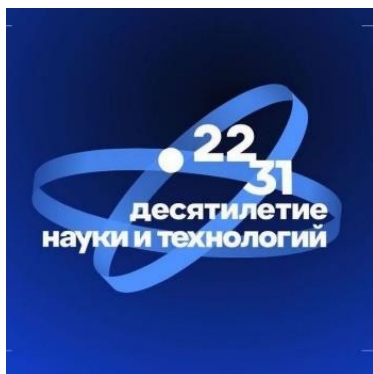




НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

**Сборник статей
II Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 75-летию ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ**

Часть II

**СОВРЕМЕННЫЕ ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА:
ЦИФРОВИЗАЦИЯ, БИОЛОГИЗАЦИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Пенза 2026

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР
ПЕНЗЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

**Сборник статей
II Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 75-летию ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ**

Часть II

**СОВРЕМЕННЫЕ ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ
РАСТЕНИЕВОДСТВА: ЦИФРОВИЗАЦИЯ,
БИОЛОГИЗАЦИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

14-15 июня 2026 г.

**Пенза
ПГАУ
2026**

УДК 001:338.436.33

ББК 65.32

Н 34

Под научной редакцией:

А.В. Носова, проректора по научно-исследовательской работе ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, кандидата экономических наук, доцента;

А.Н. Арефьева, декана агрономического факультета ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора.

Н34 Научное обеспечение технологического суверенитета агро-промышленного комплекса: сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. Часть II. Современные векторы развития растениеводства: цифровизация, биологизация и ресурсосбережение / Пензенский государственный аграрный университет [и др.]; под науч. ред. Носова А.В., Арефьева А.Н. – Пенза: Пензен. гос. аграр. ун-т, 2026. – 126 с. – URL: https://mnis.pgau.ru/file/doc/konferencii/2026/Сборник_BK-23-26.pdf. – Текст: электронный.

ISBN 978-5-00196-445-2 общ.

ISBN 978-5-00196-447-6 Ч.2

В сборнике статей рассмотрены ключевые направления модернизации растениеводства в современных условиях — цифровизация, биологизация и ресурсосбережение, их роль в повышении эффективности и устойчивости аграрного производства.

Издание предназначено для научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов.

УДК 001:338.436.33

ББК 65.32

ISBN 978-5-00196-445-2 общ.

ISBN 978-5-00196-447-6 Ч.2

МНИЦ ПГАУ, 2026

УДК УДК 004.932.2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТИПОВ КАМЕР СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В ЗАДАЧАХ МОНИТОРИНГА ТЕПЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ

А.А. Акулов, Н.В. Логанов, А.В. Гришкина

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет,
г. Москва, Россия*

Государственный университет управления, г. Москва, Россия

Рассмотрены основные типы камер машинного зрения, применяемые для мониторинга тепличных растений в агропромышленном комплексе. Проведён анализ RGB-, глубинных, мультиспектральных и гиперспектральных сенсоров с точки зрения их применимости к задачам оценки состояния культур, анализа геометрии растений, обнаружения заболеваний и контроля зрелости плодов. Показано, что эффективность работы систем машинного зрения в теплицах существенно зависит от условий освещения, плотности посадки растений, влажности среды и требований к точности измерений. Отдельное внимание уделено особенностям получения визуальной, пространственной и спектральной информации при мониторинге растений. Выполнено сравнение преимуществ и ограничений различных типов камер, используемых в задачах цифрового растениеводства.

Ключевые слова: машинное зрение, тепличные растения, RGB-камеры, камеры глубины, мультиспектральные камеры, гиперспектральные камеры, мониторинг растений.

Введение. В данной статье рассматривается применение различных типов камер машинного зрения для мониторинга тепличных растений в условиях современного агропромышленного комплекса. Рост уровня цифровизации растениеводства и переход к автоматизированным технологиям контроля состояния культур привели к активному внедрению систем компьютерного зрения в тепличные хозяйства агропромышленного комплекса (АПК). Камеры систем технического зрения (СТЗ) используются при оценке роста растений, обнаружении заболеваний, контроле зрелости плодов и анализе параметров тепличных объектов [1].

При этом на рынке присутствует большое количество сенсоров, отличающихся принципом работы, спектральным диапазоном, стоимостью и требованиями к условиям эксплуатации. Проблема выбора оборудования осложняется отсутствием универсальных критериев, позволяющих быстро определить, какой тип камеры подходит для конкретной задачи мониторинга. В тепличных условиях ситуация становится еще сложнее из-за нестабильного освещения, высокой влажности, плотной посадки растений и необходимости непрерывной

съёмки. Из-за этого даже технически совершенные сенсоры не всегда обеспечивают требуемую точность анализа. Задача данной работы - анализ применения RGB-, RGB-D-, мультиспектральных и гиперспектральных камер в задачах мониторинга тепличных культур, особенностей их использования при обнаружении плодов, оценке размеров и объема растений, выявлении болезней на ранних стадиях и контроле зрелости продукции. Также необходимо рассмотреть критерии выбора камер: пространственное разрешение, глубинная информация, спектральная чувствительность, устойчивость к условиям теплицы и экономическая эффективность эксплуатации.

Цель статьи заключается в выделении ключевых типов сенсоров машинного зрения и определении критериев их применимости для задач анализа тепличных растений в АПК. Также на основе сравнительного анализа продемонстрировать, какие камеры являются наиболее эффективными при решении конкретных задач мониторинга и какие ограничения возникают при их практическом использовании.

Материалы и методы. Эффективность систем машинного зрения в тепличном растениеводстве напрямую зависит не только от алгоритмов обработки изображений, но и от правильного выбора сенсоров. Условия эксплуатации в теплицах заметно отличаются от открытого грунта и производственных помещений, вследствие чего к камерам предъявляются особые требования. При проектировании систем мониторинга приходится учитывать как особенности растений, так и специфику самой среды наблюдения. Одной из главных задач машинного зрения в теплицах становится обнаружение и сегментация растений. На практике камеры должны эффективно выделять листья, плоды, стебли и цветки даже при плотной посадке культур. Возникает проблема взаимного перекрытия объектов: листья закрывают плоды, стебли перекрываются между собой, а часть растения может полностью выпасть из поля зрения. Особенно часто подобная ситуация возникает при выращивании томатов, огурцов и перца. Сложности создаёт и изменяющееся освещение. Несмотря на наличие искусственной подсветки, в течение суток интенсивность света остаётся нестабильной. В теплицах присутствуют прямые солнечные лучи, локальные тени, отражения от стеклянных и металлических поверхностей, а также блики от влажных листьев. Из-за этого изображения могут содержать пересвеченные или затемнённые области, что ухудшает качество распознавания объектов. Для части камер подобные условия становятся критичными. Также отдельной проблемой является высокая влажность среды. Конденсат и испарения способны ухудшать прозрачность защитных стёкол и вызывать запотевание оптики [2]. Вследствие этого снижается резкость изображения и возрастает уровень шумов.

При длительной эксплуатации оборудование также подвергается загрязнению частицами почвы, пылью и каплями удобрений. При анализе растений важную роль играет пространственная структура объекта. Во многих задачах недостаточно обычного двумерного изображения. Для оценки биомассы, раз-

меров куста, высоты растения и объёма листвы требуется получение глубинной информации. Без неё алгоритмы не способны корректно определить реальные размеры объектов, особенно при сложной геометрии посадки. Серьёзные требования предъявляются к спектральной чувствительности сенсоров. Ряд заболеваний и физиологических стрессов практически не проявляется в видимом диапазоне на ранних стадиях. Внешне растение может выглядеть здоровым, хотя внутри уже происходят изменения, связанные с нарушением фотосинтеза или дефицитом влаги. Дополнительную сложность создаёт необходимость непрерывного мониторинга. В тепличных комплексах системы машинного зрения часто работают круглосуточно, фиксируя изменения состояния растений в режиме реального времени. Из-за этого камеры должны обеспечивать стабильную работу при длительной эксплуатации и сохранять точность измерений без постоянной перекалибровки. Большое значение имеет и вычислительная нагрузка. Чем выше разрешение сенсора и сложнее спектральный анализ, тем больший объём данных формируется системой [3].

Обработка гиперспектральных изображений или трёхмерных моделей растений требует значительных вычислительных ресурсов и увеличивает требования к аппаратной части комплекса. В условиях промышленной теплицы это напрямую влияет на стоимость внедрения системы. В итоге к основным критериям выбора камер для тепличных задач относятся устойчивость к нестабильному освещению, возможность получения глубинной информации, спектральная чувствительность, устойчивость к влажной среде, скорость обработки данных и экономическая эффективность применения. Именно сочетание этих параметров определяет пригодность сенсора для конкретных задач мониторинга растений в АПК.

Результаты и обсуждение. Для анализа состояния растений в тепличных комплексах применяются несколько типов камер, отличающихся принципом формирования изображения, спектральным диапазоном и объёмом получаемых данных. Выбор конкретного сенсора зависит от задач мониторинга, требуемой точности измерений и условий эксплуатации оборудования. RGB-камеры являются наиболее массовым типом сенсоров в системах компьютерного зрения. Они формируют изображение в видимом диапазоне спектра с использованием трёх цветовых каналов — красного, зелёного и синего. Получаемое изображение близко к восприятию человеческого зрения, вследствие чего такие камеры хорошо подходят для обнаружения плодов, анализа окраски листьев и оценки внешнего состояния растений [4].

Главным преимуществом RGB-сенсоров является высокое пространственное разрешение при сравнительно низкой стоимости оборудования. Подобные камеры легко интегрируются в тепличные комплексы и поддерживаются большинством современных алгоритмов обработки изображений. На основе RGB-данных выполняется сегментация листьев, подсчёт плодов, классификация культур и контроль степени зрелости продукции. При этом использование стандартных камер в тепличных условиях связано с рядом ограничений.

RGB-сенсоры сильно зависят от качества освещения. Изменение интенсивности света, тени от листвы, отражения от влажных поверхностей и блики могут приводить к ошибкам распознавания объектов. Кроме того, подобные камеры не содержат информации о глубине сцены, вследствие чего затрудняется оценка объёма растений и пространственной структуры куста.

Для решения задач, связанных с геометрией растений, применяются камеры глубины. В отличие от RGB-сенсоров они способны определять расстояние до объектов и формировать трёхмерную модель сцены. Среди глубинных сенсоров в тепличных системах чаще всего используются ToF-камеры, стереоскопические решения и устройства со структурированным светом. Принцип работы ToF-камер основан на измерении времени, за которое световой сигнал достигает поверхности объекта и возвращается обратно к сенсору. На выходе формируется глубинная карта сцены, позволяющая получать данные о высоте растений, плотности кроны и объёме листовой массы. Подобные камеры применяются при оценке темпов роста культур и анализе биомассы. Стереоскопические системы используют пару камер, снимающих объект одновременно с разных позиций. Пространственная информация определяется по различию расположения объектов на двух кадрах. Подобная схема не требует активной подсветки, однако стабильность построения трёхмерной модели заметно снижается при неоднородном освещении или слабовыраженной текстуре поверхности листьев.

Отдельно применяются камеры структурированного света. Во время работы на растение проецируется специальный световой рисунок, деформация которого затем анализируется системой [5]. За счёт этого удаётся достаточно точно восстанавливать форму объектов и получать подробные данные о геометрии растений. В тепличных условиях подобные сенсоры используются преимущественно для построения детализированных 3D-моделей. При этом эффективность их работы может снижаться при ярком естественном освещении. Эксплуатация глубинных камер в теплицах сопровождается рядом практических ограничений. При густой посадке часть листьев и стеблей оказывается скрытой, вследствие чего на глубинной карте появляются пропуски. Дополнительное влияние оказывают повышенная влажность воздуха, конденсат на защитной оптике и отражения от поверхности листьев.

Для оценки физиологического состояния растений используются мультиспектральные и гиперспектральные камеры. В отличие от обычных сенсоров они регистрируют отражённое излучение сразу в нескольких спектральных диапазонах, включая ближнюю инфракрасную область. Это позволяет фиксировать изменения состояния растений, которые ещё не проявляются визуально. Мультиспектральные системы работают с ограниченным набором спектральных каналов. Полученные данные используются при расчёте вегетационных индексов, применяемых для оценки активности фотосинтеза, водного стресса и общего состояния культуры. Подобные камеры используются при раннем обнаружении дефицита влаги, нехватки элементов питания и признаков поражения растений. Гиперспектральные сенсоры обеспечивают более детальный

анализ спектра отражения. Для каждого пикселя изображения формируется практически непрерывная спектральная характеристика, благодаря чему появляется возможность фиксировать слабые изменения биохимических процессов в тканях растений ещё до появления внешних симптомов заболевания или стресса. При высокой информативности подобные системы остаются достаточно сложными с точки зрения эксплуатации. Формируемый объём данных требует значительных вычислительных ресурсов и увеличивает время обработки изображений [6].

Кроме того, гиперспектральное оборудование отличается высокой стоимостью и предъявляет повышенные требования к калибровке сенсоров в условиях тепличного производства. На практике всё чаще используются комбинированные схемы мониторинга, в которых одновременно применяются несколько типов камер. К примеру, RGB-сенсоры могут работать совместно с глубинными или мультиспектральными системами, обеспечивая более полный анализ состояния растений. Подобный подход позволяет одновременно анализировать внешний вид растений, их геометрию и физиологическое состояние, повышая точность автоматизированного мониторинга.

Информация по типам камер, которые способны выполнять работы в тепличных условиях АПК, сформирована в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики камер машинного зрения в тепличных условиях

Тип камеры	Основные задачи	Преимущества	Ограничения
RGB-камера	Обнаружение плодов, анализ окраски, контроль зрелости	Низкая стоимость, высокое разрешение, простота интеграции	Зависимость от освещения, отсутствие глубинной информации
ToF-камера	Оценка объёма растений, анализ биомассы, измерение высоты	Получение карты глубины в реальном времени	Чувствительность к влажности и отражениям
Стереокамера	Построение 3D-модели растений, анализ геометрии куста	Работа без активной подсветки	Снижение точности при слабой текстуре объектов
Камера структурированного света	Точное измерение формы и размеров растений	Высокая точность трёхмерной реконструкции	Зависимость от внешнего освещения
Мультиспектральная камера	Выявление стресса, контроль состояния растений	Анализ спектральных индексов и физиологических изменений	Более высокая стоимость по сравнению с RGB-системами
Гиперспектральная камера	Ранняя диагностика болезней, научный анализ растений	Максимальная спектральная информативность	Высокая стоимость и сложность обработки данных

Выводы. В ходе работы были рассмотрены основные типы камер, применяемых в системах машинного зрения для мониторинга тепличных растений. Было показано, что эффективность анализа напрямую зависит от соответствия

характеристик сенсора конкретной задаче наблюдения. RGB-камеры остаются наиболее доступным и распространённым решением для контроля внешнего состояния растений и обнаружения плодов. Глубинные сенсоры обеспечивают получение пространственной информации и применяются при оценке геометрии растений и биомассы. Мультиспектральные и гиперспектральные системы ориентированы преимущественно на анализ физиологического состояния культур и раннее выявление стрессовых факторов. Проведённый анализ показал, что универсального типа камеры для всех задач тепличного мониторинга не существует. Наиболее эффективные результаты достигаются при комбинированном использовании нескольких сенсоров, позволяющих одновременно учитывать геометрические, визуальные и спектральные характеристики растений.

Благодарности. Данная статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы, реализуемой за счет средств федерального бюджета (источник финансирования – Минобрнауки РФ) по теме: «Разработка программного обеспечения в интересах агропромышленного комплекса для мониторинга состояния ботвы и плодов тепличных растений с помощью машинного зрения и искусственного интеллекта» (шифр научной темы FFSM-2025-0002).

Список использованных источников.

1. Акулов А. А., Омельченко Н. А., Талдыкин Д. С., Ганжа Н. М. Перспективы и эффективность применения систем машинного зрения в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Актуальные проблемы современного общества, науки и образования. Пенза, 2025. С. 14–19.
2. Феномика растений: фундаментальные основы, программно-аппаратные платформы и методы машинного обучения / В. В. Демидчик, А. Ю. Шашко, В. Ю. Бондаренко [и др.] // Физиология растений. – 2020. – Т. 67, № 3. – С. 227-245. – DOI 10.31857/S0015330320030069. – EDN OLYUGX..
3. Панов, В. С. Обучение моделей машинного зрения для автоматизированного мониторинга и идентификации овощных культур в тепличных условиях / В. С. Панов, Н. Н. Устинов, Т. А. Бучельникова // Приоритеты, стратегия и инновационные технологии как фактор развития : материалы международной научно-практической конференции в рамках XXXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2025», Уфа, 19 марта 2025 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2025. – С. 97-101. – EDN TDTNIT.
4. Параметризация и оптимизация процессов технического зрения для агропромышленного мониторинга / М. Ю. Карелина, А. А. Акулов, Д. С. Талдыкин, А. В. Гришкина // Вестник МГТУ "Станкин". – 2026. – № 1(76). – С. 98-108. – DOI 10.47617/2072-3172_2026_1_98. – EDN DYSJRY.
5. Ротанин, А. А. Использование технологии искусственного интеллекта в тепличных хозяйствах / А. А. Ротанин // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса : Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 88-91. – EDN KLMDBK.
6. Искусственный интеллект в АПК: между инновациями и реальностью // Наше сельское хозяйство. – 2025. – № 21(365). – С. 4-13. – EDN KYFNGK.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CAMERA TYPES OF MACHINE VISION SYSTEMS IN GREENHOUSE PLANT MONITORING TASKS

A.A. Akulov, N.V. Loganov, A.V. Grishkina

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia

State University of Management, Moscow, Russia

The main types of machine vision cameras used for monitoring greenhouse plants in the agro-industrial complex are considered. RGB, depth, multispectral, and hyperspectral sensors are analyzed in terms of their applicability to crop condition assessment, plant geometry analysis, disease detection, and fruit maturity control. It is shown that the efficiency of machine vision systems in greenhouses significantly depends on lighting conditions, planting density, ambient humidity, and measurement accuracy requirements. Special attention is paid to the peculiarities of obtaining visual, spatial and spectral information during plant monitoring. The advantages and limitations of different types of cameras used in digital crop production tasks are compared.

Keywords: machine vision, greenhouse plants, RGB cameras, depth cameras, multispectral cameras, hyperspectral cameras, plant monitoring.

УДК 630*2 (470.40)

ВКЛАД П.К. КНОРРЕ В ФОРМИРОВАНИИ МОРОЗОВСКОГО ДЕНДРАРИЯ

A.A. Володькин

Пензенский государственный аграрный университет,

г. Пенза, Россия

На основе анализа деятельности П.К. Кнорре в Чернышевской лесной даче (1868–1880-е гг.) показан его вклад в преобразование лесоторгового питомника в дендрологическую коллекцию. Освещаются разработанные им научно-хозяйственные подходы к лесоразведению в сложных климатических условиях, включая технологию выращивания посадочного материала, интродукцию экзотических пород, мелиорацию и рациональное лесопользование.

Ключевые слова: лесоразведение, интродукция, лесной питомник, акклиматизация древесных пород, Чернышевская лесная дача, Морозовский дендрарий.

Имя Павла Карловича Кнорре (1842–1908) связано с историей лесного хозяйства России второй половины XIX века. Это ученый-лесовод и практик, который заложил основы лесного хозяйства, которое спустя десятилетия превратилось в Морозовский дендрарий. Его деятельность соединила академическую науку и внедрение передовых методов лесоводства в условиях Пензенской губернии.

Его профессиональные взгляды формировались по пути, характерному для того времени. Он получил образование в лесной школе в Швейцарии, где

в 1864–1865 годах получил диплом ученого лесовода. В 1866 году он продолжил обучение в Петровской земледельческой и лесной академии, в 1867 году его допустили к временному исполнению обязанностей профессора лесоводства. В 1868 году он принял в управление Чернышевскую лесную дачу графа А.С. Уварова в Чембарском уезде Пензенской губернии.

На момент передачи хозяйства в 1868 г. Чернышевская дача площадью 5183 десятины (5662,5 га) представляла собой угодья, нуждавшиеся в системном подходе. Кнорре провел съемку территории, составил план и приступил к устройству лесов. Он отделил лесное управление от экономического, что позволило вести хозяйство на научной основе. Он исходил из убеждения, что «на всякое производство следует смотреть как на временное занятие лесничего, главная деятельность которого должна быть техническая». По климатическим характеристикам район Чернышевской лесной дачи приравнивался к степной зоне. Отличительными чертами являлись затяжная холодная зима, жаркое лето, позднее выпадение снега (иногда до декабря), преобладание сухих восточных потоков воздуха весной и высокие летние температуры на фоне изменчивого режима влажности.

Им была разработана система, включающая создание временных питомников, глубокую посадку семян и использование защитных покрытий из листьев и мха. Глубокие ямки обеспечивали растения влагой и защищали корни от личинок майского жука. Для выращивания посадочного материала практиковалась посадка до 12 тыс. семян на десятину. В Чернышевской даче применялись рубки ухода и прочистки, которые позволяли формировать насаждения с преобладанием ценных пород.

В питомниках, устроенных при даче, выращивались не только местные хвойные древесные породы (сосна обыкновенная), но также сосна австрийская и веймутова, ель, лиственница, дуб, клён, берёза, ясень, а также декоративные и редкие завезённые из других стран. Именно он впервые в России поставил разведение посадочного материала на промышленную основу с ориентацией на реализацию сторонним покупателям. Ежегодно по умеренным расценкам отпускались крупные партии растений, что приносило лесничеству от 150 до 400 рублей дохода, в сумме за тринадцать лет было продано более миллиона штук. Для выращивания качественного посадочного материала он разработал особый технологический регламент. Временные рассадники закладывались непосредственно на свежих вырубках и лесосеках, что гарантировало удобный доступ к воде, естественную ветрозащиту, обилие органического сырья (опилок, мха, перегноя), а также снижало ущерб от мышей и личинок майского хруща. Для извлечения семян из грунта применялся цилиндрический бур Гейера - приспособление, позволявшее вынимать растения вместе с корневым комом, что заметно улучшало приживаемость. Работы проводились «осенью по достижении растением двухлетнего возраста либо весной на третий год после посадки сеянцами». Сам Кнорре неизменно утверждал, что «высадка трёх-леток с земляным комом даёт выигрыш в два года прироста в любом случае».

За двенадцатилетний период с 1868 по 1880 год сосновые культуры удалось высадить на площади около 330 га (более 450 стандартных футбольных полей). Параллельно велись масштабные осушительные работы - было прорыто более 59 км мелиоративных каналов, благодаря чему в хозяйственный оборот вовлекли свыше 1000 га ранее заболоченных земель. Эти осушенные участки на четыре-шесть лет сдавались крестьянам в аренду для выращивания конопли и проса, а затем на них вновь высаживали лес. Кроме того, в лесничестве активно прокладывали лесовозные дороги, проходящие по влажным низинам и топким местам; основание дорог укреплялось маломерной древесиной, а сверху засыпалось грунтом, извлечённым из боковых канав.

На даче велась и плановая рубка леса - строевую древесину получали преимущественно из сосны, осины, дуба и чёрной ольхи. Проводились мероприятия по облагораживанию низкосортных лиственных насаждений - их вырубали и перерабатывали в срубы для домов, что позволяло извлекать более высокую прибыль. Сосна шла на производство пиломатериалов, а лиственные породы использовались для изготовления различных крестьянских изделий. Широко практиковалась и продажа посадочного материала на сторону, особенно это касалось экзотических и декоративных деревьев с кустарниками. В 1879 году на участке в 1,63 десятины была заложена плантация ивы корзиночной - для стимулирования кустарных ремёсел, таких как плетение корзин и изготовление гнутой мебели. В последующие годы ассортимент пополнялся лучшими сортами, поступавшими из петербургского дендрологического сада и из усадьбы А. С. Уварова в Поречье. На основе Чернышевской лесной дачи в 1880-х годах был заложен лесоторговый питомник, который позже стал основой Морозовского дендрария. Работы по созданию коллекции древесных и кустарниковых пород П.К. Кнорре вел совместно с лесничим Ф.Г. Циррусом. Питомник, поставивший посадочный материал для нужд железной дороги и местного населения, стал дендрологическим садом, где культивировались представители флоры Западной Европы, Дальнего Востока, Китая, Японии и Северной Америки. На его территории произрастают виды, которые Кнорре ввел в культуру в 1880-х годах: сосна веймутова, сосна австрийская, дуб красный, лиственница сибирская, ель колючая и другие.

П.К. Кнорре заложил основы дендрария и школы лесного хозяйства, где научный подход, практическое мастерство соединились воедино. Морозовский дендрарий - свидетельство того, как идеи и труд одного человека преобразовали природную среду. Его дело продолжили его ученики и последователи, созданная им коллекция служит науке, образованию и сохранению биологического разнообразия. Помещичий лесной питомник превратился в дендрологический объект, значение которого выходит за пределы Пензенской губернии.

Список использованных источников.

1. Антонов, И. С. Морозовский дендрарий: очерк-путеводитель. – Саратов : Приволжское книжное издательство. Пензенское отделение, 1979. – 64 с.
2. Антонов, И. С. Пензенские леса и памятники природы / И. С. Антонов, Ю. П. Саволей. – Пенза, 2012. – 168 с.

3. Кнорре, П. К. Очерк Чернышевской лесной дачи / П. К. Кнорре, лесничий графа А. С. Уварова. – Москва: Типография М. П. Щепкина, 1882. – 89 с.
4. Полубояров, М. С. Весь Пензенский край: историко-топографическое описание Пензенской области. – Москва: ООО «САМ полиграфист», 2016. – 813 с.
5. Самойленко, А. Морозовский дендрарий как объект культурного наследия / А. Самойленко, С. Найденова. – Поим: Поимский историко-архитектурный музей, 2010. – 80 с.
6. Селезнева, Л.Б. К.Ф. Тюрмер и П.К. Кнорре – выдающиеся лесоводы частных владений графа А. С. Уварова / Л. Б. Селезнева // Уваровские чтения – V: материалы научной конференции, посвященной 1140-летию города Муром. – Муром, 2002. – С. 246–249.
7. Сохранение биоразнообразия биомов и их охрана : Conservation of biome biodiversity and their protection / О. И. Антонов, А. А. Володькин, О. А. Володькина [и др.]. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – 216 с. – EDN TTEH1Y.

KNORRE'S CONTRIBUTION TO THE FORMATION OF THE MOROZOV ARBORATE

A.A. Volodkin

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

Based on an analysis of Knorre's activities at the Chernyshevskaya Forest Dacha (1868–1880), this article explores his contribution to the transformation of a timber trade nursery into an arboretum collection. The article highlights his scientific and economic approaches to afforestation in challenging climatic conditions, including planting material cultivation technology, the introduction of exotic species, land reclamation, and sustainable forest management.

Keywords: afforestation, introduction, forest nursery, acclimatization of tree species, Chernyshevskaya Forest Dacha, Morozov Arboretum.

УДК 633.853.52

ФОРМИРОВАНИЕ АГРОЦЕНОЗА СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Галиуллин

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

В статье приводятся результаты многолетних исследований по изучению формирования агроценоза различных сортов сои сои в условиях Пензенской области.

Ключевые слова: соя, сорта, агроценоз, межфазный период

Одним из наиболее значимых и приоритетных направлений развития современного растениеводства безусловно является производство пищевого и

кормового белка, который служит основой для сбалансированного питания животных и человека. В решении этой задачи ключевая роль отводится зернобобовым культурам, среди которых особое место занимает соя, поскольку именно её белок отличается наиболее высокой биологической ценностью и полноценным аминокислотным составом. Соевые бобы по праву считаются одной из самых ценных зернобобовых и одновременно масличных культур, поскольку в их семенах содержится до 50% высококачественного белка, а также до 30% растительного масла, которое богато полезными ненасыщенными жирными кислотами, необходимыми для поддержания здоровья. Благодаря такому уникальному и сбалансированному биохимическому составу, соя уверенно занимает лидирующие позиции в мировом сельскохозяйственном производстве как по объёмам вырабатываемого растительного масла, так и по количеству производимого белка, что подтверждает её глобальное стратегическое значение.

Экспериментальная работа по изучению возделывания сортов сои при использовании гуминовых удобрений проводилась в 2021-2023 гг. на полях КФХ Ивенина-Вовк Е.А. Бессоновского района Пензенской области.

Схема опыта: 1. Магева; 2. СибНИИК 9; 3. Миляуша; 4. Везелица; 5. Чера 1; 6. Самер 4; 7. Волма.

Повторность опыта четырехкратная. Размещение делянок систематическое, учетная площадь делянки – 10 м². Способ посева: рядовой, норма высева 600 тыс. всхожих семян на гектар. Агротехника в опыте – общепринятая для Пензенской области.

Поставленные задачи решались посредством постановки и проведения соответствующих лабораторных и полевых опытов, которые сопровождались наблюдениями в течение всего вегетационного периода. В соответствии с общепринятыми методиками осуществлялся учет и анализ образцов. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднегумусный, среднемощный тяжелосуглинистый. В качестве объекта исследований используются сорта сои и гуминовые удобрения.

Семена сои при прорастании, как и все бобовые, требуют значительного количества влаги и при ее недостатке всходы сильно изреживаются. Для набухания и нормального прорастания семян сои требуется 130-160% воды от их воздушно-сухого веса.

Оптимальная для сои является влажность почвы около 80% от полевой влагоемкости (ППВ). Благоприятная температура для прорастания семян сои 12-14°C, а для фазы посев - всходы оптимальная температура 20-22°C. Учитывая вышеуказанные биологические особенности культуры - сои посев в опытах проводили в конце второй декады мая. Влажность почвы на уровне 70-75% в период посев – всходы обеспечивала хорошее ее развитие. Результаты определения полевой всхожести и густоты стояния растений сои показали, что по данным показателям различия между сортами в контрольном варианте оказались не существенными. Так, полевая всхожесть колебалась от 88,6-89,3%, сохранность растений к уборке или выживаемость – итоговый показатель, суммиру-

ющий все изменения численности растений от посева до уборки. Она определяется полевой всхожестью и сохранностью. Более высокая полевая всхожесть отмечена у сортов сои Везелица и Миляуша, 89,1 и 89,6%, сохранность растений у сортов Волма и Чера 1 – 89,5 и 89,7 соответственно. Тем не менее данные показатели существенно по сортам не различались.

Основное условие для успешного возделывания сои в лесостепи Среднего Поволжья – интродукция скороспелых сортов, адаптивных к климату региона. Согласно классификации ВИР изучаемые в опыте сорта, вызревающие за 98-110 суток, отнесены к группе раннеспелых.

Наиболее распространены в нашей стране среднескороспелые и скороспелые сорта. В Государственный реестр внесено около 56 сортов. Основные сорта для Средневолжского региона – Магева, Чера 1, Самер 4, СибНИИК 9.

Одной из важных характеристик сорта считается продолжительность его вегетационного периода. Вегетационный период в целом, а также продолжительность межфазных периодов – очень ценные признаки, обуславливающие приспособленность сорта к условиям произрастания. Продолжительность его определяется, как биологическими свойствами сорта, так и совокупностью внешних условий.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием агроценоза различных сортов сои позволили в конкретных условиях выявить различия по продолжительности вегетационного периода.

Всходы сои появлялись через 5-6 суток, а фаза полных всходов наступала через 8-12 суток. Фаза начинается с момента набухания семени и длится до раскрытия примордиальных листочков. При появлении всходов на поверхности почвы выносятся плотно сомкнутые семядоли.

Число дней от всходов до начала ветвления составило 24-30 суток. У изучаемых сортов в зависимости от скороспелости и условий вегетации цветение наступало через 31-50 суток после всходов.

Вегетационный период и продолжительность отдельных этапов имеют большое значение для адаптации растений к условиям окружающей среды. Длительность вегетационного периода определяется как генетическими особенностями сорта, так и внешними факторами.

Активность цветения заметно возрастала на 5-6-е сутки от его начала и оставалась высокой в течение 6-10 суток, после чего постепенно снижается. Цветение проходит более активно в солнечную погоду при температуре воздуха 21-25 °С и относительной влажности воздуха 60-75%.

Цветение сои происходит одновременно на главном стебле и боковых ветвях и начинается с нижнего яруса растения у основания 2-3-его тройчатых листьев и нарастает в направлении к верхушке. Началом плодообразования принято считать появление первых бобов (через 8-15 суток после цветения). В зависимости от сорта число дней от всходов до начала созревания составило 83-90 суток. Период созревания сои самый короткий и продолжался у сортов СибНИИК 9, Магева и Волма 11-13 суток, у сортов Чера 1, Миляуша и Самер 4 и – 13-16 суток (таблица 5). Если длину вегетационного периода принять за

100%, то на период всходы-цветение приходится 32-35%, на фазу цветения – 22%, формирование бобов и семян 28-29% и созревание 11-13%.

Итак, у более скороспелых сортов СибНИИК 9, Магева и Волма продолжительность вегетационного периода в среднем за 2021-2023 гг. составила 93-99 суток, они устойчиво вызревали до наступления осени, срок уборки 25-30 августа. Эти сроки созревания позволяют убирать посевы сои при благоприятных погодных условиях и получить высококачественное зерно.

Более позднеспелые сорта Самер 4 и Везелица, созревали 5-10 сентября, продолжительность вегетационного периода 104-105 суток. Созревание в осенний период создает технические и организационные трудности при уборке. Вследствие дождливой погоды семена сои имели повышенную влажность и травмировались при уборке, технологические свойства их снижаются.

Показатели биометрических измерений растений сои свидетельствуют о том, что сорта Миляуша, Везелица, Самер 4, Чера 1, Волма сформировали более высокорослый травостой 67,1-71,3 см, по сравнению с сортами СибНИИК 9 и Магева – 58,5 и 60,3 см соответственно (таблица 6).

Во все годы исследований проявлялась общая закономерность – у сортов с более продолжительной вегетацией высота прикрепления нижних бобов была самая высокая и составила 15,4-16,7 см, что выше более раннеспелых сортов на 3,5-4,2 см. Однако исключением является сорт Миляуша, где наблюдалась самая малая высота прикрепления первого боба.

Список использованных источников.

1. Галиуллин, А. А. Формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов сои в условиях Пензенской области / А. А. Галиуллин, Е. А. ЛеонтьеваВовк, Д. А. Керносов // Сурский вестник. – 2024. – № 2(27). – С. 10-14. – DOI 10.36461/2619-1202_2024_02_002. – EDN IDXNUZ.

2. Развитие производства зернобобовых культур и сои – фактор динамичного развития аграрного сектора региона на примере Пензенской области / А.А. Иванов, С.Н. Алексеева, Т.Н. Чуворкина, О.Ф. Кадыкова // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2021. – Т. 7, № 3(27). – С. 284-295. – DOI 10.30914/2411-9687-2021-7-3-284- 294. – EDN XEKDIQ.

3. Соя в России – действительность и возможность / В. М. Лукомец, А. В. Кочегура, В. Ф. Баранов и др. – Краснодар: Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта, 2013. – 99 с. EDN: SIWUTR.

4. Урожайность сортов сои в зависимости от предпосевной обработки семян микробиологическими удобрениями / Ю. В. Корягин, О. Н. Кухарев, В. В. Кошеляев [и др.] // Нива Поволжья. – 2023. – № 3(67). – DOI 10.36461/NP.2023.67.3.009. – EDN OJIEAQ.

5. Application of microbiological fertilizers in barley cultivation technology / Yu. V. Koryagin, E. G. Kulikova, N. V. Koryagina, V. A. Trishina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : Volga Region Farmland 2021 (VRF 2021), Penza, 16–18 ноября 2021 года. Vol. 953. – Penza: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012005. – DOI 10.1088/1755-1315/953/1/012005. – EDN DFPTRY.

6. Influence Of Early-Spring Fertilizing With Sulphur-Containing Mineral Fertilizers On The Quality Of Winter Wheat Grain Flour / F. A. Mudarisov, M. K. Sadygova, E. Sh. Minacheva, A. A. Galiullin // Volga Region Farmland. – 2019. – No. 4(4). – P. 42- 48. – DOI 10.26177/VRF.2020.4.4.009. – EDN CWABBL.

10. The influence of humates produced by “Shubarkol Komir” JSC on the germination of seed material of various vegetable crops / M. K. Smagulov, A. T. Serikbay, A. Zh. Alimzhanova [et al.] // Bulletin of the Karaganda university. Biology. Medicine. Geography Series. – 2024. – Vol. 113, No. 1. – P. 36-40. – DOI 10.31489/2024BMG1/36-40. – EDN QXLYDJ.

