход, требующий расходования

невозобновляемых ресурсов. По всему миру на полях и пастбищах ежегодно используется количество азотных удобрений, эквивалентное 100 миллиардам долларов. Растения потребляют от 10 до 40 % азота, а оставшиеся 60–90 % вымываются, улетучиваются или остаются в почве. Применение высоких концентраций неорганических соединений азота в сельском хозяйстве приводит ко множеству нежелательных негативных последствий для здоровья почвы и экологии. Надземная часть растения зачастую выглядит нормально, поскольку связь с неправильным функционированием почвы может быть неочевидной. Но под землей идут разрушительные процессы [1-3].

Благодаря действию ферментов атмосферный азот можно преобразовать в форму, доступную для растений. Для этого нужны бактерии или археобактерии, способствующие фиксации азота. И все это бесплатно. Способность к фиксации азота характерна не только для бактерий, связанных с бобовыми.

Углерод и азот очень важны для роста растений и являются неотъемлемой частью почвы. Атмосфера Земли почти на 78 % состоит из молекулярного азота (N_2). В то же время углекислый газ (CO_2) — только незначительная газовая примесь и составляет 0,04 % атмосферы. Связывание азота и углерода в стабильные почвенные органические комплексы путем фотосинтеза и углеводного обмена позволяет транспортировать эти жизненно важные элементы из атмосферы в почву. За процесс отвечает потребность растений в биологически связанном азоте. Органические соединения попадают в сложные микробиальные сообщества через ризосферы и агрегаты, взаимодействующие с корневой системой, а затем молекулы углеводов превращаются в очень стабильные высокомолекулярные гумусные соединения, состоящие из усвоенных естественным путем углерода, азота, минеральных веществ в почве и растворенного бактериями фосфора [1].

Хотя микоризные грибы не способны фиксировать азот, они играют важную роль в снабжении растений азотом, передавая энергию в форме углеводов (которые также носят название «первичный продукт фотосинтеза») ассоциативным и свободноживущим бактериям. Получение и передача органического азота или углерода через микоризные пути очень энергоэффективны и позволяют замкнуть цикл обмена азотом, уменьшая нитрификацию, способствуя денитрификации, улетучиванию и выщелачиванию.

Усиление углеводного обмена. Понимание углеводного обмена может помочь восстановить естественный уровень плодородия сельскохозяйственных угодий. Усиленное поступление углерода в почву через корневые выделения не только поддерживает биологическую фиксацию атмосферного азота, но и активирует обширную сеть микробиальных сообществ, необходимых для запаса минеральных веществ, микроэлементов, витаминов и гормонов, которые нужны растениям для устойчивости к стрессам, например, засухе, заморозкам, болезням и насекомым. Более высокая концентрация микроэлементов в растениях также благотворно влияет на пищевую ценность продуктов. Однако если азот поступает в неорганической форме (удобрения), цикл обмена будет

значительно короче. В результате растения содержат меньше минеральных веществ, и их иммунная система ослабляется.

Азотные удобрения, внесённые под посев, подавляют формирование ризосфер на корнях злаков.

Последние исследования в области молекулярной биологии показали, что в самых разных природных условиях есть множество ассоциативных и свободноживущих бактерий и археобактерий, фиксирующих азот. Их число намного выше в почве, в которой на протяжении всего года произрастают разные виды почвопокровных растений, по сравнению с монокультурными или незасеянными участками [1-3].

Биологическая фиксация азота. Высокое содержание неорганических соединений азота угнетает жизнедеятельность и симбиотических, и ассоциированных бактерий, участвующих в его фиксации. Чем больше азотных удобрений мы используем, тем меньше азота фиксируется естественным путем. Поэтому необходимо уменьшить отложения азота в почве – и важно делать это медленно. Микробиальным сообществам требуется до трех лет на адаптацию. В первый год можно уменьшить использование азота на 20 %, во второй и третий – на 30 % за каждый год. В последующие годы небольшое количество неорганических соединений азота можно использовать, чтобы способствовать естественному процессу фиксации азота. Кроме уменьшения концентрации неорганических соединений азота нужно заботиться о том, чтобы на полях все время произрастали как можно более разнообразные почвопокровные растения. Правильное понимание основ достоверно известно, что корневые выделения вносят более весомый вклад в формирование стабильного органического комплекса внутри почвы, чем биомасса над ее поверхностью. Вот в чем дело. Микроорганизмам, необходимым для стабилизации углерода, требуются почвопокровные растения. Также им мешает высокая концентрация неорганических соединений азота. Следовательно, биологическая фиксация азота и гумификация довольно редки там, где в ротации чередуются огромное количество азотных удобрений и чистый пар. Кроме того, доказано, что до 90 кг/га азота улетучивается с чистого пара и теряется в процессе денитрификации в тёплое время года. Если поле засеяно, растения могут усвоить и переработать азот, предотвращая его безвозвратную потерю. Если земля голая, то уровень биологической активности очень низкий и фотосинтез отсутствует. Голая земля теряет воду, азот и углерод, циклы обмена нарушаются, почвенные агрегаты страдают от потери влаги, структура почвы ухудшается, как и ее способность удерживать влагу. Уход за чистым паром или использование на полях и пастбищах синтетических удобрений с высоким содержанием азота (или и того хуже – и то и другое вместе) приводит к разрушению циклов обмена азотом и углеродом, которые до этого гармонично происходили на протяжении тысячелетий. Важность микробиальных сообществ для высокой урожайности постепенно становится все более общепризнанным фактом. Многие биологические функции страдают от общепринятых сельскохозяйственных техник. К счастью, изменить их не так уж и сложно [4].

Для уменьшения потерь азота и углерода необходимо своевременно вносить органическое удобрение, сеять сидераты и многолетние травы, проводить мульчирование почвы [5-7].

Все больше и больше фермеров по всему миру начинают применять метод восстановления верхнего пахотного слоя почвы через отказ от чистого пара в пользу биологического разнообразия и использования поля круглый год в сочетании с подходящими мерами для скота и сокращением азотных удобрений. Улучшение состояния почвы положительно сказывается не только на сельском хозяйстве, но и на окружающей среде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельников, Н. Н. Пестициды и окружающая среда / Н. Н. Мельников. – Агрохимия, 1998. – № 5. – С. 3–12.
2. Меньшова, В. П. Экономика химической промышленности : учебное пособие / В. П. Меньшова, И. Л. Тобеленко. – Москва : Высшая школа, 1982. – 303 с.
3. Пестициды в экосистемах: Проблемы и перспективы. – Новосибирск, 1994. – 143 с.
4. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек : учебное пособие для вузов, средних школ и колледжей / Ю. В. Новиков. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 560 с.
5. Ренгартен, Г. А. Перспективы и недостатки биологического земледелия / Г. А. Ренгартен // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию ВГАТУ. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 146–149.
6. Ренгартен, Г. А. Повышение плодородия почвы за счет использования соломы / Г. А. Ренгартен // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах Нечерноземной зоны : материалы Международной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора А. А. Платунова, 95-летию ВГАТУ, 35-летию Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2025. – С. 162–165.
7. Ренгартен, Г. А. Деградация окружающей среды (на примере Кировской области) / Г. А. Ренгартен // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах Нечерноземной зоны : материалы Международной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора А. А. Платунова, 95-летию ВГАТУ, 35-летию Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2025. – С. 166–170.

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

Трефилова Л. В.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
nodularia@mail.ru*

Аннотация. В работе приведены признаки недостатка и избытка некоторых макро и микроэлементов минерального питания, используя приведенную ниже информацию, можно по внешним признакам состояния растения диагностировать причину нарушения нормальной вегетации растений, а значит принять буквально неотложные меры по её устранению.

Ключевые слова: минеральное питание, вегетация, азот, фосфор, калий, микроэлементы

Наиболее верным направлением успешного развития агропромышленного комплекса является максимальное и в то же время умеренное использование минеральных удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур. Решение этой задачи неразрывно связано с экологоагрохимическими проблемами. Современные агротехнологии должны обеспечивать получение высоких урожаев с хорошим качеством растениеводческой продукции при условии сохранения и повышения плодородия почв [1-5].

В связи с этим необходимо правильно рассчитать дозу вносимых минеральных удобрений зная данные агрохимического анализа почвы, учитывая фазу вегетации и особенности агротехники каждой культуры. Так при возделывании овощных культур даже садоводы, зачастую используя различные удобрения, не всегда соблюдают в точности рекомендации по их использованию. Поэтому остается актуальным доступность информации по грамотному применению минеральных удобрений.

Для правильного определения дозы вносимого удобрения на упаковках имеется маркировка с указанием названия удобрения, его состава (обозначается химическими символами) и содержания действующего вещества. Часть удобрения, которая усваивается растением – действующее вещество (выражается в процентах и обозначается химическими символами). В азотных удобрениях действующим веществом является **азот (N)**, в фосфорных – **фосфор (P₂O₅)**, в калийных – **калий (K₂O)**, в извести – **кальций (CaO)** и **магний (MgO)**, в медных – **медь (Cu)** и т.д.

При выращивании рассады и при последующем культивировании растений в открытом или защищенном грунте безусловно необходимо сочетать подкормки растений минеральными удобрениями с использованием биопрепаратов [6-10].

Цель работы. Проанализировать признаки сбалансированного, недостаточного и избыточного внесения минеральных веществ по внешнему виду растений.

Объекты и методы. В целях исследования учитывали физиономические признаки растений, т.е. комплекс характерных внешних особенностей, определяющих общий вид растения. Основные морфологические параметры вегетативных и генеративных органов могут свидетельствовать о недостатке или избытке тех или иных элементов минерального питания растений: длина корней, высота и количество побегов, площадь и количество листьев, насыщенно зеленый или блеклый цвет надземной части растений, количество соцветий, плодов и т.п.

Поскольку ассортимент выращиваемых растений очень велик, принимали во внимание лишь самые распространенные у овощеводов и садоводов растения: картофель, перец, томат, капуста, огурец и т.п.

Учитывали физиономические признаки, которые проявляются при недостатке или избытке основных минеральных макро и микроэлементов: азот, фосфор, калий, магний, кальций, сера, железо, бор, марганец, медь, цинк, молибден.

Основной элемент минерального питания для большинства растений – это азот, который необходим для образования белков и витаминов. В период максимального роста и формирования стеблей и листьев растения наиболее интенсивно поглощают и усваивают азот. Недостаток азота ослабляет рост боковых побегов, вегетативные и генеративные органы имеют меньшие размеры. При длительном азотном голодании окраска листьев приобретает бледно-зеленый цвет и различные тона желтого, оранжевого и красного цвета в зависимости от вида растений, листья высыхают и преждевременно опадают.

При избыточном питании азотом растения образуют чрезмерно много зелени в ущерб цветению, бурно растут, начало плодоношения отодвигается.

Фосфор ускоряет развитие растений, стимулирует цветение и плодоношение, благоприятствует интенсивному нарастанию корневой системы. При недостатке фосфора растения резко замедляют рост, их листья приобретают сначала на жилках, а потом по всей поверхности сизо-зеленую (серо-зеленую), пурпурную или красно-фиолетовую окраску, что проявляется на нижних листьях обычно в начальный период развития. Недостаток фосфора по внешнему виду растений определить труднее, чем недостаток азота.

При недостатке фосфора наблюдается ряд таких же признаков, как и при недостатке азота, угнетенный рост (особенно у молодых растений), короткие и тонкие побеги, мелкие, преждевременно опадающие листья, но при недостатке фосфора окраска листьев темно-зеленая, голубоватая, тусклая. Засыхающие листья имеют темный, почти черный цвет, а при недостатке азота – светлый. При избытке фосфора, что встречается довольно редко, у растений нарушается усвоение железа и цинка – на листьях появляется межжилковый хлороз.

Калий поддерживает необходимый водный режим в растениях, снижает поражаемость заболеваниями. При недостаточном питании калием происходит

его перераспределение в растении: из старых органов он переходит в более молодые, способствуя их развитию. Признаки недостатка обычно проявляются в середине вегетации, в период сильного роста растений. При недостатке калия окраска листьев голубовато-зеленая, тусклая, часто с бронзовым оттенком. Может быть постепенное пожелтение, затем побурение и отмирание кончиков и краев листьев (краевой "ожог" листьев). Развивается бурая пятнистость особенно ближе к краям. Края листьев закручиваются, наблюдается морщинистость.

Жилки кажутся погруженными в ткань листа. Стебель тонкий, рыхлый, лежащий. Недостаток калия вызывает обычно задержку роста, а также развития бутонов или зачаточных соцветий.

При избытке калия листья приобретают более темный оттенок, а новые листья мельчают. Избыток калия приводит к затрудненному усвоению таких элементов как кальций, магний, цинк, бор и др.

Как известно магний входит в состав хлорофилла, так как он участвует в углеводном обмене, действии ферментов и в образовании плодов. При недостатке магния можно наблюдать характерная форма хлороза – у краев листа и между жилками зеленая окраска изменяется на желтую, красную, фиолетовую. Между жилками в дальнейшем появляются пятна различного цвета вследствие отмирания тканей. При этом крупные жилки и прилегающие к ним участки листа остаются зелеными. Кончики листьев и края загибаются, в результате чего листья куполообразно выгибаются, края листьев морщятся и постепенно отмирают. Признаки недостатка появляются и распространяются от нижних листьев к верхним.

При избытке магния, у растения начинают отмирать корни, растение перестает усваивать кальций, и наступают такие симптомы, которые характерны при недостатке кальция.

Кальций влияет на обмен углеводов и белковых веществ, а также на обеспечение нормальных условий развития корневой системы. Отсутствие кальция подавляет мобилизацию запасных питательных веществ (крахмала, белков) и превращение их в более простые соединения, которые используются проростками, что может привести к гибели растения. Признаки недостатка появляются на молодых листьях. Листья бывают хлоротичные, искривленные, и края их закручиваются. Края листьев неправильной формы, на них может обнаруживаться опаленность бурого цвета. Наблюдается повреждение и отмирание верхушечных почек и корешков. Недостаток кальция сказывается и на состоянии корневой системы растения: замедляется рост корней.

Избыток кальция приводит к нарушению усвоения соответственно тех же элементов – азота, калия, а также бора и железа, что проявляется как межжилковый хлороз листьев и появление светлых бесформенных пятен отмирающих тканей листа.