FORMATION OF SOYBEAN AGROCENOSIS DEPENDING ON VARIETY CHARACTERISTICS UNDER THE CONDITIONS OF THE PENZA REGION

A.A. Galiullin

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

The article presents the results of long-term studies on the formation of agrocenoses of various soybean varieties under the conditions of the Penza region.

Keywords: soybean, varieties, agrocenosis, interphase period

УДК 004.932.2

ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПИСАНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ

А.В. Гришкина, В.Д. Кутков

*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет,
г. Москва, Россия*

Государственный университет управления, г. Москва, Россия

Рассмотрены вопросы оценки неопределенности систем машинного зрения, применяемых для количественного описания растений в тепличных комплексах. Показано, что итоговая точность таких систем зависит не только от качества алгоритмов, но и от условий съемки, освещенности, влажности, состояния камеры, фона и биологической изменчивости растений. Особое внимание уделено ошибкам сегментации, поскольку именно они напрямую влияют на расчет площади листовой поверхности и других морфометрических параметров. Отмечено, что учет неопределенности позволяет повысить достоверность цифрового мониторинга и использовать машинное зрение как измерительный инструмент в агропромышленном производстве.

Ключевые слова: машинное зрение, фенотипирование растений, тепличные комплексы, неопределенность, сегментация изображений, цифровой мониторинг.

Введение. В тепличном растениеводстве все большее значение приобретают технологии автоматизированного наблюдения за состоянием растений. Камеры, датчики и алгоритмы компьютерного зрения позволяют быстрее оценивать рост, площадь листьев, высоту, форму кроны, наличие визуальных признаков стресса и другие параметры, которые раньше требовали ручных изме-

рений. Для крупных тепличных комплексов это особенно важно, поскольку количество растений может исчисляться тысячами, а состояние культуры меняется ежедневно.

Результат работы системы машинного зрения целесообразно рассматривать как оценку реального параметра растения. Ошибка измерения может быть выражена формулой

$$\Delta y = \hat{y} - y,$$

где $\hat{y}$ обозначает значение, полученное системой машинного зрения, а y соответствует реальному значению параметра растения. Такая запись показывает, что любой результат цифрового фенотипирования содержит отклонение, связанное с условиями съемки, качеством изображения и особенностями алгоритма [1].

Цель состоит в рассмотрении подходов к оценке неопределенности систем машинного зрения, используемых для количественного описания растений в тепличных комплексах. Для достижения цели решаются следующие задачи: раскрыть специфику применения машинного зрения в тепличном растениеводстве; выделить основные источники неопределенности при анализе изображений растений; рассмотреть методы оценки неопределенности и их значение для повышения достоверности цифрового мониторинга.

Материалы и методы. Система машинного зрения в тепличном комплексе может рассматриваться как цепочка преобразований. Первый уровень связан с физическим формированием изображения. Свет отражается от поверхности листьев и стеблей, проходит через оптическую систему и регистрируется сенсором [2,3]. На результат влияют экспозиция, фокусное расстояние, разрешение камеры, шум матрицы, влажность воздуха, наличие конденсата, тени от конструкций теплицы и неравномерность освещения.

Второй уровень связан с обработкой изображения. Обычно выполняются фильтрация шума, коррекция освещения, нормализация цвета и подготовка кадра к сегментации [4]. Сегментация является одним из ключевых этапов, поскольку именно она отделяет растение от фона. После выделения объекта формируется бинарная маска, на основе которой рассчитывается площадь видимой части растения

$$A = a_p \sum_{x,y} M(x, y),$$

Третий уровень относится к работе модели машинного обучения. Нейросетевой алгоритм обучается на размеченных данных, но реальные условия теплицы почти всегда шире обучающей выборки. Растения одного вида также различаются по форме, окраске, фазе роста и степени загущенности. Поэтому модель, хорошо работающая на тестовом наборе изображений, может хуже переноситься на другую теплицу или другой сорт [5].

Для оценки устойчивости модели можно использовать дисперсию предсказаний

$$\sigma^2 = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (y_k - \bar{y})^2,$$

Чем выше дисперсия, тем ниже доверие к результату. В практическом формате итоговый показатель может быть представлен как

$$y \pm u_c(y),$$

где $u_c(y)$ отражает неопределенность результата. Такой способ подачи делает числовую оценку более понятной для использования, поскольку показывает не только сам параметр растения, но и пределы доверия к нему.

Для тепличных комплексов важно сочетать анализ источников ошибок и оценку разброса результатов [6]. Первый подход помогает понять физическую и алгоритмическую природу неопределенности, второй показывает устойчивость модели на реальных данных. Вместе они формируют основу для применения машинного зрения как измерительного инструмента.

Результаты и обсуждение. Основные источники неопределенности в системах машинного зрения можно разделить на несколько групп. Первая группа связана с условиями съемки. В теплице редко удастся обеспечить полностью стабильную визуальную среду. Естественное и искусственное освещение меняется в течение дня, на листьях появляются блики, тени от конструкций смещаются, а влажность может снижать резкость изображения.

Вторая группа связана с биологической сложностью объекта. Растение не имеет простой геометрической формы. Листья накладываются друг на друга, изгибаются, меняют ориентацию, закрывают стебли и плоды. На ранних стадиях роста контуры могут быть хорошо различимы, но при увеличении биомассы изображение становится более сложным. В таких условиях алгоритм может либо объединять несколько объектов, либо терять отдельные фрагменты.

Третья группа относится к данным и алгоритмам. Если обучающая выборка мала или недостаточно разнообразна, модель хуже работает на нестандартных случаях. Разные эксперты могут по-разному размечать границы листьев, а значит, сама эталонная разметка не всегда является абсолютно однозначной. Основные факторы неопределенности представлены в Таблице 1.

Особенно важной является проблема накопления ошибок. В двумерных задачах это заметно при оценке площади листьев через маску $M(x, y)$. Даже небольшая ошибка на границе листа может стать существенной, если растение занимает большую часть кадра или имеет сложную форму. При оценке нескольких растений в одном изображении погрешность дополнительно усиливается из-за перекрытия объектов и неоднозначности их разделения. Система может показывать приемлемую среднюю точность, но при отдельных условиях давать резкие отклонения.

Перспективным решением является сопровождение каждого количественного результата показателем уверенности. Вместо одного числа система может выдавать оценку площади листьев вместе с интервалом возможного отклонения, вероятностной маской или отметкой о риске ошибки.

Таблица 1 - Факторы неопределенности при анализе изображений растений

Фактор	Обозначение	Уровень влияния	Весовой коэффициент	Как влияет на результат
Освещенность	(L)	высокое	0.22	изменяет контраст и яркость, ухудшает разделимость объекта и фона
Неравномерность освещения	(L _{var})	высокое	0.18	вызывает локальные искажения интенсивности и ошибочное выделение границ
Влажность и конденсат	(H)	высокое	0.16	снижает резкость, усиливает размытость и ухудшает качество признаков
Шум сенсора	(n)	среднее	0.08	увеличивает случайный разброс интенсивностей и нестабильность предсказаний
Разрешение камеры	(R)	среднее	0.09	ограничивает точность пространственного представления объекта
Калибровка камеры	(θ_{opt})	высокое	0.15	приводит к геометрическим искажениям и смещению метрических оценок
Фокусировка	(F)	среднее	0.07	снижает четкость контуров и устойчивость сегментации
Перекрытие объектов	(O)	высокое	0.20	вызывает слияние объектов и потерю фрагментов растения
Угол съемки	(a)	среднее	0.10	формирует перспективные искажения и искажение формы
Расстояние до объекта	(D)	среднее	0.11	меняет масштаб изображения и чувствительность глубинной оценки
Качество сегментации	(M)	высокое	0.24	напрямую влияет на вычисление площади, периметра и морфометрии
Диспаратность	(d)	высокое	0.19	определяет точность глубины и объема в 3D-постановке

Выводы. Системы машинного зрения в тепличных комплексах позволяют автоматизировать количественное описание растений, однако их результаты нельзя рассматривать как абсолютно точные. Итоговый показатель формируется под влиянием камеры, условий съемки, качества изображения, алгоритма сегментации, обучающей выборки и биологической вариативности растений.

Введение формул ошибки $\Delta y = y - \hat{y}$, площади $A = a_p \sum M(x, y)$, дисперсии предсказаний σ^2 и итогового представления результата $y \pm u_c(y)$ позволяет описывать систему машинного зрения как технический измерительный комплекс. Такой подход делает анализ более строгим и показывает, на каком этапе возникает основной вклад в ошибку.

Наиболее существенными источниками неопределенности являются освещение и качество сегментации. Именно они сильнее всего влияют на выделение контура растения, расчет площади, формы и других морфометрических признаков. Ошибки, возникающие на ранних этапах обработки, распространяются дальше и могут заметно искажать итоговые параметры.

Благодарности. Данная статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы, реализуемой за счет средств федерального бюджета (источник финансирования – Минобрнауки РФ) по теме: «Разработка программного обеспечения в интересах агропромышленного комплекса для мониторинга состояния ботвы и плодов тепличных растений с помощью машинного зрения и искусственного интеллекта» (шифр научной темы FSFM-2025-0002).

Список использованных источников.

1. Акулов А. А., Омельченко Н. А., Талдыкин Д. С., Ганжа Н. М. Перспективы и эффективность применения систем машинного зрения в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Актуальные проблемы современного общества, науки и образования. Пенза, 2025. С. 14–19.
2. Брыкин В. В., Тараканова И. О., Тараканов Д. В. Интеллектуальная система фенотипирования растений // Наука и инновации XXI века. Сургут, 2024. С. 26–31.
3. Воденеев В. А. Высокоинформативное фенотипирование растений для решения задач сельского хозяйства // Физиология растений и феномика как основа современных фитобиотехнологий. Нижний Новгород, 2022. С. 204.
4. Ивашова О. Н., Гавриловская Н. В., Щедрина Е. В. Внедрение цифровых технологий для обеспечения развития сельскохозяйственной отрасли // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 3-2(66). С. 137–139.
5. Ивлиев С. А. Методы и алгоритмы интеллектуального анализа данных о сложных проблемных ситуациях с использованием нейросетевого подхода. Дис. канд. техн. наук. 2020. 162 с.
6. Карелина М. Ю., Акулов А. А., Кутков В. Д., Талдыкин Д. С. Разработка системы технического зрения для оценки состояния тепличных культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2026. № 2(256). С. 70–78.

ESTIMATION OF UNCERTAINTY OF MACHINE VISION SYSTEMS FOR QUANTITATIVE DESCRIPTION OF PLANTS IN GREENHOUSE COMPLEXES

A.V. Grishkina, V.D. Kutkov

*Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia
State University of Management, Moscow, Russia*

The issues of estimating the uncertainty of machine vision systems used for the quantitative description of plants in greenhouse complexes are considered. It is shown that the final accuracy of such systems depends not only on the quality of the algorithms, but also on the shooting conditions, illumination, humidity, camera condition, background, and biological variability of plants. Special attention is paid to segmentation errors, since they directly affect the calculation of the leaf surface area and other morphometric parameters. It is noted that taking into account uncertainty makes it possible to increase the reliability of digital monitoring and use machine vision as a measuring tool in agro-industrial production.

Keywords: machine vision, plant phenotyping, greenhouse complexes, uncertainty, image segmentation, digital monitoring.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ

В.А. Гущина, Н.Ю. Лобанова

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

*Высота растений календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) является одним из основных показателей, отражающим эффективность применяемых агроприёмов и коррелирующим с урожайностью соцветий, а также влияющим на производительность ручного сбора сырья. В среднем за три года наибольшую высоту – 81,1 см, формировали растения календулы при обработке семян и растений регулятором роста Биодукс. Высота растений по отношению к контролю увеличилась на 26 %. Однако эффективность препаратов зависела от погодных условий: во влажный 2020 год растения, обработанные Биодуксом имели высоту – 91,7 см, в засушливый 2021 году преимущество получили растения от препаратов с адаптогенными свойствами — Крезацин и АгроСтимул.*

Ключевые слова: календула лекарственная, регуляторы роста, высота растений, сорт Золотое море, продуктивность, ручной сбор.

Одной из стратегически важных отраслей сельского хозяйства является лекарственное растениеводство, которое обеспечивает фармацевтическую промышленность качественным растительным сырьём. В условиях импортозамещения, особое значение приобретает разработка эффективных агротехнических приёмов возделывания лекарственных культур, позволяющих повысить их урожайность и улучшить качество продукции [2,3,8]. Высота растений календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) является важным интегральным показателем, отражающим условия произрастания и эффективность применяемых агроприёмов [5,6]. Она тесно коррелирует с продуктивностью, поскольку более высокие растения формируют большее количество побегов и соцветий, что повышает урожайность лекарственного сырья [1,4]. Кроме того, она имеет важное технологическое значение, так как при ручном сборе соцветий, более высокие растения позволяют сборщикам работать без чрезмерного наклона, что существенно повышает производительность труда, снижая физическую нагрузку [7]. В связи с этим, с целью изучения влияния регуляторов роста на формирование высоты растений календулы лекарственной провели исследования в 2020–2022 гг. на коллекционном участке ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ на лугово-чернозёмной почве, которая характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 3,8 %, подвижного фосфора – 37,3 мг/кг, обменного калия – 78,6 мг/кг почвы, $pH_{\text{сол}}$ – 5,3. Объект исследования – сорт календулы лекарственной Золотое море. Схема опыта предусматривала обработку семян водой и регуляторами роста: Биодукс Ж (0,2 мл/кг), АгроСтимул ВЭ (0,1 мл/кг), Циркон Р (0,15 мл/кг), Крезацин КРП, ТАБ (1,0 г/кг) с последующей в фазу розетки листьев. Норма расхода препаратов

для foliarной обработки растений 3 мл/га, 250 мл/га, 25 мл/га, 15 г/га соответственно.

В среднем за три года наибольшая высота растений календулы – 81,1 см достигнута за счет использования регулятора роста Биодукс превышая контроль на 26 %. Гидротермические условия 2020 года в период «розетка–бутонизация» характеризовались достаточным увлажнением при ГТК 1,35, температура превышала среднее многолетнее значение на 1,7 °С, что позволило растениям максимально реализовать потенциал роста. При обработке семян и растений только водой высота календулы составила 68,6 см, от использования препарата АгроСтимул увеличение высоты растений минимальное – на 2,6 см. Циркон и Крезацин сработали практически на одном уровне. По отношению к контрольному варианту их прибавка в высоте составила 12,4 и 14,5 см соответственно. Безусловным лидером стал ауксин содержащийся в препарате Биодукс. При его применении высота растения достигла 91,7 см, что выше контроля на 33,7 %.

В 2021 году осадки выпадали неравномерно. Гидротермический коэффициент составил 0,85. В фазу интенсивного роста стебля растения испытывали стресс от недостатка воды, что привело к общему снижению высоты по всем вариантам по отношению к предыдущему году. Средняя высота по опыту понизилась на 6,3 %, то есть с 79,1 см до 74,1 см. И в этом году Биодукс потеряв свое лидерство уступил Крезацину и АгроСтимулу на 3,3 и 4,0 см соответственно. В год с неустойчивым увлажнением лучше проявил себя препарат АгроСтимул, который не столько стимулировал рост, сколько повышал стрессоустойчивость.

Самым неблагоприятным за весь период исследований был 2022 год. Засушливый период наблюдался в конце мая – начале июня, пришедший на фазу активной вегетации, когда ГТК составил всего 0,3, что привело к угнетению роста календулы. Средняя высота по всем вариантам была минимальной, в среднем 68,7 см против 79,1 см в 2020 г. На контроле высота растений снизилась до 58,9 см, АгроСтимул обеспечил высоту 67,2 см. Однако лидерами в засушливых условиях стали растения в агроценозах от использования Крезацина и Биодукса. Разница между ними оказалась несущественной: от первого препарата сформировались растения высотой 74,0 см, от второго – 76,5 см. Несмотря на самую большую высоту календулы в засушливом году от применения Биодукса, отрыв от контроля оказался сопоставим с использованием Крезацина, но его действия собственная высота снизилась на 15,2 см по сравнению с 2020 годом, то есть засуха на 17 % уменьшила потенциальную высоту, даже несмотря на стимуляцию. Это свидетельствует о том, что в экстремально засушливых условиях преимущество получают растения, обработанные препаратами с комплексным действием, сочетающими стимуляцию с адаптогенными свойствами, а чистые стимуляторы роста не могут полностью преодолеть влияние дефицита влаги.

Таким образом, выбор регулятора роста следует дифференцировать в зависимости от прогнозируемых условий вегетации. В среднем за три года

наибольшую высоту – 81,1 см, формировали растения календулы при обработке семян и растений регулятором роста Биодукс. Высота растений по отношению к контролю увеличилась на 26 %. Однако эффективность препаратов зависела от погодных условий: во влажный 2020 год растения, обработанные Биодуксом имели высоту – 91,7 см, в засушливый 2021 году преимущество получили растения от препаратов с адаптогенными свойствами — Крезацин и АгроСтимул, которые лучше поддерживали рост растений в условиях дефицита влаги.

Список использованных источников

1. Афанасьева, П. В. Морфолого-анатомическое исследование корней календулы лекарственной / П.В. Афанасьева, А.В. Куркина, В.М. Рыжов, Л.В. Тарасенко // Медицинский альманах. – 2016. – №1 (41). – С. 124-126.
2. Бойко, Т.В. Календула лекарственная как источник биологически активных веществ для гуманитарной и ветеринарной медицины / Т.В. Бойко, Н.А. Бузмакова, К.В. Варфоломеева // Актуальные вопросы ветеринарии: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ. – 2020. – 253 с.
3. Бушковская, Л.М. Перспективы использования регуляторов роста в системе защиты лекарственных культур от вредителей и болезней / Л.М. Бушковская, Г.П.Пушкина, Н.И. Сидельников, В.А. Быков // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2012. – №1. – С.45-52.
4. Вельмисева, Е. Н. Разработка технологических приемов повышения урожайности календулы (*Calendula officinalis* L.) в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Вельмисева Е. Н. – Пенза, 2014. – 21 с.
5. Геня, Л. Календула – цветок солнца / Л. Геня // 60 лет - не возраст. Приложение к журналу «Будь здоров!» для пенсионеров. – 2017 – №1(165) – С.58-61. Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/560635> (дата обращения: 08.06.2026 г.).
6. Давыдова, О.Ю. Опыт выращивания календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) / О.Ю. Давыдова, О. М. Цыбикова // Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. – Улан - Удэ. – 2021. – С.24 - 28.
7. Дорошкевич, Е.И. Продуктивность календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) при применении удобрений и регуляторов роста / Е. И., Дорошкевич, С.Ю. Родионова, Т.А. Мотыль // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры, 2012. – С.60 - 61.
8. Загорянский, А.Н. Влияние регуляторов роста и микроудобрений на рост и развитие календулы лекарственной / А.Н. Загорянский, Е.Х. Нечаева, С.К. Касымов // Высшие технологии и инновации в науке: сборник избранных статей Международной научной конференции. – Санкт-Петербург, 2020. – С.107 - 110.
9. Урожайность и качество семян календулы лекарственной в зависимости от приемов возделывания в лесостепи Среднего Поволжья / В. А. Гущина, О. А. Тимошкин, Л. Е. Вельмисева, Н. И. Остробородова // Земледелие. – 2016. – № 6. – С. 35-38. – EDN WWRGZR.
10. Формирование агроценозов календулы лекарственной при использовании регуляторов роста / В. А. Гущина, О. Н. Кухарев, Е. А. Кутихина, Н. В. Фаюстова // Нива Поволжья. – 2023. – № 2(66). – DOI 10.36461/NP.2023.66.2.003. – EDN KWQXAF.

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON THE FORMATION OF THE HEIGHT OF CALENDULA OFFICINALIS PLANTS

V.A. Gushchina, N.Yu. Lobanova

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

The height of medicinal calendula plants (Calendula officinalis L.) is one of the main indicators reflecting the effectiveness of applied agricultural practices and correlating with the yield of inflorescences, as well as affecting the productivity of manual harvesting of raw materials. On average, over three years, the highest height of 81.1 cm was achieved by calendula plants when seeds and plants were treated with the growth regulator Biodux. The height of the plants increased by 26% compared to the control. However, the effectiveness of the preparations depended on the weather conditions: in the wet year of 2020, the plants treated with Biodux had a height of 91.7 cm, while in the dry year of 2021, the plants treated with adaptogenic preparations such as Krezatsin and AgroStimul had an advantage.

Key words: calendula officinalis, growth regulators, plant height, Golden Sea variety, productivity, and manual harvesting.

УДК 633.853.483

ВЛИЯНИЕ УРОВНЕЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ

В.А. Гущина, А.С. Лыкова

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

Во влажном 2023 г. на урожайность семян в большей степени повлияли минеральные удобрения в дозе $N_{32}P_{32}K_{32}$ с бинарной листовой подкормкой растений препаратами Agree`s Сера и Agree`s Бор, где семенная продуктивность составила 2,71 т/га, превышая контроль на 0,44 т/га. На следующий год, при засушливых условиях, она снизилась в 1,9 раза. В среднем за три года высокая обеспеченность растения элементами питания в данном варианте способствовала формированию наибольшей урожайности семян – 2,21 т/га.

Ключевые слова: горчица белая, минеральные удобрения, некорневые подкормки, метеоусловия, урожайность.

Горчица белая (*Sinapis alba* L.) неприхотливая культура к выращиванию, отличающаяся устойчивостью к поражению вредителями и болезнями. В целом, имея продовольственные, технические, кормовые, агрономические и экологические преимущества горчица позволит расширить ассортимент масличных культур, дополнив возможности сельскохозяйственных организаций и вывести их на более высокие экономические позиции. Однако для стабильного получения высоких урожаев необходимо определить оптимальный уровень

минерального питания и применение жидких органоминеральных удобрений в системе некорневых подкормок.

Экспериментальную работу по изучению продуктивности горчицы белой сорта Люция, оригинатором которого является ФГБНУ Пензенский НИИСХ, проводили в 2023-2025 гг. на лугово – черноземной почве опытного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. Почва характеризуется следующими агрохимическими показателями: реакция среды слабокислая (рН – 5,2-5,5) (ГОСТ 26483-85), содержание гумуса в пахотном горизонте 3,6-3,7 % (ГОСТ 26213-2021), щелочногидролизуемого азота – 77,7-80,1 мг/кг почвы (по Корнфилду), подвижного фосфора и калия по методике Чирикова (ГОСТ 26204-91) – 36,2-37,3 и 78,6-80,3 мг/кг почвы соответственно.

Схема опыта включала изучение двух факторов: фактор А – фон питания: 1. $N_0P_0K_0$; 2. $N_{16}P_{16}K_{16}$; 3. $N_{32}P_{32}K_{32}$; фактор В – некорневая подкормка: 1. Контроль (обработка растений водой); 2. Agree`s Сера (1 л/га) в фазу розетки листьев; 3. Agree`s Бор (1 л/га) в фазу бутонизации; 4. Agree`s Сера (1 л/га) в фазу розетки листьев + Agree`s Бор (1 л/га) в фазу бутонизации.

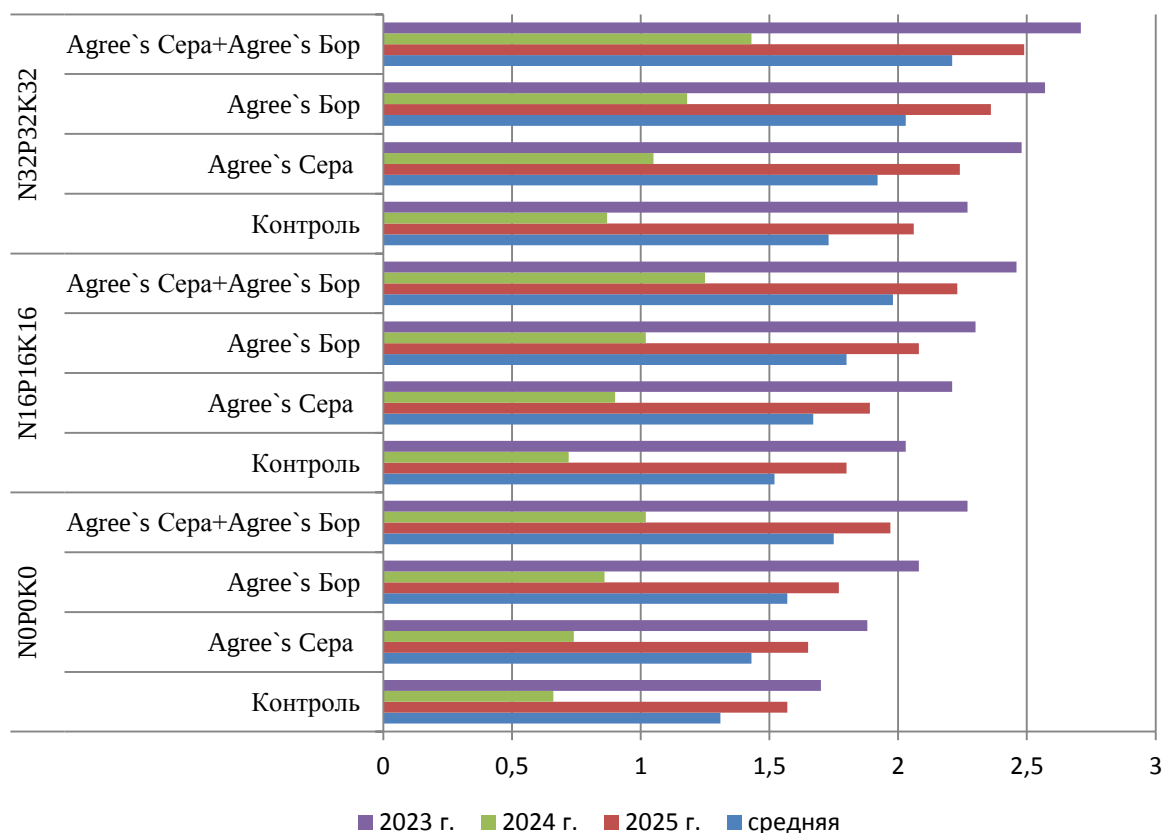
Опыт закладывали в шестикратной повторности с рендомизированным размещением вариантов. Посев горчицы белой в 2023 г. проводили 5 мая, на следующий год на 11 дней позже и в 2025 г. – 29 апреля. Норма высева семян 2,5 млн. шт./га, глубина их заделки 2-3 см, ширина междурядий 15 см. В качестве предшественника была озимая пшеница. В период вегетации растения горчицы белой обрабатывали от крестоцветной блошки инсектицидом Борей СК (имidakлоприд, 150 г/л, лямбдацигалотрин, 50г/л) с нормой расхода 0,1 л/га и объёмом рабочей жидкости 200 л/га. Признаков поражений болезнями на растениях зафиксировано не было. Уборку семян проводили в фазе полной спелости.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными как по температурному режиму, так и по влагообеспеченности. Вегетационный период горчицы белой в 2023 г. по гидротермическому коэффициенту характеризовался как влажный (ГТК 1,5), в 2024 г. он был экстремально засушливым (ГТК 0,3). Крайне неравномерное распределение осадков по фазам вегетации горчицы наблюдали в 2025 г. (ГТК 0,9).

Урожайность – это относительное проявление потенциальной продуктивности в данных условиях роста и развития растений. В 2023 г., благоприятном по гидротермическим показателям, урожайность горчицы была наибольшей и составила 1,70-2,71 т/га (рисунок). В критические фазы роста и развития горчицы в 2024 г. ГТК не превышал 0,1-0,5, поэтому урожайность была ниже в 1,9-2,8 раза, чем в первый год исследований. На втором месте по урожайности семян был 2025 г. со средним показателем 2,01 т/га.

Из изучаемых приемов на урожайность семян в большей степени повлияли минеральные удобрения в дозе $N_{32}P_{32}K_{32}$ с бинарной листовой подкормкой растений препаратами Agree`s Сера и Agree`s Бор, где семенная продуктивность в 2023 г. составила 2,71 т/га, превышая контроль на 0,44 т/га. При однократном применении препарата Agree`s Сера получено 2,48 т/га семян. При листовой подкормке Agree`s Бор в фазе бутонизации семенная продуктивность

возросла до 2,57 т/га, превышая контроль на 0,30 т/га. Этому могли способствовать аминокислоты, содержащиеся в препарате, которые ведут к образованию генеративных органов и увеличению процессов опыления и оплодотворения семян.



НСР₀₅, т/га: 2023 год А – 0,10, В – 0,12, АВ – 0,20; 2024 год А – 0,08, В – 0,01, АВ – 0,17; 2025 год А – 0,10, В – 0,09, АВ – 0,15

Рисунок – Урожайность семян горчицы белой, т/га

Снижение дозы минеральных удобрений в два раза привело к уменьшению урожайности семян на 12%. При однократной обработке растений препаратами Agree`s Сера и Agree`s Бор семенная продуктивность составила 2,21 т/га и 2,30 т/га соответственно. Следует отметить, что наибольший эффект получен при двукратной подкормке – 2,46 т/га. Прибавка к контролю составила 0,48 т/га. Наименьшая семенная продуктивность горчицы белой – 1,70-2,27 т/га, зафиксирована на естественном плодородии почвы и в зависимости от листовых подкормок. От взаимодействия двух обработок урожайность семян была максимальной и превышала контроль на 0,57 т/га.

Во второй год исследований также наиболее эффективным было применение жидких органоминеральных удобрений Agree`s Сера в фазе розетки листьев и Agree`s Бор в период бутонизации на фоне N₃₂P₃₂K₃₂. Урожайность семян достигла 1,43 т/га. Увеличение семенной продуктивности при их использовании составило 0,56 т/га по отношению к контролю. При двукратной фоллиарной обработке растений препаратами на фоне минерального питания

$N_{16}P_{16}K_{16}$ урожайность семян была в 1,2 раза ниже. Минимальная урожайность (0,66-1,02 т/га) получена в вариантах на естественном плодородии почвы.

Аналогичная закономерность по семенной продуктивности сохранилась и 2025 г. высокая обеспеченность растений макро-, мезо- и микроудобрениями способствовала формированию наибольшей урожайности семян – 2,49 т/га.

Таким образом, в среднем за три года урожайность семян составила 1,31-2,21 т/га. При этом наиболее эффективно растения реагировали на некорневую подкормку в фазе розетки листьев препаратом Agree`s Сера с последующей в бутонизацию препаратом Agree`s Бор на фоне минерального питания $N_{32}P_{32}K_{32}$.

Список использованных источников.

1. Елфимова, Ю.С. Возделывание *Sinapis alba* – горчицы белой / Ю.С. Елфимова // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 4(46). – С. 67-68. – EDN IJXCFR.

2. Занозина, О. Д. Эффективность применения минеральных удобрений на урожайность семян горчицы сарептской / О. Д. Занозина, А. С. Бушнев // Растениеводство и луговодство: сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 18–19 октября 2020 года. – Москва: ЭйПиСиПабблишинг, 2020. – С. 185-188. – EDN XCGMFV.

3. Занозина, О.Д. Приемы увеличения продуктивности горчицы сарептской яровой - культуры многоцелевого назначения / О.Д. Занозина, А.С. Бушнев // Масличные культуры. – 2024. – № 2(198). – С. 34-38. – DOI 10.25230/2412-608X-2024-2-198-34-38. – EDN IWXGLB.

4. Кузнецова, Г.Н. Новый сорт горчицы белой Бэлла для условий Сибири / Г. Н. Кузнецова, Р. С. Полякова, И. А. Лошкомоиных [и др.] // Масличные культуры. – 2019. – № 3(179). – С. 171-173. – EDN NEFGFG.

5. Маринин, Н. И. Особенности развития горчицы белой при различных сроках и нормах посева / Н. И. Маринин // Адаптивное кормопроизводство. – 2022. – № 4. – С. 38-49.

6. Нурманов, Е. Т. Продуктивность и качество семян сортов горчицы в зависимости от минерального питания и применения удобрений / Е. Т. Нурманов, Б. Н. Хамзина // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 2. – С. 63-66. – DOI 10.24411/2587-6740-2020-12033. – EDN SWMBAL.

7. Прахова, Т.Я. Горчица белая в лесостепи Среднего Поволжья: монография / Т.Я. Прахова. – Пенза: ПГАУ, 2024. – 157.

THE INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION LEVELS AND FOLIAR FEEDING ON WHITE MUSTARD SEED PRODUCTIVITY

V.A. Gushchina, A.S. Lykova

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

In the wet year of 2023, seed yield was largely influenced by mineral fertilizers at a dose of $N_{32}P_{32}K_{32}$ combined with binary foliar feeding of Agree's Sulfur and Agree's Boron, where seed productivity was 2,71 t/ha, exceeding the control by 0,44 t/ha. The following year, under dry conditions, it decreased by 1,9 times. On average, over three years, the high supply of nutrients in this treatment contributed to the highest seed yield of 2,21 t/ha.

Key words: white mustard, mineral fertilizers, foliar feeding, weather conditions, yield.

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

К.Е. Денисов, Е.С. Макарова

*Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия*

В данной статье приведены данные по качеству зерна, по экологической пластичности и стабильности по показателю урожайности 17-ти сортов озимой мягкой и 3-х сортов твердой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья. Проведенные трехлетние исследования (2022-2025 гг.) выявили наиболее продуктивные сорта. Сорт Императрица (мягкая пшеница) имел более высокое качество зерна, сформировал наиболее высокую урожайность – 4,22 т/га и проявил себя как пластичный и стабильный сорт. Сорт Белка (твердая пшеница) также имел зерно первого класса качества, является среднепластичным и стабильным сортом, урожайность которого составила 2,64 т/га.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, качество зерна, пластичность, стабильность.

Введение. Существенный рост объемов производства пшеничного зерна и улучшение его качественных характеристик напрямую обусловлены прогрессом в области селекционной науки. Дальнейший этап внедрение данных сортов в сельскохозяйственное производство. Сорта должны не только отличаться высокой урожайностью, но и повышенным содержанием белка и клейковины. Ключевые условия: экологическая пластичность сорта и его способность максимально эффективно использовать почвенно-климатический потенциал конкретного региона [1, 2].

Увеличение площадей под посевы озимой мягкой пшеницы предполагает введение в сельскохозяйственную практику новых сортов. Адаптивные характеристики этих сортов нуждаются в детальном изучении, что обуславливает необходимость их комплексного исследования с применением разнообразных методик [3, 4].

Известно, что наиболее ценными считаются пластичные сорта, отличающиеся более высокой средней урожайностью и меньшей амплитудой колебаний признаков в изменяющихся условиях выращивания [5]. Такие сорта способны лучше переносить стрессовые факторы, такие как засуха, избыток влаги или неблагоприятные температуры. Это делает их особенно ценными для сельского хозяйства, так как они могут обеспечить надежный доход на протяжении разных сезонов и в разных климатических условиях.

Поэтому изучение пластичности и стабильности как сортов мягкой, так и твердой озимой пшеницы в конкретных почвенно-климатических условиях, в частности, в Саратовской области, важная задача для производства. Это позволяют действительно выявить, наиболее перспективные сорта.

В задачи исследований входило определение урожайности и качества различных сортов пшеницы по годам исследований, а также расчёт показателей пластичности и стабильности.

Методика исследований. В период с 2022 по 2025 годы были проведены географические исследования, охватившие три природные зоны Саратовской области: лесостепь (на территории Калининского района), зону типичных степей (в Пугачёвском районе) и зону сухих степей (Краснокутский район).

Исследование включало оценку семнадцати сортов озимой мягкой пшеницы (St. Калач 60) и три сорта озимой твердой пшеницы (St. Оникс).

Эксперимент проводился в четырех повторностях с рандомизированным размещением вариантов. Каждая учетная делянка имела площадь 50 квадратных метров. Норма высева - 4 миллиона всхожих зерен на гектар.

Все полевые работы, включая экспериментальные исследования, сбор данных и мониторинг, осуществлялись согласно утвержденной методологии государственного сортоиспытания [6, 7]. Оценка параметров экологической пластичности определяли методом по W. A. Russell и S. A. Eberhart.