Сера входит в состав белков, витаминов, необходима для нормального роста и развития растения. При недостатке серы образуются мелкие, со светлой желтоватой окраской листья на вытянутых стеблях, ухудшаются рост и

развитие растений. У плодовых культур листья и черешки становятся деревянистыми. В отличие от азотного голодания при серном голодании желтеют верхние листья растения и не опадают, хотя имеют бледную окраску. Недостаток серы проявляется в замедлении роста стеблей в толщину.

При избытке серы листья постепенно желтеют с краев и скукоживаются, подворачиваясь внутрь. Затем буреют и отмирают. Иногда листья принимают не желтый, а сиреневато-бурый оттенок.

Железо в растениях содержится в незначительных количествах. Физиологическая роль железа заключается в том, что оно входит в состав ферментов, а также участвует в синтезе хлорофилла, в дыхании и в обмене веществ. При недостатке железа в листьях растений нарушается образование хлорофилла, в результате чего развивается хлороз листьев, который проявляется в первую очередь на молодых верхних листьях и побегах (листья теряют зеленую окраску, бледнеют и преждевременно опадают).

При избытке железа, что случается крайне редко, прекращается развитие корневой системы и всего растения. Листья темнеют. Если же в силу каких-либо причин избыток железа оказался очень сильным, то листья начинают отмирать и осыпаться без всяких видимых изменений. При избытке железа затрудняется усвоение фосфора и марганца, поэтому могут проявляться и признаки недостатка этих элементов.

Бор необходим растениям в течение всего периода вегетации, причем больше всего в нем нуждаются двудольные растения. Бор способствует усилению роста пыльцевых трубок и прорастанию пыльцы, увеличению количества цветков и плодов. Бор положительно влияет на иммунитет растений к грибным, бактериозным и вирусным заболеваниям.

Большие дозы бора вызывают у растений общий токсикоз, при этом бор накапливается в листьях, вызывая своеобразный ожог нижних листьев, т. е. появление краевого некроза, их пожелтение, отмирание и опадание.

Марганец способствует увеличению содержания хлорофилла в листьях, синтезу витамина С, регулирует водный режим, повышает устойчивость к неблагоприятным факторам. При недостатке марганца наблюдается хлороз – между жилками листа появляется желтовато-зеленая или желтовато-серая окраска, жилки остаются зелеными, что придает листу пестрый вид. В дальнейшем участки хлорозных тканей отмирают, при этом появляются пятна различной формы и окраски. Признаки недостатка появляются, прежде всего, у основания листьев.

В результате избытка марганца в клетках растений уменьшается содержание хлорофилла, т.е. начинается межжилковый хлороз, появляются бурые некротичные пятна.

Медь регулирует фотосинтез и концентрацию образующихся в растении ингибиторов роста, водный обмен и перераспределение углеводов, входит в состав ферментов, повышает устойчивость к полеганию. Недостаток меди вызывает у растений задержку роста и цветения, хлороз листьев, потерю упругости клеток (тургора) и увядание растений. Известкование почв снижает

ее доступность для растений, т.к. увеличивает поглощение меди почвенными частицами.

Избыток меди также тормозит развитие растений, на листьях появляются бурые пятна, а затем отмирают. Начинается процесс с нижних более старых листьев.

Цинк играет важную роль в белковом, углеводном и фосфорном обмене, в биосинтезе витаминов и ростовых веществ (ауксинов). При дефиците цинка в растениях задерживается образование сахарозы, крахмала и ауксинов, нарушается образование белков, вследствие чего в них накапливаются небелковые соединения азота и нарушается фотосинтез. Это влечет за собой морфологические изменения листьев (деформацию и уменьшение листовой пластинки) и стеблей (задержку роста междоузлий), т.е. к торможению роста растений. Симптомы недостатка цинка заметны на всем растении или на более старых нижних листьях.

Вначале на листьях нижних и средних ярусов, а потом и на всех листьях растения, появляются разбросанные пятна серобурого и бронзового цвета. Ткань таких участков как бы проваливается и затем отмирает. Молодые листья аномально мелкие и покрыты желтыми крапинками или же равномерно хлоротичны, принимают слегка вертикальное положение, края листьев могут закручиваться кверху. У плодовых деревьев на концах ветвей образуются укороченные побеги с мелкими листьями, расположенными в виде розетки (так называемая "розеточность"), а при сильном дефиците появляется "суховершинность".

Молибден необходим растениям в меньших количествах, накапливается преимущественно в молодых растущих органах, входит в состав ферментов, регулирующих азотный обмен в растениях, участвует в синтезе нуклеиновых кислот (РНК и ДНК) и витаминов и регулирует фотосинтез и дыхание. При недостатке молибдена в тканях накапливаются нитраты, что особенно опасно при избыточном применении азотных удобрений (включая навоз): чем выше дозы применяемых азотных удобрений, тем больше потребность растений в молибдене. Внешние признаки дефицита молибдена для растений сходны с азотным голоданием: тормозится рост растений, листья приобретают бледно-зеленую окраску, деформируются и преждевременно отмирают.

Вновь развивающиеся листья по мере роста становятся крапчатыми. Участки хлоротичной ткани впоследствии вздуваются, края листьев закручиваются внутрь; вдоль краев и на верхушках листьев развивается некроз. Большие дозы молибдена токсичны для растений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ковина, А. Л. Азотфиксирующие цианобактерии как основа для создания микробных препаратов / А. Л. Ковина, Е. М. Панкратова, Г. Н. Перминова // Агрономическая наука - достижения и перспективы : тезисы докладов научной конференции, Киров, 09–10 июня 1994 года / Кировский

- сельскохозяйственный институт. – Киров : Кировский сельскохозяйственный институт, 1994. – С. 14.
2. Ковина, А. Л. Микробные агроконсорциумы на основе цианобактерий : специальность 03.02.03 "Микробиология" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Ковина Алевтина Леонидовна. – Киров, 1999. – 158 с.
3. Применение биопрепаратов при выращивании астр в городской среде / А. Л. Ковина, Л. Б. Попов, Л. И. Домрачева [и др.] // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием Киров, 25–27 ноября 2008 года : в 2 ч. / Редакционная коллегия: Т. Я. Ашихмина, Л. И. Домрачева, И. Г. Широких [и др.]. – Киров : О-Краткое, 2008. – Ч. 1, Вып. VI. – С. 245–247.
4. Цианобактериальные симбиозы и возможность их практического использования (обзор) / Л. И. Домрачева, А. Л. Ковина, Л. В. Кондакова, Т. Я. Ашихмина // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 3. – С. 21–30.
5. Ростстимулирующая активность листоватых лишайников / Л. И. Домрачева, А. Л. Ковина, С. Ю. Огородникова [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 1. – С. 130–135.
6. Permanent Growth on a Stony Substrate / T. Ya. Ashikhmina, L. I. Domracheva, A. I. Korotkikh [et al.] // Biology Bulletin. – 2025. – Vol. 52, No. 5. – P. 1-6.
7. Трухина, Е. Л. Применение биопрепаратов в органическом земледелии / Е. Л. Трухина, М. В. Черемисинов // Влияние химических и биологических препаратов для обработки семян на изменчивость растений // Современные достижения в развитии сельского хозяйства : материалы I научно-практической конференции с международным участием, Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 214–220.
8. Черемисинов, И. М. Изучение эффективности отечественных и импортных фунгицидов протравителей на картофеле / И. М. Черемисинов, Н. М. Черемисинов // Знания молодых – будущее России : сборник статей XXIII Международной студенческой научной конференции, Киров, 09-10 апреля 2025 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 294–299.
9. Черемисинов, М. В. Изучение эффективности препаратов для борьбы с монилиозом на вишне / М. В. Черемисинов // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве : материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 130-летию основания Вятской земской сельскохозяйственной опытной станции, Киров, 01–04 апреля 2025 года. – Киров : Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, 2025. – С. 403–407.
10. Черемисинов, М. В. Сравнительный анализ влияния предпосевной обработки семян декоративных культур различными препаратами на подавление фитопатогенов / М. В. Черемисинов, Е. Л. Трухина // Актуальные вопросы аграрной науки: теория и практика : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным

участием, посвящённой 80-летию агрономического факультета, Киров, 17 декабря 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 302–307.

УДК 631.432 ; 631.615 ; 631.559 ; 631.811

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ШЛЮЗОВАНИЯ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ ПОД МНОГОЛЕТНИМИ ТРАВАМИ

Уланов Н. А.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
ulanov-n-a@mail.ru*

Аннотация. В работе представлены результаты анализа эффективности подпочвенного увлажнения путем шлюзования старопахотных выработанных торфяников, используемых для выращивания многолетних злаковых трав, в зависимости от погодных условий и различного агрофона в период с 2014 по 2025 года. Было установлено, что эффективность подпочвенного увлажнения, измеряемая прибавкой урожая, составляет в среднем за период исследований 15% на участках без использования удобрений, а при их использовании увеличивается практически в 3 раза. Кроме того, в данной статье предпринята попытка определить наличие и характер корреляционных связей между изучаемыми параметрами.

Ключевые слова: выработанные торфяники, шлюзование, гидротермический коэффициент, урожайность, минеральные удобрения

Введение. Многие исследователи занимались вопросами регулирования водного [1-5] и пищевого [6, 7] режимов выработанных торфяников. Все они, как правило, выделяли ряд особенностей этих объектов, которые главным образом были связаны с особенностями подстилающих пород и рельефа, в связи с чем, управление водным режимом на них весьма осложнено и малоэффективно [8]. Вместе с тем, выработанные торфяники, по причине своей гидроморфности, хорошо подходят для того, чтобы на оставшейся после осушения болота гидрографической сети, можно было оборудовать системы двустороннего регулирования водного режима [2, 9]. Однако такие системы обладают весьма изменчивой эффективностью, сильно отличающейся из года в год, в зависимости от погодных условий. Для характеристики погодных условий конкретного года лучше всего подходит гидротермический коэффициент (ГТК).

Цель работы – оценить зависимость эффективности шлюзования старопахотных выработанных торфяников от погодных условий, при возделывании многолетних злаковых трав на различном агрофоне в условиях Северо-Востока Европейской части России.

Методы исследования. В качестве объекта исследований был выбран осушенный низинный торфомассив «Гадовское», расположенный в центральной части Кировской области, в 30 км к юго-западу от г. Киров. На одном из его кормовых севооборотов было выбрано контрольное поле, на котором с 2014 года началось проведение наблюдений. После осушения болота и проведения торфоуборочных мероприятий на полях осталась рабочая система открытых осушительных каналов, оборудованных впоследствии шлюзами, с целью осуществления двустороннего регулирования водного режима на выработанной территории. Успешное использование этой территории для производства кормовых культур было обусловлено относительно ровной поверхностью полей после фрезерной торфодобычи, а также наличием некоторого слоя остаточного торфа и близким к поверхности залеганием грунтовых вод.

На контрольном поле с начала наблюдений и до настоящего момента возделываются многолетние злаковые травы. Слой остаточного торфа на нем колеблется от 0 до 50 см, однако пахотная часть почвенного профиля на основной территории представлен не торфом, а торфяно-песчаной смесью в разных соотношениях, а вблизи осушительных каналов отмечается примесь карбонатных глин и суглинков. Белорусские исследователи относили такие выработанные торфяники к типу дегроторфоземов остаточно-оглеенных с дальнейшим разделением на подтипы в зависимости от содержания органического вещества [10-12]. В течение года уровень грунтовых вод (УГВ) на поле может варьировать от 30 до 140 см. Регулирование водного режима здесь осуществляется с помощью шлюзования, то есть системы подпочвенного увлажнения посредством изменения УГВ. Для проведения наблюдений в границах контрольного поля были выбраны 2 участка с разной степенью осушения: участок №1 – со средне регулируемым водным режимом, где средневегетационный УГВ за 12 лет составляет 90 см.; участок №2 – с хорошо регулируемым водным режимом, где средневегетационный УГВ за 12 лет составил 68 см. На обоих участках оборудованы контрольно-мониторинговые делянки. Состав травостоя на 4/5 представлен ежой сборной (*Dactylis glomerata* L.). Под эффективностью шлюзования в данном случае следует понимать прибавку урожайности на менее осушенном участке (№2) по сравнению с более осушенным (№1) в разные по ГТК годы. Данные для расчета ГТК были получены с местной метеорологической станции. Для анализа использовались данные урожайности за 12 лет, полученные с делянок укосным методом в четырехкратной повторности без применения удобрений (производственный фон), а также за последние 6 лет с использованием минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{90}K_{160}$.

Результаты и обсуждение. Установлено, что среднее многолетнее значение ГТК на выработанном торфомассиве «Гадовское» составляет 1,4. За 12 лет наблюдений этот показатель был чуть выше средней многолетней нормы и составил 1,8 (таблица 1). Эффективность шлюзования, выраженная в прибавке урожая, составила 15% без применения удобрений в среднем за 12 лет

и 43% с использованием удобрений в среднем за 6 лет (таблица 1). То есть, использование минеральных удобрений в данных условиях увеличивает среднемноголетние показатели эффективности шлюзования практически в 3 раза.

На рисунке 1 представлены диаграммы с показателями эффективности шлюзования в зависимости от ГТК за период исследований на участках с различным удобрительным фоном.

Таблица 1 – Урожайность многолетних трав наторфоземе минерально-торфяном глеевом в сумме за 2 укоса, ц/га воздушно сухого вещества

Год			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Среднее
Номер участка	1	Урожайность	50,5	51,1	36,4	42,7	44,1	30,8	<u>34,4*</u> 78,9	<u>17,8</u> 54,7	<u>22,7</u> 72,9	<u>23,9</u> 82,0	<u>17,2</u> 49,5	<u>19,5</u> 79,8	<u>32,6</u> 69,6
		УГВ	88	92	85	105	74	113	93	90	73	85	90	95	90
	2	Урожайность	49,5	58	47,8	45,3	42,2	29,3	<u>37,3</u> 77,6	<u>25,7</u> 102,6	<u>28,4</u> 94,8	<u>31,6</u> 100,5	<u>23,4</u> 101,0	<u>17,8</u> 93,7	<u>38,0</u> 95,3
		УГВ	71	69	67	80	55	87	71	71	56	60	62	63	68
ГТК за вегетацию			2,0	1,6	1,0	2,5	3,0	1,5	1,8	1,2	2,1	2,1	0,9	2,1	1,8
Эффективность шлюзования, %			-2	14	31	6	-4	-5	<u>8</u> -2	44 88	<u>25</u> 30	<u>32</u> 23	36 104	<u>-9</u> 17	<u>15</u> 43

* в числителе – без применения удобрений, в знаменателе – с удобрениями.