Результаты исследований. Исследование урожайности сортов мягкой пшеницы, проведенное в 2023-2025 годах, выявило следующие результаты: максимальная урожайность среди исследованных сортов была достигнута сортом Императрица, составив 4,22 т/га. Этот показатель достоверно превысил урожайность сорта St. Калач 60 (3,89 т/га), с положительным отклонением в 0,33 т/га. Сорта Василич (3,87 т/га), Версия (3,87 т/га), Интеграция (3,81 т/га) и Константа 22 (3,84 т/га) показали урожайность, близкую к стандарту. Все остальные сорта в опыте показали статистически значимое снижение урожайности по сравнению со стандартом. Результаты анализа урожайности твердых пшениц свидетельствуют о статистически значимом превосходстве сорта Белка над контрольным стандартом. Урожайность Белки составила 2,64 т/га, что на 0,41 т/га выше, чем у контрольного сорта Оникс (2,23 т/га). Придонье - 2,05 т/га (достоверно ниже контроля) (Таблица 1).

Результаты трехлетних испытаний (2023-2025 гг.) озимой пшеницы, проведенных в трех различных климатических зонах показали следующие тенденции в содержании протеина в зерне. Наилучшие показатели продемонстрировали сорта Императрица - 15,3 % (отклонение от стандарта +2,9 %) и Белка - 14,7 % (отклонение от стандарта +1,7 %). Среди мягких сортов, Императрица (15,3 %), Южная звезда (14,1 %), Овация (14,1 %) и Держава (13,2 %) продемонстрировали значительное превосходство над контрольным сортом Калач 60 (12,4 %). Другие мягкие сорта не достигли уровня контроля. В группе твердых пшениц сорт Белка превзошёл контроль по протеину, в то время как Придонье - 12,0 % (отклонение от стандарта -1,0 %), показал более низкий результат, чем стандарт Оникс.

Исследование содержания глютена показало, что среди всех анализируемых сортов, Императрица - 32,1 % (отклонение от стандарта +8,4 %) и Белка - 31,0 % (отклонение от стандарта +7,8 %) продемонстрировали самые высокие показатели, в то время как Версия (20,2 %) показал наименьший результат. В

группе мягких пшениц, значительная часть сортов (Василич, Держава, Императрица, Интеграция, Милаша, Нил, Овация, Регион 161, Ставропольская 21 и Южная звезда) достоверно превзошла St. Калач 60, с содержанием глютена от 25,2 % до 32,1 %. Остальные мягкие сорта были на уровне или ниже этого стандарта. Все исследованные сорта твёрдых пшениц статистически значимо превзошли контрольный сорт Оникс по содержанию клейковины.

Таблица 1 - Результаты оценки урожайности и качества зерна сортов озимой пшеницы, полученные в период с 2023 по 2025 год

Сорт	Урожайность, т/га	± к стандарту	Протейн, %	± к стандарту	Глютен, %	± к стандарту	Натура зерна, г/л	± к стандарту
Озимая мягкая пшеница								
St. Калач 60	3,89	-	12,4	-	23,7	-	773	-
Василич	3,87	-0,02	12,6	+0,2	26,3	+2,6	777	+4
Версия	3,87	-0,02	11,9	-0,5	20,2	-3,5	771	-2
Держава	2,62	-1,27	13,2	+0,8	25,2	+1,5	773	+0
Донья	3,52	-0,37	12,4	+0,0	24,2	+0,5	770	-3
Императрица	4,22	+0,33	15,3	+2,9	32,1	+8,4	777	+4
Интеграция	3,81	-0,08	12,5	+0,1	26,0	+2,3	755	-18
Камилла	3,28	-0,61	12,1	-0,3	23,8	+0,1	768	-5
Константа 22	3,84	-0,05	12,6	+0,2	24,8	+1,1	774	+1
Кугультинка	3,23	-0,66	12,3	-0,1	24,2	+0,5	777	+4
Милаша	3,26	-0,63	12,9	+0,5	25,9	+2,2	772	-1
Нил	3,41	-0,48	12,7	+0,3	27,6	+3,9	774	+1
Овация	2,89	-1,00	14,1	+1,7	26,6	+2,9	768	-5
Разгуляй	3,66	-0,23	12,7	+0,3	23,2	-0,5	778	+5
Регион 161	3,34	-0,55	12,3	-0,1	26,8	+3,1	773	+0
Ставропольская 21	2,99	-0,90	12,6	+0,2	25,2	+1,5	775	+2
Южная звезда	2,86	-1,03	14,1	+1,7	25,3	+1,6	767	-6
F _{факт}	22,84	-	22,47		21,87		28,47	
НСР ₀₅	0,25	-	0,67		1,37		2,36	
Озимая твердая пшеница								
St. Оникс	2,23	-	13,0	-	23,2	-	767	-
Белка	2,64	+0,41	14,7	+1,7	31,0	+7,8	778	+11
Придонье	2,05	-0,18	12,0	-1,0	26,0	+2,8	764	-3
F _{факт}	23,61		21,22		19,26		25,96	
НСР ₀₅	0,32		0,62		1,19		3,67	

Анализ физических свойств зерна показал, что некоторые сорта мягкой пшеницы обладают более высокой натурной массой, чем St. Калач 60. В частности, Разгуляй (778 г/л), а также Василич, Императрица и Кугультинка (по

777 г/л) превосходили этот показатель. Остальные изученные сорта мягкой пшеницы имели натурную массу, равную или меньшую контрольной. Что касается твёрдых пшениц, сорт Белка (778 г/л) продемонстрировал достоверно более высокую натурную массу по сравнению с St. Оникс. Натурная масса зерна сорта Придонье (764 г/л) - ниже установленного стандарта.

Результаты оценки качества зерна распределились следующим образом: в категории мягких пшениц сорт Императрица выделяется как сильная и ценная культура, соответствующая первому классу. Среди твёрдых пшениц сорт Белка также достиг первого класса качества. Зерно St. Оникс было отнесено ко второй группе качества. Все прочие сорта продемонстрировали качество, соответствующее третьему классу.

Коэффициент пластичности напрямую связан с урожайностью, чем выше значение b_i , тем благоприятнее условия, что приводит к существенному росту урожая. Таким образом, оптимальные условия, выраженные в высоком b_i , способствуют значительному приросту урожая. Известно, что чем ближе значение $S^2 d_i$ к нулю, тем сорт более предсказуем, и стабилен.

Таблица 2 - Коэффициенты экологической пластичности и стабильности урожайности сортов озимой пшеницы за 2023-2025 гг.

Сорт	Коэффициент пластичности (b_i)	Коэффициент стабильности ($S^2 d_i$)
Озимая мягкая пшеница		
St. Калач 60	1,44	9,13
Василич	1,63	0,35
Версия	1,68	0,70
Держава	0,70	1,23
Донья	1,17	0,62
Императрица	0,98	0,40
Интеграция	1,82	0,84
Камилла	1,11	0,71
Константа 22	1,96	1,03
Кугультинка	1,10	2,22
Милаша	0,94	0,49
Нил	1,43	0,28
Овация	0,47	2,23
Разгуляй	0,88	0,06
Регион 161	1,42	0,75
Ставропольская 21	0,89	0,18
Южная звезда	1,07	0,09
Озимая твердая пшеница		
St. Оникс	0,15	1,21
Белка	0,84	0,83
Придонье	-0,28	1,94

В проведенных трехлетних опытах можно выделить из группы мягких пшениц сорт Императрица как по пластичности, так и по стабильности ($b_i = 0,98$, $S^2 d_i = 0,40$). Это среднепластичный, высокостабильный сорт. Его урожайность изменяется в строгом соответствии с изменением условий среды. Такой сорт предсказуем и стабильно адаптирован к региону испытания. (Таблица 2).

В группе твердых пшениц отлично показал себя сорт Белка, он является среднепластичным и стабильным сортом ($b_i = 0,84$, $S^2 d_i = 0,83$). Сорт обладает хорошей предсказуемостью. Случайные факторы среды (погода, локальные особенности почвы) оказывают на него умеренное влияние. Хуже всех проявил себя в опыте сорт Придонье ($b_i = -0,28$). Он относится к слабопластичному типу, когда общие внешние условия в опыте улучшаются (например, идет много осадков), урожайность этого конкретного сорта падает. Также сорт Придонье с пониженной стабильностью ($S^2 d_i = 1,94$). Его урожайность сильно колеблется под воздействием случайных факторов. Сорт требует внимательного подбора условий, так как его поведение наименее предсказуемо.

Заключение. Подводя итог характеристике сортов, мы проанализировали их по показателям качества зерна, пластичности и стабильности и можем отметить, что из изученного набора наиболее предпочтительны такие сорта озимой мягкой пшеницы, как Императрица и твердой Белка. Они выделились по показателям качества зерна, урожайности, стабильности и экологической пластичности.

Список использованных источников.

1. Конькова Э.А. Скрининг мировой коллекции озимой мягкой пшеницы по устойчивости к листовым болезням в условиях Нижнего Поволжья / Э.А. Конькова, С.В. Лящева, А.И. Сергеева // Зерновое хозяйство России. - 2022. - № 14 (2). - С. 36-40. EDN: WBRWET.
2. ИONOва Е.В. Изменение механизмов адаптивности и урожайности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях по этапам сортосмены / Е.В. ИONOва, В.А. В.Л. Лиховидова, Газе // Зерновое хозяйство России. - 2021. - №1 (73). - С3-7. EDN: MXNWTK.
3. Безуглая Т.С., Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Иванисова А.С., Кабанова Н.В., Копусь М.М. Перспективные сорта пшеницы твердой озимой и их семеноводство // Зерновое хозяйство России. - 2022. - № 14 (2). - С. 17-23. EDN: CXXDNF.
4. Сайфуллин Р.Г. К анализу понятия селекции сельскохозяйственных растений на основе саратовского опыта // Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратовский государственный университет им. Н.И. Вавилова. - 2016. - С. 142-144. EDN: XCGOZT.
5. Бесалиев И.Н. Экологическая пластичность сортов озимой пшеницы по показателям качества зерна в Оренбургском Предуралье / И.Н. Бесалиев, А.Л. Панфилов, Я.А. Каравайцев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2017. - №5(67). - С. 36-39. EDN: ZSMJWN.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М:- Агропромиздат, 1985. - С. 351.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть // Под ред.: М. А. Федина. — 1985. — С. 268.

PRODUCTIVITY AND ECOLOGICAL STABILITY OF WINTER WHEAT VARIETIES IN THE LOWER VOLGA REGION

K.E. Denisov, E.S. Makarova

*Saratov State Vavilov University of Genetics, Biotechnology and Engineering,
Saratov, Russia*

This article presents data on grain quality, as well as the ecological plasticity and yield stability, of 17 soft winter wheat varieties and 3 durum wheat varieties grown in the Lower Volga region. A three-year study (2022–2025) identified the most productive varieties. The 'Imperatritsa' variety (soft wheat) exhibited superior grain quality, achieved the highest yield (4.22 t/ha), and demonstrated both plasticity and stability. The 'Belka' variety (durum wheat) also produced first-class quality grain and proved to be a moderately plastic and stable variety, with a yield of 2.64 t/ha.

Keywords: winter wheat, yield, grain quality, plasticity, stability.

УДК 634.11: 631.811.98

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ГЕНЕРАТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ЯБЛОНИ СОРТА СЕВЕРНЫЙ СИНАП

Л.О. Козловская, В.Р. Удалова

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

В статье анализируется влияние биологически активных веществ (БАВ) на генеративное развитие яблони сорта Северный Синап. Установлено, что обработка препаратами Агат-25К и Рибав-Экстра способствует значительному увеличению количества бутонов и плодов, обеспечивая прирост количества плодов до 24 % по сравнению с контролем. Выявлено, что стимуляция бутанообразования не сопровождается пропорциональным увеличением конечного количества плодов из-за физиологических ограничений и снижения сохранности генеративных органов. Результаты исследования подтверждают целесообразность применения БАВ в технологии возделывания яблони для повышения продуктивности и оптимизации плодоношения.

Ключевые слова: яблоня, Северный Синап, биологически активные вещества, генеративное развитие, бутанообразование, урожайность.

Яблоня является одной из ведущих плодовых культур в Российской Федерации, а сорта позднелетнего срока созревания имеют особое значение для обеспечения населения свежими плодами в осенне-зимний и весенний периоды. Сорт яблони Северный Синап, выведенный во ВНИИС им. И.В. Мичурина и включенный в Госреестр в 1959 году, на протяжении десятилетий остается одним из наиболее ценных сортов для Центрально-Черноземного, Средневолжского (включая Пензенскую область) и других регионов России [1].

Ценность сорта обусловлена его высокой урожайностью (до 120–170 кг с одного 15-летнего дерева), лежкоспособностью плодов (сохраняются до мая-

июня), а также высокими качественными показателями: содержание сахаров достигает 11%, аскорбиновой кислоты – 11,5 мг/100 г, Р-активных веществ – 102 мг/100 г. Исследования подтверждают, что плоды Северного Синапа содержат комплекс биологически активных веществ: катехины (44,97 мг/100 г), холин (48,30 мг/100 г), сумму Р-активных веществ (53,60 мг/100 г), что позволяет рассматривать данный сорт не только как источник свежих плодов, но и как основу для производства продуктов функционального питания [1].

Однако, несмотря на достоинства, Северный Синап характеризуется рядом недостатков, сдерживающих его эффективное возделывание: сильным ростом деревьев, поздним вступлением в плодоношение и резко выраженной периодичностью урожаев. Традиционные способы борьбы с этими проблемами (обрезка, формирование кроны) трудоёмки и не всегда эффективны. В этой связи применение биологически активных веществ (регуляторов роста, ретардантов, биостимуляторов) представляет собой современный, экологически безопасный и экономически оправданный подход к управлению продукционным процессом плодовых культур [5].

Интенсификация сельскохозяйственного производства неразрывно связана с изучением экологической устойчивости видов и агроэкосистем, адаптационных процессов, а также толерантности растений к неблагоприятным факторам среды. По оценкам ряда исследователей, потери урожая сельскохозяйственных культур от стрессовых факторов окружающей среды достигают 50-80% от их генетически обусловленной потенциальной продуктивности [2].

Одним из эффективных способов реализации максимальной продуктивности растений при одновременном повышении их устойчивости к климатическим, водным, солевым, осмотическим, температурным и другим стрессам является использование регуляторов роста растений. Растительные гормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины, брассиностероиды, абсцизовая кислота и другие) играют важнейшую роль не только в регуляции роста и дифференцировки растений, но и в формировании толерантности к абиотическим стрессам [7]. Отличительной особенностью новых регуляторов роста выступает их способность интенсифицировать физиолого-биохимические процессы в растительном организме и параллельно повышать устойчивость к стрессам и болезням [4].

Высокая физиологическая и фунгицидная активность новой группы биорегуляторов роста, обладающих антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами, проявляется уже в низких концентрациях – 5–50 мг/га. Являясь природными соединениями, они непосредственно встраиваются в метаболизм растений, не оказывая негативного воздействия на почву и окружающую среду [4]. К данной группе соединений относятся фитогормоны или их аналоги (эпибрассинолид, натриевые соли гиббереллиновых кислот), метаболиты грибов (Эмистим), гидроксикоричные кислоты, гуматы, Агат-25К, Крезацин и другие препараты, разрешенные к применению в сельском хозяйстве РФ [5, 6]. Характерной чертой действия этой группы веществ является их полифункциональ-

ность, которая проявляется в одновременной стимуляции роста и развития растений, повышении устойчивости к абиотическим факторам среды и к ряду заболеваний [6].

В связи с этим нами была проведена оценка влияния биологически активных веществ на генеративное развитие яблони сорта Северный Синап. Исследования проводились в условиях Пензенской области, которая характеризуется специфическими почвенно-климатическими условиями, что требует адаптации агротехнических приемов для стабилизации плодоношения. Схема опыта включала 4 варианта: 1) контроль (без обработки); 2) обработка препаратом Циркон; 3) обработка препаратом Агат-25К; 4) обработка препаратом Рибав-Экстра.

Для оценки влияния БАВ на генеративное развитие яблони был проведен учет количества бутонов, сформировавшихся после первой обработки препаратами. Учет проводили в фазу «розовый бутон» (конец апреля – начало мая), когда бутоны полностью сформированы, но еще не раскрылись. Данный этап является критическим для определения потенциальной урожайности, так как количество бутонов напрямую коррелирует с возможным количеством завязей и, в конечном итоге, плодов.

Из данных, представленных в таблице 1, следует, что все испытуемые биологически активные вещества оказали стимулирующее влияние на процесс бутонобразования по сравнению с контрольным вариантом (без обработки).

Таблица 1 – Количество бутонов после первой обработки биологически активными веществами

Вариант	Количество бутонов, шт./дерево
Контроль (без обработки)	2057
Циркон	2700
Агат-25К	3754
Рибав-Экстра	3861
НСР ₀₅	947

На контрольном варианте (без обработки) было отмечено наименьшее количество бутонов – 2057 шт./дерево. Это значение принято за базовый уровень естественного генеративного развития сорта Северный Синап в условиях Пензенской области без применения стимулирующих препаратов. Обработка препаратом Циркон обеспечивала формирование 2700 бутонов, что превышает контрольный показатель на 31,2% (или на 643 бутон). Циркон, являясь препаратом на основе гидроксикоричных кислот, проявил умеренную стимулирующую активность. Полученный результат согласуется с литературными данными о способности Циркона активизировать ростовые процессы и повышать продуктивность плодовых культур [3].

Препарат Агат-25К показал более высокую эффективность: 3754 бутон, что на 82,4% (или на 1697 бутонов) больше, чем на контроле. Агат-25К, содержащий инактивированные бактерии *Pseudomonas aureofaciens* и биологически активные метаболиты, показал выраженное ростостимулирующее действие,

что может быть связано с его иммуномодулирующими свойствами и способностью активировать синтез эндогенных фитогормонов.

Препарат Рибав-Экстра оказался наиболее эффективным среди исследуемых БАВ: 3861 бутон, что превышает контроль на 87,7% (или на 1804 бутон). Рибав-Экстра, представляющий собой комплекс природных биорегуляторов (продукт биосинтеза грибов *Fusarium sambucinum*), проявил максимальную стимулирующую активность в отношении генеративных органов яблони.

Таким образом, наибольший стимулирующий эффект на формирование бутонов яблони сорта Северный Синап оказали препараты Рибав-Экстра и Агат-25К, превысившие контроль на 87,7% и 82,4% соответственно. Различия между этими двумя препаратами статистически недостоверны, что позволяет рассматривать их как равноценные по данному показателю. Препарат Циркон также стимулировал бутонобразование, но прирост оказался статистически недостоверным по сравнению с контролем. Это может быть связано с тем, что Циркон в большей степени влияет на корнеобразование и устойчивость к стрессам, чем на генеративную сферу. Высокое значение НСР₀₅ (947 бутонов) объясняется значительной индивидуальной изменчивостью деревьев яблони по генеративной продуктивности, что характерно для сорта Северный Синап, особенно в условиях периодичности плодоношения [1].

Учет количества бутонов является первым этапом оценки эффективности БАВ. Установлено, что обработка препаратами Агат-25К и Рибав-Экстра на начальном этапе вегетации способствует закладке большего количества генеративных почек, что создает потенциал для получения более высокого урожая. Однако следует учитывать, что обильное бутонобразование не всегда гарантирует высокий урожай, так как значительная часть бутонов может не сформировать завязи (из-за неблагоприятных погодных условий в период цветения, недостаточного опыления, поражения болезнями).

Учет плодов в период уборки показывает продуктивность яблони с учетом всех факторов, влияющих на сохранность завязей в течение вегетационного периода (таблица 2).

Таблица 2 – Количество плодов к моменту уборки

Вариант	Количество плодов, шт./дерево	Отклонение от контроля, %	Сохранность генеративных органов, %
Контроль (без обработки)	612	–	33,0
Циркон	680	+ 11,1	27,9
Агат-25К	759	+ 24,0	22,4
Рибав-Экстра	749	+ 22,4	21,5
НСР ₀₅	63	–	–

Установлено, что обработка биологически активными веществами способствовала увеличению количества плодов по сравнению с контролем, где было отмечено наименьшее количество плодов – 612 шт./дерево, что соответствует сохранности 33,0%. Этот показатель можно рассматривать как базовый

уровень естественного плодообразования для сорта Северный Синап в условиях Пензенской области.

Препарат Циркон способствовал формированию 680 плодов, что превышает контроль на 11,1% (или на 68 плодов). При этом сохранность составила 27,9%, что ниже стандартного показателя на 5,1%. Это означает, что Циркон стимулировал закладку дополнительных бутонов (на 31,3%), но не в полной мере обеспечил их сохранность. Тем не менее, абсолютное количество плодов оказалось выше стандарта. Препарат Агат-25К показал 759 плодов, что на 24,0% (или на 147 плодов) выше контроля. Сохранность составила 22,4% – самый низкий показатель среди всех вариантов. Несмотря на это, абсолютное количество плодов оказалось максимальным благодаря самому высокому исходному количеству бутонов (3386 шт.). Препарат Рибав-Экстра способствовал образованию 749 плодов на одном дереве, что на 22,4% (или на 137 плодов) выше контроля. Сохранность также невысокая – 21,5%.

Все варианты с обработкой БАВ показали статистически достоверное превышение плодообразования по сравнению с контролем. Между Агат-25К и Рибав-Экстра статистически значимых различий не выявлено – оба препарата одинаково эффективны по количеству плодов. Циркон также достоверно превышает контроль, но уступает Агат-25К и Рибав-Экстра (разница 79 и 69 плодов соответственно, что превышает НСР₀₅).

Установлено, что обработка яблони сорта Северный Синап биологически активными веществами способствует значительному увеличению бутанообразовательной способности деревьев. Наибольшая стимуляция генеративных органов отмечена при применении препаратов Рибав-Экстра (3861 бутон, +87,7% к контролю) и Агат-25К (3754 бутон, +82,4% к контролю). Препарат Циркон показал умеренное стимулирующее действие (2700 бутонов, +31,2%). Все исследуемые биологически активные вещества оказали положительное влияние на количество плодов к моменту уборки. Прирост к контролю составил от 11,1% (Циркон) до 24,0% (Агат-25К). Наиболее эффективными по данному показателю являются Агат-25К и Рибав-Экстра, которые статистически не различаются между собой. Сохранность бутонов была выше на контрольном варианте (33,0 %) и снижалась в вариантах с обработкой БАВ (21,5-27,9 %). Это указывает на то, что стимуляция бутанообразования не сопровождается пропорциональным увеличением конечного урожая из-за физиологических ограничений (конкуренция за ассимиляты) и неблагоприятных погодных условий.

На основании учета количества плодов к моменту уборки можно рекомендовать Агат-25К и Рибав-Экстра как препараты, обеспечивающие максимальное количество плодов (прирост 22-24% к стандарту), Циркон – как препарат, дающий умеренный, но статистически достоверный прирост урожая (11,1%), что может быть экономически оправдано при более низкой стоимости или при необходимости сочетания ростостимулирующего и антистрессового эффектов.

Сохранность генеративных органов была выше на контрольном варианте (33,0%) и снижалась в вариантах с обработкой БАВ (21,5–27,9%). Это объясняется физиологической саморегуляцией, при которой число вызревающих

плодов определяется ассимиляционными возможностями растения. При искусственной стимуляции бутанообразования возникает дополнительная потребность в ассимилятах, которая частично удовлетворяется за счет увеличения интенсивности фотосинтеза (под влиянием БАВ), но часть завязей все равно опадает. Это не является недостатком БАВ, а отражает естественные ограничения продукционного процесса.

Список использованных источников.

1. Агроклиматические ресурсы Пензенской области / под ред. Е.Д. Мулюкина. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. – 131 с.
2. Барабаш Т.Н., Расторгуев А.Б. Регулирование нагрузки плодами деревьев яблони // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2017. – № 43(01). – С. 1-9.
- 3 Барчукова, А.Я. Циркон-стимулятор продуктивности овощных культур / А.Я. Барчукова // Применение препарата Циркон в производстве сельскохозяйственной продукции: тезисы докладов научно-практической конференции. – Москва, 2004. – С. 16.
4. Боровик Е.С., Леонович И.С., Капичникова Н.Г. Влияние биорегулятора Эпин на рост, плодоношение и качество плодов яблони // Плодоводство. – 2010. – Т. 22. – С. 61-67.
5. Вакуленко, В.В. Регуляторы роста / В.В. Вакуленко // Защита и карантин растений. – 2004. – № 1. – С. 24-26.
6. Василейко М.В. Регуляторы роста растений и их применение в растениеводстве (литературный обзор) // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2021. – Т. 76. – С. 89-99. DOI: 10.31360/2225-3068-2021-76-89.
7. Шарма, А. Роль фитогормонов в формировании толерантности растений к абиотическим стрессам / А. Шарма и соавт. // Физиология растений. – 2021. – Т. 68, № 3. – С. 345-362.

INFLUENCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON THE GENERATIVE DEVELOPMENT OF APPLE TREES OF THE SEVERNY SINAP VARIETY

L.O. Kozlovskaya, V.R. Udalova

Penza State Agrarian University
Penza, Russia

The article analyzes the influence of biologically active substances (BAS) on the generative development of apple trees of the Severny Sinap variety. It was found that treatment with the preparations Agat-25K and Ribav-Extra contributes to a significant increase in the number of buds and fruits, providing an increase in the number of fruits up to 24 % compared to the control. It was revealed that the stimulation of bud formation is not accompanied by a proportional increase in the final number of fruits due to physiological limitations and a decrease in the preservation of generative organs. The results of the study confirm the feasibility of using BAS in apple cultivation technology to increase productivity and optimize fruiting.

Keywords: apple tree, Severny Sinap, biologically active substances, generative development, bud formation, productivity.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАРАЗИХОУСТОЙЧИВЫХ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

С.С. Кузьяев, А.С. Палийчук

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

В статье представлены результаты исследований по выявлению лучшего по толерантности к заразихе гибрида подсолнечника бренда MaS Seeds семеноводческой компании MAISADOUR в трех локациях Российской Федерации: Новопокровском районе Краснодарского края, Киквидзенском районе Волгоградской области и в Колышлейском районе Пензенской области.

Ключевые слова: подсолнечник, гибрид, устойчивость, сорные растения, масличность, густота стояния растений.

Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) – высокорентабельное высокомасличное растение. Но рентабельность этого растения имеет и оборотную сторону. В результате погони за прибылью культуру высевают слишком часто на одной территории, что приводит к истощению почвы, снижению и вообще ухудшению фитосанитарной обстановки. Одним из злейших врагов подсолнечника является паразитный сорняк – заразиха (*Orobanche cumana* wallr.), который приводит к потерям урожайности семян более чем на 70 %. Наиболее эффективный метод контроля заразихи заключается в генетической устойчивости селективного материала. В связи с этим получение и внедрение в производство устойчивых к заразихе сортов подсолнечника представляет важную задачу в сохранении и повышении урожайности подсолнечника.

Исследования проводились в трех локациях Российской Федерации: Новопокровском районе Краснодарского края, Киквидзенском районе Волгоградской области и в Колышлейском районе Пензенской области.

Первая локация в хозяйстве СПК «Барс» Новопокровского района Краснодарского края. Почва хозяйства – чернозем обыкновенный слабогумусный мощный слабосолонцеватый. Обыкновенные черноземы достаточно плодородны и подходят для выращивания всех полевых сельскохозяйственных культур в том числе и подсолнечника. Климат этой зоны суровый и засушливый, здесь частым явлением являются засухи. Из неблагоприятных факторов этой зоны следует отнести сильные восточные ветры, недостаток влаги в почве. Лето в районе жаркое, знойное и малооблачное. Осень достаточно сухая и теплая. Зима длительная, холодная, часто снежная и как отмечали ветреная и облачная. Среднемноголетняя температура воздуха составляет 11.8 °С.

Второй локацией, где закладывали опыт, было ООО «АПК «Родина» станции Преображенская Киквидзенского района Волгоградской области. Почва локации – чернозем обыкновенный. Эти черноземы обладают высоким естественным плодородием и подходят для выращивания всех полевых сельскохозяйственных культур, в том числе и подсолнечника. Климат Киквидзенского

района Волгоградской области достаточно засушливый, континентальный. Осадков в год выпадает до 500 мм, летом температуры не редко доходят до + 40 °С, а зимой до -41 °С. Снег лежит до 100 дней в году, слоем до 20 см. Весна короткая, с частыми заморозками. Лето определяется поздно в середине мая, иногда в июне. Осенью уже в октябре приходят заморозки.

Третья локация, где закладывали опыт, находилась в КФХ Зайцев А.В. села Катковка Колышлейского района Пензенской области. Почвы, на которых расположено хозяйство – чернозем выщелоченный. Плодородная почва, содержащая много гумуса, образовавшаяся на задернованных степях умеренного пояса. Колышлейский район находится в умеренно влажной зоне. Всего за год осадки варьируют от 440 до 460 мм, а за вегетационный период может выпасть от 230 до 240 мм. Снег ложится рано – в конце ноября, а тает уже в начале апреля. Зимой нередки морозы до -32 °С и ниже. Лимитирующими факторами в Колышлейском районе является ход выпадения осадков. Климат характеризуется неустойчивостью режима влажности.

Схема исследований в 2024 году включала следующие гибриды подсолнечника: 1. Сульфонор (контроль); 2. МАС 83 СУ; 3. МАС 85 СУ; 4. МАС 880 СУ. Предшественник – озимые зерновые. Площади деланки 120 м². Повторность деланок трехкратная. В трех локациях технология возделывания отличалась незначительно. Глубина осеней основной обработки везде соответствовала рекомендациям по зоне и составила 22-25 см. Весенняя подготовка почвы под подсолнечник заключалась в ранней культивации на глубину 8–10 см и предпосевной на 6-8 см (глубина заделки семян). На посевах применяли гербицид группы сульфонилмочевины, на основе действующего вещества трибенурон-метила (Экспресс).

В Новопокровском районе Краснодарского края посевную компанию начали 20 апреля, а убрали подсолнечник 4 сентября, в Киквидзенском районе Волгоградской области – посеяли подсолнечник 9 мая, обмолотили 8 октября, а в третьей локации – Колышлеейском районе Пензенской области посеяли 15 мая (мешали низкие температуры почвы, на глубине заделки семян), а убрали 15 октября.

Гибрид подсолнечника СУЛЬФОР. Среднеранний. Заразихоустойчивый гибрид под технологию Экспресс ТМ. Тип: линолевый. Потенциал масличности: высокий. Рекомендуемые регионы выращивания: Центрально-Черноземный, Северо-Кавказский, Средневолжский, Нижневолжский, Уральский. Гибрид устойчив ко всем известным расам заразихи. Высота растения средне низкая. Обладает генетической устойчивостью к гербицидам группы сульфонилмочевины, на основе действующего вещества трибенурон-метил. Отличается высокой засухоустойчивостью, что позволяет ему формировать стабильный урожай в степной зоне.

Гибрид подсолнечника МАС 83 СУ. Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному (5) региону. Двухлинейный гибрид. Окраска листа зелёная. Пузырчатость листа слабая. Время цветения позднее. Окраска язычкового цветка жёлтая. Высота растения при созревании - высокая. Ветвление отсутствует.

Краевые полосы семянки слабо выражены. Полоски между краями семянки слабо выражены.

Гибрид подсолнечника МАС 85 СУ. Включен в Государственный реестр РФ по Центрально-Черноземному (5) региону. Рекомендуются для возделывания в Тамбовской и Липецкой областях. Двухлинейный гибрид. Среднепозднего срока созревания. Окраска листа зелёная. Пузырчатость слабая. Время цветения среднее. Окраска язычкового цветка жёлтая. Высота растения (при созревании) очень низкая. Ветвление отсутствует. Краевые полосы семянки слабо выражены. Полоски между краями семянки отсутствуют или очень слабо выражены

Гибрид подсолнечника МАС 880 СУ. Включен в Госреестр п Центрально-чернозёмному (5) региону. Среднепоздний. Прекрасная адаптация к засушливым регионам с агрессивной атакой ОРО-G. Имеет хорошую продуктивность даже под влиянием болезней. Группа спелости: Среднеспелый.

Средняя по гибридам продолжительность периода вегетации в 2024 году в первой локации составила 139 дней, во второй – 154 дня и в третьей – 157 дней. Во всех локациях скороспелостью выделялся контрольный гибрид Сульфонор, у него период от посева до уборки по всем локациям на 2-3 дня короче, чем у остальных изучаемых гибридов. Главным фактором, влияющим на выбор гибрида, сорта является их продуктивность с единицы площади посева. При возделывании подсолнечника всегда следует соблюдать оптимальную густоту растений на гектар для каждого гибрида.

Таблица – Плотность агроценоза подсолнечника в среднем
в трех локациях России в 2024 году

Локация	Гибрид	Густота стояния растений, тыс. шт. /га		Сохранность растений, %
		всходы	перед уборкой	
Новопокровский район Краснодарского края	Сульфонор (контроль)	73	66	90,4
	МАС 83 СУ	73	65,5	89,7
	МАС 85 СУ	73	62	84,9
	МАС 880 СУ	73	65	89,0
Киквидзенский район Волгоградской области	Сульфонор (контроль)	67	60	89,6
	МАС 83 СУ	67	59	88,0
	МАС 85 СУ	67	61	91,0
	МАС 880 СУ	67	60	89,6
Колышлейский район Пензенской области	Сульфонор (контроль)	65	60	92,3
	МАС 83 СУ	65	58	89,2
	МАС 85 СУ	65	61	93,8
	МАС 880 СУ	65	63	98,4

Слишком низкая густота посадки означает неравномерность вызревания корзинок и риск полегания стеблей. Точный высев семян имеет решающее значение на дальнейших этапах выращивания, благодаря этому растения подсолнечника не конкурируют друг с другом за питание и свет, необходимые для

правильного фотосинтеза. Плотность агроценоза в посевах подсолнечника в трех локациях России представлена в таблице.

Наблюдения, отраженные на графике (рисунок) показали, что урожайность семян отличалась как по изучаемым гибридам, так и по локациям

В Новопокровском районе Краснодарского края исследуемые гибриды подсолнечника в среднем по локациям в 2024 году сформировали урожайность – 29,7 ц/га. В Киквидзенском районе Волгоградской области исследуемые гибриды подсолнечника в среднем по локациям в 2024 году сформировали 20,8 ц/га. Общая продуктивность семян несколько уступает первой локациям. В Колышлейском районе Пензенской области исследуемые гибриды подсолнечника в среднем в 2024 сформировали урожайность – 26,6 ц/га.

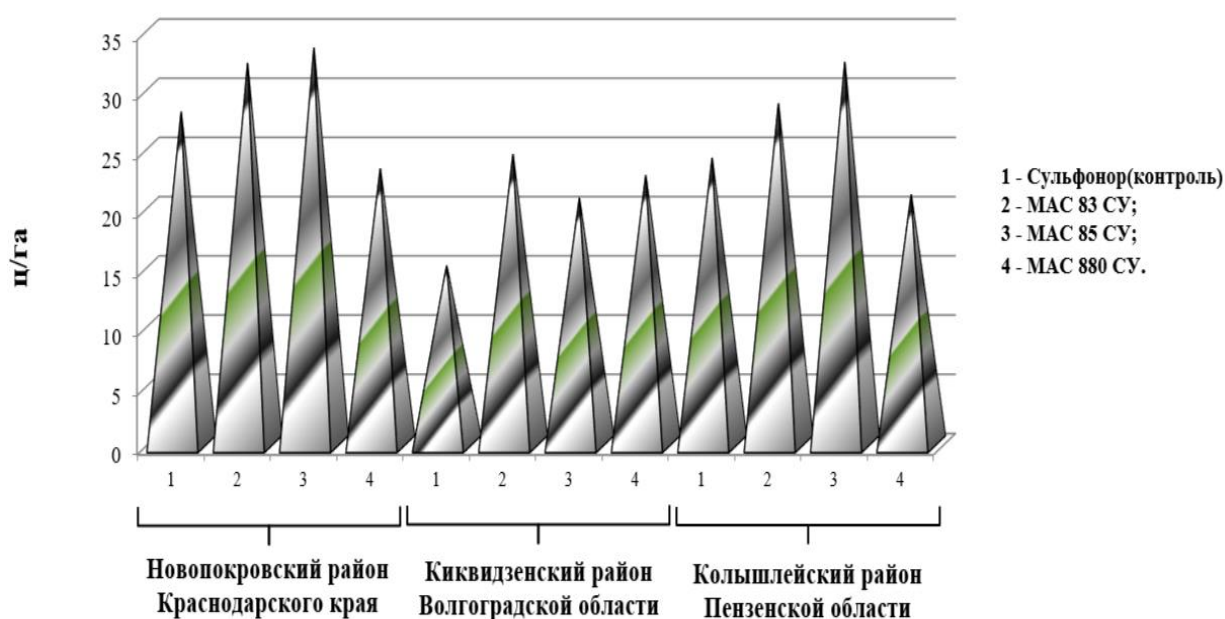


Рисунок – Урожайность гибридов подсолнечника, ц/га,

Таким образом, при выращивании подсолнечника из изучаемых гибридов следует выбирать в Новопокровском районе Краснодарского края МАС 83 СУ, в Киквидзенском районе Волгоградской области также следует остановиться на этом гибриде, в Колышлеейском районе Пензенской области к гибриду МАС 83 СУ следует добавить МАС 85 СУ.

Список использованных источников.

1. Воробьев, С.П. Экологические аспекты эффективного возделывания подсолнечника в России. / С.П. Воробьев, В.В. Воробьева // Экономическое развитие региона: управление, инновации, подготовка кадров: Алтайский государственный университет. – 2020. – № 7. – С. 72-75.

2. Жеряков, Е.В. Оценка гибридов подсолнечника на продуктивность в условиях лесостепи Среднего Поволжья. / Е.В. Жеряков, А.А. Новохватский // Научная жизнь.: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, АО «Алкор». – 2020. –Том 15. – № 8 (108). – С. 1094-1104.

2. Москвичев, А.Ю. Опыт возделывания маслосемян подсолнечника на гербицидном фоне в зоне черноземных почв Волгоградской области. / А.Ю. Москвичев // Приоритетные научные исследования и инновационные технологии в АПК: наука – производству. Материалы Национальной научно-практической конференции. Издательство: Волгоградский государственный аграрный университет (Волгоград). – 2019. – С. 57-64.

3. Нещадим, Н.Н. Продуктивность гибридов подсолнечника в условиях Краснодарского края. / Н.Н. Нещадим, С.С. Терехова, А.В. Коваль // The scientific heritage: Global Science Center LP. – 2021. – № 71-2 (71). – С. 13-18.

4. Тигай, К.И. Получение исходного селекционного материала подсолнечника, устойчивого к ложной мучнистой росе и заразихе. / К.И. Тигай, С.В. Гончаров // Аграрный научный журнал.: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова. – 2018. – № 8. – С. 46-50.

5. Хатнянский, В.И. История селекции подсолнечника в России на устойчивость к заразихе. / В.И. Хатнянский // Масличные культуры.: Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта. – 2020. – № 3. – С. 147-156.

STUDYING INFECTION-RESISTANT SUNFLOWER HYBRIDS

S.S. Kuzyaev, A.S. Paliychuk

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

*The article presents the results of research on identifying the best sunflower hybrid in terms of tolerance to *Orobanche cumana* Wallr. of the MaS Seeds brand of the seed-growing company MAISADOUR in three locations of the Russian Federation: Novopokrovsky district of Krasnodar Territory, Kikvidzensky district of Volgograd Region and in Kolyishleysky district of Penza Region.*

Keywords: sunflower, hybrid, resistance, weed, oil content, plant density.

УДК 631.46

ВЗАИМОСВЯЗЬ СОДЕРЖАНИЯ ДОСТУПНОГО АЗОТА В ПОЧВАХ С АКТИВНОСТЬЮ УРЕАЗЫ И ОБИЛИЕМ ОТДЕЛЬНЫХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ

В.И. Кулагина, Л.М. Сунгатуллина, С.С. Рязанов,
К.А. Гордеева, А.М. Хайруллина

*Институт проблем экологии и недропользования АН РТ,
г. Казань, Россия*

Содержание щелочногидролизуемого азота в почвах исследованных участков убывает в ряду: фоновые участки > органические поля > обычные поля. Выявлена высокая прямая корреляционная зависимость между доступным азотом и активностью уреазы ($r=0,786$, $p<0,05$). Взаимосвязь содержания доступного азота с численностью аммонифицирующих микроорганизмов почв и численностью амилолитиков не выявлена (коэффициент корреляции соответственно равен $-0,107$ и $-0,135$). Не выявлена

также взаимосвязь численности данных трофических групп микроорганизмов с активностью уреазы.

Ключевые слова: почва, щелочногидролизующий азот, органическое земледелие, уреазы, почвенные микроорганизмы.

Биологизация земледелия подразумевает использование биологических методов не только для борьбы с вредителями и болезнями, но и для обеспечения питательными веществами сельскохозяйственных растений. Восполнение доступных форм NPK требует понимание взаимодействия микробиологических и биохимических процессов, протекающих в почвах, как при традиционном, так и при органическом земледелии. При этом чаще всего при снижении количества применяемых химических удобрений в почвах наблюдается недостаток азота.

Фермент уреазы синтезируется и выделяется почвенными микроорганизмами и корнями растений в качестве катализатора расщепления мочевины, в результате которого выделяется доступный растениям аммиак [1, 4]. Логично предположить, что наиболее сильная корреляционная зависимость должна наблюдаться между активностью уреазы и численностью микроорганизмов, способных использовать азот органических соединений.

Цель данной работы сравнить содержание щелочногидролизующего азота с активностью уреазы и численностью некоторых трофических групп микроорганизмов.

Почвенные образцы для анализа отобраны весной 2025 г. в Высокогорском районе Республики Татарстан на территории фермерского хозяйства со следующих полей и участков: I – поле с многолетними травами (клевер-люцерна), минеральные удобрения при посеве вносились, II – поле с посевами ячменя, минеральные удобрения вносились, III – ячмень, органическое поле, IV – посевы пшеницы, с удобрениями, V – посевы пшеницы, органическое, VI – лесополоса около поля I (фоновый участок), VII – лесополоса между полями II и III, VIII – лесополоса между полями IV и V.

Щелочногидролизующий азот определялся методом Корнфилда, активность уреазы – по А.Ш. Галстяну в модификации Ф.Х. Хазиева, численность трофических групп – посевом на твердые среды.

Проведенные исследования позволили установить, что, несмотря на очень низкое, согласно агрохимической группировке, содержание щелочногидролизующего азота в почвах всех исследуемых участков, определенная дифференциация между участками все же наблюдается (рис.1).

Максимальное содержание азота отмечается на фоновых участках. На органических полях содержание щелочногидролизующего азота в почвах выше, чем на обычных. Полученные результаты согласуются с данными Кольцовой Т.Г. с соавторами [2].

Разница между минимальными и максимальными значениями по содержанию азота – примерно в 1,5 раза.

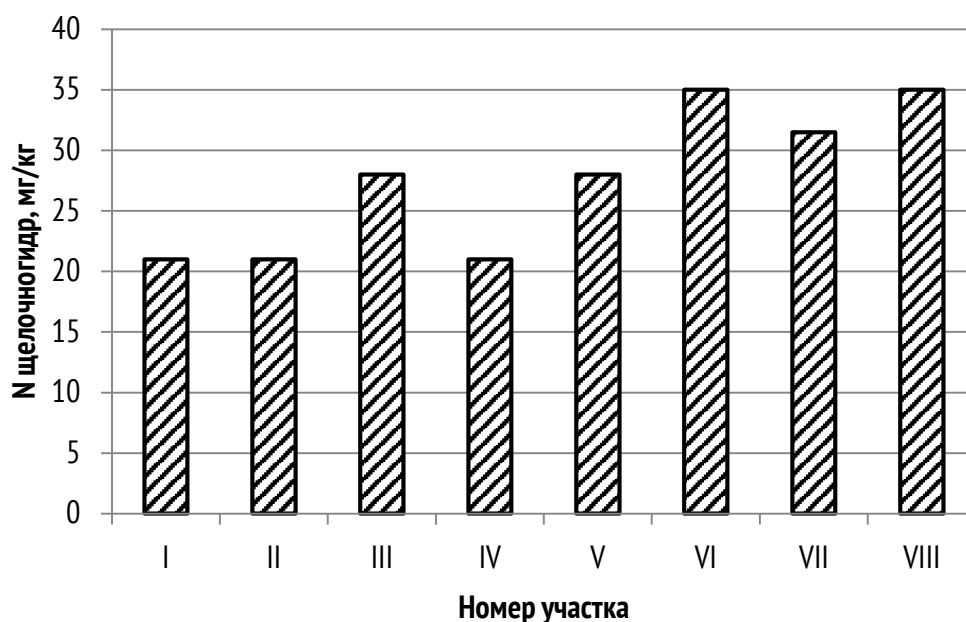


Рисунок 1 - Содержание щелочногидролизуемого азота в почвах исследованных участков (расшифровка номеров участков – в тексте).

Численность трофических групп микроорганизмов не имеет таких четких закономерностей. Численность аммонифицирующих микроорганизмов (МПА) в двух парах полей «органическое-неорганическое» ведет себя противоположным образом: в почве органического поля III численность аммонификаторов выше, чем на неорганическом поле II, а в почвах полей IV и V большая численность наблюдается на поле, где минеральные удобрения вносились (табл.1). Корреляция численности аммонификаторов с содержанием азота в почвах в весенний период не выявлена ($r=-0,107$, $p < 0,05$), как и с активностью уреазы ($r=-0,255$, $p < 0,05$).

Таблица 1 - Микробиологические и биохимические свойства почв

Участок	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Уреаза, мкг/г в час	0,33	0,31	0,17	0,08	0,25	2,04	2,48	4,76
МПА, 10^6 КОЕ/г	8,9	12,5	19,7	10,6	5,1	12,2	3,1	9,8
КАА, 10^5 КОЕ/г	112,3	140,3	138,4	73,9	102,3	69,5	62,8	145,1

Численность микроорганизмов, способных использовать минеральный азот (КАА), также не проявила корреляционной зависимости ни с содержанием азота в почвах ($r=-0,135$, $p < 0,05$), ни с активностью уреазы ($r=0,058$, $p < 0,05$).

Следует отметить, что активность уреазы на фоновых участках выше, чем на обрабатываемых полях (табл.1).

Установлено, что наиболее тесная корреляционная взаимосвязь наблюдается между содержанием щелочногидролизуемого азота и активностью уреазы, коэффициент корреляции равен 0,786 – это сильная прямая зависимость. Полученный результат согласуется с данными Кольцовой Т.Г. с соавторами [2] и Рамазановой Р.Х с соавторами [3].

По-видимому, следует принять во внимание, что численность трофических групп микроорганизмов – это очень быстро меняющийся показатель, в то время как ферменты могут сохраняться в почве достаточно длительное время, в том числе с прошлого вегетационного сезона и работать даже в отсутствие активных микроорганизмов или недостаточной их численности [1]. Для функционирования ферментов необходимо, чтобы в почве сложились определенные условия влажности и температуры [4]. Количество ферментов в почвах изменяется более плавно, чем численность микроорганизмов, что в большинстве случаев делает их более удобными индикаторными показателями биологической активности почв [1, 4].

Таким образом, количество щелочногидролизуемого азота в почве в весенний период наиболее тесно связано с активностью почвенного фермента уреазы.

Список использованных источников.

1. Казеев, К.Ш. Биодиагностика почв: методология и методы исследований / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2012. – 260 с.
2. Кольцова Т.Г. Оценка ферментативной активности серых лесных почв в органических и традиционных агроценозах предкамья Республики Татарстан / Т.Г. Кольцова, В.И. Кулагина, Л.М. Сунгатуллина, А.А. Андреева, Э.Х. Рупова // Российский журнал прикладной экологии. – 2022. – № 3 (31). – С. 34–42.
3. Рамазанова Р.Х. Биологическая активность темно-каштановой почвы при применении азотных удобрений под яровую тритикале / Р.Х. Рамазанова, А. Касипхан, Ж.Т. Ботбаева // Почвоведение и агрохимия. – 2023. – № 1. – С. 36–52.
4. Хазиев Ф.Х. Экологические связи ферментативной активности почв / Ф.Х. Хазиев // Экобиотех. – 2018. – Том 1, № 2. – С. 80–92.

RELATIONSHIP BETWEEN SOIL AVAILABLE NITROGEN CONTENT, UREASE ACTIVITY, AND ABUNDANCE OF SPECIFIC MICROBIAL GROUPS

**V.I. Kulagina, L.M. Sungatullina, S.S. Ryazanov,
K.A. Gordeeva, A.M. Hairullina**

*Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth
Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia*

The content of alkaline-hydrolyzable nitrogen in the soils of the studied areas decreases in the following order: background areas > organic fields > conventional fields. A strong positive correlation was found between available nitrogen and urease activity ($r = 0.786$, $p < 0.05$). No correlation was revealed between available nitrogen content and the abundance of either ammonifying microorganisms or amylolytic microorganisms (correlation coefficients of -0.107 and -0.135 , respectively). Furthermore, no relationship was found between the abundance of these trophic microbial groups and urease activity.

Keywords: soil, alkaline-hydrolyzable nitrogen, organic farming, urease, soil microorganisms.

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.П. Кулькова

*Ростовский государственный экономический университет (РИНХ),
г. Ростов-на-Дону, Россия*

В статье представлена оптимизационная логистическая модель, направленная на реализацию потенциала агропромышленного предприятия специализирующегося на выращивании ягодных культур, с учетом экстенсивного и интенсивного подхода
Ключевые слова: интенсивный и экстенсивный подход, логистика, инновации, предприятие агропромышленного комплекса, оптимизация, логистическая модель.

Создание логистических моделей в области оптимизации деятельности предприятий агропромышленного комплекса является одним из основных инструментов, направленных на повышение эффективности их деятельности. Логистическая модель разработанная в рамках данного исследования направлена на реализацию потенциала агропромышленного предприятия.

В основе создания данной модели лежит принцип функционирования логистической системы предприятия агропромышленного комплекса, основанный на минимизации затрат на всех этапах производства, хранения, распределения производимой им продукции, а также ключевые логистические принципы интеграции и кооперации, всех логистических функций и операций в управлении цепями поставок, включая системный подход.

Важно понимать, что минимизация затрат при реализации предложенной модели достигается в процессе ее устойчивой реализации на протяжении всего технологического цикла производства и товародвижения сельскохозяйственной продукции.

В основе модели лежат два основных подхода реализации потенциала компании: первый направлен на эффективное реализации ресурсов, имеющихся у предприятия, то есть так называемое достижение «максимизации эффекта» от их использования и второй подход включает в себя повышение эффективности выращивания ягодных культур, так называемый процесс производства сельхозпродукции, результатом которого является повышение эффективности коммерческой деятельности предприятия, которое будет заключаться в повышении таких показателей как рост выручки и чистой прибыли, увеличение объема производства, повышение рентабельности.

Процесс оптимальной реализации потенциала сельскохозяйственного предприятия имеет ряд особенностей и связанных с ними сложностей. Специфика движения логистических потоковых процессов в сельском хозяйстве оказывает свое влияние на процесс оптимизации предприятий агропромышленного сектора. В целом процесс оптимизации предприятия агропромышленного комплекса в области растениеводства может иметь вид, представленный блок-схемой на рисунке 1

С точки зрения развития потенциала агропромышленного предприятия, на процесс оптимизации накладываются дополнительные условия, например изменение оптимизационных моделей в результате реализации определенных мероприятий, таких как внедрение инноваций, совершенствование технологии производства и изменения наличия ресурсов, с точки зрения экстенсивного и интенсивного изменения.

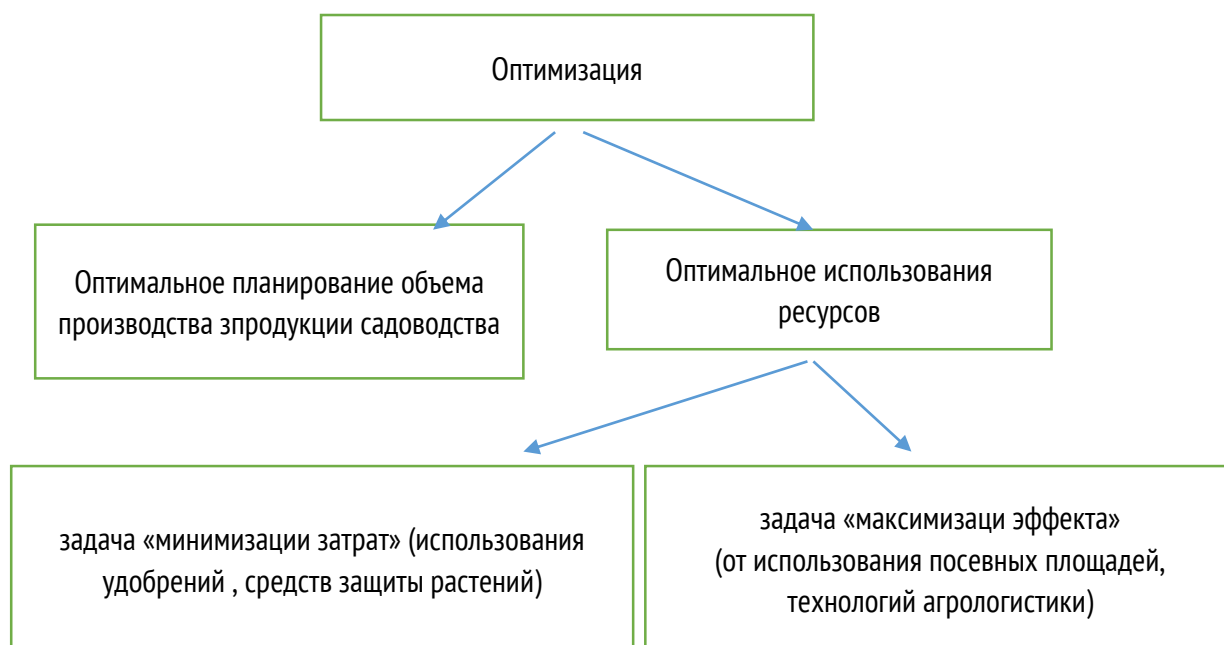


Рисунок 1 – Блок-схема оптимизации логистической деятельности предприятия агропромышленного комплекса в области растениеводства (составлена автором)

Высказанные выше утверждения вызывают необходимость разработки следующего алгоритма оптимизации потенциала агропромышленного предприятия на пример в области выращивания ягодных культур,

1. Оптимизация посевного материала. В сельскохозяйственных организациях, занимающихся садоводством, в первую очередь необходимо оценить качество посевного материала, саженцев, различных видов удобрений, средств защиты растений.

2. Оптимизация производства. Оптимизацию производства, в первую очередь для сельскохозяйственных организаций, специализирующихся на выращивании ягодных культур, необходимо установить график посадки культур, систему мониторинга созревания, климат-контроль

3. Оптимизацию процесса сбора, хранения и транспортировки урожая

Развитие указанных потенциалов может проходить по двум основным направлениям: экстенсивному и интенсивному.

Экстенсивное направление. Данный путь является наиболее доступным, но при наличии финансовых ресурсов хозяйства и ресурсных потенциалов региона, в частности наличия не задействованных в производстве сельскохозяйственных угодий и свободной рабочей силы. В ряде теорий по моделированию

производственных процессов описан постоптимальный анализ, или анализ на чувствительность.

Наиболее ценным для задачи оптимального планирования производства является первый и второй анализ на чувствительность, которые оценивают ценность каждого из используемых ресурсов, определяя данные границы и выявляя ценность этих ресурсов, можно оценить основные направления формирования ресурсного потенциала, который является базовым при определении производственного потенциала, а также построить «дорожную карту» развития производства по экстенсивному пути.

В рамках интенсивного пути развития могут возникнуть сложности, поскольку требуются относительно большого объема финансовых вливаний, которые в большинстве своем невозможны в состоянии неплатежеспособности сельскохозяйственных организаций и других угроз и рисков, выявленных при анализе, данный способ не всегда реализуем даже при субсидировании из регионального бюджета.

Однако использование интенсивного пути реализации потенциала агропромышленного предприятия, на наш взгляд является наиболее перспективным и конкурентоспособным в современных рыночных условиях с учетом экстенсивного и интенсивного развития. На рисунке 2 представлена логистическая модель реализации потенциала агропромышленного предприятия

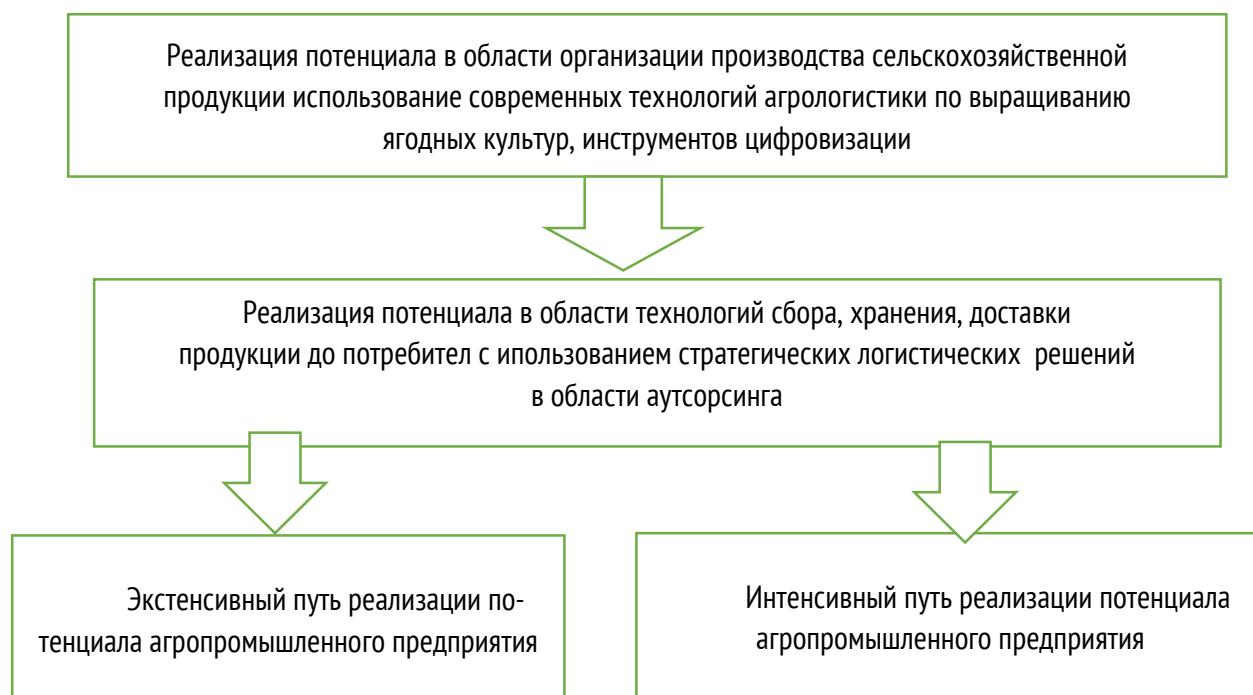


Рисунок 2 – Модель реализации потенциала агропромышленного предприятия с экстенсивного и интенсивного пути развития (разработано автором)

Для стабильного развития и устойчивого положения на рынке предприятие агропромышленного может использовать, инструменты, как экстенсив-

ного, так и интенсивного пути развития. Важно понимать, что эффективная реализация логистической модели в деятельности предприятия возможно на основе использования современных технологий агрологистики, активного внедрения информационных и цифровых инструментов.

Основным условием для оптимизации логистической деятельности предприятия и переходу к интенсивному пути развития также является автоматизация процесса производства. Который должен осуществляться поэтапно. Закупка и внедрение сразу всех составляющих может привести к большим единовременным затратам и перегрузки процесса производства, неэффективности использования оборудования из-за отсутствия навыков работы с ним персонала.

При планировании процесса автоматизации необходимо:

- провести анализ потребностей производства;
- оценить возможности получения инвестиций и потенциальную возможность их окупаемости;
- составить план поэтапной автоматизации;
- изучить рынок разработчиков и поставщиков автоматизированного оборудования;
- проконсультироваться со специалистами в данной области

Как показывает практика, процесс автоматизации потребует достаточно больших объемов инвестиций, которые могут окупиться в течении нескольких сезонов за счет снижения эксплуатационных затрат и экономии ресурсов, в частности трудовых, а также за счет увеличения урожая.

Список использованных источников.

1. Астахова Е.В., Партида Э. Основные тенденции развития агропромышленного комплекса в условиях рыночной экономики // «Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences». – 2022. – №10.
2. Лабезина Д.В., Песков Д.В. Формирование и функционирование рынков продукции АПК // Научнообразовательный журнал для студентов и преподавателей «Stud Net». – 2023. – №2.
3. Мусаев М.М. Повышение эффективности функционирования предприятий, обеспечивающих отрасли АПК // Деловой вестник предпринимателя. – 2020. – №2 (2).

LOGISTICAL MODEL OF REALIZING THE POTENTIAL OF AN AGRO-INDUSTRIAL ENTERPRISE

E.P. Kulkova

Rostov State University of Economics (RINH)

Rostov-on-Don, Russia

The article presents an optimization logistics model aimed at realizing the potential of an agro-industrial enterprise specializing in growing berry crops, taking into account an extensive and intensive approach.

Keywords: intensive and extensive approach, logistics, innovations, agro-industrial enterprise, optimization, logistics model.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ

А.С. Лыкова, А.С. Королев

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

В условиях неустойчивого увлажнения лесостепи Среднего Поволжья на продолжительность вегетационного периода горчицы белой значительное влияние оказывают гидротермические условия года. Минеральное питание выступает регулирующим фактором, способным удлинять фазы развития при наличии достаточной влаги. Наибольшая продолжительность периода вегетации отмечена на фоне N₃₂P₃₂K₃₂ (96 дней в 2023 г.), а минимальная – 55–64 дня, на естественном фоне в засушливом 2024 г.

Ключевые слова: горчица белая, минеральные удобрения, некорневые подкормки, метеоусловия, фенофазы.

Для каждого растения характерен индивидуальный ритм сезонного развития. Изучение данной динамики служит основой для установления зависимостей между гидротермическими условиями и темпами роста (Новаковская Т.В., Пунегов В.В., 2010; Крюкова К.А., Данченко А.М., 2013), что очень важно для капустных культур. В случае горчицы белой рациональная система питания влияет на длительность фенологических фаз развития растений.

Экспериментальную работу по изучению роста и развития горчицы белой проводили в 2023–2025 гг. в условиях коллекционного участка Пензенского ГАУ на лугово – черноземной почве. Схема опыта включала изучение двух факторов: фактор А – фон питания: 1. N₀P₀K₀; 2. N₁₆P₁₆K₁₆; 3. N₃₂P₃₂K₃₂; фактор В – некорневая подкормка: 1. Контроль (обработка растений водой); 2. Agree`s Сера (1 л/га) в фазу розетки листьев; 3. Agree`s Бор (1 л/га) в фазу бутонизации; 4. Agree`s Сера (1 л/га) в фазу розетки листьев + Agree`s Бор (1 л/га) в фазу бутонизации. Agree`s Бор – жидкое органоминеральное удобрение, обеспечивает растение сбалансированным бором в хелатной форме. Содержание питательных веществ в жидком удобрении: бора – 130 г/л, азота – 59 г/л, молибдена – 1 г/л, цинка, меди, марганца и железа по 0,02 л/га, аминокислотной и гуминовой кислоты – 10 и 1 г/л соответственно. Agree`s Сера – жидкое органоминеральное удобрение с высоким содержанием серы в форме SO₃, которое содержит 550 г/л серы, 105 г/л азота.

Опыт закладывали в шестикратной повторности с рендомизированным размещением вариантов. Посев горчицы белой в 2023 г. проводили 5 мая, на следующий год на 11 дней позже и в 2025 г. – 29 апреля. Норма высева семян 2,5 млн. шт./га, глубина их заделки 2–3 см, ширина междурядий 15 см. В качестве предшественника была озимая пшеница. В период вегетации растения горчицы белой обрабатывали от крестоцветной блошки инсектицидом Борей СК (имidakлоприд, 150 г/л, лямбдацигалотрин, 50г/л) с нормой расхода 0,1 л/га и объёмом рабочей

жидкости 200 л/га. Признаков поражений болезнями на растениях зафиксировано не было. Уборку семян проводили в фазе полной спелости.

Вегетационный период горчицы белой в 2023 г. по гидротермическому коэффициенту характеризовался как влажный (ГТК 1,5). Всходы появились дружно уже на восьмые сутки, чему способствовала относительно теплая погода, с суммой выпавших осадков 14,3 мм, ГТК при этом составил 2,8. Формирование розетки листьев, продолжавшееся семь суток, проходило в условиях избыточного увлажнения (ГТК 1,9), что привело к интенсивному развитию, как надземных органов, так и корневой системы. При дефиците влаги (ГТК 0,3) период стеблевания продолжался восемь суток. В период бутонизации были выявлены различия по её продолжительности в зависимости от минерального питания. Длительность этого периода у растений на фоне без удобрений составила девять суток, на минеральном – она увеличилась на 1-3 дня. Самым длительным – 32 дня, было цветение горчицы при двойной дозе удобрений, на трое суток оно снизилось на фоне $N_{16}P_{16}K_{16}$ и самым коротким – 28 дней, было без минерального питания. Продолжительность следующего периода «зеленый стручок-созревание» составила 27-30 дней. Таким образом, длина вегетационного периода при дозе удобрений $N_{32}P_{32}K_{32}$ составила 96 дней, по мере ее уменьшения до $N_{16}P_{16}K_{16}$ она сократилась на шесть суток, а на фоне естественного плодородия на восемь дней и составила 86 дней.

Период вегетации горчицы в 2024 г. характеризовался экстремально засушливыми условиями (ГТК 0,3). Поэтому всходы появились только на 11 сутки, которые отметили 27 мая. За весь вегетационный период в единственный промежуток «розетка листьев-стеблевание» выпало достаточное количество осадков и ГТК составил 1,2. Однако продолжительность этого периода была короче на два дня, чем в предыдущем году. Дальнейшие фазы развития растений протекали при повышенных температурах и их продолжительность сокращалась, что в конечном итоге ускорило созревание семян, которое отмечали в третьей декаде июля. Цветение растений при сложившихся условиях сократилось по сравнению с 2023 г. на 18-20 дней. В этом году созревание было дружным, но семена сформировались невыполненные. Засушливые условия 2024 г. привели к значительному сокращению сроков развития культуры (на 31-32 дня) и снижению всех показателей продуктивности. Это подтверждает, что длительность межфазных периодов определяется как погодными условиями, так и питанием растений, причем первые оказывают более существенное влияние на общую продолжительность вегетации. Средним по продолжительности вегетационного периода 84-92 дня был 2025 г. Период «посев-всходы» по ГТК 0,5 считается засушливым, но всходы появились, как и в первый год исследований на восьмые сутки, чему способствовали почвенные запасы влаги в допосевной период. От фазы всходов до розетки листьев прошло тринадцать дней, поскольку в это время были низкие температуры (10,0 °C). Период от розетки листьев до бутонизации продолжался как в 2024 г. всего двенадцать суток, так как в это время было очень сухо. Начиная с фазы бутонизации и до созревания семян

при ГТК 1,23 продолжительность этого периода составила 59 суток на естественном фоне, 67 – на фоне $N_{32}P_{32}K_{32}$.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в условиях неустойчивого увлажнения лесостепи Среднего Поволжья на продолжительность вегетационного периода горчицы белой значительное влияние оказывают гидротермические условия года. Минеральное питание выступает регулирующим фактором, способным удлинять фазы развития при наличии достаточной влаги. Наибольшая продолжительность периода вегетации отмечена на фоне $N_{32}P_{32}K_{32}$ (96 дней в 2023 г.), а минимальная – 55–64 дня, на естественном фоне в засушливом 2024 г. Таким образом, для реализации продуктивного потенциала горчицы белой необходима оптимизация минерального питания, которая позволяет продлить критический период формирования урожая, при одновременном учёте гидротермических условий года.

Список использованных источников.

1. Вострикова, Т.В. Влияние природно-климатических факторов на фенологические показатели петунии гибридной / Вострикова, Т.В. В.Н. Калаев, А.А. Воронин, А.П. Преображенский, И.Я. Львович // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2011. – № 3. – С. 56 - 60.
2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook>.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Кищенко, И.Т. Развитие интродуцированных видов рода *Asarum* L/ в условиях Карелии / И.Т. Кищенко, Н.А. Клементьев, М.Н. Потапова // Труды лесоинженерного факультета Петрозаводского государственного университета. – 2003. – С. 47 - 49.
5. Крюкова, К.А. Фенологические наблюдения в России: краткая история развития / К.А. Крюкова, А.М. Данченко // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 377. – С. 192 - 195.

THE INFLUENCE OF HYDROTHERMAL CONDITIONS AND MINERAL NUTRITION ON THE DURATION OF INTERPHASE PERIODS OF WHITE MUSTARD

A.S. Lykova, A.S. Korolev

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

In the unstable moisture conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region, the duration of the growing season of white mustard is significantly influenced by hydrothermal conditions. Mineral nutrition acts as a regulating factor, capable of prolonging the development phases in the presence of sufficient moisture. The longest growing season was observed under $N_{32}P_{32}K_{32}$ (96 days in 2023), while the minimum was 55–64 days under natural conditions in the dry year of 2024.

Keywords: white mustard, mineral fertilizers, foliar feeding, weather conditions, phenophases.

БАРБАРИС ОБЫКНОВЕННЫЙ В САДОВО-ПАРКОВОМ УСТРОЙСТВЕ: ДЕКОРАТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

А.В. Лянденбургская

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

*В статье раскрываются декоративные свойства барбариса обыкновенного (*Berberis vulgaris* L.) и возможности его применения при обустройстве садов и парков. Благодаря хорошей переносимости зимних холодов и засушливых периодов, способности давать многочисленные побеги и наличию разновидностей с разным цветом листвы (багряным, золотистым, пестрым) этот кустарник пользуется спросом для создания живых оград, опушек, одиночных и групповых насаждений. Приводятся данные экономического расчета выращивания посадочного материала в питомнике Пензенской области. Расходы на получение 1000 четырехлетних саженцев составляют 197482 рубля, доходность – 40,3% при наименьшей цене продажи 277 руб./шт. Предложенный способ может применяться в специализированных питомниках для покрытия нужд озеленения. Ключевые слова: садово-парковое устройство, барбарис обыкновенный, живая ограда, красота, посадочный материал, доходность.*

В современном садово-парковом деле все более ценятся виды древесных и кустарниковых пород, которые соединяют в себе красоту с нетребовательностью и стойкостью к условиям города [1, 2]. Барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris* L.) полностью отвечает этим запросам [3]. Декоративность барбариса заметна в любую пору года. Весной куст покрывается мелкими душистыми желтыми цветками, собранными в свисающие кисти. Цветение длится 15–20 дней (конец мая – начало июня), привлекая множество насекомых-опылителей. Летом главное украшение – листва: у разновидности *Atropurpurea* она сохраняет насыщенный багряный цвет с конца мая до середины октября. Осенью расцветка становится еще ярче – появляются оранжевые и красные переливы. Зимой красиво смотрятся тонкие изогнутые ветви с ярко-красными плодами, которые долго не осыпаются [1, 2, 4].

Благодаря высокой способности к побегообразованию и наличию колючек барбарис отлично подходит для создания живых оград [4]. Преимущества барбарисовой изгороди:

- быстрый рост – плотная колючая стена образуется за 2 года;
- долговечность – служит в 7–10 раз дольше деревянных заборов;
- выгодность – обходится дешевле профилированного листа и сетки-рабицы;
- почти не нуждается в уходе – достаточно стрижки 1–2 раза за сезон;
- красота – разнообразие окрасок: зеленый, желтый, багряный, пестрый [1, 2, 5].

Кусты для изгороди высаживают в шахматном порядке с промежутками 25–30 см. Для посадки роют канаву глубиной 40 см, укладывают дренаж и пи-

тательную удобренную землю. Посадку проводят весной или осенью. Со временем барбарис разрастается в плотную стену, которая требует постоянной обрезки для придания формы (проводится в конце июня) [5].

В садово-парковом устройстве барбарис используют следующим образом:

- для разграничения участка или посадки по его краю;
- низкорослые виды – вдоль троп и дорожек в виде каймы;
- для создания играющих на сопоставлении цветов построений (особенно формы с багряной листвой);
- в каменистых садах, розариях, цветниках, смешанных рабатках;
- как одиночное растение на берегу водоема или яркое пятно на газоне;
- для скрепления склонов (благодаря мощной корневой системе) [1, 2, 4, 5].

Однако широкому распространению барбариса в Пензенской области мешает недостаток качественного посадочного материала, приспособленного к местным почвенно-климатическим условиям. Поэтому был разработан способ выращивания саженцев барбариса обыкновенного, включающий укоренение зеленых черенков с помощью веществ, побуждающих рост корней, и доращивание в особом отделе питомника (школе) в течение 3–4 лет [6].