Необходимо отметить, что в наиболее засушливые периоды (2016, 2021, 2024) эффективность шлюзования была заметно выше, чем во влажные. Особенно сильно эта закономерность проявляется на участках с удобрительным фоном (рисунок 1).

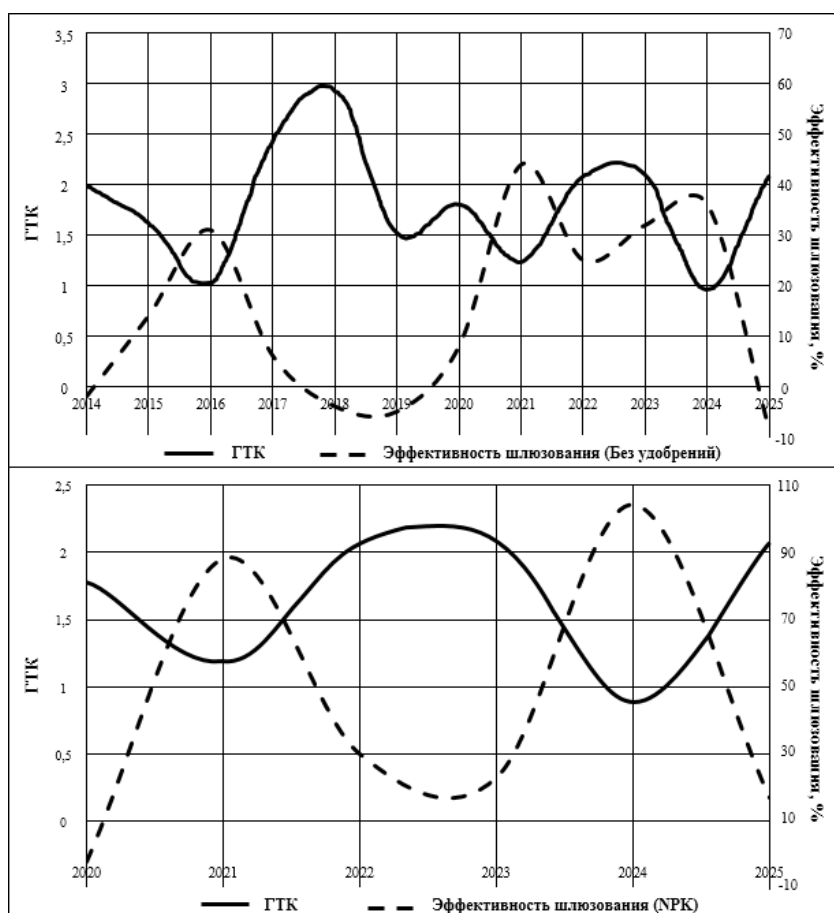


Рисунок 1 – Показатели ГТК и эффективности шлюзования

Для более детального анализа имеющейся картины, мы произвели оценку корреляционных связей между основными анализируемыми параметрами, такими как урожайность, УГВ, ГТК и эффективность шлюзования на участках с различным удобрительным фоном (таблица 2). Оценка корреляционных связей на многолетних травах в многолетнем цикле показала следующие результаты.

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции основных анализируемых параметров, полученных на торфоземе минерально-торфяном глеевом под многолетними злаковыми травами

Номер участка	Средний УГВ, см	Агрофон	Коэффициент корреляции		
			урожайности и УГВ	урожайности и ГТК	эффективности шлюзования и ГТК
1	90	без удобрений	0,04	0,35	
		NPK	-0,28	0,95	
2	68	без удобрений	0,18	0,13	-0,60
		NPK	-0,36	-0,36	-0,89

Без внесения удобрений величина урожайности практически не коррелируется с динамикой среднего залегания грунтовых вод ($KK = 0,04$ и $0,18$), однако на участке 1 (УГВ = 90 см), в отличие от участка 2 (УГВ = 68 см), где она отсутствует ($KK = 0,13$), отмечен слабый уровень ($0,35$) положительной корреляционной связи между величиной урожайности и ГТК. Между

эффективностью шлюзования и ГТК на варианте без удобрений отмечается средний уровень (-0,60) отрицательной корреляционной связи. При внесении удобрений уровень взаимосвязи между параметрами урожайности и УГВ изменился не сильно (в большей степени на участке 2(УГВ = 68 см), достигая слабого уровня связи = -0,36), причем положительная корреляционная связь между ними сменилась на отрицательную, что выглядит более логичным, то есть, чем глубже УГВ, тем ниже урожайность. Кроме того, при внесении удобрений отмечен очень сильный уровень (0,95) положительной корреляционной связи между величиной урожайности и ГТК на участке 1(УГВ = 90 см), тогда как на участке 2(УГВ = 68 см) уровень такой связи слабый, а характер отрицательный (-0,36). То есть, при высоком УГВ повышение ГТК в целом ведет к снижению урожайности, а при низком – к повышению (в условиях удобрительного фона). При внесении удобрений уровень отрицательной корреляционной связи между эффективностью шлюзования и ГТК увеличился со средней (-0,60) до сильной (-0,89), почти очень сильной связи, то есть удобрения повышают отзывчивость участка к подпочвенному увлажнению в засушливых условиях (тандем водного и пищевого режимов) (таблица 2).

Заключение. Таким образом, анализируя взаимосвязь гидротермического коэффициента и эффективности шлюзования, можно утверждать, что уровень корреляционной связи между этими параметрами всегда будет больше на участках, где вносятся удобрения (КК = -0,89), поскольку возникает ситуация, при которой с одной стороны мы устраняем из области сравнения питательный режим, чисто математически увеличивая относительную долю влияния водного режима на формирование урожая, а с другой – достаточная обеспеченность элементами питания позволяет растениям более эффективно использовать влагу для формирования урожая. Наибольшую эффективность шлюзование показывает в засушливые периоды (до 44% и в среднем 15% за 12 лет), и особенно при использовании минеральных удобрений (до 104% и в среднем 43% за 6 лет).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александров, В. Г. Водный режим выработанных торфяников / В. Г. Александров // Труды ЦТБОС. – 1982. – № 6. – С. 59–66.
2. Голованов, А. И. Режим противопожарного шлюзования осушенных торфяников (на примере Мещерской низменности) / А. И. Голованов, К. С. Семенова // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 5. – С. 20–25.
3. Четверть века исследований на Смоленском мелиоративно-болотном стационаре / Б. С. Маслов, А. П. Лысенко, В. А. Шаманаев [и др.] // Мелиорация и водное хозяйство. – 1996. – № 5-6. – С. 26–32.
4. Безбородов, Ю. Г. Мелиорация выработанных торфяников для дальнейшего использования в сельском хозяйстве / Ю. Г. Безбородов, К. С. Семенова, И. А. Чиркин / Актуальные проблемы и перспективы развития мировой науки и техники: состояние, проблемы и пути решения: материалы

XV Международная научно-практической конференции. Рязань : Концепция, 2023. – С. 39–42.

5. Семенова, К. С. Обоснование применения шлюзования осушенных выработанных торфяников для использования в сельском хозяйстве / К. С. Семенова // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К. А. Тимирязева : сборник статей. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева, 2023. – С. 42–45.
6. Торфяные низинные и выработанные почвы в условиях длительного применения удобрений / В. М. Косолапов, А. Н. Уланов, В. Н. Ковшова [и др.] // Плодородие. – 2021. – № 3 (120). – С. 34–39.
7. Анисимова, Т. Ю. Влияние минеральных удобрений и подсева трав на трансформацию ботанического состава травостоя на выработанном торфянике / Т. Ю. Анисимова // Агрохимия. – 2023. – № 7. – С. 19–26.
8. Уланов, А. Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России / А. Н. Уланов. – Киров, 2005. – 320 с.
9. Игнатёнок, Ф. В. Системы двустороннего действия / Ф. В. Игнатёнок // Закрытый дренаж почв. – Киров, 1955. – С. 43–45.
10. Зайко, С. М. Классификация минеральных почв, образовавшихся на месте сработанных торфяников / С. М. Зайко, Л. Ф. Вашкевич, А. В. Горблюк // Почвоведение. – 1997. – № 1. – С. 36–41.
11. Лученок, Л. Н. Эволюция ландшафтов в регионе Белорусского Полесья при осушении болот / Л. Н. Лученок // Болота и биосфера : материалы Международной IX школы молодых ученых. – Владимир, 2015. – С. 87–92.
12. Смеян, Н. И. Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси / Н. И. Смеян, Г. С. Цитрон // РУП Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2007. – 220 с.

УДК 635.64:634.8.044:581.133.8

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОМАТА В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЁННОГО ГРУНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПИТАТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Шерстнев Т. Ю.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
timofejserstnev858@gmail.com*

Аннотация. В статье приведены варианты выращивания гибрида томата Макседа с разной концентрацией магния и нитратов в питательном растворе. Отражено влияние данных веществ на фенологию развития растений, урожайность, накопления в плодах нитратов, витамина С и сахаров в тепличном комплексе хозяйства «Сосногорский» Республики Коми.

Ключевые слова: томат, питательный раствор, фенологические фазы, технология, биохимический состав

Сейчас все большую популярность приобретают высокие остекленные теплицы с использованием современного оборудования для выращивания овощей по малообъемной технологии. В передовых теплицах применяется немало разработанных наукой и реализованных на практике рекомендаций по оптимизации технологии выращивания томатов по малообъемной технологии, но дальнейшее изучение условий роста тепличных культур до сих пор остается актуальным [1-4].

Для получения максимального урожая и использования всех потенциальных возможностей сорта для тепличного хозяйства необходимо знать не только лучшие гибриды для данной зоны, но и особенности их выращивания [5].

Цель исследований – изучение влияния изменения состава питательного раствора (Mg^{2+} , $+ NO_3^-$) на качество плодов и урожайность томатов в условиях защищенного грунта тепличного комбината «Сосногорский» Республики Коми [6]. В задачи исследований входило:

- провести фенологические наблюдения за растениями томата гибрида F1 Макседа F на разных этапах развития согласно методике Госсортоиспытания;
- определить влияние изменения состава питательного раствора на биометрические показатели гибрида F 1 Макседа;
- определить динамику формирования урожая растений томата;
- определить влияние состава питательных смесей на качество плодов томатов: содержание витамина C, содержание нитратов, содержание сахаров;
- рассчитать экономическую эффективность производства томатов в защищенном грунте.

В качестве объекта исследований в опыте изучался гибрид томата Макседа F₁.

Схема опыта: построена по методу организованных повторений размещение повторений - сплошное, повторность опыта 3-кратная, расположение вариантов внутри повторения рендомизированное.

Общая площадь делянки $0,4 \text{ м}^2$, ширина делянки - $0,2 \text{ м}$, длина - 2 м , учетная площадь делянки - $0,4 \text{ м}^2$. Густота посадки в теплице - $2,2 \text{ раст. /м}^2$.

Исследования проводились двумя методами: вегетационным и лабораторным. Вегетационный опыт - трехфакторный, относительно контроля изучались варианты: увеличения и уменьшения концентрации магния на $0,2 \text{ мМ/моль}$, увеличение и уменьшения концентрации нитратов на $1,5 \text{ мМ/моль}$ относительно стандартного раствора.

- 1 - контроль ($Mg^{2+} 2,7 \text{ мМоль/л}$, $NO_3^- 16,5 \text{ мМоль/л}$);
- 2 - вариант ($Mg^{2+} 2,5 \text{ мМоль/л}$);
- 3 - вариант ($Mg^{2+} 2,9 \text{ мМоль/л}$);

4 - вариант (NO^3 - 15 мМоль/л);

5 - вариант (NO^3 - 18 мМоль/л).

Результаты исследований.

При использовании раствора с концентрацией магния 2,9 мМоль/л на 29 день растения томата визуально стали выглядеть лучше контроля: превышали в росте на 4 см; также количество листьев превышало контроль на 3 шт. На 56 день высота растений в среднем превосходила контроль на 8 см, а количество листьев на 4 шт. При поливе раствором (Mg^{2+} 2,5 мМоль/л) на 29 день растения испытывают магниевое голодание. Высота растений данного варианта опыта была на 8 см ниже контроля, на 56 день - на 11 см. Среднее количество листьев на 6 меньше контроля.

Растения, поливаемые раствором с пониженной концентрацией нитратов (NO^3 - 15 мМоль/л): на 29 день были на 10 см ниже контроля, на 56 день - на 25 см, а среднее количество листьев - на 8 меньше контроля. При поливе питательным раствором с повышенной концентрацией нитратов (NO^3 - 18 мМоль/л) на 29 день у растений проявилось «жирование». На 56 день высота растений была на 2 см меньше, чем контроль, а количество листьев - на 3 шт.

Повышение концентрации магния до 2,9 мМоль/л сопутствовало более эффективному накоплению хлорофилла в растении. Начало цветения началось на 3 дня раньше. Созревание первого плода отмечено так же на 3 дня раньше. Недостаток магния в варианте опыта (Mg^{2+} 2,5 мМоль/л) привёл к частичному разрушению хлорофилла, что вызвало затормаживание роста и развития растений. Цветение у таких растений началось на 4 дня позже, а начало созревания отстало от контроля на неделю.

Использование питательного раствора с пониженной концентрацией нитратов (15 мМоль/л) привело к азотному голоданию растений. Цветение у растений началось на 6 дней позже контроля. Начало созревания отстало от контроля на 7 дней.

При увеличении концентрации нитратов до 18 мМоль/л начало цветения и созревание первого плода наступили на 4 дня позже контроля (таблица 1).

При поливе томатов раствором с повышенной концентрацией магния (2,9 мМоль/л) урожай был больше контрольного на 1,5 кг/м².