Экономическая оценка эффективности предлагаемого способа проведена для получения 1000 саженцев (таблица 1).

Таблица 1 – Экономические показатели выращивания 1000 саженцев барбариса обыкновенного (цены 2025–2026 гг.)

№ п/п	Статья затрат	Ед. изм.	Кол-во	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
1	Субстрат для укоренения	л	350	12,80	4480
2	Рибав-Экстра	мл	20	42	840
3	Торф для внесения в школу	т	2	4600	9200
4	Мульча (кора, щепа)	м ³	2	4200	8400
5	Минеральные удобрения	кг	3	3100	9300
6	Гербицид (Раундап)	л	0,5	580	290
7	Биогумус	кг	15	70	1050
8	Нетканый материал	м ²	130	30	3900
9	Трудовые затраты	чел.-ч	457	350	159950
	ИТОГО				197482

Трудовые затраты (457 чел.-ч) охватывают полный цикл работ на 1000 саженцев за 4 года выращивания: ручную посадку (155 чел.-ч), поливы (160 чел.-ч), прополку с рыхлением (88 чел.-ч), обрезку (44 чел.-ч) и выкопку (10 чел.-ч).

По данным изучения рынка, цена продажи одного саженца барбариса (весна 2026 года) составляет 277–369 руб. При наименьшей цене 277 руб./шт.:

- выручка = $277 \times 1000 = 277\,000$ руб.;
- прибыль = $277\,000 - 197\,482 = 79\,518$ руб.;
- доходность = $79\,518 / 197\,482 \times 100 = 40,3\%$.

Таким образом, получение посадочного материала барбариса обыкновенного в условиях Пензенской области является экономически оправданным. Вложенные средства возвращаются в течение первого сезона продаж при полном соблюдении разработанного способа ухода.

Для успешного выращивания барбариса необходимо учитывать следующие требования:

- посадка – на хорошо освещенных местах (в тени цвет листвы бледнеет);
- почва – дренированная, нейтральная или слабокислая (рН 6,0–7,5);
- полив – умеренный, без застоя воды (засуху переносит легче, чем переувлажнение);
- удобрение – весной азотными, осенью фосфорно-калийными составами;
- обрезка – очищающая (ранняя весна) и придающая форму (конец июня);
- защита от болезней – предупредительная обработка бордоской жидкостью (3 %) до распускания почек [1, 2].

Барбарис – настоящее украшение сада, которое не доставит много хлопот. Живая ограда из барбариса не только придаст красоты участку, но и станет надежной преградой для незваных гостей. Красота во все сезоны, нетребовательность и разнообразие видов делают это растение незаменимым в современном садово-парковом устройстве.

Список использованных источников.

1. Александрова, М.С. Декоративные кустарники : иллюстрированный справочник / М.С. Александрова. – Москва : Фитон+, 2010. – 192 с.
2. Плотникова, Л.С. Декоративные кустарники : иллюстрированная энциклопедия / Л.С. Плотникова. – Москва : Фитон, 2014. – 304 с.
3. Кароматов, И.Д. Лекарственное растение – барбарис / И.Д. Кароматов, Д. Рахматова // Биология и интегративная медицина. – 2019. – № 1 (29). – С. 72-95.
4. Жиленко, В.Ю. Виды рода *Berberis* L. в озеленении рекреационных территорий Белгородской агломерации / В.Ю. Жиленко, О.О. Демченко // Символ науки. – 2015. – № 9-2.
5. Иванов, А.И. Древесные растения Пензенской области / А.И. Иванов, Н.И. Остробородова, М.А. Розно. – Пенза : РИО ПГСХА, 2012. – 252 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стереотип. – Москва : Альянс, 2011. – 352 с.
7. ГОСТ 26869-86. Саженцы деревьев и кустарников. Технические условия. – Москва : Издательство стандартов, 1986. – 6 с.

COMMON BARBERRY IN A GARDEN AND PARK ARRANGEMENT: DECORATIVE POTENTIAL AND THE EFFICIENCY OF GROWING PLANTING MATERIAL

A.V. Lyandenburskaya

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

*The paper reveals the decorative properties of the common barberry (*Berberis vulgaris* L.) and the possibilities of its use in the construction of gardens and parks. Due to its good*

tolerance of winter cold and dry periods, the ability to produce numerous shoots and the presence of varieties with different foliage colors (purple, golden, mottled), this shrub is in demand for creating living fences, edges, single and group plantings. The data of the economic calculation of the cultivation of planting material in the nursery of the Penza region are presented. The cost of obtaining 1,000 four-year-old seedlings is 197,482 rubles, with a yield of 40.3% at the lowest selling price of 277 rubles/piece. The proposed method can be used in specialized nurseries to cover the needs of landscaping.

Keywords: gardening, barberry, living fence, beauty, planting material, profitability.

УДК 634.1

ЗЕЛЕНое ЧЕРЕНКОВАНИЕ БАРБАРИСА ОБЫКНОВЕННОГО *BERBERIS VULGARIS* L. В УСЛОВИЯХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Лянденбургская

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

*В статье представлены результаты исследований по оптимизации вегетативного размножения барбариса обыкновенного (*Berberis vulgaris* L.) методом зеленого черенкования в почвенно-климатических условиях Пензенской области. Установлено, что оптимальным сроком заготовки черенков является первая декада июня, когда побеги находятся в фазе полуодревеснения. Изучена эффективность трех стимуляторов корнеобразования: Рибав-Экстра (1 капля/л, экспозиция 4 ч), гетероауксин (100 мг/л, 16 ч) и корневин (опудривание). Максимальная укореняемость (89,7 %) получена при обработке гетероауксином, что на 34,5 % выше контроля. Биопрепарат Рибав-Экстра показал сопоставимый результат (86,4 %) и обладает дополнительным антистрессовым действием. Разработаны рекомендации по подготовке субстрата (торф : песок : перлит – 3:1:1), режиму увлажнения (влажность воздуха 90–95 %) и температурному режиму (+22...+25 °С). Предложенная технология позволяет получить до 90 % укорененных черенков и может быть рекомендована для питомников Пензенской области.*

Ключевые слова: зеленое черенкование, барбарис обыкновенный, стимуляторы корнеобразования, Рибав-Экстра, гетероауксин, укореняемость.

Барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris* L.) – ценный декоративный кустарник, широко используемый в ландшафтной архитектуре для создания живых изгородей, бордюров и солитерных посадок. Однако дефицит качественного посадочного материала, адаптированного к местным условиям, сдерживает его применение в Пензенской области.

Семенное размножение барбариса не гарантирует сохранения сортовых признаков, а выход стандартных саженцев происходит лишь на 4–5 год. В связи с этим актуальным является разработка эффективных методов вегетативного размножения, и в первую очередь – зеленого черенкования.

Исследования проводились в 2024–2026 гг. на базе декоративного питомника Пензенского района. Объект исследования – маточные растения барбариса обыкновенного в возрасте 5–7 лет.

Заготовку черенков проводили в первой декаде июня. Нарезали полуодревесневшие побеги текущего года длиной 10–12 см с 3–4 междоузлиями. Нижний срез – косой (под углом 45°), верхний – прямой. Нижние листья удаляли, верхние укорачивали наполовину.

Изучали четыре варианта:

- Контроль (без обработки, выдержка в воде 4 ч);
- Рибав-Экстра (1 капля/л, экспозиция 4 ч);
- Гетероауксин (100 мг/л, экспозиция 16 ч);
- Корневин (опудривание нижнего среза).

Укоренение проводили в пленочной теплице арочного типа с туманообразующей установкой. Субстрат – смесь верхового торфа, крупнозернистого песка и перлита в соотношении 3:1:1 (рН 5,5–6,5). Температура воздуха поддерживалась на уровне +22...+25 °С, температура субстрата – на 2–3 °С выше. Влажность воздуха – 90–95 % в первые 3–4 недели. Схема посадки черенков – 5×7 см, глубина – 2–3 см.

Учет укореняемости проводили через 45 дней. Результаты обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (2011).

Таблица 1 – Укореняемость зеленых черенков барбариса обыкновенного в зависимости от обработки стимуляторами

Вариант	Повторность 1	Повторность 2	Повторность 3	Повторность 4	Среднее, %	НСР ₀₅ , %
Контроль (вода)	53	56	54	58	55,2	–
Рибав-Экстра	85	87	84	89	86,4	4,8
Гетероауксин	90	88	91	89	89,7	4,8
Корневин	83	86	84	85	84,5	4,8

Анализ полученных данных показал, что все изученные стимуляторы достоверно повышают укореняемость зеленых черенков барбариса по сравнению с контролем ($F_{\text{факт.}} = 18,3 > F_{\text{теор.}} = 3,49$ при $P < 0,05$). Наименьшая существенная разность (НСР₀₅) составила 4,8 %.

Максимальный показатель укореняемости (89,7 %) зафиксирован в варианте с обработкой гетероауксином. Препарат Рибав-Экстра обеспечил укореняемость 86,4 %, что статистически не уступает гетероауксину, так как разница (3,3 %) не превышает НСР₀₅. Корневин показал несколько более низкий результат – 84,5 %.

Фенологические наблюдения показали, что каллюс на черенках образуется на 10–14 день, первые корешки появляются на 21–28 день, а к 40–45 дню формируется полноценная корневая система.

Биометрические измерения укорененных черенков (таблица 2) свидетельствуют, что использование стимуляторов положительно влияет не только на процент укоренения, но и на качественные характеристики корневой системы.

Таблица 2 – Биометрические показатели укорененных черенков (45-й день)

Вариант	Количество корней, шт.	Длина корней, см	Высота надземной части, см
Контроль	4,2 ± 0,3	6,5 ± 0,4	8,2 ± 0,5
Рибав-Экстра	7,8 ± 0,4	11,2 ± 0,5	11,5 ± 0,6
Гетероауксин	8,3 ± 0,5	12,1 ± 0,6	12,0 ± 0,5
Корневин	7,2 ± 0,4	10,5 ± 0,5	10,8 ± 0,5

Особого внимания заслуживает биопрепарат Рибав-Экстра. Являясь природным биостимулятором на основе микотоксинов из корней женьшеня, он содержит аминокислоты (аланин, глутаминовую кислоту, валин, лейцин), витамины группы В и ферменты. Его применение не только стимулирует корнеобразование, но и повышает устойчивость растений к грибным заболеваниям, снижает стресс, связанный с отделением черенка от маточного растения, активизирует синтез хлорофилла.

Таким образом, применение зеленого черенкования с использованием стимуляторов корнеобразования, в особенности природного биопрепарата Рибав-Экстра, позволяет получать до 90 % укорененных черенков барбариса обыкновенного. Это обеспечивает производство стандартного посадочного материала для объектов ландшафтной архитектуры в условиях Пензенской области.

Список использованных источников.

1. Иванов, А.И. Древесные растения Пензенской области / А.И. Иванов, Н.И. Остробородова, М.А. Розно. – Пенза : РИО ПГСХА, 2012. – 252 с.
2. Плотникова, Л.С. Декоративные кустарники : иллюстрированная энциклопедия / Л.С. Плотникова. – Москва : Фитон, 2014. – 304 с.
3. Кожевников, А.П. Размножение кустарников зелеными черенками : учебное пособие / А.П. Кожевников. – Екатеринбург : Уральский государственный лесотехнический университет, 2011. – 144 с.
4. Жиленко, В.Ю. Виды рода *Berberis* L. в озеленении рекреационных территорий Белгородской агломерации / В.Ю. Жиленко, О.О. Демченко // Символ науки. – 2015. – № 9-2.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стереотип. – Москва : Альянс, 2011. – 352 с.
6. Резвякова, С.В. Размножение пород зелеными черенками с использованием биопрепаратов / С.В. Резвякова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (65). – С. 9-14.
7. Сафонова, Е.М. Изучение влияния стимуляторов корнеобразования для укоренения декоративных кустарников / Е.М. Сафонова, В.Ю. Асеев // Международный студенческий научный вестник. – 2024. – № 3. – С. 45-49.
8. Сохранение биоразнообразия биомов и их охрана : Conservation of biome biodiversity and their protection / О. И. Антонов, А. А. Володькин, О. А. Володькина [и др.]. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – 216 с. – EDN ТТЕНІУ.

GREEN BARBERRY CUTTINGS COMMON BERBERIS VULGARIS L. IN THE CONDITIONS OF THE PENZA REGION

A.V. Lyandenburskaya

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

*The article presents the results of research on optimizing the vegetative reproduction of common barberry (*Berberis vulgaris* L.) by green cuttings in the soil and climatic conditions of the Penza region. It has been established that the optimal time for harvesting cuttings is the first decade of June, when the shoots are in the phase of semi-lignification. The effectiveness of three root formation stimulants was studied: Ribav Extra (1 drop/l, exposure 4 hours), heteroauxin (100 mg/l, 16 hours) and kornevin (powdering). The maximum rootability (89,7%) was obtained by treatment with heteroauxine, which is 34,5% higher than the control. Ribav-Extra biopreparation showed a comparable result (86,4%) and has an additional anti-stress effect. Recommendations have been developed for substrate preparation (peat : sand : perlite – 3:1:1), humidification mode (air humidity 90-95%) and temperature regime (+ 22...+25 °C). The proposed technology allows obtaining up to 90% of rooted cuttings and can be recommended for nurseries in the Penza region.*

Key words: green cuttings, barberry, root formation stimulators, Ribavirin, heteroauxin, rooting.

УДК 004.032.26

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГКОВЕСНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ НА БОРТУ АГРОДРОНОВ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

О.Б. Макаров¹

*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, Лениногорский филиал, г. Лениногорск, Россия*

В статье рассматривается проблема задержки при принятии агрономических решений в системах точного земледелия, связанная с необходимостью передачи больших объемов мультимедийных данных с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на наземные станции для последующей обработки. Предложено решение на основе концепции граничных вычислений с использованием легковесной архитектуры сверточной нейронной сети YOLOv8-папо. Проведено экспериментальное исследование по обучению и валидации модели на открытом датасете изображений сельскохозяйственных полей. Оценены метрики качества детекции и скорость логического вывода на устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами, имитирующих бортовые компьютеры агродронов. Результаты демонстрируют возможность достижения баланса между точностью распознавания (62%) и быстродействием, что позволяет реализовать систему точечного внесения гербицидов в режиме реального времени без зависимости от каналов сотовой связи.

¹ Научный руководитель: Зинатуллин С.О.

Ключевые слова: точное земледелие, беспилотные летательные аппараты, компьютерное зрение, YOLOv8, граничные вычисления, обнаружение сорняков, ресурсосбережение.

Цифровая трансформация агропромышленного комплекса является ключевым фактором обеспечения технологического суверенитета и повышения конкурентоспособности сельского хозяйства.

Одним из наиболее перспективных направлений является точное земледелие, предполагающее дифференцированное применение средств химизации на основе актуальных данных о состоянии посевов. Традиционные подходы к мониторингу полей с использованием БПЛА предполагают аэрофотосъемку с последующей ортофототрансформацией и постобработкой снимков на мощных серверах, однако данная парадигма обладает существенными недостатками: высокой задержкой во времени, зависимостью от качества связи и необходимостью передачи и хранения терабайтов избыточных данных.

Актуальным научным и практическим вызовом становится переход к парадигме граничных вычислений, при которой первичный анализ данных осуществляется непосредственно на борту летательного аппарата. Это позволяет сократить объем передаваемой информации, снизить задержку принятия решений и обеспечить работу систем точного земледелия в условиях отсутствия стабильного канала связи.

Целью данной работы является оценка эффективности применения легкового нейронной сети YOLOv8-nano для задачи оперативного обнаружения сорной растительности на устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами, характерными для бортовых компьютеров сельскохозяйственных дронов.

Для решения задачи детекции объектов в реальном времени была выбрана архитектура YOLOv8 в конфигурации nano. Данный выбор обусловлен оптимальным соотношением количества параметров модели и скорости инференса, что критически важно для развертывания на оборудовании, часто используемом в агродронах, таком как NVIDIA Jetson Nano или Raspberry Pi 4.

В качестве набора данных для обучения и валидации модели использовался открытый датасет «Weed Detection Dataset», доступный в формате YOLO. Датасет содержит более 5000 аннотированных изображений сельскохозяйственных культур с размеченными классами: «culture» (культурное растение) и «weed» (сорняк). Для повышения обобщающей способности модели применялись методы аугментации данных, такие как случайное изменение яркости и контрастности, горизонтальное отражение и масштабирование, встроенные в фреймворк Ultralytics YOLOv8.

Эксперимент проводился в облачной среде Google Colab с использованием графического процессора NVIDIA T4. Модель обучалась в течение 20 эпох с использованием оптимизатора SGD, начальной скорости обучения 0,01 и размера пакета 16. В качестве метрик качества использовались: Precision (точность), Recall (полнота), mAP0.5 (средняя точность при пороге IoU = 0,5) и FPS (кадров в секунду) при эмуляции инференса на CPU-архитектуре.

В ходе обучения модель продемонстрировала стабильную сходимость. К 20-й эпохе значения метрик на валидационной выборке составили: Precision = 0,61, Recall = 0,58, mAP0,5 = 0,62, mAP0,5-0,95 = 0,31. Высокие значения метрик свидетельствуют о том, что легковесная модель способна надежно различать культурные растения и сорняки даже при частичном перекрытии листьев и изменчивом освещении, характерном для полевых условий.

Таблица 1 – Итоговые метрики качества обнаружения сорной растительности

Precision	Recall	mAP0,5	mAP0,5-0,95
0,61	0,58	0,62	0,31

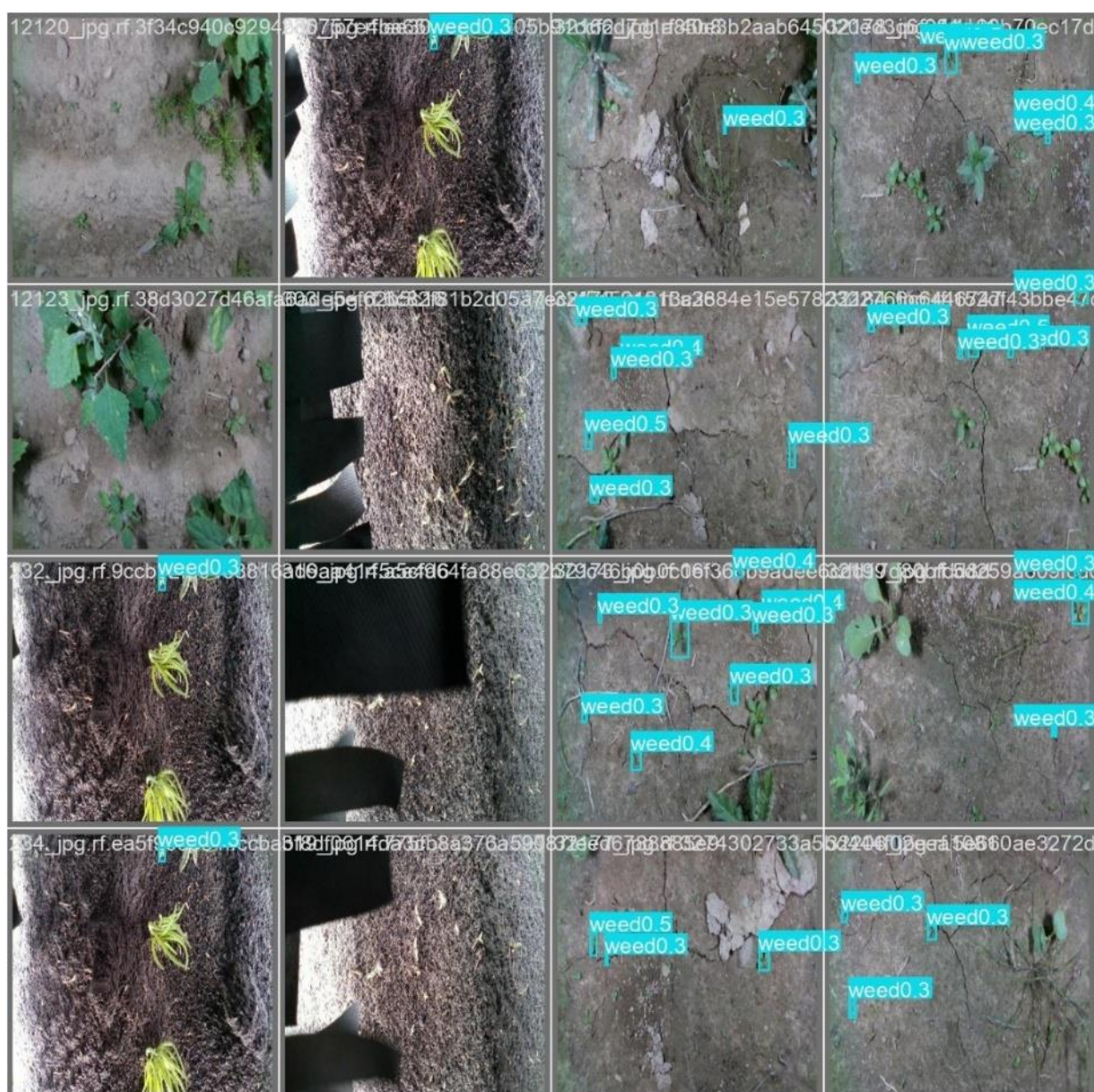


Рисунок 1 – Пример работы модели YOLOv8n на тестовом изображении поля

Бенчмарк-тестирование обученной модели на центральном процессоре, имитирующем вычислительные возможности бортового микрокомпьютера

БПЛА, показало среднее время инференса 165,10 мс на кадр при разрешении 640×640 пикселей, что соответствует скорости обработки 6,06 FPS.

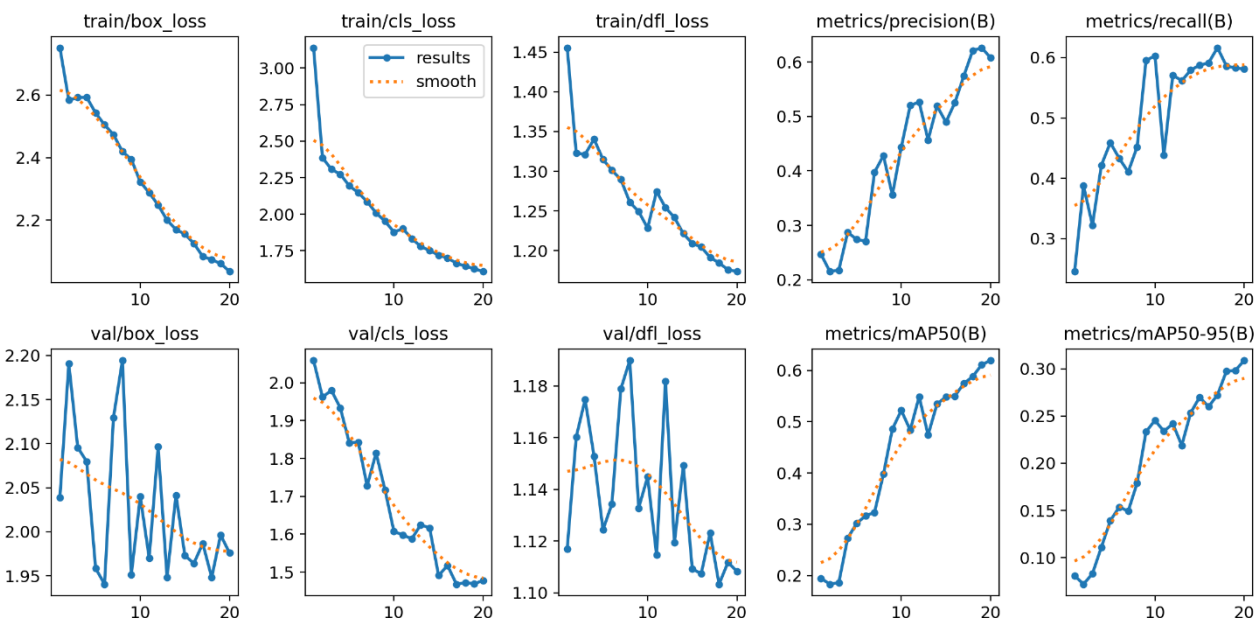


Рисунок 2 – Результат обучения модели

Практическая значимость полученного результата заключается в возможности отказа от передачи сырых данных. Дрон, оснащенный такой моделью, может передавать на наземный пункт уже структурированные телеметрические данные, что снижает нагрузку на каналы связи по сравнению с передачей фото или видео.

В работе исследована применимость легковесной нейросетевой модели YOLOv8-nano для задачи обнаружения сорняков на борту сельскохозяйственных дронов. Экспериментально подтверждено, что модель обеспечивает высокую точность детекции ($mAP_{0.5} = 0,62$) при минимальных вычислительных затратах, позволяя достичь скорости обработки более 6 FPS на CPU. Внедрение подобных решений в практику АПК способствует реализации принципов ресурсосбережения за счет точечного применения средств защиты растений и снижает зависимость агропредприятий от качества сотовой связи в полевых условиях.

Список использованных источников.

1. Агродроны как инструмент цифровизации технического обеспечения растениеводства / В.А. Погонишев, Д.А. Погонишева, Н.Д. Ульянова, Е.М. Милютин // Вестник Брянской ГСХА. 2025. № 4 (110). С. 56-61.
2. Проблемы и перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Н. В. Трофимов, N. V. Trofimov, И. Ф. Яхин, I. Yakhin // Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. — 2025. — № 2 (14). — С. 69-76.
3. Jocher, G. Ultralytics YOLOv8 [Электронный ресурс] / G. Jocher, A. Chaurasia, J. Qiu. – 2023. – Режим доступа: <https://docs.ultralytics.com/models/yolov8> (дата обращения: 08.06.2026).

THE USE OF LIGHTWEIGHT NEURAL NETWORK MODELS FOR OPERATIONAL WEED DETECTION ONBOARD AGRICULTURAL DRONES

O.B. Makarov¹

*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI,
Leninogorsk branch, Leninogorsk, Russia*

The article addresses the problem of latency in agronomic decision-making within precision agriculture systems, which is caused by the need to transmit large volumes of multimedia data from unmanned aerial vehicles (UAVs) to ground stations for post-processing. A solution based on the Edge Computing concept using the lightweight YOLOv8-nano convolutional neural network architecture is proposed. An experimental study on training and validating the model on an open dataset of agricultural field images was conducted. The quality metrics of detection (Precision, Recall, mAP0.5) and inference speed (FPS) on devices with limited computing resources, simulating onboard computers of agricultural drones, were evaluated. The results demonstrate the ability to achieve a balance between recognition accuracy (62%) and performance, enabling real-time site-specific herbicide application without reliance on cellular networks.

Keywords: precision agriculture, unmanned aerial vehicles, computer vision, YOLOv8, edge computing, weed detection, resource saving.

УДК 631.671

ОРОШЕНИЕ КАК ФАКТОР ОСВОЕНИЯ АРИДНОЙ ТЕРРИТОРИИ КАЛМЫКИИ

Т.Н. Манджиева

*Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации
имени А.Н. Костякова, Калмыцкий филиал, г.Элиста, Республика Калмыкия, Россия*

В статье характеризуется актуальность орошения в регионах с недостаточным или неустойчивым увлажнением и роль его в развитии животноводства. В Республике Калмыкия орошение необходимо как мощный фактор для повышения продуктивности кормопроизводства.

Ключевые слова: орошение, аридная зона, сельское хозяйство, кормопроизводство.

Республика Калмыкия, расположенная на юго-востоке Европейской части Российской Федерации, обладает большими земельными ресурсами, но по природно-климатическим условиям большая часть территории относится к аридной зоне, где годовые суммы осадков не превышают 230-450 мм, в то время как испаряемость в 3-5 раз больше. Исторически сложилось, что сельское хо-

¹ Scientific supervisor: Zinatullin S.O.

зайство здесь является главной отраслью и в первую очередь – животноводство. В калмыцких степях сформировался особый тип землепользования, наиболее пригодный для конкретных условий – сезонное использование пастбищ для разведения овец, крупного рогатого скота, лошадей, верблюдов. При этом оптимально использовались преимущества погоды – длительный теплый период в течение года, бесснежные зимы и крайне ограниченные водные ресурсы сохраняли естественную структуру и биологическую продуктивность кормовых угодий.

Интенсивное освоение территории Республики Калмыкии, усиление антропогенных нагрузок на окружающую природную среду обусловили негативные изменения агроэкосистем региона. Об этом свидетельствуют результаты почвенных и геоботанических обследований, систематически проводимых в регионе на протяжении многих лет. Значительная степень освоенности территории в сочетании с природными факторами привела к нарушению естественного гидрохимического режима, возрастанию объемов изъятия водных ресурсов, деградации почвенного и растительного покрова, обеднению флоры биогеоценозов, увеличению доли сорных и ядовитых растений, увеличению массы загрязняющих веществ антропогенного происхождения. Орошение земель в засушливой зоне обеспечивает высокую эффективность агротехнических мероприятий и является мощным фактором интенсификации сельскохозяйственного производства, за счет поддержки устойчивого животноводства. Определяется это его высоким положительным влиянием на продуктивность пастбищ и выращиванием высокорентабельных кормовых культур.

Для Калмыкии орошаемое земледелие – единственный источник получения гарантированных урожаев зерна и кормов для общественного животноводства. Весьма важное значение приобретают вопросы оптимизации режимов орошения для получения максимально возможных урожаев в связи с усиливающимся дефицитом водных ресурсов, научные и практические разработки должны быть посвящены получению действительно возможных урожаев при обязательном условии минимального расхода воды на единицу дополнительной продукции. Требуется более пристальное внимание к рациональному планированию систем орошаемого земледелия, применению инструментальных и расчетных методов определения потребности посевов во влаге.

Эффективность использования оросительной воды значительно возрастает при повышении общей культуры земледелия. В зависимости от уровня агротехники, внесения удобрений, выращивания высокопродуктивных сортов прибавка урожая от орошения увеличивается в 2-3 раза, а продуктивность использованной воды – в 3-4 раза. Задача дальнейших научных исследований – это углубленная дифференциация поливных режимов в зависимости от природных условий, уровня водообеспеченности, внедрение технических средств полива и биологических особенностей выращиваемых культур. Разработка режимов орошения должна способствовать обеспечению максимального выхода продукции на минимальных расходах оросительной воды. Однако, как показы-

вают многочисленные исследования, различные типы почв отличаются неодинаковой влагоемкостью, влажностью устойчивого завядания, агрофизическими свойствами и, следовательно, не может быть единого значения этого параметра. Устанавливая границы предполивной влажности почвы для сельскохозяйственных культур, нужно исходить из того, что это показатель зависит не только от почвенных характеристик, но и от биологических особенностей растений, фаз вегетации, погодных условий, способов и техники полива. И все же, во многих случаях в зонах орошаемого земледелия, в том числе для Калмыкии, нижняя граница предполивной влажности почвы близка к 65-70% НВ.

Кормовые травы, хозяйственно ценной частью которых являются надземная биомасса, предъявляют несколько повышенные требования к влажности почвы, наибольшая продуктивность посевов многолетних трав проявляется при поддержании почвы на уровне 75%, а в отдельных случаях 80% НВ.

В последние годы доказана эффективность применения дифференцированных режимов орошения почвы за счет изменения уровня предполивого порога влажности почвы, а также промачивания изменяющегося в период вегетации корнеобитаемого слоя почвы.

Экономное использование поливной воды на посевах сельскохозяйственных культур во многом определяется оптимальным сочетанием водного и пищевого режимов почвы при наиболее полном использовании климатических и почвенных ресурсов зоны, потенциала биологической продуктивности культур и вносимых удобрений. Для установления рационального режима орошения необходимо знать пределы снижения влажности почвы, при которых у растений не наблюдается ослабления ростовых процессов и в конечном итоге снижения их продуктивности. Водный режим почвы оказывает существенное влияние на темпы роста и развития растений. Например, при усиленном действии засухи наступление фаз развития ускоряется и соответственно вегетационный период растений значительно сокращается, они начинают быстрее колоситься, цвести и созревать. а при непрерывном увлажнении почвы ростовые процессы во всех органах растений усиливаются и тем самым удлиняют вегетационный период. Создавая оптимальный водный режим почвы и регулируя минеральное питание, можно управлять продуктивностью растений.

Следует отметить, что при учете климатических условий данного региона можно получать наибольший эффект от орошения культур, которые способны наиболее продуктивно использовать весенний запас влаги и заканчивать формирование урожая до наступления жары.

Таким образом, режим орошения и питания каждой культуры устанавливается с учетом особенностей развития растений, динамики роста, формирования урожая и его качества, а также погодных условий. Это позволит нам программировать, прогнозировать и получать высокие и устойчивые урожаи.

Список использованных источников.

1. Манджиева Т.Н. Адаптация и особенности развития амаранта метельчатого на территории Республики Калмыкии. Манджиева Т.Н. В сборнике: Современные проблемы цивилизации и устойчивого развития в информационном обществе. Сборник

материалов VI Международной научно-практической конференции. Москва, 2021. С. 139-143.

2. Манджиева Т.Н. Изучение технологии возделывания амаранта метельчатого в Республике Калмыкии. Манджиева Т.Н. В сборнике: АПК России: образование, наука, производство. Сборник статей IX Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Пенза, 2025. С. 134-136

IRRIGATION AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF THE ARID TERRITORY OF KALMYKIA

T.N. Mandzhieva

*A.N. Kostyakov All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering
and Land Reclamation, Kalmyk Branch, Elista, Republic of Kalmykia, Russia*

The article describes the relevance of irrigation in regions with insufficient or unstable moisture and its role in the development of animal husbandry. In the Republic of Kalmykia, irrigation is necessary as a powerful factor to increase the productivity of feed production.
Keywords: irrigation, arid zone, agriculture, feed production.

УДК 630*443.3

АНАЛИЗ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.И. Остробородова

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

В статье представлен анализ санитарного состояния лесного фонда Пензенской области. Описаны причины ослабления и гибели лесных насаждений. Отмечены основные факторы, влияющие на санитарное состояние лесных насаждений в регионе.
Ключевые слова: лесные насаждения, болезни, очаг, Пензенская область.

Болезни леса выступают одной из основных проблем, ухудшающих санитарное состояние лесных насаждений Пензенской области. Они способны наносить существенный экологический и экономический ущерб, а также снижать качество лесной продукции. Наиболее разрушительны массовые инфекционные поражения растений, которые охватывают значительные территории и сохраняются длительное время [1].

Очаг болезни леса – это участок леса с повышенной концентрацией патогенных организмов, причиняющих ощутимый экологический, экономический или социальный вред. Для контроля за развитием очагов и предотвращения распространения заболеваний необходим лесопатологический надзор и проведение активных лесозащитных мероприятий.

К очагам болезней относят лесные участки площадью более 0,1 га, на которых суммарный запас древесины поражённых деревьев составляет 10 % и

более от общего запаса насаждения, при этом болезнь находится в активной фазе развития, а текущий отпад от заболевания превышает 5 % общего запаса. Вследствие невысокого качества поражённой древесины, не пользующейся спросом у лесозаготовителей, на участках, затронутых осиновым трутовиком (ложным осиновым трутовиком), настоящим трутовиком и бактериальными заболеваниями берёзы, ежегодно накапливаются насаждения с нарушенной либо утраченной устойчивостью. Это отрицательно сказывается на общем санитарном состоянии лесов [7].

Пензенская область расположена в Европейской части России, на границе лесной и степной зон. По состоянию на 2024 год общая площадь земель области составляет 4335,2 тыс. га. Лесной фонд занимает 22,4 % этой территории – 964,5 тыс. га. Из них лесоустроено 920,1 тыс. га, в том числе 506,1 тыс. га (55 %) отнесено к защитным лесам, а 414 тыс. га (45 %) – к эксплуатационным. Лесистость области равна 20,7 %. Наиболее лесистые районы – Городищенский, Земетчинский, Кузнецкий, Никольский, Сосновоборский, Шемышейский – здесь лесистость варьирует от 30 % до 50 %. Таким образом, распределение лесов по территории области неравномерно.

В структуре лесного фонда мягколиственные насаждения занимают 51,9 % площади, хвойные – 30,3 %, твердолиственные – 17,6 %, кустарники – менее 1 %. Среди древесных пород преобладают: сосна (30 %), берёза (22 %), дуб (18 %), осина (19 %), липа (8 %). [4].