Таблица 1 – *Начало наступления фенологических фаз
(дней от появления всходов)*

Вариант	Начало появления всходов	Начало цветения	Начало созревания первого плода
Контроль	1	29	56
Mg^{2+} 2,5 мМоль/л	1	32	63
Mg^{2+} 2,9 мМоль/л	1	28	53
NO^3 - 15 мМоль/л	1	35	63
NO^3 - 18 мМоль/л	1	33	60

При понижении концентрации магния до 2,5 мМоль/л урожайность была на 1,8 кг/м² ниже контрольного варианта опыта. При поливе томатов раствором с пониженной концентрацией нитратов (15 мМоль/л) урожайность составила 25,6 кг/м² - на 2,7 кг/м² меньше контроля. При повышении до 18 мМоль/л урожайность не превышала контроль.

Содержание сухого вещества в плодах томатов колебалось в зависимости от варианта в пределах 5,52–6,69%. Изучение биохимического состава показало, что наиболее высокое накопление сухого вещества отмечено в вариантах опыта при увеличении дозы Mg²⁺ и при уменьшении дозы NO³⁻. По сравнению с контролем увеличение содержания сахара составило 0,18–0,27% при повышении дозы как Mg²⁺, так и NO³⁻ (таблица 2).

Таблица 2 – Биохимический состав томатов гибрида F1 Максеца при изменении концентрации компонентов питательного раствора

Вариант	Сухое вещество, %	Сахар, %	Витамин С, мг%
Контроль	5,52	3,32	25,09
Mg ²⁺ (2,5 мМоль/л)	5,83	3,10	24,29
Mg ²⁺ (2,9 мМоль/л)	5,95	3,78	26,72
NO ³⁻ (15 мМоль/л)	6,69	3,53	24,02
NO ³⁻ (18 мМоль/л)	5,91	3,71	24,17

При увеличении дозы Mg²⁺ содержание витамина С в плодах было выше контроля на 0,63 мг%. При понижении дозы магния в смеси потери витамина С составили 0,2 мг%.

При повышенной дозе NO³⁻ в плодах томатов накапливалось меньше витамина С в сравнении с контролем на 0,62–0,77мг%.

При использовании питательного раствора с повышенным содержанием магния (Mg²⁺ 2.9 мМоль/л) урожайность томата по сравнению с контролем увеличилась на 1,5 кг/м², денежная выручка на 55 руб.

Уровень рентабельности производства томата при использовании питательного раствора с повышенным содержанием магния на 0,2 мМоль/л относительно контроля возрос на 7 %.

Таким образом, использование питательных растворов на культуре томата (гибрид МаксецаF₁) показало перспективность данной технологии: прибавка сухого вещества и сахаров, витамина С, незначительном повышении уровня рентабельности. Предлагается оптимизация питательного раствора для тепличного комбината «Сосногорский» Республики Коми: увеличение концентрации Mg²⁺ на 0,2 мМоль/л.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпухин, М. Ю. Совершенствование технологии выращивания томата на малообъемной гидропонике в условиях Среднего Урала / М. Ю. Карпухин, К. А. Чусовитина, А. О. Комарова // Коняевские чтения : сборник научных

трудов VII Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 118–123.

2. Панова, Д. Ю. технологии возделывания томатов закрытого грунта по малообъемной гидропонике в сравнении с традиционной технологией возделывания томата / Д. Ю. Панова // Образование. Наука. Производство - 2020 : сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 22–24 апреля 2020 года. – Ставрополь : ООО "СЕКВОЙЯ", 2020. – С. 145–150. – EDN XTJWWF.

3. Карпухин, М. Ю. Технология выращивания томата на малообъемной гидропонике в условиях Среднего Урала / М. Ю. Карпухин, А. О. Комарова // Коняевские чтения : сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 123–126.

4. Ментей, В. В. Сорты томатов для выращивания на гидропонике / В. В. Ментей, М. Ю. Карпухин // Инновационные технологии в садоводстве и ландшафтном дизайне : материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. – Екатеринбург, 2021. – С. 367–369.

5. Луценко, Е. В. Перспективы выращивания томатов на закрытом грунте по технологии малообъемной гидропонике / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2005. – № 10. – С. 172–176.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. – Москва, 1985. – 197 с.

УДК 631.81

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ЛЮПИНА БЕЛОГО В ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ

Юркина А. М.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
anna.yurkina02@gmail.com*

Аннотация. Работа посвящена изучению влияния дефицита основных макроэлементов на рост и развитие люпина белого (*Lupinus albus* L.) в начальный период вегетации в лабораторных условиях методом рулонных культур. Установлено, что на ранних стадиях вегетации белый люпин критически чувствителен к дефициту фосфора и калия, несмотря на свою высокую пластичность к условиям азотного питания, обусловленную способностью к симбиотической азотфиксации.

Ключевые слова: люпин белый, полная питательная смесь Кнопа, минеральное питание, азот, фосфор, калий

Люпин белый (*Lupinus albus* L.) классифицируется как однолетнее травянистое растение. Его семена, характеризующиеся высоким содержанием

протеинов, диетических волокон, антиоксидантов и низким уровнем липидов, активно используются в пищевой промышленности по всему миру. Данный вид демонстрирует высокую адаптивность к различным типам почв, при условии достаточного увлажнения и инсоляции [1, 2]. Важной агрономической особенностью люпина белого является его способность восстанавливать плодородие деградированных почв [3-6]. Благодаря мутуалистическим отношениям с клубеньковыми бактериями, растение эффективно аккумулирует атмосферный азот, что делает его ценным сидератом и перспективной культурой для мелиорации почв, в том числе в северных регионах РФ. Морфологически растение обладает стержневой корневой системой с боковыми корнями, несущими азотфиксирующие клубеньки [7-9]. Стебель прямостоячий, листья пальчато-сложные, все надземные части покрыты опушением. Плод представляет собой крупный боб, который при созревании приобретает желтую окраску и содержит крупные, плоские семена светло-кремового цвета.

Ключевым фактором для полной реализации генетического потенциала люпина белого в плане урожайности и качества является точное регулирование его минерального питания. Это стимулирует интенсивный рост, активное развитие зеленой массы и образование семян с высоким содержанием белка.

✓ Азот (N), несмотря на эндогенную азотфиксацию, осуществляемую в симбиозе с клубеньковыми бактериями, на ранних стадиях онтогенеза люпин нуждается в экзогенных формах минерального азота. Азот является интегральной частью белков, хлорофилла и нуклеиновых кислот.

✓ Фосфор (P) участвует в процессах энергетического метаболизма, морфогенезе корневой системы, а также в фазах цветения и плодоношения. Фосфор способствует ускоренному развитию растений и повышает их адаптивность к стрессовым условиям.

✓ Калий (K) регулирует гидробаланс, интенсифицирует биосинтез белков и углеводов, а также повышает резистентность к патогенам и абиотическим стрессам.

Цель работы – изучение воздействия дефицита отдельных макроэлементов в питательной среде на начальный период вегетации люпина белого.

Объектом исследования были семена люпина белого сорта Дега селекции ФГБНУ Всероссийский НИИ люпина г. Брянск. В описании сорта указано, что урожайность зерна может достигать 41,3 ц/га; зеленой массы – 763 ц/га. Использование универсальное, устойчив к фузариозу и антракнозу. Период вегетации – 120 дней. Содержание белка в зерне 37-38%, в сухом веществе – 18-19%, содержание жира в зерне – 8-9%. Исследование проводили в лабораторных условиях методом рулонных культур. Данный метод позволяет визуально контролировать развитие корневой системы и фиксировать динамику потребления элементов на разных этапах развития растений. Рулоны фильтровальной бумаги с семенами помещали в сосуды с питательным раствором Кнопа.

Состав полной питательной среды Кнопа (ППСК) (на 1 л дистиллированной воды): $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – 1,0 г; KNO_3 – 0,25 г; KH_2PO_4 – 0,25 г; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,25 г; FeCl_3 (следы) – 0,01 г.

Растения выращивали в течение 28 дней. В процессе вегетации проводили морфометрические измерения: длина корней и побегов, а также визуальную диагностику минерального питания (наличие хлорозов, некрозов, изменение габитуса). Повторность опыта четырехкратная.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) для выявления достоверности различий между вариантами обработки почвы.

На начальном этапе вегетации различия между вариантами были незначительны, так как растения использовали питательные вещества семян (рисунок 1).



Рисунок 1 – Растения люпина в опытных вариантах

К 14-м суткам начали проявляться статистически значимые различия, которые усиливались к 28-м суткам (таблица 1).

Таблица 1 – Рост и развитие люпина белого в рулонном опыте на 28-е сутки, в среднем на одно растение

Варианты	Высота побега, см	Длина главного корня, см	Количество боковых корней, шт.	Количество листьев, шт.
1. Контроль (ППСК)	$24,8 \pm 1,1$	$22,5 \pm 1,0$	48 ± 3	$6,4 \pm 0,2$
2. Без азота (N)	$18,4 \pm 0,9$	$19,7 \pm 0,9$	41 ± 3	$4,8 \pm 0,2$
3. Без фосфора (P)	$12,2 \pm 0,6$	$11,8 \pm 0,5$	22 ± 2	$3,2 \pm 0,2$
4. Без калия (K)	$20,3 \pm 0,8$	$18,9 \pm 0,9$	38 ± 3	$5,6 \pm 0,2$

Дефицит фосфора (без P) сильнее всего угнетал рост: высота побега, длина корня и количество боковых корней составили около половины от

контроля. Растения отставали в развитии. Листья были темно-зеленые с синеватым оттенком, жилки и черешки – с антоциановой пигментацией из-за накопления сахаров.

Дефицит азота (без N) замедлял рост побега (74% от контроля) и уменьшал количество листьев, которые были светло-зелеными. При этом стимулировалось относительное развитие корневой системы (соотношение корень/побег 0,52 против 0,38 в контроле).

Дефицит калия (без K) проявился позже (к 14-16 суткам) хлорозом, краевым некрозом старых листьев, морщинистостью и поникшим видом. Высота побега (82% от контроля) была выше, чем при дефиците N и P, но качественные изменения указывали на серьезные нарушения.

Особенно важным для понимания оптимальности минерального питания бобовых является анализ нодуляции (таблица 2).

Таблица 2 – Симбиотическая активность белого люпина на 28-е сутки, в среднем на одно растение

Варианты	Количество клубеньков, шт./растение	Масса клубеньков, мг/растение	Активность азотфиксации (нмоль C_2H_4 /раст./ч)
1. Контроль (ППСК)	18,4 ± 2,1	42,3 ± 4,2	82,4 ± 6,8
2. Без азота (N)	34,2 ± 2,8	68,7 ± 5,4	112,6 ± 8,5
3. Без фосфора (P)	5,6 ± 1,2	9,8 ± 1,8	21,3 ± 4,2
4. Без калия (K)	14,8 ± 2,0	35,6 ± 3,9	68,5 ± 6,2

Вариант без N демонстрирует компенсаторную реакцию: при отсутствии минерального азота симбиоз активизируется. Количество клубеньков увеличилось в 1,9 раза, их масса – в 1,6 раза, а активность азотфиксации возросла на 37%. Белый люпин эффективно мобилизует симбиотический потенциал при дефиците азота. Однако, несмотря на активацию, накопление биомассы оставалось ниже контрольных, что указывает на энергетическую «цену» симбиоза и задержку в обеспечении азотом.

Вариант без P показал катастрофическое подавление симбиоза: количество клубеньков составило 30% от контроля, масса – 23%, активность азотфиксации – 26%. Фосфор – ключевой элемент энергетического метаболизма, необходимый для нитрогеназного комплекса и роста бактерий. Дефицит фосфора является главным лимитирующим фактором эффективной азотфиксации у белого люпина.

Вариант без K характеризовался умеренным снижением симбиотических показателей (на 15-20%), что согласуется с ролью калия в транспорте ассимилятов к клубенькам. Дефицит калия влияет на функционирование, а не на инициацию симбиоза.

Накопление сухой массы является интегральным показателем эффективности минерального питания (таблица 3).

Таблица 3 – Накопление биомассы белым люпином на 28-е сутки (г/растение)

Варианты	Сухая масса надземной части	Сухая масса корней	Общая сухая масса	Соотношение надземная часть/корни
1.Контроль (ППСК)	1,42 ± 0,08	0,54 ± 0,04	1,96 ± 0,11	2,63
2. Без азота (N)	0,98 ± 0,06	0,51 ± 0,03	1,49 ± 0,08	1,92
3. Без фосфора (P)	0,52 ± 0,04	0,31 ± 0,02	0,83 ± 0,05	1,68
4. Без калия (K)	1,18 ± 0,07	0,48 ± 0,03	1,66 ± 0,09	2,46

Дефицит фосфора (без P) значительно снизил сухую массу (42% от контроля), подтверждая его лимитирующую роль. Дефицит азота (без N) и калия (без K) привел к снижению до 76% и 85% соответственно. При недостатке азота и фосфора наблюдалось усиление развития корневой системы, что является адаптацией для увеличения поглощения.

Результаты проведенного исследования убедительно демонстрируют, что азот является лимитирующим фактором для инициального роста люпина; его дефицит приводит к существенному снижению биомассы (на 65-70%) и дисфункции симбиотической азотфиксации. Фосфор необходим для морфогенеза корневой системы и обеспечения энергетического метаболизма; недостаток – ингибирует рост корней на 45%. Калий регулирует гидробаланс и повышает стрессоустойчивость растений; при его дефиците наблюдается снижение тургора и развитие некротических изменений, что приводит к уменьшению биомассы на 40%. Оптимальное обеспечение всеми макроэлементами способствует интенсивному развитию как подземной, так и надземной части растения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Короткова, А. В. Использование различных биоагентов для подавления грибных инфекций *Lupinus angustifolius* / А. В. Короткова, А. И. Коротких, А. Л. Ковина // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи : сборник статей по материалам XI Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции молодых ученых, / под общей редакцией И. Н. Миколайчика. – Курган : Курганская ГСХА им. Т. С. Мальцева, 2019. – С. 28–33.
2. Рост и развитие люпина узколистного в присутствии лишенобиоты / Л. И. Домрачева, С. Г. Скугорева, А. И. Коротких [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – № 2. – С. 183–188.
3. Особенности эпифитной микробиоты семян люпина / Л. И. Домрачева, Л. В. Трефилова, А. Л. Ковина, Ю. Н. Зыкова // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : материалы XX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский государственный университет, 2022. – С. 182–185.