Согласно данным Федерального агентства лесного хозяйства, общий запас древесины в лесных насаждениях на землях лесного фонда и землях иных категорий Пензенской области на 1 января 2026 года составляет 159,9 млн м³ [4, 5]

Основные факторы, влияющие на санитарное состояние лесных насаждений в регионе – последствия пожаров разных лет, болезни леса, погодные условия (почвенная и атмосферная засуха, сильные, шквалистые и ураганные ветры, тяжесть снега).

На начало 2026 года в реестре лесных участков, занятых повреждёнными и погибшими лесными насаждениями, числится более 13 тыс. га, что составляет 1,5 % от площади, покрытой лесной растительностью. По сравнению с предыдущим годом этот показатель сократился на 71 га [1, 6].

Ослабление и гибель лесных насаждений обусловлены совокупностью неблагоприятных факторов. Распределение площадей по причинам следующее:

- 9470,5 га – болезни леса
- 2791,3 га – погодные условия и почвенно-климатические факторы
- 732,2 га – лесные пожары
- 37,6 га – непатогенные факторы
- 18,8 га – повреждения дикими животными

Площадь погибших насаждений, оставшихся на корню, на конец года составила 804,77 га, в том числе от лесных пожаров – 483,26 га, от погодных условий и почвенно-климатических факторов – 231,34 га, от болезней леса – 90,17 га.

Общая площадь очагов вредителей и болезней леса за 2025 год достигла 52,6 тыс. га. На начало года она составляла 47 010,20 га, таким образом, за год увеличение составило 5,6 тыс. га. В течение 2025 года новые очаги выявлены на площади 5271,80 га, ликвидировано мерами борьбы 126,21 га, затухло под воздействием естественных факторов 1957,80 га. По сравнению с предыдущим годом площадь очагов возросла на 3187,75 га.

На начало 2025 года наибольшее распространение имели очаги следующих заболеваний: корневая губка – 20 894,60 га, ложный осиновый трутовик – 20 199,60 га, ложный дубовый трутовик и дуболюбивый трутовик – 2563,39 га. На площади 495,6 га заболевания прекратились благодаря естественным факторам. В целом по региону выделяются: корневая губка (23,7 тыс. га), ложный осиновый трутовик (22,8 тыс. га), ложный дубовый трутовик (2,5 тыс. га), а также рак-серянка (131,8 га). На конец 2025 года структура наиболее распространённых очагов сохранилась.

В связи с незначительными объёмами рубок спелых и перестойных насаждений в мягколиственном хозяйстве практически во всех лесничествах прогнозируется некоторое увеличение площадей очагов болезней леса в лиственных насаждениях.

В начале 2025 года проведены рубки погибших лесных насаждений на площади 215,02 га, из них сплошные санитарные рубки – 161,63 га, выборочные санитарные рубки – 53,39 га. Выполненные санитарно-оздоровительные мероприятия не позволили улучшить санитарную обстановку на территории лесного фонда Пензенской области.

Состояние лесного фонда в 2026 году будет прежде всего зависеть от погодных условий весенне-летнего периода и степени вероятности возникновения и распространения лесных пожаров.

Практически во всех лесничествах прогнозируется некоторое увеличение площадей очагов болезней леса. [6, 2, 3]

В период 2014-2022 гг. площади очагов грибных заболеваний в лесных насаждениях значительно увеличились. За это время площадь поражённых участков возросла с 27977,0 га до 41673,3 га, или на 49 %, что свидетельствует об ухудшении лесопатологического состояния лесов.

Основными грибными заболеваниями, негативно влиявшими на состояние лесных насаждений в 2022 году, являлись: трутовик осиновый (ложный осиновый) – 18678,7 га, корневая губка – 17247,0 га, трутовик ложный дубовый и дуболюбивый – 2690,2 га, стволовые гнили – 2189,1 га и трутовик настоящий – 832,9 га.

Гнили деревьев и кустарников вызываются преимущественно грибами. Данные микроорганизмы разрушают древесину, изменяя её механические, физические и химические свойства. Грибы не содержат хлорофилла и используют готовые органические вещества. Споры распространяются различными путями: ветром, водой, животными, насекомыми, а также при участии человека. Наиболее распространён анемохорный способ – перенос спор воздушными потоками, поскольку после созревания споры становятся сухими [7].

Среднегодовая площадь гибели лесных насаждений от болезней за 10 лет составляет 89,6 га. Минимальная площадь отмечена в 2022 году – 0,76 га, максимальная – в 2014 году (506 га) [7].

Выборочные и сплошные санитарные рубки представляют собой наиболее эффективные мероприятия, позволяющие снизить инфекционный фон в насаждениях, уменьшить потери древесины и предотвратить гибель лесов. В настоящее время требуемые объёмы санитарных рубок превышают материальные и технические возможности их проведения, что ежегодно ведёт к накоплению запасов погибших древостоев [7,8].

Список использованных источников.

1. Грязева, В. И. Лесная фитопатология: учебное пособие / В. И. Грязева. – Пенза: ПГАУ, 2020. – 203 с.
2. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Пензенской области в 2024 году» – Пенза, 2025. – 132 с.
3. Митрофанова Н.А. Анализ фитосанитарного состояния лесов Ульяновской области Б.П. Чураков, Л.И. Загидуллина, Т.А. Парамонова, Ю.О. Володина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 11, №1 (3), 2009.
4. Официальный сайт Федерального агентства лесного хозяйства: URL <https://rosleshoz.gov.ru/opendata/7705598840-woodstock/>
5. Официальный сайт Министерства лесного, охотничьего хозяйства и природопользования: URL <https://minleshoz.pnzreg.ru/osnovnye-napravleniya/lesnoe-khozyaystvo/>
6. Официальный сайт Российского центра защиты леса: [URL: <https://penza.rcfh.ru/presscenter/novosti/spetsialisty-tszl--penzenskoy--oblasti-podgotovili-obzor-sanitarnogo-i-lesopatologicheskogo-sostoyaniya/>]
7. Особенности природопользования, состояние биоразнообразия и современные принципы устойчивого развития природных и природно-антропогенных комплексов: монография / Под общ. ред. М.В. Ларионова, А.А. Володькина. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – 219 с.
8. Сохранение биоразнообразия биомов и их охрана : Conservation of biome biodiversity and their protection / О. И. Антонов, А. А. Володькин, О. А. Володькина [и др.]. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – 216 с. – EDN TTEHIY.

ANALYSIS OF THE SANITARY CONDITION OF FORESTS IN THE PENZA REGION N.I. Ostroborodova

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

This article presents an analysis of the sanitary condition of the Penza region's forests. The causes of the weakening and decline of forest stands are described. The main factors influencing the sanitary condition of forest stands in the region are identified.

Keywords: forest plantations, diseases, outbreak, Penza region.

ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ОТБОРА ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ

Н.И. Остробородова

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

В статье описаны основные критерии подбора декоративных растений для озеленения придомовой территории. Приведена классификация растений по строению, морфологическим и биологическим особенностям.

Ключевые слова: декоративные насаждения, придомовая территория, растения, декоративность.

Один из ключевых аспектов создания уютной и красивой придомовой территории – это правильный подбор ассортимента растений, разнообразие которых обеспечивает различные текстуры, цвета и формы. Они могут значительно улучшить визуальное восприятие территории, сделать ее более живописной и привлекательной. Помимо эстетической функции, также может улучшиться экологическая ситуация, обеспечивая чистоту воздуха, создавая благоприятные условия для насекомых и птиц, а также смягчая климатические условия вблизи жилых домов. Разнообразие растений способствует биоразнообразию и созданию уединённых уголков для отдыха жителей [1, 2, 4, 5].

При выборе растений для благоустройства придомовой территории ЖК «Ботаника» учитывалось множество факторов, влияющих на окончательный вид пространства.

Во-первых, особого внимания заслуживает разнообразие видов, которые не только гармонично сочетаются друг с другом, но и приспособлены к климатическим условиям города. А это как правило аборигенные породы.

Во-вторых, при подборе растений для придомовой территории важно учитывать их высоту, форму, структуру и цвет листвы, а также сезон цветения и их безопасность для детей и домашних питомцев.

По строению, биологическим и морфологическим особенностям декоративные культуры, рекомендованные для озеленения придомовой территории, имеют 6 жизненных форм, подробное описание которых приведено в таблице. Для озеленения выбранного участка рекомендуются пять форм из шести.

Таблица –Классификация растений по строению, морфологическим и биологическим особенностям

Форма	Особенности	Породы
1	2	3
1. Деревья: 1.1 с выраженным стволом (лесного типа)	Высота до несколько десятков метров, долговечные (100-500 лет), имеют развитые одревесневшие стебли и корни, ствол более-менее выражен в течение всей жизни. После повреждения ствола у многих пород из спящих почек могут вырасти несколько вторичных стволов	ель колючая, липа мелколистная

Форма	Особенности	Породы
1	2	3
1.2 с невыраженным стволом (плодового типа)	Высота до десяти метров, реже более, долговечные (30-100 лет), имеют развитые одревесневшие стебли и корни, ствол выражен только на первых этапах жизни. Крона начинается близ поверхности почвы	яблоня ягодная, боярышник Тоба, ива ломкая
1.3 деревья-сланцы	Главный ствол довольно рано полегает на землю и укореняется. Укореняться способны и скелетные ветви	<i>Не рекомендуем для озеленения выбранной территории</i>
2 Кустовидно-древовидные (деревья кустовидного типа)	Высота 2-5 м, долговечность – несколько десятков лет, надземная система имеет слабо выраженный ствол или представлена несколькими равноценными осями. Стволики развиваются из спящих (придаточных) почек у основания материнского ствола, но возникают они не в результате удаления материнского ствола, а в связи с его естественным старением.	ирга канадская
Кустарники 3.1 прямостоячие	Высота 2-3 м, скороплодность – 2-5 лет, долговечность – до нескольких десятков лет, растения корнесобственные, надземная система чаще представлена совокупностью разновозрастных стеблевых одревесневших осей. У прямостоячих кустарников оси занимают более-менее вертикальное положение. У стелющихся главная ось и боковые ветви лежачие, укореняющиеся, приподнимающиеся у верхушки.	спирея; дерен белый, пузыреплодник клинолистный и бордовый
3.2 стелющиеся и полустелющиеся		можжевельник казацкий
4. Лианы 4.1 древовидные	Размеры до 10 и более м, долговечность – от нескольких десятков до 100 и более лет, надземная система представлена одной или несколькими одревесневшими стеблевыми гибкими нуждающимися в опоре осями	Виноград девичий
4.2 кустарниковые		Жимолость декоративная, кизильник блестящий
4.3 кустарничковые		<i>Не рекомендуем для озеленения выбранной территории</i>
4.4 полукустарниковые		
5. Многолетние травянистые растения 5.1 кустарнички	Древесные растения, главная ось имеется лишь в начале онтогенеза. Затем она сменяется боковыми надземными осями из спящих почек материнской оси. Во взрослом состоянии большое число ветвящихся скелетных осей связаны друг с другом надземно и подземно, последовательно сменяются в течение онтогенеза. Длительность жизни прямостоячих надземных осей не превышает 5-10 лет, высота растений колеблется от 10 до 50-60 см. Преобладают вечнозелёные, меньше листопадных.	<i>Не рекомендуем для озеленения выбранной территории</i>
5.2 полукустарники	Полудревесные растения, у которых удлинённые побеги на значительной части их длины ежегодно остаются травянистыми и отмирают. Сохраняются и одревесневают лишь базальные части надземных осей. В отличие от деревьев и кустарников почки возобновления располагаются только близ поверхности почвы	спирея японская
6 Древесные растения-подушки	Жизненная форма, возникающая в крайне жестких условиях существования (пустыня, тундра, высокогорье). Характерны ничтожно малый прирост, сильная редукция листьев, выровненная поверхность подушки высотой от 0,1 до 1 м	<i>Не рекомендуем для озеленения выбранной территории</i>

Не менее важным показателем при подборе декоративных растений является их темп роста [3]. По данному признаку можно выделить следующие группы: весьма быстрорастущие (ива ломкая, спирей), быстрорастущие (яблоня декоративная, сосна обыкновенная, жимолость обыкновенная, кизильник блестящий, боярышник Тоба, дёрен белый), умеренного роста (ель колючая), медленно растущие (липа мелколистная).

Кроме того, при проектировании зелёных объектов на придомовой территории, обязательным условием является долговечность растений, поскольку дряхление и отмирание отдельных из них ухудшают декоративность композиций.

Разнообразие видов растений, подобранных для озеленения придомовой территории ЖК «Ботаника» позволит создать интересные композиции на территории и добавить динамику в ландшафт. Кустарники с разной формой кроны, декоративные лиственные и хвойные деревья, цветущие растения смогут преобразить территорию в течение всего сезона.

Список использованных источников.

1. Вышегуров, С.Х., Беланова, А.П., Пономаренко, Н. В. [и др.]. Эколого-биологические аспекты оценки древесных растений в озеленении Новосибирска. Вестник Новосибирского государственного аграрного университета, 2021, № 1(58), с. 17-26.
2. Гарелик, О. А. Подбор ассортимента растений для благоустройства придомовой территории в г. Москве / О. А. Гарелик // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – № 115-13. – С. 76-79. – DOI 10.18411/trnio-11-2024-609. – EDN CKWWDV.
3. Декоративное древоводство. Методическое пособие / С.Н. Глушаков. – Смоленск: ФГБОУВПО ССХА, 2013. – 46 с.
4. Нечепорук, А. Г. Подбор ассортимента проектируемой растительности для объектов ландшафтной архитектуры / А. Г. Нечепорук, Г. С. Рязанов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2024. – № 2(19). – С. 43-46. – EDN CBXQKF.
5. Сохранение биоразнообразия биомов и их охрана : Conservation of biome biodiversity and their protection / О. И. Антонов, А. А. Володькин, О. А. Володькина [и др.]. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – 216 с. – EDN TTEHIY.

KEY CRITERIA FOR SELECTING ORNAMENTAL PLANTS FOR LANDSCAPING N.I. Ostroborodova

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

This article describes the main criteria for selecting ornamental plants for landscaping a home's surroundings. It also classifies plants by structure, morphological, and biological characteristics.

Keywords: ornamental plantings, local area, plants, decorativeness.

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.В. Резникова, А.Н. Сарычев, А.А. Лопатин

*Волгоградский государственный аграрный университет,
г. Волгоград, Россия*

В исследовании рассматривается влияние различных приёмов основной обработки почвы на урожайность сортов озимой пшеницы в условиях Волгоградской области, характеризующейся засушливым климатом. В условиях светло-каштановых почв Волгоградской области для основной обработки почвы рекомендуется применять комбинированную обработку плугом ПСКУ-8-40 при возделывании сорта Краса Дона
Ключевые слова: озимая пшеница, богарные условия, урожайность, светло-каштановые почвы, приемы обработки.

При выращивании сельскохозяйственных культур должны создаваться благоприятные почвенные условия для проявления их биопродуктивности. Одним из способов антропогенного воздействия на биологическую активность почвы и плодородие, является способ её обработки [1, 3, 4]. Механическая обработка почвы — важное звено системы земледелия любого хозяйства. В современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур на обработку почвы приходится 35–40 % энергетических и 25–30 % трудовых затрат [2, 6]. Правильная, соответствующая почвенно-климатическим условиям обработка почвы является важным средством регулирования агрофизического состояния почвы, ее биологических свойств, питательного и водного режимов, содержание и запасов гумуса, урожайности сельскохозяйственных культур и качества продукции [5–8].

Поэтому изучение влияния приемов основной обработки почвы на урожайность озимой пшеницы позволит выработать практические рекомендации для повышения продуктивности сельскохозяйственного производства и устойчивости агросистем к засухам.

Цель исследований – выявить влияние приемов основной обработки почвы в паровом поле на урожайность сортов озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Городищенского района Волгоградской области.

Схема опыта: Фактор А – обработка почвы:

- Контроль с отвальной вспашкой плугом ПЛН-8-35, на 0,24-0,26 м (контроль);
- Рыхление стойкой ПЧ глубокорыхлителем ПЧН-4.0 на 0,24-0,26 м;
- Комбинированная обработка плугом ПСКУ-8-40, на 0,24-0,26 м.

Фактор В. – сорта озимой пшеницы:

- Губернатор Дона (контроль);
- Виктория 11;
- Краса Дона.

Предшественник пар черный.

Данный полевой опыт проводился в 2023-2025 гг. на территории ИП «КФХ Хитров В.И.» Городищенского района Волгоградской области. Повторность полевого опыта трехкратная. Размер учётной делянки 200 м². Норма высева 4,0 млн/га всхожих зерен.

На структуру урожая оказывают влияние сложившиеся метеорологические условия в годы исследований и способы основной обработки почвы (табл.1).

Таблица 1 – Структура урожая озимой пшеницы в зависимости от способа основной обработки почвы, 2024 г.

Варианты обработки почвы	Сорта	Число сохранившихся растений к уборке шт./м ²	Продуктивная кустистость, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
2024 год						
Отвальная вспашка плугом ПЛН-8-35	Губернатор Дона	208	0,84	1,05	34,3	1,83
	Виктория 11	210	0,9	1,03	35,0	1,94
	Краса Дона	214	1,02	1,03	35,4	2,25
Комбинированная обработка плугом ПСКУ-8-40	Губернатор Дона	214	1,03	1,03	34,9	2,27
	Виктория 11	234	1,04	1,07	35,3	2,60
	Краса Дона	243	1,06	1,08	36,0	2,78
Рыхление стойкой ПЧ глубокорыхлителем ПЧН-4.0	Губернатор Дона	205	0,78	1,03	34,1	1,64
	Виктория 11	208	0,84	1,02	34,8	1,78
	Краса Дона	213	0,9	1,0	35,0	1,92
2025 год						
Отвальная вспашка плугом ПЛН-8-35	Губернатор Дона	241	1,04	1,04	35,3	2,61
	Виктория 11	244	1,04	1,07	35,7	2,71
	Краса Дона	254	1,04	1,07	35,7	2,82
Комбинированная обработка плугом ПСКУ-8-40	Губернатор Дона	250	1,04	1,06	35,9	2,76
	Виктория 11	254	1,04	1,09	36,3	2,87
	Краса Дона	256	1,05	1,1	36,7	2,96
Рыхление стойкой ПЧ глубокорыхлителем ПЧН-4.0	Губернатор Дона	218	1,0	1,03	35,1	2,24
	Виктория 11	224	1,0	1,03	35,4	2,31
	Краса Дона	231	1,02	1,03	35,6	2,42

В 2024 году количество сохранившихся растений к уборке на единицу площади изменялось в зависимости от сорта и обработки почвы и варьировало от 205 до 243 шт./м². Наибольшее значение данного показателя было получено в 2025 г. – 256 у сорта Краса Дона на варианте с комбинированной обработкой плугом ПСКУ-8-40. В 2024 году максимальная биологическая урожайность на уровне 2,78 была получена на варианте комбинированной обработки плугом ПСКУ-8-40 по сорту Краса Дона. На варианте с отвальной вспашкой урожайность была немногим ниже - на уровне 1,83...2,25 т/га, на вариантах с рыхлением стойкой ПЧ глубокорыхлителем ПЧН-4.0 - 1,64...1,92 т/га.

Фактическая урожайность по вариантам отвальной вспашки изменялась от 1,60 (Губернатор Дона) до 2,05 (Краса Дона); на комбинированной обработке плугом ПСКУ-8-40 – от 2,0 до 2,28; на вариантах с рыхлением стойкой ПЧ глубокорыхлителем ПЧН-4.0 - от 1,37 до 1,55 т/га.

Исходя из данных следует, что разные приемы обработки почвы с сортами имеют разницу в урожайности и в структуре урожая. Лучшие результаты продемонстрировал сорт Краса Дона при комбинированной обработке, биологическая урожайность в 2024 году составила 2,78 т/га, что выше контрольного варианта обработки с тем же сортом на 0,53 т/га (23,5%).

В 2025 году погодные условия были более благоприятные для развития растений. Уровень фактической урожайности в 2025 году по отвальной обработке в зависимости от сорта изменялась в пределах 2,29...2,47 т/га, по комбинированной обработке – 2,50...2,73 (максимум), на вариантах с рыхлением (самый низкий показатель) – 2,17...2,35 т/га.

Таким образом, в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области рекомендуется возделывать сорт Краса Дона, применяя в виде основной обработки почвы комбинированную обработку плугом ПСКУ-8-40.

Список использованных источников.

1. Колкова И.А. Влияние обработки почвы на плодородие и агрофизические свойства / Колкова И.А. // Молодой ученый. — 2017. — № 29 (163). — С. 39-42
2. Концепция развития технологий и техники для обработки почвы на период до 2010 года. — М.: ВИМ, 2002. — 104 с.
3. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: ВНИИА, 2012. - 171 с.
4. Плескачев Ю.Н. Использование “Ранчо” при выращивании ячменя / Плескачев Ю.Н., Борисенко И.Б. // Научн.-агроном. журн. Волгоград: НВНИИСХ РАСХН, 2012. - № 2. - С. 30
5. Системы земледелия Нижнего Поволжья: уч. по соб. / Под ред. Сухова А.Н. Волгоград: Волгоград. ГСХА, 2007. - 344 с.
6. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года / Ю.Ф. Лачуга и др.; — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. — 80 с.
7. Сухов А.Н. Агрофизические показатели светло каштановых почв и их регулирование приемами основной обработки почвы / Сухов А.Н. // Изв. Нижневолжск. Агроуниверс. комплекса. Волгоград. - 2011. - № 1. - С. 72-78
8. Тагиров М.Ш. Влияние способов основной обработки на водно-физические показатели почвы и продуктивность яровой пшеницы / Тагиров М.Ш., Шакиров Р.С., Гиляев И.Г. // Земледелие. - 2015. - № 8. - С. 20-21

THE INFLUENCE OF PRIMARY TILLAGE TECHNIQUES ON THE YIELD OF WINTER WHEAT IN THE VOLGOGRAD REGION

O.V. Reznikova, A.N. Sarychev, A.A. Lopatin

*Volgograd State Agrarian University,
Volgograd, Russia*

The study examines the effect of various methods of basic tillage on the yield of winter wheat varieties in the Volgograd region, which has an arid climate. In the light chestnut soils of the Volgograd region, it is recommended to use combined tillage with the PSKu-8-40 plow when cultivating the Krassa Don variety.

Keywords: winter wheat, rainfed conditions, yield, light-chestnut soils, tillage methods.

ЛИСТОВАЯ ОБРАБОТКА И ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УРОЖАЙНОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

С.А. Семина, И.С. Жеряков

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

В статье представлены результаты изучения влияния листовой обработки сахарной свеклы инновационными микроудобрениями и регуляторами роста на формирование площади листовой поверхности посева и массы корнеплода. Установлено, что наиболее сильно синергетический эффект проявился при сочетании Микровит Стандарт с Цитодеф-100, обеспечившее прирост средней листовой поверхности к контролю 12,07 тыс. м²/га. При совместном применении микроудобрений с регуляторами роста получена прибавка массы корнеплода от 15,5 до 22,5 %, а лучшие показатели отмечены при сочетании Амицид «Бор» с Фуроланом и Микровит Стандарт с Цитодеф-100.

Ключевые слова: сахарная свекла, микроудобрения, регуляторы роста, листовая обработка, лист, корнеплод.

Сахарная свекла – единственная культура в нашей стране, используемая в качестве сырья для производства сахара, являющегося ценным энергетическим продуктом питания. Запланированные объемы сырья для переработки возможно получить за счет увеличения урожайности сахарной свеклы. Основные пути повышения продуктивности этой культуры определяются сочетанием использования природного потенциала региона возделывания, возможностей современных сортов и гибридов и комплекса агротехнических приемов [1].

Основными направлениями повышения урожайности сахарной свеклы, как считают ряд исследователей, является освоение научно-обоснованной системы земледелия, выполнение всех технологических приемов ее выращивания, с учетом особенностей каждого поля и охраны окружающей среды. Положительное влияние на урожай сахарной свеклы и ее качество оказывает также и внекорневая подкормка микроудобрениями, т. к. микроэлементы играют огромную роль в ускорении роста и развития растений, в синтезе и передвижении углеводов, белков и нуклеиновых кислот. Они необходимая составная часть биологически активных структур, входят в состав ферментов, витаминов, участвующих в регулировании обмена веществ растений [2, 3, 4]. С точки зрения технологии хелаты микроэлементов удобны, так как могут применяться вместе с макроудобрениями, регуляторами роста и пестицидами.

Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве применяют для оптимизации процессов выращивания культур. Эти вещества, как природные, так и синтетические, позволяют контролировать рост и развитие растений. Также они повышают продуктивность полезных культур и их устойчивость к неблагоприятным условиям [5]. Под действием препаратов происходят направленные изменения к интенсивному наращиванию зеленой массы, стимулируются процессы регенерации клеток, улучшается и лучше усваивается витаминный

обмен. Стимулирование собственного иммунитета растений (фитоиммунокоррекция), позволяет индуцировать у растений комплексную неспецифическую устойчивость ко многим болезням грибного, бактериального и вирусного происхождения, а также к другим неблагоприятным факторам среды (засуха, низко- и высокотемпературные стрессы), т. е. повышается способность адаптироваться к неблагоприятным факторам среды [6, 7].

Поэтому исследования по влиянию удобрений с микроэлементами и регуляторов роста, при применении их для листовой обработки, на формирование ассимилирующей поверхности и массы корнеплода в условиях лесостепи Среднего Поволжья являются актуальными, что и определило цель исследования.

Эксперимент осуществлялся в условиях двухфакторного полевого опыта, заложенного в 2025 г. на черноземе выщелоченном в ООО «Красная Горка» Колышлейского района Пензенской области по схеме: фактор А – микроудобрение: 1. Контроль (без микроудобрения); 2. Микровит-7 Бор (1,0 л/га); 3. Амицид «Бор» (1,0 л/га); 4. Микровит Стандарт (2,0 л/га); фактор В – регулятор роста растений: 1. Контроль (без регулятора роста); 2. Фуrolан (3,4 мл/га); 3. Цитодеф-100 (0,3 кг/га); 4. Стимунол ЕФ (0,3 л/га). Данные препараты применялись в норме расхода, рекомендованной для сахарной свеклы. В контрольном варианте проведена обработка водой. Расход рабочей жидкости – 300 л/га. Некорневую обработку проводили в фазе 3-4 пар настоящих листьев сахарной свеклы. Учетная площадь делянки – 54 м². Агротехника в опыте не отличалась от зональной для региона возделывания. Сахарная свекла размещалась в паровом звене зернопаропропашного севооборота, предшественником сахарной свеклы была озимая пшеница. На все делянки опыта под культивацию были внесены макроудобрения (N120P120K120). Объект исследований – односемянный диплоидный гибрид сахарной свеклы на стерильной основе N-типа Скала селекции «СоюзСемСвекла» с нормой высева семян 120 тыс. шт./га.

Сухое вещество растений формируется в процессе фотосинтеза. Поскольку основным фотосинтезирующим органом является лист, поэтому получение оптимальных параметров листовой поверхности – важная задача при выращивании сахарной свеклы. Полученные экспериментальные данные показали, что среди микроудобрений преимущество за листовой подкормкой Микровит Стандарт. При ее проведении средняя площадь листьев посева сахарной свеклы составила 36,20 тыс. м²/га, что относительно варианта с обработкой водой на 7,03 тыс. м²/га или 24,1 % больше. Действие Микровит-7 Бор и Амицид «Бор» на формирование фотоассимилирующей поверхности было примерно равным и способствовало увеличению средней листовой поверхности за вегетационный период на 13,5-14,6 % по сравнению с вариантом без микроудобрений. Однако в этих вариантах средняя фоллиарная поверхность посева получена на 8,3-9,3 % меньше, чем при применении Микровит Стандарт. Одностороннее применение регуляторов роста также было эффективно. Выделился вариант с опрыскиванием Цитодеф-100. При его использовании средняя листовая поверхность посева была на 18,8 % больше, чем на контроле. Наименьший прирост получен при некорневой обработке Стимунол ЕФ – 5,6 %. Сочетание

регуляторов роста с микроудобрениями стимулировало рост ассимилирующей поверхности посева. Наиболее сильно синергетический эффект проявился при совместном применении Микровит Стандарт с Цитодеф-100, обеспечившее прирост средней листовой поверхности к контролю (без микроудобрений и регулятора роста) 12,07 тыс. м²/га. Немного уступали ему (на 3,07-3,08 тыс. м²/га) сочетания Амицид «Бор» и Микровит Стандарт с Фуроланом. В остальных вариантах синергетический эффект был менее выраженным, но обеспечил прирост листовой поверхности на уровне 5,15-8,64 тыс. м²/га по отношению к абсолютному контролю.

Формирование более развитой листовой поверхности оказало положительное влияние и на массу корнеплода. Регуляторы роста Цитодеф-100 и Стимунол ЕФ позволили повысить массу корнеплода на 8,7-10,4 %, а от опрыскивания Фуроланом прирост получен меньше – 3,6 %. К уборке урожая более полновесные корнеплоды получены при некорневой подкормке микроудобрениями, как в чистом виде, так и при сочетании с регуляторами роста. Применение Амицид «Бор» и Микровит Стандарт оказало практически равноценное влияние на массу корнеплода, она на 17,1-17,4 % превышала вариант без микроудобрений. Действие Микровит-7 Бор было немного слабее, но тоже обеспечило достоверную прибавку массы на уровне 78 г (13,3 %). В сочетании микроудобрений с регуляторами роста проявился синергизм действия, что позволило получить прибавку массы корнеплода от 15,5 до 22,5 %, а лучшие показатели отмечены при сочетании Амицид «Бор» с Фуроланом и Микровит Стандарт с Цитодеф-100.

Список использованных источников.

1. Боровская, Я.Ю. Обоснование приемов повышения урожайности сахарной свеклы в севооборотах Центрального Черноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. н.: 06.01.01 / Я.Ю. Боровская. – Белгород, 2013. – 19 с.
2. Филимонов, П.С. Система применения удобрений и гербицидов при возделывании сахарной свеклы / П.С. Филимонов, Н.В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 8. – С. 36-43. EDN: ZMFEZE
3. Брилев, М.С. Продуктивность сахарной свеклы под влиянием микроудобрений / М.С. Брилев, С.В. Брилева, М.В. Зимина // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXIV Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 36-37.
4. Долгополова, Н.В. Внекорневая подкормка сахарной свеклы микроудобрениями, / Н.В. Долгополова, А.В. Нагорных, П.С. Филимонов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 8. – С. 47-51. EDN: OZZFOT
5. Шаповал, О.А. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / О.А. Шаповал, И.П. Можарова // Защита и карантин растений. – 2019. – № 4. – С. 9-14. EDN: ZAZQOT
6. Мурсалимова, Г.Р. Влияние регуляторов роста нового поколения на развитие культурных растений / Г.Р. Мурсалимова // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН (электронный журнал). – 2016. – №4. – С. 1-7.
7. Князева, Т.В. Регуляторы роста растений в Краснодарском крае: монография / Т.В. Князева. – Краснодар: ЭДВИ, 2013. – 128 с.

LEAF TREATMENT AND FORMATION OF PARAMETERS OF SUGAR BEET HARVEST

S.A. Semina, I.S. Zheryakov

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

The article presents the results of studying the effect of foliar treatment of sugar beet with innovative micronutrient fertilizers and growth regulators on the formation of the leaf surface area of the crop and the mass of the root crop. It was found that the synergistic effect was most pronounced when Microvit Standard was combined with Citodef-100, resulting in an increase in the average leaf surface area compared to the control by 12.07 thousand m²/ha. When micronutrient fertilizers are used together with growth regulators, the root crop weight increases by 15.5 to 22.5%, and the best results are achieved when Amicid Bor is combined with Furolan and Microvit Standard with Citodef-100.

Keywords: sugar beet, micronutrient fertilizers, growth regulators, foliar treatment, leaf, root crop.

УДК 633.53

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ГУСТОТУ СТОЯНИЯ, ПОЛЕВУЮ ВСХОЖЕСТЬ И СОХРАННОСТЬ РАСТЕНИЙ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В.А. Синдюкова, К.Е. Денисов

*Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии
имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия*

В работе представлены результаты исследований по оптимизации системы защиты льна масличного для условий засушливого климата Нижнего Поволжья. Доказано, что для обеспечения максимальной сохранности растений и снижения конкуренции с сорняками необходимо совместное применение трёхкомпонентной гербицидной смеси «Торнадо» + «Алсион» + «Грамминион» и регулятора роста «Альбит». Ключевые слова: лён масличный, сохранность растений, гербицидная смесь, регулятор роста, стрессоустойчивость

Лён масличный (*Linum usitatissimum* L.) является одной из стратегически важных технических культур, спрос на продукцию которой неуклонно растёт как на внутреннем, так и на мировом рынке. Его семена служат ценным сырьём для производства масла, а также находят широкое применение в пищевой, лакокрасочной, фармацевтической и косметической промышленности. Традиционные подходы к защите растений, основанные на применении отдельных гербицидов, часто не обеспечивают полного контроля над всем спектром сорной растительности и не решают проблему повышения стрессоустойчивости самого культурного растения. В связи с этим особую актуальность приобретает

разработка и внедрение интегрированных систем защиты, сочетающих химический контроль сорняков с применением агрохимикатов, способных повысить адаптивный потенциал льна. Перспективным направлением является использование регуляторов роста растений с антистрессовыми и иммуномодулирующими свойствами.

Методика исследований. Для изучения эффективности различных гербицидов и влияния регулятора роста на уменьшение стрессовой ситуации при использовании гербицидов в посевах льна масличного был заложен полевой опыт по следующей схеме:

Фактор А - некорневая подкормка

А1. Контроль (обработка водой)

А2. Альбит 0,01 л/га

Фактор В - гербициды

В1. Контроль (без обработки гербицидом).

В2. Граминион 0,6 л/га

В3. Алсион 0,025 л/га

В4. Граминион 0,6 л/га + Алсион 25 г/га

В5. Торнадо 1,3л/га

В6. Торнадо 1,3л/га + Граминион 0,6 л/га

В7. Торнадо 1,3л/га + Алсион 25 г/га

В8. Торнадо 1,3л/га + Алсион 25 г/га + Граминион 0,6 л/га

Повторность опыта четырехкратная, расположение делянок рандомизированное, площадь делянки первого порядка 560 м², площадь делянки второго порядка 70 м², учетная площадь 50 м², сорт льна масличного Итиль, обработка посевов проводилась однократно в фазу «ёлочки» ранцевым опрыскивателем. Норма высева 5 млн всхожих семян на 1 га.

Результаты исследований. Главным фактором увеличения урожайности льна масличного является формирование оптимальной структуры посевов, выраженной в необходимом количестве растений на единице площади.

Анализируя данные таблицы 1 за три года (2023-2025) по влиянию различных гербицидных обработок и регулятора роста Альбит на полевую всхожесть и сохранность растений льна масличного, можно сделать несколько важных выводов о закономерностях, прослеживающихся в эти годы. На контрольном варианте (без гербицидов и без регулятора роста) полевая всхожесть в среднем за три года составила 411,2 шт/м² (82,2%), а сохранность растений к уборке была самой низкой — 290,3 шт/м² (70,5%), что подтверждает значительное негативное влияние сорной растительности на выживаемость культуры даже при относительно хороших начальных всходах. Применение одиночных гербицидов без регулятора роста показало, что Граминион практически не влиял на полевую всхожесть (409,5 шт/м², 81,9%), но несколько повысил сохранность до 293,4 шт/м² (71,6%). Алсион оказался более эффективным: при схожей полевой всхожести (410,2 шт/м², 82,0%) сохранность повысилась до 299,3 шт/м² (72,9%). Переход к двухкомпонентным смесям без регулятора роста показал явную синергию.

Лучшей среди двухкомпонентных смесей оказалась комбинация Торнадо с Алсионом: при полевой всхожести 410,7 шт/м² (82,1%) сохранность достигла 311,9 шт/м² (75,9%), что подтверждает эффективность этой пары для контроля широкого спектра сорняков, особенно двудольных, преобладающих в посевах льна. Трехкомпонентная смесь Торнадо, Алсион и Граминион без регулятора роста обеспечила самую высокую сохранность среди всех вариантов без Альбита — 316 шт/м² (77,1%), при полевой всхожести 409,7 шт/м² (81,9%), что подтверждает максимальную эффективность комплексной гербицидной защиты для снижения конкуренции со стороны сорной растительности на протяжении всего периода вегетации.

Таблица 1 - Густота стояния и сохранность растений льна масличного к уборке в среднем за три года исследований, 2023- 2025 гг.

Варианты опыта		Густота всхо- дов, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Количество сохра- нившихся растений к уборке, шт./м ²	Сохран- ность, %
Вариант А	Вариант В				
Без регулятора роста,	Контроль	411,2	82,2	290,3	70,5
	Граминион 0,6 л/га	409,5	81,9	293,4	71,6
	Алсион 25 г/га	410,2	82,0	299,3	72,9
	Граминион 0,6 л /га + Алсион 25 г/га	410,7	82,1	303,7	73,9
	Торнадо 1,3 л/га	422,0	84,4	305,0	72,2
	Торнадо 1,3 л /га + Граминион 0,6 л л/га	411,3	82,3	309,1	75,1
	Торнадо 1,3 л /га + Алсион 25 г/га	410,7	82,1	311,9	75,9
	Торнадо 1,3 л /га + Алсион 25 г/га + Граминион 0,6 л /га	409,7	81,9	316,0	77,1
Регулятор роста «Альбит» 0,01 л /га	Контроль	406,5	81,3	300,0	73,7
	Граминион 0,6 л /га	408,8	81,8	304,2	74,3
	Алсион 25 г/га	404,3	80,9	305,3	75,4
	Граминион 0,6 л /га + Алсион 25 г/га	408,3	81,7	313,2	76,6
	Торнадо 1,3 л /га	419,0	83,8	314,0	74,9
	Торнадо 1,3 л /га + Граминион 0,6 л /га	408,3	81,7	319,3	78,1
	Торнадо 1,3 л /га + Алсион 25 г/га	407,3	81,5	323,0	79,2
	Торнадо 1,3 л /га + Алсион 25 г/га + Граминион 0,6 л /га	408,5	81,7	328,8	80,4

Внесение регулятора роста Альбит на контрольном варианте (без гербицидов) позволило повысить полевую всхожесть до 406,5 шт/м² (81,3%) и сохранность до 300 шт/м² (73,7%), что на 3,2% выше абсолютного контроля. Это подтверждает, что даже без гербицидов Альбит снижает стрессовое воздействие неблагоприятных факторов (в частности, засушливых условий вегетационных периодов) и повышает выживаемость растений. Торнадо на фоне Альбита показал самую высокую полевую всхожесть среди всех вариантов — 419 шт/м² (83,8%), однако сохранность составила 314 шт/м² (74,9%), что несколько ниже, чем на варианте с Алсионом, но все же существенно выше контроля без Альбита.

Среди двухкомпонентных смесей с Альбитом лучшие результаты показала комбинация Торнадо с Алсионом: полевая всхожесть 407,3 шт/м² (81,5%), сохранность 323 шт/м² (79,2%). Граминион с Алсионом на фоне Альбита дали

полевую всхожесть 408,3 шт/м² (81,7%) и сохранность 313,2 шт/м² (76,6%). Самым эффективным вариантом за все три года является трехкомпонентная смесь Торнадо, Алсион и Граминион в сочетании с регулятором роста Альбит: полевая всхожесть составила 408,5 шт/м² (81,7%), а сохранность достигла максимального значения 328,8 шт/м² (80,4%). Это на 3,3% выше, чем на трехкомпонентной смеси без Альбита, и на 9,9% выше абсолютного контроля (без гербицидов и без регулятора).

Заключение. Для обеспечения максимальной сохранности растений льна масличного в условиях засушливого климата является совместное применение трёхкомпонентной гербицидной смеси (Торнадо + Алсион + Граминион) с регулятором роста Альбит, что обеспечивает снижение конкуренции с сорной растительностью на всех этапах вегетации и повышает устойчивость растений к стрессовым факторам неблагоприятных погодных условий.

Список использованных источников.

1. Долженко, В. И. Средства защиты растений: учебник и практикум для вузов / В. И. Долженко, К. В. Новожилов. – Москва: Юрайт, 2022. – 305 с.

THE INFLUENCE OF CULTIVATION TECHNOLOGY ELEMENTS ON THE DENSITY, FIELD GERMINATION, AND PRESERVATION OF OILSEED FLAX PLANTS IN THE LOWER VOLGA REGION

V.A. Sindykova, K.E. Denisov

*Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia*

The paper presents the results of research on optimizing the protection system for oilseed flax in the arid climate of the Lower Volga region. It has been proven that the combined use of a three-component herbicide mixture (Tornado + Alcion + Graminion) and the growth regulator Albit is necessary to ensure maximum plant preservation and reduce competition with weeds.

Keywords: oilseed flax, plant preservation, herbicide mixture, growth regulator, stress resistance

УДК 63.630.61

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.А. Соломатина, А.Г. Ибрагимов

*Российский государственный аграрный университет –
Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия*

Статья посвящена управлению развитием лесного хозяйства в Ленинградской области. В работе анализируется состояние и перспективы развития отрасли в регионе. Ключевые слова: лесопромышленный комплекс, лесное хозяйство, лесной фонд, деревообрабатывающая отрасль, лесовосстановление, Ленинградская область.

Ленинградская область является одним из ключевых регионов Северо-Западного федерального округа по развитию лесного хозяйства и лесоперерабатывающей промышленности.

Леса региона выполняют не только ресурсные, но и важные средообразующие, водоохранные и рекреационные функции. Целью данной статьи является комплексный анализ состояния лесного хозяйства Ленинградской области, выявление основных проблем и определение перспектив развития отрасли.

Общая площадь земель лесного фонда Ленинградской области составляет около 6,6 млн га. Леса региона характеризуются значительным разнообразием породного состава, основными лесообразующими породами являются сосна, ель, береза и осина. По объему фактического поступления арендной платы за использование лесного фонда Ленинградская область занимает первое место в Северо-Западном федеральном округе и является одним из лидеров в Российской Федерации [5].

Лесопромышленный комплекс Ленинградской области насчитывает свыше 50 крупных и средних предприятий (без учета малого предпринимательства), на которых занято около 13 тыс. человек. Ключевыми направлениями являются деревообработка, целлюлозно-бумажное производство и мебельная промышленность.

В 2025 году объем отгруженных товаров в сегменте «Бумага и бумажные изделия» достиг 145,7 млрд рублей, обработка древесины и производство изделий из дерева составили 31,9 млрд рублей, производство мебели — 8,5 млрд рублей.

Объем инвестиций в основной капитал в целлюлозно-бумажном производстве превысил 7,3 млрд. рублей.

В регионе функционирует ассоциация «Кластер лесоперерабатывающей промышленности», которая обеспечивает методическое, организационное и информационное сопровождение развития лесопромышленного комплекса. Кластерный подход позволяет выстраивать эффективные кооперационные связи между предприятиями, способствуя росту производительности и конкурентоспособности отрасли [3;8].

Важным направлением развития лесного хозяйства Ленинградской области является лесовосстановление. В 2025 году в регионе реализован масштабный комплекс мероприятий: общая площадь лесовосстановления составила 13,6 тыс. га, из которых на 5,0 тыс. га произведены посадки лесных культур. Для обеспечения приживаемости молодых деревьев уход за лесными культурами проведён на площади 16,8 тыс. га. По результатам осенней инвентаризации в питомниках учтено 28,8 млн семян, в том числе 8,5 млн с закрытой корневой системой, что полностью обеспечивает потребности области в посадочном материале на 2026 год [1;4].

Наряду с успехами в лесовосстановлении, сохраняются серьезные проблемы в санитарном состоянии лесов. По данным филиала ФБУ «Рослесоза-

щита» — «ЦЗЛ Ленинградской области», общая площадь повреждённых и погибших лесов на территории региона составляет 9,7 тыс. га. Основной причиной ослабления и гибели насаждений являются насекомые-вредители (6,6 тыс. га, 73% от всех насаждений с неудовлетворительным санитарным состоянием), в первую очередь — короед-типограф. Насаждения с нарушенной устойчивостью выявлены в Рощинском, Приозерском и Тихвинском лесничествах [2;7].

В связи со сложной санитарной ситуацией губернатором Ленинградской области А. Дрозденко дано поручение разработать дополнительные меры по усилению контроля за состоянием лесных массивов. В частности, предполагается ужесточить требования к арендаторам лесных участков, которые не проводят санитарно-оздоровительные мероприятия (расчистку сухостоя, ветровала, удаление заражённых деревьев). Разрабатывается программа «Чистые леса Ленинградской области», включающая меры по очистке лесов, упрощение процедур расчистки, введение системы штрафов и мер государственной поддержки [10].

Ключевой задачей развития лесного хозяйства региона является переход на интенсивную модель использования и воспроизводства лесов (ИНМЛ). Как отмечается в исследованиях, вклад лесопромышленной отрасли в ВВП страны оценивается на уровне лишь порядка 1%, что не соответствует лесному потенциалу государства. Переход к интенсивной модели позволит увеличить продуктивность использования лесов, обеспечить борьбу с незаконными рубками и создать благоприятный инвестиционный климат [5].

Перспективными направлениями развития также являются глубокая переработка древесины, расширение производства топливных гранул (пеллет), производство целлюлозы и бумаги. В 2025 году в Ленинградской области произведено 682,8 тыс. т целлюлозы, 1100 тыс. т бумаги и картона, 45,4 тыс. т пеллет, 290,9 тыс. т коробок из гофрокартона [3;9].

Развивается промышленный туризм: в регионе реализуется проект «Крутая Локация», объединяющий экскурсии на промышленные предприятия, экологические маршруты и культурные объекты, что способствует популяризации лесной отрасли [6].

Закключение. На основе проведенного анализа были выявлены основные проблемы лесного комплекса Ленинградской области: неудовлетворительное санитарное состояние значительных площадей лесов, связанное с распространением короеда-типографа; недостаточный контроль за выполнением арендаторами санитарно-оздоровительных мероприятий; низкий вклад лесной отрасли в ВВП страны при высоком лесном потенциале.

Перспективы развития связаны с переходом на интенсивную модель лесопользования, реализацией кластерного подхода, расширением глубокой переработки древесины, внедрением программы «Чистые леса» и усилением государственного контроля за санитарным состоянием лесов. Комплексная реализация намеченных мер позволит Ленинградской области укрепить позиции одного из ведущих лесопромышленных регионов России.

Список использованных источников.

1. Более 13 тысяч гектаров леса восстановили в Ленинградской области [Электронный ресурс] // Общая газета Ленинградской области. — 2026. — Режим доступа: <https://og47.ru> (дата обращения: 29.04.2026).
2. Составлен прогноз санитарного и лесопатологического состояния лесов Республики Карелия, Ленинградской и Мурманской областей на второе полугодие 2025 года [Электронный ресурс] // Филиал ФБУ «Рослесозащита» — «ЦЗЛ Ленинградской области». — 2025. — Режим доступа: <https://leningrad.rcfh.ru> (дата обращения: 29.04.2026).
3. Лесоперерабатывающая промышленность [Электронный ресурс] // Инвестиционный портал Ленинградской области. — 2026. — Режим доступа: <https://lenoblinvest.ru> (дата обращения: 29.04.2026).
4. Итоги проведения лесовосстановительных работ 2025 года в Ленинградской области [Электронный ресурс]. // Управление лесами Ленинградской области. — 2026. — Режим доступа: <https://leslenobl.ru> (дата обращения: 29.04.2026).
5. Барейко С.Н., Кравченко С.К. Обеспечение устойчивого развития региона за счет повышения эффективности использования лесных ресурсов (на примере Ленинградской области) // Региональные проблемы преобразования экономики. — 2025. — №4. — DOI: 10.26726/rppe2025v4etsdo.
6. Александр Дрозденко рассказал, как Ленобласть развивает экономику через кластеры [Электронный ресурс] // Телеканал ЛенТВ24. — 2026. — Режим доступа: <https://lentv24.ru> (дата обращения: 29.04.2026).
7. Основы менеджмента /Ибрагимов А.Г., Романюк М.А., Сухарникова М.А., Чекмарева Н.В., Платоновский Н.Г. Учебное пособие / Москва, 2023.
8. Анализ динамики воспроизводства в сельском хозяйстве России за санкционный период. /Ибрагимов А.Г., Демичев В.В., Маслакова В.В., Джикия М.К., Токарев В.С. //Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2024. № 5. С. 153-167.
9. Корреляционно-регрессионный анализ влияния экономических факторов на урожайность пшеницы. /Хоружий В.И., Быков Д.В., Уколова А.В., Ибрагимов А.Г. //Бухучет в сельском хозяйстве. 2024. № 8. С. 557-571.
10. Александр Дрозденко поручил разработать дополнительные меры по усилению контроля за состоянием лесных массивов [Электронный ресурс] // Петербургский дневник. — 2025. — Режим доступа: <https://spbdneyvnik.ru> (дата обращения: 29.04.2026).

THE CURRENT STATE AND PROSPECTS OF FORESTRY DEVELOPMENT IN THE LENINGRAD REGION

O.A. Solomatina, A.G. Ibragimov

*Russian State Agrarian University - Timiryazev Moscow Agricultural Academy,
Moscow, Russia*

The article is devoted to the management of forestry development in the Leningrad region. The paper analyzes the state and prospects of the industry development in the region.

Keywords: timber industry, forestry, forest fund, woodworking industry, reforestation, Leningrad region.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ ВЕГЕТАЦИИ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ ПО СИСТЕМЕ CLEARFIELD

О.О. Тремасов, Л.О. Козловская, С.А. Шемин

*Пензенский государственный аграрный университет
г. Пенза, Россия*

В статье представлены результаты полевых исследований по изучению продолжительности межфазных периодов вегетации гибридов подсолнечника, возделываемых по системе Clearfield, в сравнении с общепринятой технологией в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Установлено, что применение технологии Clearfield сопровождается удлинением вегетационного периода гибридов преимущественно за счёт увеличения начальных фаз развития (всходы – образование корзинки). Наиболее скороспелым среди изученных гибридов Clearfield является ЛГ 50455 КЛП, характеризующийся минимальным отклонением от контрольных значений по большинству межфазных интервалов. Продолжительность заключительного этапа «налив семян – созревание» является стабильным признаком, не зависящим ни от технологии возделывания, ни от генотипа гибрида.

Ключевые слова: подсолнечник, гибрид, технология Clearfield, фенологические фазы, межфазные периоды, вегетационный период, скороспелость.

Подсолнечник является ведущей масличной культурой в Российской Федерации, и Пензенская область не исключение: в последние годы площади под ним в регионе стабильно растут, что связано с высоким спросом на растительное масло как на внутреннем, так и на внешнем рынке [1, 8]. Однако возделывание подсолнечника сопряжено с серьезными проблемами, главной из которых является высокая засоренность посевов, особенно злостными специализированными сорняками (например, заразихой и видами горца), борьба с которыми традиционными методами часто малоэффективна [4, 7].

Внедрение технологии Clearfield, основанной на использовании гибридов, устойчивых к имидазолинонам, позволило кардинально изменить систему защиты растений, обеспечив эффективный контроль широкого спектра сорняков [2, 5]. Однако, как показывает практика, темпы развития и продолжительность вегетационного периода гибридов зависят не только от генетического потенциала, но и от сложного комплекса факторов: погодных условий конкретного года, почвенных характеристик и точного выполнения элементов агротехники.

Для Пензенской области, характеризующейся неустойчивым увлажнением и разнообразием почвенного покрова (от выщелоченных черноземов до серых лесных почв), реакция гибридов, возделываемых по системе Clearfield, на региональные условия в аспекте продолжительности межфазных периодов изучена недостаточно. Агропроизводители региона зачастую ориентируются на усредненные рекомендации, что может приводить к неоптимальному подбору гибридов по скороспелости [6].

Полевые опыты проводили в ОП учебно-опытное хозяйство «Рамзай» ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ. В качестве объектов исследований были взяты гибриды подсолнечника РЖТ Капитолл и устойчивые к действию гербицида Евро-Лайтнинг, ВРК (имазапир 15 г/л + имазамокс 33 г/л) гибриды Мария ИМИ, ЛГ 5555 КЛП, ЛГ 50455 КЛП.

Схема опыта:

1. Общепринятая технология (контроль) – с использованием гербицида Фюзилад, КЭ и гибрида РЖТ Капитолл;

2. Производственная система Clearfield – с использованием гербицида Евро-Лайтнинг, ВРК и гибридов Мария ИМИ, ЛГ 5555 КЛП, ЛГ 50455 КЛП.

Закладку полевых опытов проводили согласно методике Б.А. Доспехова (1985) [3]. Фенологические наблюдения за прохождением фаз развития растений и определение межфазных периодов проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985).

За вегетационный период культурный подсолнечник проходит определенные фазы роста и развития, различающиеся по реакции растений на условия внешней среды и приемы возделывания [8]. Под действием этих факторов происходит изменение продолжительности межфазовых периодов и соответственно всего периода вегетации.

В ходе проведения полевых исследований проведена фенологическая оценка развития растений подсолнечника в зависимости от применяемой технологии возделывания. Наступление основных фаз вегетации фиксировалось визуально при наступлении соответствующих признаков у 75% растений учётной делянки. Результаты наблюдений представлены в таблице 1.

В качестве контрольного варианта выступал гибрид РЖТ Капитолл, возделываемый по общепринятой технологии. У данного гибрида всходы отмечены 20 мая, образование корзинки – 22 июня, цветение – 21 июля, налив семян – 10 августа, а фаза созревания наступила 11 сентября. Гибриды, возделываемые по системе Clearfield (Мария ИМИ, ЛГ 5555 КЛП, ЛГ 50455 КЛП), характеризовались более поздним наступлением большинства фенологических фаз по сравнению с контролем.

Таблица 1 – Даты наступления фенологических фаз развития растений гибридов подсолнечника в зависимости от технологии возделывания

Гибрид	Технология	Даты наступления фенологических фаз						
		всходы	образ. 1-ой пары листьев	образ. 2-ой пары листьев	образование корзинки	цветение	налив семян	созревание
РЖТ Капитолл	Общепринятая (контроль)	20.05.	25.05.	29.05.	22.06.	21.07.	10.08.	11.09.
Мария ИМИ	Clearfield	21.05.	26.05.	31.05.	26.06.	26.07.	16.08.	17.09.
ЛГ 5555 КЛП	Clearfield	20.05.	25.05.	30.05.	24.06.	25.07.	14.08.	15.09.
ЛГ 50455 КЛП	Clearfield	20.05.	25.05.	29.05.	23.06.	22.07.	12.08.	13.09.

Наиболее выраженное смещение фенофаз относительно контроля зафиксировано у гибрида Мария ИМИ: цветение наступило на 5 суток позже (26 июля против 21 июля), налив семян – на 6 суток (16 августа против 10 августа), а созревание – на 6 суток (17 сентября против 11 сентября). У гибрида ЛГ 5555 КЛП также отмечен сдвиг сроков цветения (на 4 суток), налива семян (на 4 суток) и созревания (на 4 суток) в сторону более поздних дат относительно контроля. Наименьшее отклонение от контрольных значений отмечено у гибрида ЛГ 50455 КЛП: цветение наступило на 1 сутки позже, налив семян – на 2 суток, созревание – на 2 суток.

При анализе фенологических показателей в группе гибридов, возделываемых по системе Clearfield, установлена межгенотипическая дифференциация по темпам развития. Наиболее скороспелым среди них являлся гибрид ЛГ 50455 КЛП, сроки наступления фаз которого максимально приближены к значениям гибрида, возделываемого по классической технологии. Гибрид ЛГ 5555 КЛП занимал промежуточное положение, уступая по скорости развития гибриду ЛГ 50455 КЛП (цветение позже на 3 суток, налив семян – на 2 суток, созревание – на 2 суток), но превосходя гибрид Мария ИМИ (соответственно на 1, 2 и 2 суток раньше). Наиболее позднеспелым в исследуемой группе является гибрид Мария ИМИ, характеризующийся максимальным смещением всех фенологических фаз, особенно в репродуктивный период, что может быть обусловлено как генотипическими особенностями, так и продолжительностью вегетационного цикла, свойственной данному гибриду.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что технология Clearfield в целом не оказывает существенного ускоряющего влияния на развитие растений; напротив, гибриды, адаптированные к данной системе, указывают на тенденцию к более позднему наступлению репродуктивных фаз по сравнению с гибридом, возделываемым по общепринятой технологии. Среди гибридов Clearfield по степени скороспелости исследуемые образцы располагаются в следующей последовательности (от более скороспелого к более позднеспелому): ЛГ 50455 КЛП → ЛГ 5555 КЛП → Мария ИМИ.

На основе зафиксированных дат наступления основных фенологических фаз была рассчитана продолжительность межфазных периодов вегетации исследуемых гибридов подсолнечника в зависимости от применяемой технологии возделывания. Полученные данные позволили оценить темпы роста и развития растений на различных этапах онтогенеза, а также выявить влияние генотипа и агротехнического фона на длительность вегетационного периода (таблица 2).

Анализ данных, представленных в таблице 2, выявил определённые закономерности в продолжительности межфазных интервалов у исследуемых гибридов подсолнечника в зависимости от технологии возделывания и генотипических особенностей.

В контрольном варианте (гибрид РЖТ Капитолл, общепринятая технология) продолжительность периода «посев – всходы» составила 8 суток, интервал «всходы – образование корзинки» – 33 дня, «образование корзинки – цветение»

– 29 дней, «цветение – налив семян» – 20 дней, «налив семян – созревание» – 32 дня, а общая длительность периода «всходы – созревание» – 114 дней.

Таблица 2 – Продолжительность межфазных периодов растений гибридов подсолнечника в зависимости от технологии возделывания

Гибрид	Технология	Продолжительность межфазных периодов, дн.					
		посев – всходы	всходы – образование корзинки	образование корзинки – цветение	цветение – налив семян	налив семян – созревание	всходы – созревание
РЖТ Капитолл	Общепринятая (контроль)	8	33	29	20	32	114
Мария ИМИ	Clearfield	9	36	30	21	32	119
ЛГ 5555 КЛП	Clearfield	8	35	31	20	32	118
ЛГ 50455 КЛП	Clearfield	8	34	29	21	32	116

Гибриды, возделываемые по системе Clearfield, характеризовались увеличением общей продолжительности вегетационного периода (всходы – созревание) по сравнению с контролем. Так, у гибрида Мария ИМИ данный показатель превышал контроль на 5 суток (119 против 114 дней), у гибрида ЛГ 5555 КЛП – на 4 суток (118 дней), у гибрида ЛГ 50455 КЛП – на 2 суток (116 дней). Удлинение вегетационного периода у гибридов Clearfield происходило преимущественно за счёт увеличения начальных фаз развития: продолжительность периода «всходы – образование корзинки» у гибрида Мария ИМИ превышала контроль на 3 дня (36 против 33 дней), у ЛГ 5555 КЛП – на 2 дня (35 дней), у ЛГ 50455 КЛП – на 1 день (34 дня). Период «образование корзинки – цветение» у гибрида ЛГ 5555 КЛП также оказался на 2 дня длиннее контрольного значения, тогда как у ЛГ 50455 КЛП данный интервал полностью соответствовал контролю (29 дней), а у Мария ИМИ превышает его на 1 день. Продолжительность заключительного этапа «налив семян – созревание» у всех изучаемых гибридов Clearfield идентична контрольному значению и составляет 32 дня.

При сравнении гибридов, возделываемых по технологии Clearfield, установлена межгенотипическая дифференциация по продолжительности отдельных межфазных интервалов. Период «посев – всходы» у всех гибридов Clearfield, за исключением Мария ИМИ (9 дней), составил 8 дней, что соответствует контрольному значению. По длительности интервала «всходы – образование корзинки» гибриды располагались в следующей последовательности (в порядке убывания): Мария ИМИ (36 дней) → ЛГ 5555 КЛП (35 дней) → ЛГ 50455 КЛП (34 дня). Период «образование корзинки – цветение» максимальным оказался у гибрида ЛГ 5555 КЛП (31 день), минимальным – у гибрида ЛГ 50455 КЛП (29 дней), что идентично контролю; гибрид Мария ИМИ занял промежуточное положение (30 дней). Интервал «цветение – налив семян» у гибридов Мария ИМИ и ЛГ 50455 КЛП составил 21 день (на 1 сутки больше кон-

троля), тогда как у ЛГ 5555 КЛП данный показатель не отличался от контрольного значения (20 дней). Наиболее существенные различия между гибридами Clearfield выявлены по общей продолжительности периода «всходы – созревание»: минимальное значение зафиксировано у гибрида ЛГ 50455 КЛП (116 дней), максимальное – у Мария ИМИ (119 дней); гибрид ЛГ 5555 КЛП занял промежуточное положение (118 дней).

Таким образом, проведённый анализ свидетельствует, что применение технологии Clearfield сопровождается удлинением вегетационного периода по сравнению с общепринятой технологией, причём степень данного удлинения изменялась в зависимости от генотипа гибрида. Наиболее скороспелым среди гибридов Clearfield является ЛГ 50455 КЛП, характеризующийся минимальным отклонением от контрольных значений по большинству межфазных интервалов. Наиболее позднеспелым в исследуемой группе признан гибрид Мария ИМИ, что обусловлено преимущественным увеличением начальных этапов развития (всходы – образование корзинки) и репродуктивного периода (образование корзинки – цветение). Гибрид ЛГ 5555 КЛП занимал промежуточное положение по скороспелости, уступая ЛГ 50455 КЛП, но превосходя Мария ИМИ. Следует также отметить, что продолжительность заключительного этапа «налив семян – созревание» является стабильным признаком, не зависящим ни от технологии возделывания, ни от генотипа гибрида в рамках проведённого исследования, составляя во всех вариантах 32 дня.

В результате проведённых исследований по изучению продолжительности межфазных периодов вегетации гибридов подсолнечника, возделываемых по системе Clearfield, в сравнении с общепринятой технологией в условиях лесостепи Среднего Поволжья, установлены следующие закономерности:

Применение технологии Clearfield сопровождается удлинением вегетационного периода по сравнению с общепринятой технологией. Наибольшее смещение фенологических фаз относительно контроля (гибрид РЖТ Капитолл, общепринятая технология) отмечено у гибрида Мария ИМИ, у которого созревание наступило на 6 суток позже.

Среди гибридов Clearfield по степени скороспелости исследуемые образцы располагаются в следующей последовательности (от более скороспелого к более позднеспелому): ЛГ 50455 КЛП (116 дней от всходов до созревания) → ЛГ 5555 КЛП (118 дней) → Мария ИМИ (119 дней).

Удлинение вегетационного периода у гибридов Clearfield происходит преимущественно за счёт увеличения начальных фаз развития: периода «всходы – образование корзинки» и «образование корзинки – цветение».

Продолжительность заключительного этапа «налив семян – созревание» является стабильным признаком, не зависящим ни от технологии возделывания, ни от генотипа гибрида в рамках проведённого исследования, составляя во всех вариантах 32 дня.

Список использованных источников.

1. Аюханов, М.Б. Производство масличных культур / М.Б. Аюханов. – Уфа: Башкирское книжное издательство, 1975. – 110 с.

2. Демури́н, Я.Н. Первые отечественные имидазолиноноустойчивые гибриды подсолнечника / Я.Н. Демури́н, А.А. Пихтярёва, О.М. Борисенко, Е.Н. Трёмбак, Н.А. Пикалова // Масличные культуры (НТБ ВНИИМК). – 2012. – Вып. №1 (150). – 172 с.
3. Доспехов, Б.А. Методика опытного дела / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
4. Колосов, Т.А. Производственные испытания гибридов подсолнечника в системе «Clearfield» в условиях предуральской степи республики Башкортостан / Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития АПК / Материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXIII Международной специализированной выставки «Агрокомплекс – 2013». – Уфа: БГАУ, 2013. – Часть 1. – С. 74-75.
5. Колосов, Т.А. Эффективность применения гербицида евро-лайтнинг при возделывании гибридов подсолнечника в условиях предуральской степи Республики Башкортостан / Т.А. Колосов, М.М. Хайбуллин // Вестник БашГАУ. – 2015. – №3. – С. 18-20.
6. Павлюк, Н.Т. Продуктивность гибридов подсолнечника в условиях ЦЧР / Н.Т. Павлюк, Е.А. Брянцев // Вестник Воронежского ГАУ. – 2013. – № 2. – С. 97-101.
7. Пикалова, М.А. Изучение экспериментальных гибридов подсолнечника, выращенных по технологии Clearfield / М.А. Пикалова, М.С. Фукалова // VIII международная конференция молодых ученых и специалистов, ВНИИМК, 2015. – С. 24-27.
8. Пустовойт, В.С. Подсолнечник / В.С. Пустовойт // Сб. научных трудов ВНИИМК: Колос, 1975. – 591 с.
9. Поле - технология - урожай : к системе земледелия Пензенской области / А. Ф. Блинохватов, В. В. Манейлов, А. Н. Кашеев [и др.] ; Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2000. – 148 с. – EDN YSUBNK.

DURATION OF INTERPHASE PERIODS OF SUNFLOWER HYBRIDS GROWN UNDER THE CLEARFIELD SYSTEM

O.O. Tremasov, L.O. Kozlovskaya, S.A. Shemin

*Penza State Agrarian University
Penza, Russia*

The article presents the results of field studies on the duration of interphase periods of sunflower hybrids grown under the Clearfield system in comparison with conventional technology in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region. It was found that the use of Clearfield technology is accompanied by an extension of the growing season of hybrids, mainly due to an increase in the initial stages of development (emergence – formation of the head). The most early-maturing among the studied Clearfield hybrids is LG 50455 CLP, characterized by a minimal deviation from the control values for most interphase intervals. The duration of the final stage "seed filling – maturation" is a stable trait, independent of both the cultivation technology and the hybrid genotype.

Keywords: sunflower, hybrid, Clearfield technology, phenological phases, interphase periods, growing season, early maturity.

УРОЖАЙНОСТЬ ЯБЛОНИ ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА В УСЛОВИЯХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Р. Удалова, Л.О. Козловская

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

В статье представлены результаты оценки эффективности применения биологически активных веществ (БАВ) на продуктивность яблони сорта Северный Синап в условиях Пензенской области. Установлено, что обработка препаратами Циркон, Агат-25К и Рибав-Экстра способствует увеличению средней массы плода и урожайности. Максимальный эффект получен при использовании Рибав-Экстра, обеспечившего прибавку урожая 33,8% по сравнению с контролем. Выявлена статистически достоверная связь между применением регуляторов роста и основными элементами продуктивности культуры.

Ключевые слова: яблоня, Северный Синап, регуляторы роста, урожайность, продуктивность, биологически активные вещества.

Яблоня является одной из ведущих плодовых культур в Российской Федерации, а сорта позднелетнего срока созревания имеют особое значение для обеспечения населения свежими плодами в осенне-зимний и весенний периоды. Сорт яблони Северный синап, выведенный во ВНИИС им. И.В. Мичурина и включенный в Госреестр в 1959 году, на протяжении десятилетий остается одним из наиболее ценных сортов для Центрально-Черноземного, Средневолжского (включая Пензенскую область) и других регионов России [1].

Ценность сорта обусловлена его высокой урожайностью (до 120-170 кг с одного 15-летнего дерева), лежкоспособностью плодов (сохраняются до мая-июня), а также высокими качественными показателями: содержание сахаров достигает 11%, аскорбиновой кислоты – 11,5 мг/100 г. Сорт является среднеустойчивым к парше (*Venturia inaequalis*) [1]. Однако, несмотря на достоинства, Северный Синап характеризуется рядом недостатков, сдерживающих его эффективное возделывание: сильным ростом деревьев, поздним вступлением в плодоношение и резко выраженной периодичностью урожая.

Интенсификация сельскохозяйственного производства неразрывно связана с изучением экологической устойчивости видов и агроэкосистем. По оценкам ряда исследователей, потери урожая от стрессовых факторов окружающей среды достигают 50-80% от их генетически обусловленной потенциальной продуктивности [2]. В связи с этим, применение биологически активных веществ (регуляторов роста, ретардантов, биостимуляторов) представляет собой современный, экологически безопасный и экономически оправданный подход к управлению продукционным процессом плодовых культур.

Как отмечают исследователи, растительные гормоны играют важнейшую роль не только в регуляции роста и дифференцировки растений, но и в форми-

ровании толерантности к абиотическим стрессам [6]. Отличительной особенностью новых регуляторов роста выступает их способность интенсифицировать физиолого-биохимические процессы в растительном организме и параллельно повышать устойчивость к стрессам и болезням [5]. Высокая физиологическая активность новой группы биорегуляторов роста, обладающих антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами, проявляется уже в низких концентрациях – 5–50 мг/га [5].

Однако, несмотря на широкое распространение сорта Северный Синап в Пензенской области, систематических исследований по влиянию различных биологически активных веществ на его урожайность в регионе до настоящего времени не проводилось. Это определяет актуальность настоящего исследования, целью которого являлась оценка эффективности применения регуляторов роста на продуктивность яблони сорта Северный Синап в почвенно-климатических условиях Пензенской области.

Исследования проводились в условиях Пензенской области на яблоне сорта Северный Синап. Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль (без обработки);
2. Обработка препаратом Циркон;
3. Обработка препаратом Агат-25К; 4. Обработка препаратом Рибав-Экстра.

Повторность опыта – четырехкратная. Учетные деревья подбирались по принципу аналогов с учетом возраста, размеров кроны и физиологического состояния.

Для комплексной оценки эффективности применения БАВ на продуктивность яблони были определены следующие показатели: средняя масса плода (г) – определяли путем взвешивания всех плодов с каждого учетного дерева с последующим делением общей массы на количество плодов; урожайность с одного дерева (кг) и пересчет на единицу площади (т/га). Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа (НСР₀₅).

В ходе проведения исследований было установлено, что обработка регуляторами роста оказала положительное влияние на основные элементы продуктивности яблони (таблица).

Таблица – Средняя масса плодов и урожайность сорта Северный Синап

Вариант	Средняя масса плода, г	Урожайность, кг/дерево	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, % от контроля
Контроль	121,5	74,4	61,72	
Циркон	125,9	85,6	71,06	15,13
Агат-25К	123,4	93,7	77,74	25,95
Рибав-Экстра	132,9	99,5	82,62	33,86
НСР ₀₅	3,79	11,75	9,75	-

Установлено, что на контрольном варианте средняя масса плода составила 121,5 г. Обработка препаратом Циркон способствовала увеличению средней

массы плода до 125,9 г, а препарат Рибав-Экстра обеспечил максимальную среднюю массу – 132,9 г, что на 9,4% выше контроля. Препарат Агат-25К не оказал статистически значимого влияния на массу плодов, что, вероятно, связано с эффектом «загущения»: при большем количестве плодов (759 шт./дерево против 612 в контроле) питательные вещества распределялись между большим числом «потребителей». Урожайность с одного дерева является интегральным показателем. На контрольном варианте урожайность составила 74,4 кг/дерево. Все исследуемые препараты способствовали ее повышению. Максимальная урожайность получена при применении препарата Рибав-Экстра – 99,5 кг/дерево (82,62 т/га), что на 33,86 % выше контроля. Препарат Агат-25К обеспечил прибавку 25,95 %, Циркон – 15,13 %.

Следует отметить, что, несмотря на положительную тенденцию, прирост урожайности от применения Циркона (15,1%) оказался статистически недостоверным на 5%-ном уровне значимости ($11,2 \text{ кг} < 11,75 \text{ кг НСР05}$). Препараты Агат-25К и Рибав-Экстра показали статистически достоверное превышение урожайности по сравнению с контролем. Различия между Агат-25К и Рибав-Экстра недостоверны ($5,8 \text{ кг} < 11,75 \text{ кг}$), что позволяет считать их равноэффективными по интегральному показателю урожайности, однако Рибав-Экстра показал наилучшие результаты по средней массе плода.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности применения регуляторов роста для повышения продуктивности яблони. Рибав-Экстра показал наилучшие результаты по трем показателям из четырех: средняя масса плода (132,9 г – максимум), урожайность с дерева (99,5 кг – максимум), урожайность с гектара (82,62 т/га – максимум). По количеству плодов (749 шт.) он незначительно уступал Агат-25К (759 шт.), однако преимущество в массе плодов компенсирует это отставание.

Выводы. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что все исследуемые биологически активные вещества способствовали повышению урожайности яблони сорта Северный Синап в условиях Пензенской области. Максимальная урожайность получена при применении препарата Рибав-Экстра и составила 82,62 т/га, что на 33,86 % выше контроля. Статистически достоверное превышение урожайности по сравнению с контролем обеспечивали препараты Агат-25К (+25,95 %) и Рибав-Экстра (+33,86 %). Препарат Рибав-Экстра может быть рекомендован в качестве наиболее перспективного средства для повышения продуктивности яблони сорта Северный Синап в условиях Пензенской области.