4. Зыкова, Ю. Н. Роль педобиоты в улучшении жизнедеятельности растений / Ю. Н. Зыкова, Л. В. Трефилова, Л. А. Ковина // Микроорганизмы и плодородие почвы : материалы I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский ГАТУ, 2022. – С. 57–63.
5. Зыкова, Ю. Н. Влияние предпосевной обработки семян микробными препаратами на всхожесть семян и накопление фотосинтетических пигментов в листьях *Trifolium pannonicum* / Ю. Н. Зыкова, С. Ю. Огородникова, Л. В. Трефилова // Принципы экологии. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 3–16.
6. Зыкова, Ю. Н. Роль бобовых в восстановлении плодородия почвы / Ю. Н. Зыкова, Л. В. Трефилова, А. Л. Ковина // Современные достижения в развитии сельского хозяйства : материалы I научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский ГАТУ, 2023. – С. 55–61.
7. Трефилова, Л. В. Эпифитный микробиом семян *Lupinus albus* / Л. В. Трефилова // Актуальные вопросы аграрной науки: теория и практика : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 267–270.
8. Трефилова, Л. В. Биорегуляторы для бобовых растений / Л. В. Трефилова // Актуальные вопросы аграрной науки: теория и практика : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 80-летию агрономического факультета, Киров, 17 декабря 2024 года. – Киров : Вятский ГАТУ, 2024. – С. 259–266.
9. Трефилова, Л. В. Оптимизация культивирования бобовых культур / Л. В. Трефилова // Особенности ресурсосберегающего земледелия на почвах Нечерноземной зоны : материалы Международной конференции. – Сыктывкар : Коми научный центр УрО РАН, 2025. – С. 206–211.

УДК 623.445.6

**ВКЛАД Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА В СОЗДАНИЕ БЕЗДЫМНОГО
ПОРОХА: НАУКА НА СЛУЖБЕ ГОСУДАРСТВА**

Злобина М. Д., Бармина С. Р., Втюрина М. Н.

Вятский государственный агротехнологический университет,

zlobina.maria.2019@mail.ru

s.barmina.05@mail.ru

vturina-60@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается малоизвестный широкой публике, но крайне важный этап деятельности Д.И. Менделеева – разработка пироколлоидного бездымного пороха. Анализируются предпосылки создания нового вида топлива, научный подход учёного к решению технологической задачи, а также причины, по которым это изобретение не было внедрено в России при жизни автора. Делается вывод о значении этой работы как образца взаимодействия фундаментальной науки и оборонно-промышленного комплекса.

Ключевые слова: Д. И. Менделеев, бездымный порох, пироколлоид, нитроцеллюлоза, история химии, оборонная промышленность, артиллерия

Введение

Имя Дмитрия Ивановича Менделеева в массовом сознании прочно ассоциируется с Периодической таблицей элементов. Однако круг его научных интересов был необычайно широк и включал не только теоретическую, но и прикладную химию, метрологию, экономику и промышленность. Одной из важнейших практических задач, над которой работал учёный, стало создание отечественного бездымного пороха. Эта тема раскрывает Менделеева не просто как гениального теоретика, но и как учёного-практика, способного решать сложнейшие государственные задачи в условиях жесткой конкуренции мировых держав.

1. Исторические предпосылки и актуальность проблемы

Конец XIX века ознаменовался технологической революцией в военном деле. Традиционный дымный (чёрный) порох имел существенный недостаток: при выстреле он создавал густые облака дыма, которые демаскировали позиции стрелков и артиллеристов, мешали прицеливанию и снижали эффективность огня. Ведущие мировые державы – Франция, Германия, Англия – уже вели разработки и начинали внедрять новые виды метательных взрывчатых веществ на основе нитроцеллюлозы. Россия же в этом вопросе серьёзно отставала, попадая в зависимость от иностранных патентов и импорта.

В этой обстановке в 1886 году Морское и Военное министерства Российской империи обратились к Д.И. Менделееву с поручением

государственной важности: разработать отечественную технологию производства бездымного пороха. Условия задачи были жёсткими: технология должна быть полностью независимой от зарубежных аналогов, экономически выгодной и пригодной для массового производства в России, а сам порох – по характеристикам превосходить или, как минимум, не уступать лучшим зарубежным образцам [1].

2. Научный подход Менделеева: от теории к пироколлодию

Д.И. Менделеев подошёл к решению задачи как фундаментальный учёный. В отличие от многих современных ему исследователей, работавших эмпирическим путём, он построил стройную систему, основанную на сочетании теории и эксперимента.

Ключевым моментом стало применение его собственной теории растворов для подбора состава нитрующей смеси. Для получения качественной нитроцеллюлозы – основы бездымного пороха – необходимо было строго контролировать процесс её обработки смесью азотной и серной кислот. Менделеев провёл серию точных опытов, варьируя концентрацию кислот, температуру и время реакции.

В результате исследований он выявил оптимальный состав продукта с содержанием азота около 12,5%. В декабре 1890 года учёный получил полностью растворимую нитроклетчатку, а в январе 1891 года назвал новый материал **пироколлодием**. Секрет технологии заключался в точном соотношении воды в реакционной смеси, которое Менделеев математически вывел как «количество разбавляющей воды должно быть равно количеству воды гидратной» [2].

3. Преимущества и испытания пироколлодийного пороха

Пироколлодий обладал рядом существенных преимуществ перед существовавшими аналогами:

- **Равномерность горения:** обеспечивал стабильное давление в стволе орудия, что повышало его живучесть;
- **Высокая энергоёмкость:** сообщал снаряду большую начальную скорость;
- **Бездымность:** позволял стрелку сохранять обзор поля боя;
- **Технологичность:** производился из доступного сырья – хлопка, льна, пеньки и даже бумаги.

В 1892 году на Морском полигоне прошли первые испытания нового пороха. Стрельбы велись из орудий различного калибра – от 37-мм до 12-дюймовых. Результаты превзошли ожидания: была зафиксирована высокая начальная скорость снаряда (до 800 м/с), полное отсутствие дымового облака и стабильность горения. Адмирал С.О. Макаров, присутствовавший на испытаниях, высоко оценил изобретение, назвав его крупным шагом в развитии артиллерии [3]. К 1893 году порох был рекомендован для использования в морской артиллерии.

4. Исторический парадокс: почему «порох Менделеева» не пошёл в серию?

Несмотря на блестящие результаты, пирокolloдийный порох не был запущен в массовое производство при жизни учёного. Историки выделяют несколько ключевых причин:

1. **Ведомственная разобщённость:** Морское и Военное министерства не смогли договориться о единых стандартах и закупках. Каждое ведомство стремилось иметь «свой» порох, что препятствовало унификации.

2. **Бюрократическое сопротивление:** Часть чиновников и военных экспертов, привыкших к старым технологиям, с недоверием относились к инновациям, опасаясь рисков и сложностей перестройки производства.

3. **Отстранение автора:** Из-за конфликта с управляющим Морским министерством и «несочувственного отношения к его идеям» в 1894 году Менделеев был вынужден покинуть ведомство.

Возник исторический парадокс: разработка осталась невостребованной на родине, но в 1900 году американец Джон Бернаду сумел запатентовать пирокolloдий в США. В годы Первой мировой войны, когда Россия остро нуждалась в бездымном порохе, его пришлось в огромных количествах закупать в Америке – тот самый порох, который изначально создал русский учёный [4].

Заключение

Работа Д.И. Менделеева над созданием бездымного пороха является ярчайшим примером синтеза фундаментальной науки и практических задач государственной важности. Всего за четыре года учёный прошёл путь от теоретических расчётов до успешных полевых испытаний, создав продукт, превосходивший зарубежные аналоги. Пирокolloдийный порох стал не только научным, но и технологическим прорывом.

История этого изобретения – важный исторический урок. Она показывает, что для успеха инноваций недостаточно одного лишь гения учёного. Необходима консолидация усилий государства, промышленности и армии, а также воля к преодолению бюрократических барьеров. Несмотря на то, что пирокolloдий не был внедрён при жизни Менделеева, его вклад в развитие отечественной научной школы и оборонной мысли остаётся бесспорным примером патриотизма и научной целеустремлённости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Менделеев, Д. И. Собрание сочинений. Т. IX. Работы в области органической и прикладной химии / Д. И. Менделеев. – Ленинград : Изд-во АН СССР ; Москва : Изд-во АН СССР, 1949. – 663 с.
2. Добротин, Р. Б. Д. И. Менделеев и проблема создания бездымного пороха / Р. Б. Добротин, Н. Г. Карпило // Вопросы истории естествознания и техники. – 1984. – № 2. – С. 84–95.

3. Макаров, С. О. Документы. Т. 2 / С. О. Макаров. – Москва : Военмориздат, 1953. – 575 с.
4. Титов, П. И. Менделеев и военная промышленность / П. И. Титов // Химия и жизнь. – 1984. – № 8. – С. 24–29.

УДК 631.147

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Конькова Ю. С., Баданин Н. А.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
yuliya.konkovaZ@yandex.ru
nickbadanin@mail.ru*

Аннотация. Настоящая работа посвящена анализу проблем и тенденций развития сегмента органической продукции в России. В контексте современных вызовов обосновывается необходимость реализации комплекса мер по снижению антропогенного прессинга аграрного производства.

Ключевые слова: органическое сельское хозяйство, экологическая безопасность, органическая продукция, агропромышленный комплекс, устойчивое развитие

В условиях нарастания экологических вызовов вопросы безопасности приобретают приоритетное значение для населения и государства. Феномен «чистых» продуктов, появившийся относительно недавно, стремительно завоевывает нишу на глобальном рынке продовольствия, стимулируя развитие органического направления в агропромышленном комплексе.

Сравнительный анализ показывает, что органическое земледелие, ориентированное на улучшение экологического следа, обладает большим потенциалом в части сохранения почв и защиты окружающей среды от деградации по сравнению с индустриальными методами. Конечным продуктом такого производства выступает сельхозпродукция, культивируемая без использования минеральных удобрений и пестицидов. Современный потребительский тренд, ориентированный на здоровый образ жизни и экологичность питания, подтверждает научную и практическую значимость исследования органического сектора. Вместе с тем, автором отмечается, что в РФ становление этого перспективного направления сопряжено с рядом проблем, подробно рассмотренных в данной статье.

В современных условиях хозяйственной деятельности соблюдение экологических требований к производственным процессам становится не только правовой обязанностью субъектов экономики, но и важным элементом корпоративной стратегии устойчивого развития. Учитывая глобальные вызовы, связанные с изменением климата, загрязнением окружающей среды и

истощением природных ресурсов, особую актуальность приобретают меры по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду, в том числе в сфере агропромышленного производства и, в частности, в производстве органической продукции, исключающее применение химических воздействий.

В соответствии со стратегией развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года «Органическая продукция - экологически чистая сельскохозяйственная продукция, сырье и продовольствие, при производстве которых не используются минеральные удобрения и химические вещества (агрохимикаты, пестициды, антибиотики, стимуляторы роста и откорма животных, гормональные препараты), за исключением тех, которые разрешены к применению действующими в Российской Федерации национальными, межгосударственными и международными стандартами в сфере производства органической продукции» [1,2].

В настоящее время в мире высокими темпами развивается органическое сельское хозяйство, исключающее использование любых химических материалов на всех этапах производственного цикла, включая подготовку почвы, посев, выращивание и уборку урожая, хранение, транспортировку, переработку и реализацию продукции, тем самым способствуя восстановлению и сохранению природной окружающей среды и обеспечению населения полезными и безопасными для здоровья продуктами питания, на которые предъявляется платежеспособный спрос потребителей на внутреннем и внешних рынках [3, 4].

Ресурсный потенциал регионов нашей страны позволяет нарастить объемы производства органической продукции в условиях растущего потребительского спроса на экологически чистую и безопасную продукцию, не только для внутренних рынков, а также для реализации в рамках экспорта в другие страны.

Дальнейшее расширение рынка органической продукции требует изучения и выявления направления его развития.

Цель исследования — оценить динамику развития сектора органической продукции в России, принимая во внимание имеющиеся материальные и интеллектуальные ресурсы, необходимые для реализации целей, обозначенных в Доктрине продовольственной безопасности РФ. Отдельное внимание уделяется анализу сложностей ведения экологически безопасного органического хозяйства субъектами малого и среднего предпринимательства, что выступает одним из ключевых условий развития отрасли.

Материалы и методы исследования. Методологическую основу работы составил анализ текущего состояния органического земледелия в РФ, а также изучение соответствующего зарубежного опыта. В ходе исследования были систематизированы основные проблемы развития сектора, выявлены потенциальные возможности и риски. Итогом работы стали практические рекомендации, направленные на стимулирование роста производства органической продукции. Информационную базу обеспечили научные

публикации и результаты исследований отечественных ученых в области эффективного ведения органического хозяйства.

Результаты исследования. Научные исследования развития и повышения эффективности производства органической продукции ведутся докторами экономических наук Алтуховым А. И., Кундиус В. А., Нечаевым В. И., Ушачевым И. Г. и др. Из зарубежных исследователей здесь можно выделить следующих авторов: Р. Штайнер, А. Ховард, Э. Бальфур, Л. Бромфилд, Э. Пфайффер и др.

Фундаментальной целью органического сельского хозяйства является создание устойчивой и саморегулирующейся агроэкосистемы, которая минимизирует негативное воздействие на окружающую среду и обеспечивает получение экологически чистой продукции высокого качества. Это достигается за счет гармоничной интеграции всех компонентов агроценоза, включая почву, растения, животных, насекомых и самого фермера [5]. Принципы органического производства сельскохозяйственной продукции подразумевают собой целостный подход к ведению сельского хозяйства, направленный на создание здоровой и продуктивной среды.

В основе органического сельского хозяйства лежат пять ключевых принципов: защита окружающей среды, минимальное вмешательство в естественные процессы агроэкосистемы, максимальное использование собственного биопотенциала системы, сохранение и улучшение почвенного плодородия, и, наконец, производство экологически чистой продукции, свободной от синтетических пестицидов, гербицидов и искусственных удобрений. Это означает отказ от химических средств защиты растений и стимулирования роста, а также переход к биопрепаратам и агротехническим методам, направленным на усиление природных защитных механизмов растений и почвы.

В органическом сельском хозяйстве широко используют природные удобрения. Это компост, навоз травоядных животных, птичий помет, морские водоросли, сидераты, древесная зола. Компостирование органических отходов – это эффективный способ переработки растительных остатков и навоза в ценное удобрение, богатое гумусом и полезными микроорганизмами.

Борьба с вредителями и болезнями растений в органическом земледелии основана на профилактических мерах и использовании биологических методов. Это включает в себя привлечение полезных насекомых, птиц и других животных, которые питаются вредителями. Также применяются биопрепараты на основе полезных микроорганизмов, способных подавлять развитие болезнетворных микроорганизмов. Важную роль играет и правильный выбор сортов растений, устойчивых к болезням и вредителям. Мульчирование почвы – еще один эффективный метод борьбы с сорняками и улучшения ее структуры. В качестве мульчи используются органические материалы: солома, сено, скошенная трава, измельченная древесина, листья. Мульча подавляет рост сорняков, улучшает водный режим почвы, защищает ее от эрозии и способствует поддержанию оптимальной температуры.

Одной из основных проблем развития производства органической продукции в России является высокая стоимость сертификационного входа сельхозтоваропроизводителей на рынок, которая может составлять 300–800 тысяч рублей в год. Данная сумма является высокой для фермеров или крестьянско-фермерских хозяйств.

Необходимо отметить, что на сегодняшний день государство внедряет программу субсидирования затрат на сертификацию по всей стране. Уже сейчас Воронежская область покрывает 100% расходов. Таким образом, данная мера поддержки позволит начать заниматься органическим сельским хозяйством, оплачивая только часть сертификации, либо покрывая её полностью субсидией.

Следующей проблемой для бизнеса является высокая стоимость и дефицит необходимых технологий и оборудования. Во-первых, отсутствует достаточное количество специализированной техники, предназначенной для «зелёного» земледелия. Например, фермерам остро не хватает оборудования для точного внесения сертифицированных органических удобрений, включая системы GPS навигации и автоматизированного контроля дозировки. Необходимы также специализированные хранилища для этих удобрений, соответствующие санитарным нормам и предотвращающие их порчу.

Механизация процесса прополки и обрезки также крайне важна для повышения эффективности и снижения трудозатрат. Также стоит отметить дефицит квалифицированных кадров, который наблюдается во всех областях агропромышленного комплекса. Необходимо обучать фермеров правильному применению органических удобрений, методам биологической защиты растений от вредителей и болезней, а также принципам устойчивого земледелия.

Финансовые затраты на внедрение «зеленых» технологий весьма существенны и являются серьёзным барьером для многих фермерских хозяйств: 20-100 тысяч рублей на гектар для зерновых и 50-800 тысяч рублей на гектар для плодовых культур – представляют собой лишь минимальные оценки и могут значительно варьироваться в зависимости от конкретных условий и выбранных технологий. В эти затраты входят не только приобретение оборудования и сертифицированных материалов, но и дополнительные расходы на консалтинговые услуги, обучение персонала, сертификацию продукции и маркетинг. Для преодоления этого барьера необходимы государственные субсидии, льготное кредитование и инвестиции в развитие инфраструктуры экопроизводства. На данный момент государство вводит по всей России такие программы как возмещение затрат на обучение, маркетинговые исследования, участие в выставках, прохождение процедуры сертификации и субсидирование затрат на биологические средства защиты, питание, ветпрепараты, кормовые добавки (уже сейчас Воронежская область субсидирует 50% таких затрат).

Еще одним существенным препятствием для потенциальных производителей органической продукции выступает дефицит сертифицированных земель [6]. Согласно статистике, доля таких угодий в России составляет лишь 0,003% от общей площади сельскохозяйственных

земель. Как отмечалось ранее, именно сертификация служит отправной точкой для органического производства, подтверждая, что минимум три года на участке не применялись агрохимикаты и ГМО, а почва полностью очистилась от вредных веществ. Данное обстоятельство вынуждает фермеров осваивать заброшенные территории, вводя их в оборот с нуля и неся при этом значительные финансовые издержки.

Не менее важным условием успешного перехода к органическому земледелию в России является доступность специализированной информации и современных технологий. Значительная часть сельхозпроизводителей, особенно в удаленных регионах, слабо информирована о принципах ведения органического хозяйства, процедурах сертификации и потенциальных каналах сбыта. В связи с этим назрела необходимость активизации государственного участия в реализации образовательных программ для повышения квалификации аграриев, а также в создании общедоступных информационных платформ, ориентированных на различные категории фермерских хозяйств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мистратова, Н. А. Органическое земледелие в России (обзорная статья) / Н. А. Мистратова, Д. Н. Ступницкий, С. Е. Яшин. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-11-100-107 // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 11 (176). – С. 100–107. – EDN NMHPZS.
2. Моисеенко, М. А. Методы и факторы повышения эффективности производства органической продукции растениеводства / М. А. Моисеенко. – DOI 10.32651/231-44 // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 1. – С. 44–49.
3. Стратегия развития аграрной сферы экономики: проблемы и пути решения : монография / А. И. Алтухов [и др.] – Краснодар : Просвещение-ЮГ, 2017. – 703 с.
4. Малыха, Е. Ф. Тенденции развития инженерно-технической системы агропромышленного комплекса Российской Федерации / Е. Ф. Малыха, Ю. В. Катаев // Наука без границ. – 2017. – № 7 (12). – С. 21 – 25.
5. Влияние различных систем земледелия на агрохимические и биохимические показатели серой лесной почвы / К. А. Гордеева, Т. Г. Кольцова, В. И. Кулагина [и др.]. – DOI 10.24852/2411-7374.2024.3.34.38 // Российский журнал прикладной экологии. – 2024. – № 3 (39). – С. 34–38. – EDN KMOVVN.
6. Саратовцева, Е. А. Органическое сельское хозяйство: перспективы развития в России с учетом международного рынка / Е. А. Саратовцева, М. В. Дабахов. – DOI 10.55959/MSU0137-0944-17-2024-79-2-136-146 // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. – 2024. – № 2. – С. 136–146. – EDN XPPVLY.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ДМИТРИЯ ИВАНОВИЧА МЕНДЕЛЕЕВА В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**Коржавина А. С., Пестова М. В., Мазен Абакр Мохамед Абакр,
Втюрина М. Н.**

*Вятский государственный агротехнологический университет,
vtyurina-60@mail.ru*

Аннотация. В статье рассказывается о самых важных открытиях Дмитрия Ивановича Менделеева.

Ключевые слова: Д.И. Менделеев, естественная наука, периодическая система элементов, критическая температура, уравнение Клапейрона – Менделеева, метрология, изоморфизм, основы химии

Дмитрий Иванович Менделеев – русский учёный-энциклопедист: химик, физико-химик, физик, метролог, экономист, технолог, геолог, метеоролог, нефтяник, педагог, воздухоплаватель, приборостроитель. Профессор Императорского Санкт-Петербургского университета.

1. Периодический закон и периодическая система элементов (1869–1871)

Менделеев установил, что свойства химических элементов периодически повторяются в зависимости от их атомных масс. Точно описал свойства трёх неизвестных элементов: «экаалюминия» (галлий, открыт в 1875 г.); «экабора» (скандий, открыт в 1879 г.); «экасилиция» (германий, открыт в 1886 г.). Периодический закон стал одним из фундаментальных законов естествознания, а таблица – универсальным языком химии.

2. Критическая температура

В 1860 году Менделеев установил существование температуры абсолютного кипения. Учёный исследовал поверхностное натяжение жидкостей при различных температурах и сделал вывод, что выше этой температуры вещество уже не может находиться в жидком состоянии.

3. Уравнение состояния идеального газа

Д.И. Менделеев вывел уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона – Менделеева) в 1874 году. Это соотношение устанавливает зависимость между давлением, молярным объёмом и абсолютной температурой идеального газа. Менделеев обобщил закон Клапейрона, включив зависимость от температуры. Уравнение ныне известно как уравнение Клапейрона – Менделеева. (Дмитрий Менделеев использовал это уравнение для определения атомной массы аргона, который на тот момент ещё не был открыт. Уравнение помогло подтвердить существование и свойства инертных газов, что привело к открытию новой группы элементов в периодической системе).

4. Гидратная теория растворов (1865–1887)

Менделеев рассматривал растворы как системы, состоящие из частиц растворителя, растворённого вещества и неустойчивых химических

соединений, которые образуются между ними и находятся в состоянии частичной диссоциации, заложив основы современной теории растворов. Растворение вещества – это не просто физическое смешивание, а химический процесс взаимодействия между растворённым веществом и растворителем. В результате этого взаимодействия образуются особые соединения – гидраты.

5. Исследования нефти и угля

- Разработал метод непрерывной дробной перегонки нефти.
- Сконструировал колонку для фракционирования углеводородов.
- Предложил технологии получения смазочных масел из остатков нефти.
- Предвосхитил термический крекинг (заметки 1881 г. – пропускание нефти через раскалённые трубы).
- Выступал против сжигания нефти как топлива, предлагал использовать все фракции;
- Выдвинул гипотезу происхождения нефти из карбидов тяжёлых металлов (ныне не общепринята).
- Проанализировал запасы Донецкого угольного бассейна.
- Обосновал строительство уголевой ж/д магистрали Москва – Донбасс.
- Изучал угольные бассейны Кузбасса, Подмосковья, Кизеловского района.
- Выдвинул идею подземной газификации угля (1880-е гг.) – поджигать уголь под землёй и отводить газ по трубам.

6. Метрология и приборы

Разработал точные конструкции коромысла и арретира, усовершенствовал методы взвешивания, способствовал развитию метрологии, инициировали введение нового закона о мерах и весах, возглавил учреждение, сконструировал пикнометр для точного определения плотности.

7. Сельское хозяйство и агрохимия

- В своём имении провёл серию опытов по применению удобрений: тестировал фосфорные, калийные, азотные, известковые и органические удобрения; изучал влияние различных видов удобрений (навоз, жжёные кости, древесные опилки и др.) на урожайность овса и ржи; исследовал эффективность смесей удобрений и чистых составов; провёл систематический физико-химический анализ почв; предложил меры по улучшению плодородия земель, изучал механические свойства почв, их структуру и химический состав;
- Разработал рекомендации по организации крестьянского сыроварения и других перерабатывающих производств; связывал подъём животноводства с формированием соответствующей кормовой базы.

8. Изоморфизм

В 1854–1856 годах Дмитрий Иванович Менделеев исследовал явления изоморфизма – отношения между кристаллической формой и химическим составом соединений, а также зависимость свойств элементов от величины их атомных объёмов. Это стало одной из «предтеч», способствовавших открытию Периодического закона.

9. «Основы химии» (1868–1871)

Учебник Дмитрия Ивановича Менделеева, опубликованный в 1868–1871 годах. Это первое современное руководство по неорганической химии, материал в котором был систематизирован и расположен в соответствии с периодическим законом химических элементов.

10. Воздухоплавание и метеорология

Учёный считал, что полёты на аэростатах могут помочь изучить верхние слои атмосферы, где, по его мнению, «надобно искать зародыш всех погодных изменений».

11. Химизация промышленности

Продвигал использование нефти и угля не только как топлива, но и как сырья для химии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сторонкин, А. В. Летопись жизни и деятельности Д. И. Менделеева / А. В. Сторонкин, Р. Б. Добротин. – Москва, 1984. – 540 с.
2. Младенцев, М. Н. Дмитрий Иванович Менделеев, его жизнь и деятельность / М. Н. Младенцев, В. Е. Тищенко. – Москва ; Ленинград : Изд-во Акад. Наук СССР, 1938. – 268 с.
3. Летопись жизни и деятельности Д. И. Менделеева / Р. Б. Добротин, Н. Г. Карпило, Л. С. Керова [и др.]. – Ленинград : Наука, 1984. – 532 с.
4. Чельцов, И. М. Менделеев Дмитрий Иванович / И. М. Чельцов, В. К. Менделеев // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. – Санкт-Петербург, 1896. – Т. XIX. – С. 82–85.
5. Стариков, В. И. Д. И. Менделеев / В. И. Стариков. – Свердловск : Средне-Уральское книжное издательство, 1984. – 254 с.
6. Добротин, Р. Б. Логический анализ творческого пути Д. И. Менделеева / Р. Б. Добротин, Л. С. Керова // Вопросы истории и методологии химии. – 1976. – Вып. 1. – С. 5–23.
7. Менделеев, Д. И. Ещё о расширении жидкостей / Д. И. Менделеев – Санкт-Петербург : Типография В. Демакова, 1884. – 18 с.
8. Менделеев, Д. И. Попытка химического понимания мирового эфира / Д. И. Менделеев. – Санкт-Петербург : Типолитография М. П. Фроловой. – 1905. – 40 с.
9. Менделеев, Д. И. Изоморфизм в связи с другими отношениями кристаллической формы к составу : диссертация, представленная при окончании курса в Главном педагогическом институте студентом Д. Менделеевым / Дмитрий Иванович Менделеев. – Санкт-Петербург, 1856. – 234 с.
10. Менделеев, Д. И. О сопротивлении жидкостей и о воздухоплавании. Вып. 1. / Д. И. Менделеев. – Санкт-Петербург : Типография В. Демакова, 1880. – 80 с.

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЙ ИНТЕРЕС Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА К НАУКЕ

Пасечник И. А., Мазен Абакр Мохамед Абакр, Втюрина М. Н.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
vtyurina-60@mail.ru*

Аннотация. В статье анализируется первый интерес Д.И. Менделеева к науке. Исследование позволяет понять, как Д.И. Менделеев начал свой путь в науке.

Ключевые слова: Дмитрий Иванович Менделеев, наука, открытия, ученый

Дмитрий Иванович Менделеев родился 8 февраля 1834 года в городе Тобольске. Отец Дмитрия Ивановича, Иван Павлович Менделеев был директором гимназии, а мать Мария Дмитриевна занималась управлением стекольного завода. Именно она приложила огромные усилия, чтобы дать младшему сыну высшее образование, переехав с ним из Сибири в Москву, а затем в Санкт-Петербург. В семье было 17 детей, и Дмитрий Иванович был последним из них.



Рисунок 1 – Гимназия, в которой учился Д. И. Менделеев

Дмитрий Иванович очень рано освоил чтение и правописание, но в школе он не выделялся высокими результатами. Будущий ученый имел посредственные оценки и особенно тяжело ему давались латынь и Закон Божий. Немецкий также давался очень нелегко. Дмитрий Иванович провел 2 года в первом классе, но из-за того, что он рано пошел в школу. К моменту

окончания школы уже были заметны хорошие способности в естественных науках. Знаменитый Петр Ершов, который являлся директором школы, отмечал талант Менделеева.

В 1850 году Дмитрий Иванович Менделеев поступил в педагогический институт на факультет естественных наук. Первый год для ученого закончился не очень хорошо, и ему пришлось остаться на второй год. После сложившиеся ситуации у Менделеева появился интерес к науке, и он стал учиться на отлично. В 1855 году ученый закончил институт с золотой медалью и выпускной работой, которая была хорошо оценена.



Рисунок 2 – Главный педагогический институт, в котором учился Д. И. Менделеев

Работа над учебным пособием «Основы химии» позволила Менделееву задуматься над природой химических элементов. В результате этих размышлений 1 марта 1869 года был завершён самый первый целостный вариант Периодической системы химических элементов, который получил тогда название «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве», в котором элементы были расставлены по девятнадцати горизонтальным рядам (рядам сходных элементов, ставших прообразами групп современной системы) и по шести вертикальным столбцам (прообразами будущих периодов). Эта дата знаменует собой открытие Менделеевым Периодического закона, но более верным считать эту дату началом открытия, поскольку требовалось его осмысление и затем достижение формулировки.

Дмитрий Иванович привнес очень много в развитие метрологии. Именно он выступал за восстановление прототипов русских мер, которое привело к положению о русских мерах, утвержденное в 1899 году. Также можно отметить, что ученый создал много измерительных приборов: пикнометра Менделеева (прибор для определения плотности жидкостей),

дифференциальный барометр (для исследований над упругостью газов), маятник-метроном (сконструирован для изучения качания маятников), одноплечие весы. Менделеев был предтечей современной метрологии, в частности – химической метрологии. Он является автором ряда работ по метрологии. Создал точную теорию весов, разработал наилучшие конструкции коромысла и арретира, предложил точнейшие приёмы взвешивания.

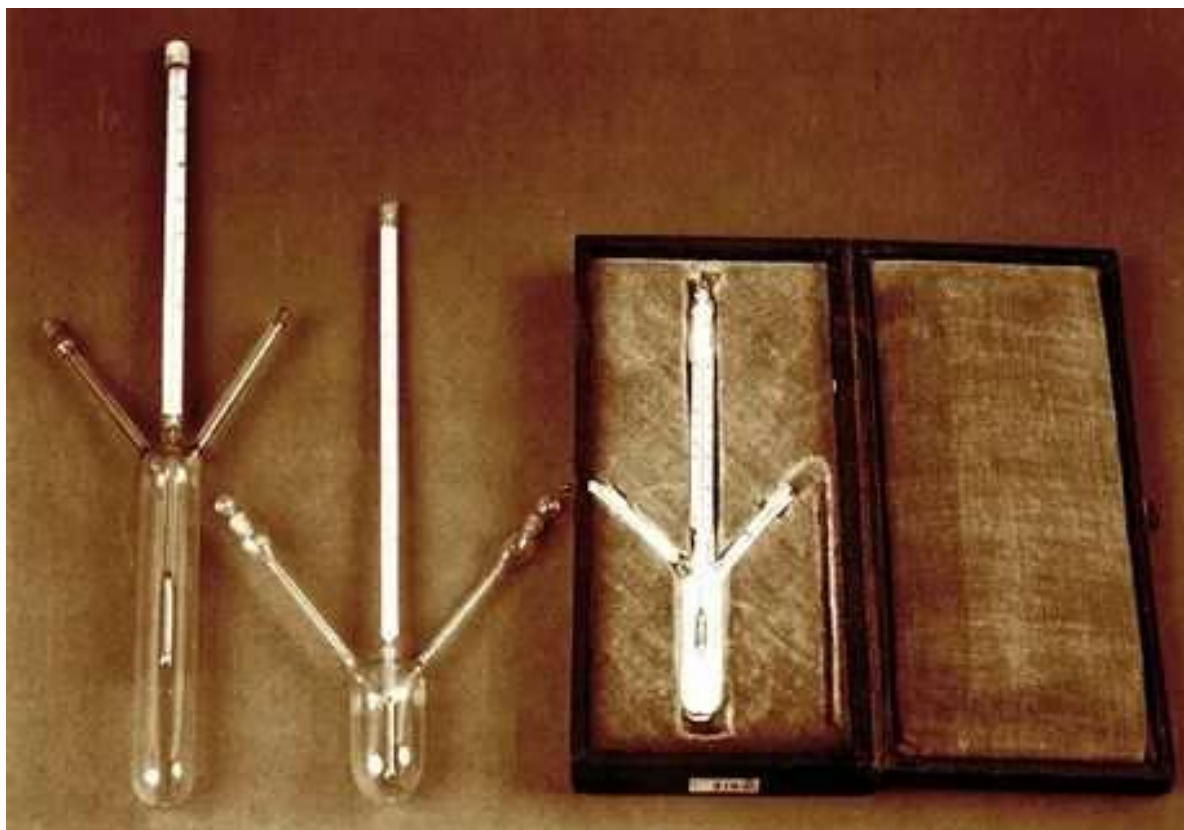


Рисунок 3 – Изображение пикнометра Менделеева

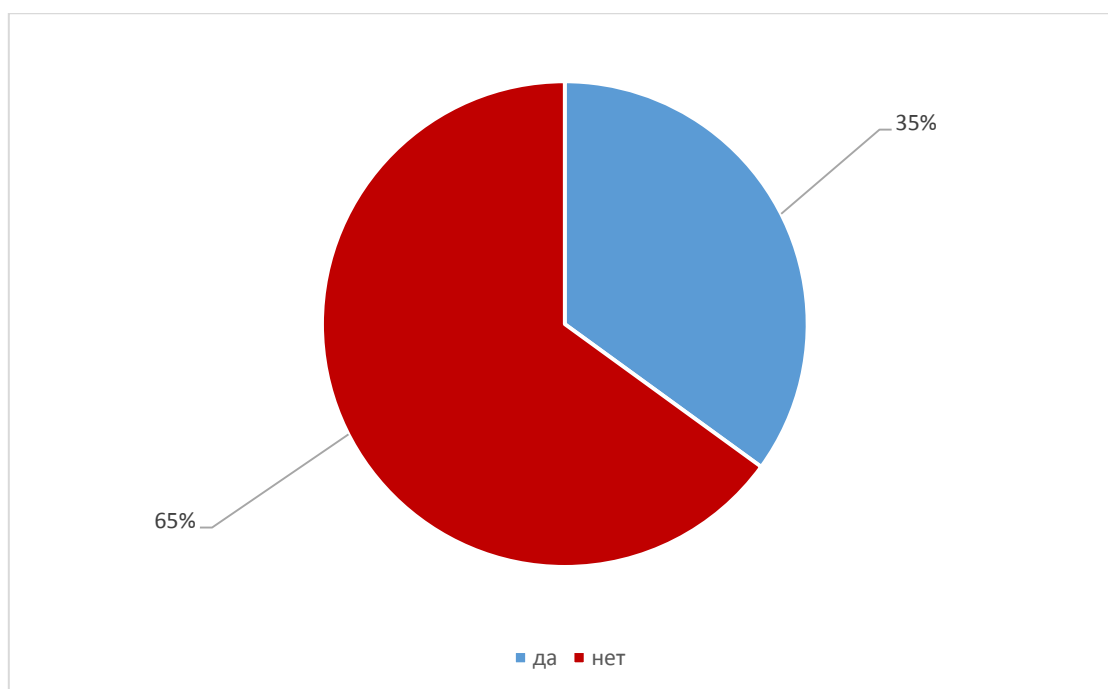


Рисунок 4 – Опрос на тему «Знаешь ли ты о понятии «метрология»

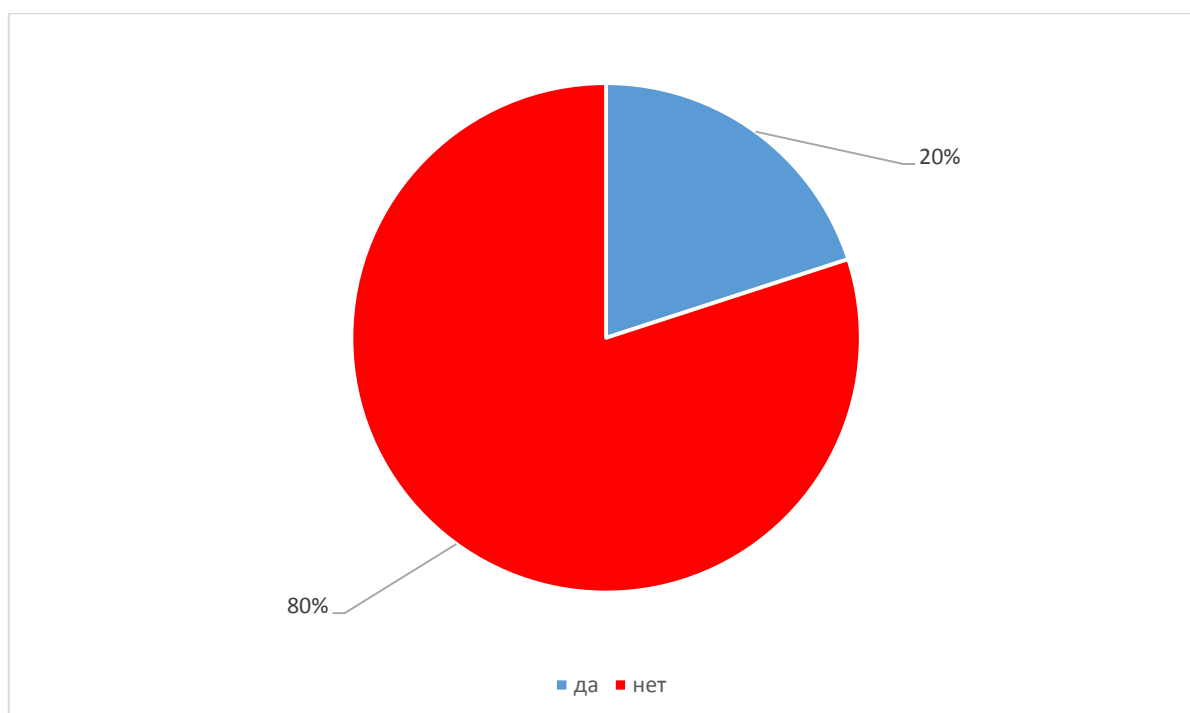


Рисунок 5 – Опрос на тему «Знаешь ли ты о вкладе Менделеева в Метрологию»

В заключение можно отметить, что Дмитрий Иванович Менделеев был великим человеком. Его научные открытия незаменимы и используются до сих пор. Дмитрий Иванович пример настоящего патриота своей страны, который делал все возможное для ее блага.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабаев, Е. В. Дмитрий Иванович Менделеев / Е. В. Бабаев – Москва : Просвещение, 1983. – 148 с.
2. Макареня, А. А. Д. И. Менделеев / А. А. Макареня, Ю. В. Рысев – Москва : Атомиздат, 1977. – 136 с.
3. Смирнов, Г. В. Менделеев / Г. В. Смирнов – Москва : Молодая гвардия, 1974. – 334 с.
4. Ходаков, Ю. В. Дмитрий Иванович Менделеев / Ю. В. Ходаков – Москва : Учпедиз, 1950. – 134 с.
5. Карпило, Н. Н. Д. И. Менделеев : книга для учащихся. / Н. Н. Карпило – Москва : Просвещение, 1984. – 270 с.
6. Писаржевский, О. Н. Дмитрий Иванович Менделеев / О. Н. Писаржевский – Москва : Молодая гвардия, 1953. – 474 с.
7. Менделеев, Д. И. Основы химии / Д. И. Менделеев – Москва : Наука, 1989. – 620 с.
8. Менделеев в воспоминаниях современников / сост. А. А. Макареня. – Москва : Наука, 1973. – 271 с.

УДК 631.174

ВРЕД ХИМИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Ренгартен Г. А.

*Вятский государственный агротехнологический университет,
rengarten.g@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматривается проблема негативного влияния химизации сельского хозяйства на экологию и здоровье человека. Описано влияние химических препаратов на окружающую среду и на здоровье человека. Предлагаются меры по снижению негативного воздействия и оптимизации использования химических средств в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: химизация сельского хозяйства, минеральные удобрения, пестициды, экология, здоровье человека

Химизация сельского хозяйства повышает продуктивность АПК через использование удобрений и пестицидов, но вредит экологии. Рост применения химикатов связан с необходимостью прокормить растущее население.

Пестициды могут быть токсичными и для человека. Пестициды могут быть причиной рака у людей, приводить к генетическим нарушениям у потомства, вызывать аллергические, сердечно-сосудистые и др. заболевания. В сельском хозяйстве применяется около 70 различных пестицидов. Характер их

действия на человека зависит от химических свойств этих веществ, конкретных условий воздействия. По данным всемирной организации здравоохранения, ежегодно пестицидами отравляются 500 тыс. чел, более 5 тыс. – со смертельным исходом. В России, в районах массированного применения пестицидов, общая заболеваемость детей до шести лет (болезни кожи, пищеварительного тракта, органов дыхания, нарушения обмена веществ, отставание в физическом развитии) в 4,6 раза выше, чем в районах с наименьшей химизацией. За 25 лет в 300 раз увеличились случаи аллергических заболеваний [1-5].

Цель исследования – анализ влияния химизации на экологию и разработка мер по снижению негативного воздействия химических препаратов.

Основные химические вещества, используемые в сельском хозяйстве: минеральные удобрения, минеральные удобрения содержат три основных элемента: азот (N), фосфор (P) и калий (K), пестициды, кормовые добавки и полимеры.

Азот нужен для синтеза белков и хлорофилла, но его избыток вызывает накопление нитратов, опасных для здоровья. Фосфор важен для энергетического обмена растений, однако его излишек ведет к эвтрофикации водоемов и гибели водных организмов. Калий повышает устойчивость к болезням и качество плодов, но калийные удобрения содержат хлор, что может привести к засолению почвы и нарушению баланса других элементов.

Хлорорганические пестициды отличаются высокой стойкостью, накапливаются в организмах и вызывают хронические заболевания и мутации.

Фосфорорганические пестициды, несмотря на меньшую стойкость, приводят к гибели полезных насекомых и накоплению токсичных веществ в почве и воде. Кормовые добавки в животноводстве влияют на микробиологический состав почвы и воды. Химические вещества стали неотъемлемой частью современных агротехнологий, но их неправильное и чрезмерное использование приводит к серьезным экологическим проблемам: загрязнению почвы и водоемов, снижению биоразнообразия и ухудшению здоровья человека [1-4, 6].

Основные риски избыточного применения азотных удобрений: Загрязнение водоемов: вымывание нитратов → эвтрофикация → снижение кислорода → гибель водных организмов; Метгемоглобинемия: повышение нитратов в воде → повышение метгемоглобина в крови → “синдром синего младенца”.

Основные риски фосфорных удобрений: Эвтрофикация: избыток фосфатов → рост водорослей → снижение кислорода → гибель водных организмов;

Основные риски калийных удобрений: Засоление почвы: избыток хлора → нарушение баланса кальция и магния; Почвенный дисбаланс: негативное влияние на микрофлору и структуру почвы [7-9].

Рекомендации:

- контролировать нормы и сроки внесения удобрений, равномерно распределять их для снижения экологической нагрузки и повышения эффективности [9-10].

- применять точное земледелие: почвенные тесты и расчет норм внесения;
- устойчивые технологии: органическое земледелие и микоризные грибы.

Согласно данным международной группы национальных ассоциаций производителей агрохимических продуктов (GIFAP), 97% всей сельскохозяйственной продукции в мире производится на площади, составляющей 3% почвенного покрова земного шара. С увеличением численности населения земли (с 6 до 12 млрд человек до 2010 г.) в течение последующих 50 лет необходимо будет производить столько продуктов, сколько было произведено с момента появления на Земле первых людей. Сегодня на каждого жителя, включая детей, приходится по 0.28 га плодородной земли. Посевные площади, согласно прогнозу, возрастут на 5 %, а население Земли возрастет до 8 млрд человек. Доля земельных угодий на каждого жителя планеты уменьшится до 0,19 га (на треть меньше, чем сегодня) на почвенный покров оказывается значительное антропогенное давление. Широкое использование минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве, порождает ряд проблем, в частности, деградацию почв (ежегодно с поверхности Земли исчезает до 25 млн. кв. м пахотного слоя почвы). Причинами деградации почв послужили:

- эрозия (ветровая, ручейковая и др.)
- опустынивание поверхности (потеря влаги)
- токсикация (заражение почв пестицидами, засоление почвы)
- прямые потери почв (отчуждение) (постройки, дороги, трубопроводы)

Большой ущерб почвенному слою земли наносит засоление в результате неправильной мелиорации или применение разрушительных технологий при использовании водных ресурсов [5,6].

Ведущими принципами рационального использования пестицидов должны быть: строгий учет экологической обстановки на сельскохозяйственных угодьях, точное знание критериев, при какой численности вредных и полезных организмов целесообразно проведение химической борьбы. Химические приемы следует сочетать с агротехническими, селекционными, организационно-хозяйственными. В настоящее время принимаются меры к замене соединений на более безопасные.

Федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие государственную регистрацию пестицидов, дают разрешение на производство, применение, регистрацию, транспортировку, хранение, уничтожение, рекламу, ввоз в РФ и вывоз из России пестицидов. Накопление стойких химических веществ в продуктах питания чаще связано с нарушением правил и регламента их применения, с завышением рекомендуемых доз препарата, несоблюдение сроков последней обработки растений перед сбором урожая. Для повышения ценности природы и уменьшения угрозы живым организмам в России осуществляется контроль за применением пестицидов и их остатками в

различных средах (сельскохозяйственной продукции, почве, воде, воздухе), за уровнем загрязнения окружающей среды, агрохимикатами, применяемые в сельском хозяйстве, содержанием нитратов в почвах и в растительной продукции (овощных, бахчевых, кормовых, а также в почвах, на которых эти культуры возделываются). Контроль ведут специальные агроотделы, созданные в агрохимических лабораториях и на станциях химизации и оснащенные необходимыми приборами и лабораторным оборудованием. Природоохранная деятельность в сельском хозяйстве направлена на экологизацию почв, что позволяет выращивать качественную экологически чистую продукцию для населения [5-6].

Основными направлениями работы в природоохранной деятельности сельского хозяйства являются:

- оптимальное ведение сельского хозяйства: (с минимальным ущербом природе);
- оптимальная технология использования удобрений;
- минимум сноса поверхностного слоя почвы и биогенов;
- минимальное загрязнение водоемов;
- разработка и использование новых видов удобрений (искусственные удобрения);
- интенсификация земледелия (усвоение растениями вносимых удобрений – поливные посевы, когда азотные удобрения усваиваются лучше);
- переработка навоза биотехническими методами (получение биогазообразная смесь метана и других газообразных продуктов) и т.д.

С целью охраны здоровья людей, окружающей природной среды в 1997 г. был принят федеральный закон “О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами”. Согласно этому закону, государственное управление в области безопасного обращения с пестицидами и агрохимикатами осуществляет правительство РФ непосредственно или через специально уполномоченные им федеральные органы исполнительной власти [8].

Для уменьшения негативного воздействия химических веществ (пестицидов) в почве, необходимо своевременно вносить органическое удобрение, сеять сидераты и многолетние травы, проводить мульчирование почвы [11-13].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соколов, М. С. Экологизация защиты растений : монография / М. С. Соколов, О. А. Монастырский, Э. А. Пикушова. – Москва : Агропромиздат, 1994. – 462 с.
2. Минеев, В. Г. Агрохимия / В. Г. Минеев. – Москва : МГУ, 2004. – 720 с.
3. Мельников, Н. Н. Пестициды и окружающая среда / Н. Н. Мельников // Агрохимия. – 1998. – № 5. – С. 3–12.
4. Соколов, М. С. Влияние минеральных удобрений на экосистемы / М. С. Соколов, О. А. Монастырский // Экология. – 2000. – № 3. – С. 15–22.

5. Международной ассоциации по защите растений (IAPPS) : сайт. – URL: <https://www.plantprotection.org/> (дата обращения: 01.04.2026).
6. Портал по устойчивому развитию сельского хозяйства : сайт. – URL: <https://www.fao.org/sustainability/ru> (дата обращения: 01.04.2026).
7. ГОСТ Р 58872–2019. Удобрения минеральные. Общие технические условия. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 16 с.
8. О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами : федеральный закон № 109-ФЗ. – Москва : Кремль, 1997. – 23 с.
9. FAO (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН). “Sustainable Agriculture”. – URL: <http://www.fao.org/sustainable-agriculture> (дата обращения: 01.04.2026).
10. WHO (Всемирная организация здравоохранения). “Pesticide Residues in Food”. – URL: <http://www.who.int/foodsafety/chemical-contaminants/pesticides/en/> (дата обращения: 01.04.2026).
11. Ренгартен, Г. А. Питание растений при биологическом земледелии / Г. А. Ренгартен // Воспроизводство плодородия почв и продовольственная безопасность в современных условиях : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры агрохимии и почвоведения Вятского ГАТУ и 95-летию Вятского государственного агротехнологического университета. – Киров : Вятский ГАТУ, 2025. – С. 51–55.
12. Ренгартен, Г. А. Биологизация почвы и удобрения в севообороте / Г. А. Ренгартен, С. Л. Коробицын // Проблемы агрохимии и экологии - от плодородия к качеству почвы : материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 90-летию выдающегося деятеля науки, классика отечественной школы агрохимии, академика РАН Василия Григорьевича Минеева / под редакцией В. А. Романенкова. – Москва, 2021. – С. 153–156.
13. Ренгартен, Г. А. Биологизация плодородия почвы и влияние удобрений в садах / Г. А. Ренгартен // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2021. – Т. 33. – С. 59–62.

Содержание

Ренгартен Г.А. Кафедра неорганической химии Вятского ГАТУ: 3
преподаватели, прошлое и настоящее

1 секция. Агрохимикаты, удобрения в современном земледелии	
Андрианова А. К. Удобрения для хвойных культур	6
Баданин Н. А., Назарова Я. И. Использование биологических удобрений для оптимизации питания растений	11
Баранова А. В., Пестрикова Ю. В. Причины возникновения кислотности почв и методы борьбы с ней	16
Баранова Ю. А. Применение удобрений для повышения урожайности картофеля в условиях крайнего севера Республики Коми	19
Жандарова С. В., Крган А. А. Влияние предпосевной обработки семян кремнийсодержащими удобрениями на сохранность растений и урожайность зерна пивоваренного ячменя	23
Зорина Т. С., Пестрикова Ю. В. Оценка эффективности органо-минеральных удобрений в повышении урожайности зерновых культур	28
Калюта Е. В., Мальцев М. И. Химически модифицированные отходы растительного сырья как структурообразователи почвы	32
Кислицына Е. А. Защитные химические мероприятия, направленные на борьбу с вредителями и болезнями хвойных культур	35
Ковина А. Л. Влияние препаратов на рост и развитие <i>Tripterygium Regelii</i>	40
Ковина А. Л. Использование стимуляторов роста и развития растений при размножении и культивировании различных видов рода <i>Pulsatilla</i>	45
Конькова Ю. С., Назарова Я. И. Несбалансированное внесение удобрений как фактор питательного стресса почвы	50
Коротких А. И. Оценка влияния биопрепаратов на морфометрические показатели гороха посевного (<i>Pisum Sativum</i> L.)	55
Крутихина В. А. Защитные химические мероприятия, направленные на борьбу с вредителями и болезнями роз	60
Кудрявцева К. К. Удобрение газонов	66
Лаптева П. А., Пестрикова Ю. В. Роль микроэлементов в питании растений и их значение для урожайности	69
Мазунин А. Г., Будина Е. А., Бельшева Л. Л. Микробиологические удобрения Азолен, Ж в современном земледелии	74
Павлова В. В., Пестрикова Ю. В. Микроэлементы в системе минерального питания сельскохозяйственных культур	78
Патрушев Д. В. Препараты-антистрессоры в декоративном садоводстве: современное состояние, механизмы действия и практическая эффективность	81
Пестрикова Ю. В. Внекорневая подкормка вечнозелёных растений: сравнительный анализ	84
Пестрикова Ю. В., Баранова Ю. А. Методы определения потребности однолетних растений в минеральных удобрениях	88

Семенчин С. И., Турлакова А. М. Продуктивность и качество однолетних трав в шестипольном кормовом севообороте длительного полевого опыта с удобрениями на дерново-подзолистой почве Республики Коми	91
Скорняков А. С. Современные подходы к рациональному использованию удобрений и регулированию плодородия в почве	97
Танакова А. А. Химические препараты, используемые для продления жизни срезанных цветов	102
Трефилова Л. В. Влияние бактеризации семян на вегетацию <i>Lotus Corniculatus</i>	106
Фролова Ю. А., Пестрикова Ю. В. Использование рапса ярового в качестве сидерата	112
Черемисинов М. В., Молчанов Д. А., Семёнов А. О. Применение отечественного протравителя семян совместно с прилипателем на яровом ячмене против патогенного комплекса	114
 2 секция. Минеральное питание сельскохозяйственных культур	
Аганина И. В. Минеральное питание как ключевой фактор роста и развития растений	120
Бажукова Н. В. Минеральное питание луковичных культур	124
Бакаева Н. П. Запасы продуктивной влаги при различных почвообработках под посевами сельхозкультур в севообороте	129
Дехтерева О. А. Использование внекорневых подкормок на культуре картофеля в Кировской области	134
Заболотская Е. К. Минеральное питание для декоративных кустарников	138
Коротких А. И. Повышение устойчивости ячменя (<i>Hordeum Vulgare</i> L.) к болезням различными методами	142
Пестрикова Ю. В. Минеральное питание для спиреи японской: значение и ключевые моменты	148
Пестрикова Ю. В. Урожайность масличного льна при влиянии минерального питания на структурные элементы	152
Попова О. Д., Ренгартен Г. А. Методы выращивания земляники садовой: сравнительный анализ и интенсивные технологии	155
Попыванов Д. В. Внесение хелатированного магния для увеличения биомассы лекарственного гриба трутовика серно-желтого	165
Прокашев А. М., Вартан И. А., Матушкин А. С., Пупышева С. А., Бородатый И. Л. Орловский соленый источник	168
Ренгартен Г. А. Азот и углерод в природном цикле	172
Трефилова Л. В. Обоснование оптимального соотношения основных элементов минерального питания растений	176
Уланов Н. А. Влияние климатических условий на эффективность шлюзования выработанных торфяников под многолетними травами	182
Шерстнев Т. Ю. Технология выращивания томата в условиях защищённого грунта с применением питательных растворов	187
Юркина А. М. Минеральное питание люпина белого в процессе вегетации	191

3 секция. Аналитический контроль и метрология в сельском хозяйстве	
Злобина М. Д., Бармина С. Р., Втюрина М. Н. Вклад Д.И. Менделеева в создание бездымного пороха: наука на службе государства	197
Конькова Ю. С., Баданин Н. А. Экологическая безопасность как фактор развития органического сельского хозяйства	200
Коржавина А. С., Пестова М. В., Мазен Абакр Мохамед Абакр, Втюрина М. Н. Деятельность Дмитрия Ивановича Менделеева в области естественных наук	205
Пасечник И. А., Мазен Абакр Мохамед Абакр, Втюрина М. Н. Первоначальный интерес Д. И. Менделеева к науке	208
Ренгартен Г. А. Вред химизации сельского хозяйства	212

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ
В МИНЕРАЛЬНОМ ПИТАНИИ И ЗАЩИТЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Материалы Всероссийской
научно-практической конференции, посвященной
95-летию кафедры неорганической химии Вятского ГАТУ

2 апреля 2026 г.

Технический корректор М. В. Молостова

610017, г. Киров, Октябрьский проспект, 133