Список использованных источников.

1. Агроклиматические ресурсы Пензенской области / под ред. Е.Д. Мулюкина. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. – 131 с.
2. Боровик Е.С., Леонович И.С., Капичникова Н.Г. Влияние биорегулятора Эпин на рост, плодоношение и качество плодов яблони // Плодоводство. – 2010. – Т. 22. – С. 61-67.
3. Быков, Н.И. Агрогидрологические свойства почв Среднего Поволжья (справочник) / Н.И. Быков. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1962. – 130 с.

4. Вакуленко, В.В. Регуляторы роста / В.В. Вакуленко // Защита и карантин растений. – 2004. – № 1. – С. 24-26.

5. Василейко М.В. Регуляторы роста растений и их применение в растениеводстве (литературный обзор) // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2021. – Т. 76. – С. 89-99. DOI: 10.31360/2225-3068-2021-76-89-99.

Сохранение биоразнообразия биомов и их охрана : Conservation of biome biodiversity and their protection / О. И. Антонов, А. А. Володькин, О. А. Володькина [и др.]. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – 216 с. – EDN TTEHIY.

YIELD OF APPLE TREES TREATED WITH GROWTH REGULATORS UNDER THE CONDITIONS OF THE PENZA REGION

V.R. Udalova, L.O. Kozlovskaya

Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

The article presents the results of evaluating the effectiveness of biologically active substances on the productivity of the apple variety Severny Sinap under the conditions of the Penza region. It was found that treatment with the preparations Zirkon, Agat-25K, and Ribav-Ekstra contributes to an increase in the average fruit weight and yield. The maximum effect was obtained with the use of Ribav-Ekstra, which provided a yield increase of 33.8% compared to the control. A statistically significant relationship was revealed between the application of growth regulators and the main elements of crop productivity.

Keywords: apple tree, Severny Sinap, growth regulators, yield, productivity, biologically active substances.

УДК 711.4-16

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВКА ТЕРРИТОРИИ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)

С.А. Фафурина, О.А. Ткачук

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

В статье исследуются градостроительное зонирование и планировка территории как ключевые инструменты управления развитием городов на региональном уровне. На примере Пензенской области проведен анализ иерархической системы документов градостроительного регулирования (генеральный план – ПЗЗ – ППТ – ПМТ), видов территориальных зон и градостроительных регламентов, механизма публичных слушаний, проблем увеличения плотности застройки и нагрузки на инфраструктуру, а также тренда на смешанное использование территорий. Показаны особенности перераспределения полномочий между региональными и муниципальными органами

власти в Пензенской области. Сделан вывод о сбалансированности региональной градостроительной политики и необходимости ее дальнейшей цифровизации.

Ключевые слова: градостроительное зонирование, планировка территории, Правила землепользования и застройки, проект межевания территории, Пензенская область, публичные слушания, плотность застройки, смешанное использование.

Современное градостроительное развитие в Российской Федерации перешло от сугубо архитектурно-технических задач к комплексному социально-экономическому управлению территориями. Ключевыми инструментами такого управления выступают градостроительное зонирование и планировка территории. От качества разработки документов территориального планирования, зонирования и планировки зависят инвестиционная привлекательность региона, качество жизни населения и устойчивость развития городских территорий. Пензенская область представляет собой показательный пример региона, где активно внедряются современные градостроительные механизмы, перераспределены полномочия между региональными и муниципальными органами, а документация регулярно обновляется в соответствии с изменениями федерального законодательства. Цель исследования – комплексный анализ теоретических и практических аспектов применения градостроительного зонирования и планировки территории для управления развитием городов на примере Пензенской области.

Методологическая основа исследования базируется на комплексе общенаучных и специальных юридических методов что позволило обеспечить системность, достоверность и практическую значимость полученных результатов.

Теоретическую базу составили положения Градостроительного кодекса Российской Федерации, Земельного кодекса Российской Федерации, а также научные труды в области градостроительного права и территориального планирования, в частности работы, посвященные правовому регулированию градостроительного зонирования, механизмам общественного участия и проблематике устойчивого развития городских территорий, нормативные правовые акты Пензенской области и муниципального образования города Пенза, регулирующие градостроительную деятельность, включая приказы Министерства градостроительства и архитектуры Пензенской области, постановления Администрации города Пензы, а также опубликованные проекты планировки и межевания территории за 2023–2025 годы.

Включенные в перечень документы отражают иерархическую систему градостроительного регулирования Пензенской области: от стратегических правил землепользования и застройки до детальных проектов планировки и межевания конкретных территориальных зон. Анализ данных документов позволяет проследить механизмы реализации градостроительной политики, включая централизацию полномочий на региональном уровне, применение принципов смешанного использования территорий, а также регулирование плотности застройки и инфраструктурной нагрузки.

Таблица 1 – Перечень проанализированных документов градостроительного регулирования Пензенской области

Тип документа	Наименование документа	Дата утверждения	Утвердивший орган	Предмет регулирования / характеристики территории
ПЗЗ	Правила землепользования и застройки города Пензы	20.05.2022 (с изменениями 2024, 2025)	Министерство градостроительства и архитектуры Пензенской области	Установление территориальных зон, градостроительных регламентов, видов разрешенного использования земельных участков, предельных параметров строительства на территории городского округа
ППТ	Проект планировки территории, ограниченной улицами Лядова, проспектом Строителей, границей территориальной зоны ОД-1	04.12.2023	Администрация города Пензы	Определение красных линий, параметров планируемой застройки общественно-деловой зоны, размещение объектов капитального строительства, организация улично-дорожной сети
ПМТ	Проект межевания территории, ограниченной улицами Лядова, проспектом Строителей, границей территориальной зоны ОД-1	04.12.2023	Администрация города Пензы	Установление границ образуемых земельных участков, распределение земель общего пользования, определение зон действия публичных сервитутов в общественно-деловой зоне
ПМТ	Проект межевания территории, ограниченной улицей Калинина (в районе ГСК «Урал»)	26.08.2025	Министерство градостроительства и архитектуры Пензенской области	Уточнение границ земельных участков, занятых гаражными кооперативами, формирование участков для последующего предоставления, регулирование смешанной застройки (жилая, гаражная, железнодорожная инфраструктура)
ПМТ	Проект межевания территории, ограниченной границей территориальной зоны ПК-2 в районе улицы Дорожной города Пензы	06.10.2025 (подготовка)	Министерство градостроительства и архитектуры Пензенской области	Формирование земельных участков в производственно-коммунальной зоне, установление границ для размещения объектов обслуживания, офисных помещений и коммунальных объектов
ПЗЗ (изменения)	Приказ о внесении изменений в Правила землепользования и застройки города Пензы	09.07.2024	Министерство градостроительства и архитектуры Пензенской области	Корректировка границ территориальных зон, актуализация видов разрешенного использования, приведение документации в соответствие с федеральным законодательством и генеральным планом

В Российской Федерации система документов градостроительного регулирования включает три взаимосвязанных уровня: документы территориального планирования (генеральный план муниципального образования), доку-

менты градостроительного зонирования (правила землепользования и застройки) и документацию по планировке территории (проекты планировки и проекты межевания территории). Генеральный план является основополагающим документом территориального планирования муниципального образования. В соответствии со статьей 9 Градостроительного кодекса Российской Федерации, генеральный план определяет назначение территорий исходя из совокупности социальных, экономических, экологических и иных факторов, а также параметры их планируемого развития. Функциональное зонирование, заложенное в генеральном плане, носит стратегический характер и устанавливает укрупненные зоны различного функционального назначения. Однако генеральный план не устанавливает непосредственно правовой режим использования земельных участков – эту функцию выполняют документы градостроительного зонирования. Правила землепользования и застройки разрабатываются в соответствии с генеральным планом и содержат градостроительные регламенты, которые определяют виды разрешенного использования и предельные параметры строительства для каждой территориальной зоны. Завершающий уровень системы представлен документацией по планировке территории – проектами планировки и проектами межевания, которые детализируют параметры развития конкретных элементов планировочной структуры и устанавливают границы земельных участков.

Правила землепользования и застройки (ПЗЗ) – это документ градостроительного зонирования, который утверждается нормативными правовыми актами органов местного самоуправления или уполномоченных органов государственной власти субъекта РФ.

Особенностью Пензенской области является централизация полномочий по утверждению ПЗЗ на региональном уровне. В связи с принятием Закона Пензенской области от 24.11.2021 № 3765-ЗПО утверждение Правил землепользования и застройки города Пензы было передано в Министерство градостроительства и архитектуры Пензенской области. Приказом Министерства от 20.05.2022 № 46/ОД утверждены действующие ПЗЗ города Пензы, которые регулярно актуализируются (в 2024 и 2025 годах вносились изменения). ПЗЗ выполняют функцию «переходного моста» от стратегического планирования к правовому регулированию: если генеральный план определяет, что на территории планируется жилая застройка, то ПЗЗ устанавливают, какие именно виды жилых домов можно строить, с какими параметрами и что еще можно размещать на этой территории.

Проект планировки территории (ППТ) представляет собой более детальный уровень градостроительного проектирования. ППТ разрабатывается для конкретных кварталов, микрорайонов или иных элементов планировочной структуры и включает чертежи планировки с отображением красных линий, положения о характеристиках планируемого развития территории (плотность застройки, показатели обеспеченности объектами социальной инфраструктуры), схемы организации улично-дорожной сети. Проект межевания территории (ПМТ) является завершающим звеном в иерархии. Он разрабатывается на

базе утвержденного ППТ и устанавливает границы существующих и образуемых земельных участков, границы территорий общего пользования, зоны действия публичных сервитутов.

Анализ практики Пензенской области показывает активное применение ПМТ. Постановлением Администрации г. Пензы от 04.12.2023 № 1788/1 утвержден проект межевания в районе улиц Лядова и проспекта Строителей для уточнения границ земельных участков в общественно-деловой зоне. Приказом Министерства от 26.08.2025 № 23-479 утвержден детальный проект межевания сложного участка в районе ул. Калинина, затрагивающего земли ГСК «Урал». Подготовка ПМТ в районе ул. Дорожная (приказ от 06.10.2025 № 23-610) осуществляется именно в границах территориальной зоны ПК-2 (производственно-коммунальная зона), установленной ПЗЗ, что обеспечивает согласованность документации.

Градостроительное зонирование – это деление территории муниципального образования на территориальные зоны с установлением для каждой из них градостроительного регламента. Ключевым требованием является принадлежность каждого земельного участка только к одной территориальной зоне; формирование одного земельного участка из нескольких участков, расположенных в различных территориальных зонах, не допускается. Земельный кодекс РФ и Градостроительный кодекс РФ устанавливают единую систему территориальных зон в составе земель населенных пунктов: жилые зоны (Ж), общественно-деловые зоны (О), производственные зоны (П), зоны инженерной и транспортной инфраструктур (И), рекреационные зоны (Р), зоны сельскохозяйственного использования (СХ), зоны специального назначения (С), зоны военных объектов и иных режимных территорий (В), зоны особо охраняемых территорий. В составе жилых зон выделяются подзоны индивидуальной жилой застройки, малоэтажной смешанной, среднеэтажной смешанной и многоэтажной жилой застройки.

Градостроительный регламент включает три категории видов разрешенного использования: основные (реализуются без дополнительных разрешений), условно разрешенные (требуют публичных слушаний) и вспомогательные. Предельные параметры разрешенного строительства могут включать предельную этажность, максимальный процент застройки, минимальные отступы от границ участка, максимальную плотность застройки. Регламент обязателен для исполнения всеми собственниками, землепользователями, землевладельцами и арендаторами независимо от форм собственности. Земельные участки и объекты, не соответствующие градостроительному регламенту, могут использоваться без установления срока приведения в соответствие, за исключением случаев, когда их использование опасно для жизни и здоровья людей, окружающей среды, памятников истории и культуры. Однако реконструкция и строительство новых объектов на таких участках допускаются только в соответствии с установленными регламентами.

Публичные слушания и общественные обсуждения регулируются статьей 5.1 Градостроительного кодекса РФ и муниципальными правовыми актами.

Обязательному рассмотрению подлежат проекты генеральных планов, ПЗЗ, ППТ, ПМТ, проекты правил благоустройства, а также проекты решений о предоставлении разрешения на условно разрешенный вид использования и на отклонение от предельных параметров. Действующее законодательство различает две формы общественного участия. Публичные слушания предполагают личное участие граждан на собрании, возможность выступить, задать вопросы. Общественные обсуждения могут проводиться через встречи, в средствах массовой информации, в том числе через интернет. Процедура включает оповещение населения, размещение проекта, проведение экспозиции, собрание участников (или сбор предложений через интернет), подготовку протокола и заключения о результатах.

В Пензенской области создана Комиссия по подготовке проектов ПЗЗ при Министерстве градостроительства и архитектуры, в состав которой входят представители министерства, администраций районов и подведомственных учреждений. Приказы о подготовке документации по планировке территории (в районах ул. Дорожная, ул. Калинина) предполагают последующее общественное обсуждение утвержденных проектов. Проблемами остаются формальный подход к проведению слушаний, недостаточная информированность населения и сложность учета всех поступивших предложений.

Плотность застройки – один из ключевых параметров градостроительного регламента. Она выражается в коэффициенте плотности застройки (отношение площади всех этажей зданий к площади участка), проценте застройки и коэффициенте интенсивности использования территории.

В современных городах, включая Пензу, наблюдается устойчивый тренд на повышение плотности застройки, обусловленный экономическими (высокая стоимость земли), демографическими (рост населения) и инвестиционными факторами. Увеличение плотности застройки без адекватного развития инфраструктуры порождает транспортные проблемы (рост числа автомобилей, дефицит парковок), дефицит социальной инфраструктуры (школы, поликлиники), инженерные перегрузки (водоснабжение, электричество) и ухудшение качества городской среды (инсоляция, зеленые насаждения). Градостроительное законодательство предусматривает механизмы управления нагрузкой: нормативы градостроительного проектирования, расчетные показатели в ППТ, технические условия подключения к сетям, договоры о комплексном развитии территории.

Практика Пензенской области демонстрирует учет этих вопросов при разработке ПМТ (зона ПК-2 по ул. Дорожной, зона ОД-1 по ул. Лядова, участок по ул. Калинина).

Смешанное использование территорий (mixed-use development) – современный градостроительный тренд, предполагающий сочетание в пределах одной территориальной зоны жилой, общественно-деловой, коммерческой и рекреационной функций. Концепция смешанного использования противопоставляется жесткому функциональному зонированию советского периода, когда спальные районы были отделены от мест приложения труда, что порождало

маятниковую миграцию и транспортные проблемы. Преимущества смешанного использования включают сокращение транспортных перемещений, повышение безопасности городской среды, развитие общественных пространств, экономическую эффективность и формирование «города коротких расстояний».

Российское законодательство допускает такое сочетание: при установлении границ территориальных зон учитывается возможность сочетания различных видов использования, а градостроительный регламент включает широкий спектр видов. Жилые зоны предназначены не только для застройки жилыми зданиями, но и для размещения объектов культурно-бытового назначения. Общественно-деловые зоны могут включать жилые дома, гостиницы, подземные и многоэтажные гаражи.

В Пензенской области принципы смешанного использования реализуются в проекте межевания зоны ОД-1 (ул. Лядова), в подготовке ПМТ для зоны ПК-2 (ул. Дорожная) с включением объектов обслуживания и офисов, а также в проекте по ул. Калинина, где жилая застройка соседствует с гаражными кооперативами, торговлей и железнодорожной инфраструктурой. Основные риски – конфликты между функциями (шум, транспорт) и повышенная нагрузка на инфраструктуру – минимизируются через градостроительные регламенты и публичные слушания.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы. Иерархия градостроительной документации в Пензенской области выстроена в строгом соответствии с федеральным законодательством; централизация полномочий по утверждению ПЗЗ на региональном уровне обеспечивает единую градостроительную политику.

Виды территориальных зон и градостроительные регламенты образуют правовой каркас использования земельных участков; обязательность исполнения регламентов всеми правообладателями независимо от форм собственности обеспечивает стабильность и предсказуемость градостроительных отношений. Публичные слушания доказали свою значимость как механизм общественного участия, однако требуют повышения информированности граждан и реального учета предложений.

Проблема увеличения плотности застройки и нагрузки на инфраструктуру решается через детальную проработку ППТ и ПМТ, установление расчетных показателей обеспеченности инфраструктурой и механизмы подключения к инженерным сетям. Принятые в 2023–2025 годах проекты межевания конкретных территорий (ул. Лядова, ул. Калинина, ул. Дорожная) демонстрируют комплексный подход.

Тренд на смешанное использование территорий находит отражение в градостроительной политике Пензенской области, создавая основу для формирования многофункциональной, комфортной и безопасной городской среды. Дальнейшее совершенствование системы градостроительного зонирования и

планировки территории должно идти по пути цифровизации градостроительной документации, повышения открытости и доступности градостроительных решений, а также развития механизмов общественного участия.

Список использованных источников.

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 29.12.2025) // Собрание законодательства РФ. – 2005. – № 1 (часть 1). – Ст. 16.
2. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 31.07.2025) // Собрание законодательства РФ. – 2001. – № 44. – Ст. 4147.
3. Приказ Министерства градостроительства и архитектуры Пензенской области от 09.07.2024 № 23-275 «О внесении изменений в Правила землепользования и застройки города Пензы...» // КонсультантПлюс.
4. Приказ Министерства градостроительства и архитектуры Пензенской области от 26.08.2025 № 23-479 «Об утверждении документации по планировке территории «Проект межевания территории, ограниченной улицей Калинина...» // Официальный интернет-портал правовой информации.
5. Приказ Министерства градостроительства и архитектуры Пензенской области от 06.10.2025 № 23-610 «О подготовке документации по планировке территории «Проект межевания территории, ограниченной границей территориальной зоны ПК-2 в районе ул. Дорожная г. Пензы»» // Официальный интернет-портал правовой информации.
6. Постановление Администрации г. Пензы от 04.12.2023 № 1788/1 «Об утверждении документации по планировке территории: «Проект межевания территории, ограниченной улицами Лядова, проспектом Строителей, границей территориальной зоны ОД-1»» // КонсультантПлюс.
7. Лапач М.В. Градостроительное право России / М.В. Лапач. – М.: Юстицинформ, 2021. – 320 с.
8. Планировка и застройка городских и сельских поселений / Под ред. А.В. Крашенинникова. – М.: Стройиздат, 2020. – 456 с.

URBAN PLANNING ZONING AND TERRITORIAL PLANNING AS TOOLS FOR URBAN DEVELOPMENT MANAGEMENT (CASE STUDY OF PENZA REGION)

S.A. Fafurina, O.A. Tkachuk

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

The article examines urban planning zoning and territory layout as key tools for managing urban development at the regional level. Using the example of the Penza Region, the article analyzes the hierarchical system of urban planning documents (master plan, planning zone zoning, planning and design regulations, and planning and design management), the types of territorial zones and urban planning regulations, the mechanism of public hearings, the problems of increasing building density and infrastructure load, and the trend towards mixed use of territories. The article also examines the features of the redistribution of powers between regional and municipal authorities in the Penza Region. The article concludes that regional urban planning policy is balanced and that further digitalization is necessary. Keywords: urban planning zoning, territory layout, Land Use and Development Rules, territory landscaping project, Penza Region, public hearings, building density, mixed use.

АНАЛИЗ ГОРИМОСТИ ЛЕСОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Фомин¹, Н.И. Остробородова²

¹Министерство лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Пензенской области

²Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия

В статье приводятся анализ динамики количества и площадей лесных пожаров в Пензенской области. Отмечено, что на территории области за последние двадцать пять лет пиковым годом являлся 2010 как по площади поражения, так и по количеству случаев.

Ключевые слова: Пензенская область, пожары, факторы, горимость.

Лесные пожары представляют собой один из наиболее разрушительных факторов, оказывающих негативное влияние на состояние лесного фонда, экологическую безопасность и социально-экономическое развитие регионов. Ежегодно в Российской Федерации регистрируются тысячи лесных пожаров, которые уничтожают ценные древостои, наносят ущерб животному миру, приводят к загрязнению атмосферного воздуха продуктами горения и создают реальную угрозу для населенных пунктов и объектов экономики [2].

Несмотря на принимаемые меры и внедрение новых технологий, проблема совершенствования систем охраны лесов от пожаров сохраняет свою остроту и требует постоянного анализа, поиска новых решений и адаптации успешного опыта к условиям конкретных территорий. Пензенская область, обладающая значительными лесными ресурсами и характеризующаяся определенными природно-климатическими особенностями, не является исключением.

Лесные пожары ежегодно приводят к гибели или повреждению насаждений на многих тысячах гектаров; выбросу в атмосферу сотен тысяч тонн продуктов сгорания; снижению водоохраных, защитных и других полезных функций леса; уничтожению фауны; нарушению планового ведения лесного хозяйства и использования природных ресурсов [3].

Данные горимости за 15 лет (с 2000 по 2015 год) на территории области показывают, что их пик пришелся на 2010 год как по площади поражения, так и по количеству случаев. За 2010 год отмечено 923 случая возгорания общей площадью 4264,68 га.

Сложившаяся ситуация напрямую связана с жарким весенне-летним периодом 2010 года. В Пензенской области в данный период наблюдались тяжёлые засушливые условия. В последнюю декаду июля осадки либо отсутствовали, либо их количество было минимальным. В целом лето 2010 года в Пензенской области отличалось высокой температурой, дефицитом осадков и установлением температурных рекордов.

Анализ динамики количества и площадей лесных пожаров последующей десятилетки показывает, что период с 2015 года по 2025 год характеризуется значительными колебаниями.

Таблица – Динамика количества и площадей лесных пожаров

№ п/п	Год возгорания	Площадь пожаров	Количество пожаров
1	2015	233,13	90
2	2016	10,98	14
3	2017	61,37	29
4	2018	173,72	78
5	2019	104,10	73
6	2020	317,13	86
7	2021	127,94	62
8	2022	17,21	14
9	2023	46,11	34
10	2024	1867,79	62
11	2025	16,770	22
Всего		2976,25	564

Данные свидетельствуют, что 2016 и 2017 года являлись самыми безопасными в пожарном отношении. Было отмечено всего лишь 14 случаев пожара на площади 10,98 га и 17,21 га соответственно. Это говорит о том, что за последние 10 лет показатели значительно улучшились. Однако были и проблемные годы: 2015 год – количество пожаров 90, 2020 год, в котором количество возгораний достигло 86, а их площадь составила 317 га, В 2023 году возникло 34 пожара на площади 46,11 га., а в 2024 году 62 пожара уничтожили площадь лесов в размере 1867,79 га. Общее количество пожаров, произошедших на территории области с 2015 года, составило 564, которые распространились на площадь 2976,25 га. Лесные пожары возникают по двум основным группам причин: природным и антропогенным (связанным с деятельностью человека). По статистике, около 85-90 % лесных пожаров происходят по вине человека, остальные 10-15 % - из-за естественных факторов [1, 4]. Как правило лесные пожары чаще всего возникают вблизи населенных пунктов, вдоль автомобильных и железных дорог. Острой проблемой является выжигание сухой растительности.

Таким образом, площади возгорания в области в последнее десятилетие сократились, что говорит об успешной работе сотрудников пожарного контроля (надзора), охраны леса.

Список использованных источников.

1. Агапкин, Н.Д. Лесная пирология: учебное пособие / Н.Д. Агапкин, В.А. Гущина, А.А. Володькин. – Пенза: ПГАУ, 2016. – 200 с.
2. Мелехов, И. С. Лесоводство: учебник / И. С. Мелехов. – 4-е изд. – Москва: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 324 с.
3. Ольховка, И. Э. Анализ горимости лесов и лесопожарное районирование юга Тюменской области / И. Э. Ольховка, В. П. Абрамов, С. В. Залесов // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2007. – № 8. – С. 46-49. – EDN ISCJON.

4. Анализ горимости лесов на территории Уральского федерального округа / Л. Е. Кузнецов, С. В. Залесов, А. А. Кректунов [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 11(137). – DOI 10.23670/IRJ.2023.137.43. – EDN EIUUVA/.

ANALYSIS OF FIRE PROBABILITY OF FORESTS IN THE PENZA REGION

S.A. Fomin¹, N.I. Ostroborodova²

¹Ministry of Forestry, Hunting, and Nature ManagementPenza Oblast,

²Penza State Agrarian University, Penza, Russia

The article analyzes the dynamics of the number and area of forest fires in the Penza region. It is noted that over the past twenty-five years, 2010 was the peak year in the region in terms of both the area affected and the number of fires.

Keywords: Penza Oblast, fires, factors, flammability.

УДК 631.588

АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ЯРОВОГО РАПСА

Н.П. Чекаев, А.Н. Арефьев, Б.С. Задков

Пензенский государственный аграрный университет,

г. Пенза, Россия

В статье проанализирована эффективность применения дронов для химической обработки ярового рапса. Полевой опыт проводился в Пензенской области на базе на базе Учебно-опытного хозяйства «Рамзай» Пензенского ГАУ в 2024 году. Выяснилось, что при использовании БПЛА засорённость полей оказалась на 17,7–18,0 % выше, чем при традиционной технологии. Причина – неравномерная густота всходов и отказ от гербицидов. Снизить засорённость можно с помощью допосевого боронования. До опрыскивания вредителей на «дроновых» делянках было на 1,3–13,0 % больше, чем в контроле. После обработки этот разрыв вырос до 11,2–35,7 %. Скорее всего, это связано с неравномерным распределением рабочего раствора, неудачным выбором инсектицидов и низким расходом жидкости (15 л/га против 200 л/га при наземном опрыскивании).

Ключевые слова: агротехнология, технология с применением БПЛА, яровой рапс, засоренность посевов, зараженность вредителями.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) активно внедряются в различные отрасли экономики, включая сельское хозяйство [1, 5]. Аграрный сектор, характеризующийся значительными посевными площадями и необходимостью оперативного контроля на всех этапах развития растений, особенно заинтересован в таких технологиях. Современные квадрокоптеры решают не

только задачи аэрофотосъемки: они позволяют получать точную информацию о состоянии полей и отдельных растений, а также эффективно распылять пестициды и другие химические средства. При этом оператор находится на безопасном расстоянии от зоны обработки и не контактирует с вредными веществами [5].

Использование БПЛА в агропромышленном комплексе повышает эффективность производства за счет автоматизации мониторинга посевов, прогнозирования урожайности, дифференцированного внесения агрохимикатов и биологических средств защиты растений [3].

По оценкам экспертов, внедрение этих технологий в России может обеспечить ежегодную экономию до 300 млрд рублей за счет снижения потерь урожая, оптимизации расхода агрохимикатов и сокращения затрат на горюче-смазочные материалы и оплату труда персонала [2, 5]. Опрыскивание с помощью дронов особенно востребовано в тех случаях, когда применение традиционных наземных опрыскивателей затруднено [4].

Целью работы являлось определение эффективности применения БПЛА при химической защите растений ярового рапса. Опыт закладывался на базе Учебно-опытного хозяйства «Рамзай» Пензенского ГАУ (Мокшанский район, Пензенская область) в вегетационный период 2024 года.

Схема опыта включала два варианта:

- Традиционная технология: внесение удобрений разбрасывателем, посев сеялкой СЗТ-5,4, опрыскивание опрыскивателем ОП-2500.

- Технология с применением БПЛА: все операции (внесение удобрений, посев, опрыскивание) выполнялись с использованием беспилотников.

28 апреля проведено внесение аммиачной селитры (100 кг/га) и посев. Норма высева составила: сеялкой – 5,1 кг/га, БПЛА – 5,8 кг/га (на 15% выше, что обусловлено ожидаемым снижением полевой всхожести). Использован сорт «Форпост». На участке с БПЛА после посева выполнено боронование для заделки семян в почву.

За период вегетации проведено 5 инсектицидных обработок (препараты Борей Нео, Гарпун и их смеси). Обработка гербицидами не проводилась, поскольку засоренность посевов не превышала экономического порога вредоносности. Площадь опыта составила 4 га (по 2 га на каждую технологию).

В начальный период после всходов растения рапса развиваются медленно и в это время особенно уязвимы для конкуренции со стороны сильнорослых сорняков, которые потребляют влагу и элементы питания. Сорная растительность также способствует увеличению численности вредителей, затрудняет уборку урожая и, как следствие, снижает урожайность, масличность и белковость семян.

В посевах рапса из многолетних сорняков отмечен выюнок полевой (*Convolvulus arvensis*). Среди малолетних сорных растений доминировали одностольные: щетинник сизый (*Setaria glauca* L.), куриное просо (ежовник обыкновенный) (*Echinochloa crusgalli* L.) и двудольные: щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), пастушья сумка

обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* L.), дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.).

Численность сорняков при изучаемых способах посева в значительной степени зависит от погодных условий. Наибольшее количество сорных растений (111,0 шт./м²) отмечено в фазу всходов на варианте с применением БПЛА. Засоренность на посевах, выполненных сеялкой, была ниже и составила 91,0 шт./м². Сырая масса сорняков на варианте с БПЛА достигла 16,7 г/м² против 13,1 г/м² на контроле.

Меньшее количество сорных растений при традиционной технологии объясняется предпосевной культивацией, которая на начальных этапах развития рапса снижала их численность в 1,2 раза. При этом на долю малолетников приходилось 85,6–87,9%. Гербицидная обработка в фазе 3–4 листьев не проводилась, поскольку засоренность не превышала экономического порога вредности.

Наблюдения показали, что общее количество сорняков к уборке уменьшается в 1,7–1,8 раза в зависимости от способа посева. Наиболее засоренными (62,0 шт./м²) оставались посевы с применением БПЛА. На сеялочном варианте количество сорных растений составило 55,0 шт./м². Численность малолетников снизилась соответственно до 56,0 и 51,0 шт./м², многолетников – до 6,0 и 4,0 шт./м². Однако сырая масса сорного компонента по сравнению с фазой полных всходов увеличилась до 43,0 и 36,3 г/м² соответственно.

Таблица 1 – Засоренность посевов ярового рапса

Технология	Количество сорняков, шт./м ²						Сырая масса сорняков, г/м ²					
	полные всходы			перед уборкой			полные всходы			перед уборкой		
	всего сорняков	малолетние	многолетние	всего сорняков	малолетние	многолетние	всего сорняков	малолетние	многолетние	всего сорняков	малолетние	многолетние
Традиционная	91	80,0	11,0	55	51	4	13,1	8,9	4,2	36,3	18,7	17,6
С применением БПЛА	111	95,0	16,0	62	56	6	16,7	11,3	5,4	43,0	23,2	19,8

На размножение вредителей существенное влияние оказывают погодные условия. Одними из наиболее опасных вредителей рапса являются крестоцветные блошки, повреждающие листья (выедают небольшие язвочки). Наиболее уязвимая фаза – всходы, когда происходит интенсивное травмирование семядольных и молодых листочков. Наибольший вред блошки наносят в сухую и жаркую погоду, когда рост растений замедлен.

В период появления всходов на варианте с БПЛА в условиях пониженных температур (7,2°С при норме 12,6°С) и избыточного количества осадков (20 мм при норме 12 мм) активность крестоцветных блошек была низкой. Кроме того, погодные условия вегетационного периода предшествующего года (2023)

также были неблагоприятны для развития вредителей: наблюдалось избыточное увлажнение (ГТК 1,5) при среднесуточной температуре 18,2°С.

Количество крестоцветных блошек в фазу всходов не превышало экономического порога вредоносности (ЭПВ – 20 шт. на 100 растений) и составило 10 шт. на 100 растений. При постепенном повышении температуры до 22,2°С в течение двух недель до фазы образования розетки численность насекомых нарастала и достигла 40 шт./100 растений на традиционном варианте и 46 шт./100 растений – на варианте с применением БПЛА. В связи с этим возникла необходимость в инсектицидной обработке, после которой количество вредителей снизилось до 10 шт./100 растений (традиционная технология) и 16 шт. (вариант с БПЛА). На варианте с применением БПЛА после обработки численность вредителей оказалась выше, однако оставалась ниже порога вредоносности.

К фазе стеблевания на посевах рапса активизировались гусеницы капустной моли (ЭПВ – 2-3 гусеницы на растение). Вредоносность этого насекомого может достигать значительных размеров. В начале стеблевания гусеницы поедает зачатки соцветий, что приводит к стерильности нижних цветков. В начале цветения личинки переходят на почки соцветий второго порядка, которые закладываются у основания листьев стебля, где скрываются под кроющими листьями. В этот период вредителя сложно обнаружить, однако на каждом боковом ответвлении может находиться 3–4 личинки. В связи с этим проведена обработка инсектицидом, после которой количество вредителей снизилось в 4,2 раза и составило 79–91 шт. на 100 растений. Количество вредителей на варианте с БПЛА до и после обработки было выше по сравнению с традиционной технологией.

К фазе «зеленый стручок» популяция капустной моли вновь активизировалась и варьировала в пределах 425–431 гусеницы на 100 растений. После обработки инсектицидом общее количество вредителей сократилось до 63–71 гусеницы на 100 растений. Как и на предыдущих этапах, численность вредителей на варианте с БПЛА была выше, чем при традиционной технологии.

Таблица 2 – Численность вредителей в агроценозе ярового рапса, шт./100 раст.

Технология	Фаза развития рапса (вредитель)					
	розетка листьев (крестоцветные блошки)		стеблевание (капустная моль)		зеленый стручок (капустная моль)	
	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки
Традиционная	40	10	379	79	425	63
С применением БПЛА	46	16	388	91	431	71

Следует отметить, что отсутствие своевременной борьбы с личинками капустной моли приводит к повреждению молодых стручков (личинки соскабли-

вают паренхиму). В процессе роста поврежденный стручок закручивается и деформируется. При созревании такие стручки преждевременно растрескиваются, что вызывает дополнительные потери семян.

Таким образом, при использовании БПЛА средняя засорённость посевов оказалась выше на 17,7–18,0 % по сравнению с традиционной технологией. Это объясняется неравномерной густотой стояния растений и отсутствием гербицидных обработок. Выравнивание густоты посевов возможно за счёт дополнительного допосевного боронования.

До проведения инсектицидных обработок численность вредителей на варианте с БПЛА превышала контрольные значения на 1,3–13,0 %. После обработки разница увеличивалась до 11,2–35,7 %, что, вероятно, связано с недостаточно равномерным покрытием посевов, неоптимальным подбором инсектицидов, адаптированных к применению с БПЛА, и малым расходом рабочей жидкости (15 л/га против 200 л/га при наземном опрыскивании). Для повышения эффективности инсектицидных обработок с помощью БПЛА требуется экспериментальное обоснование выбора препаратов либо применение средств, рекомендованных для ультрамалообъёмного опрыскивания.

Список использованных источников.

1. Агродроны как инструмент цифровизации технического обеспечения растениеводства / В. А. Погоньшев, Д. А. Погоньшева, Н. Д. Ульянов, Е. М. Милютина // Вестник Брянской ГСХА. – 2025. – № 4. – С. 56-61.
2. Дифференцированная обработка сельхозугодий с помощью БПЛА / И. Г. Смирнов, Р. К. Курбанов, Л. А. Марченко, Д. М. Горшков // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2019. – № 4(37). – С. 30-35. – EDN LFOUDJ.
3. Дьяченко, А. В. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве как способ повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации / А. В. Дьяченко, М. В. Леденёва, М. В. Чуб // Бизнес. Образование. Право. – 2025. – № 3(72). – С. 25–31.
4. Иванов, С. А. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / С. А. Иванов, Н. А. Майданников, Ю. А. Бондарева // Мелиорация и водное хозяйство : материалы научно-практической конференции, Новочеркасск, 24–25 ноября 2016 года. Том Выпуск 14. – Новочеркасск: ООО "Лик", 2016. – С. 210-214. – EDN YOFPTH.
5. Экономическая эффективность использования дронов в растениеводстве / М. Ю. Карелина, И. Л. Бухарина, М. Н. Белоусова, В. А. Белоусов // Управление. – 2025. – Т. 13, № 4. – С. 72-80. – DOI 10.26425/2309-3633-2025-13-4-72-80. – EDN OQSYOQ.
6. Гущина, В. А. Фитосанитарное состояние агроценозов ярового рапса / В. А. Гущина, Н. Д. Агапкин, А. С. Лыкова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 4(44). – С. 51-58. – EDN XHPTTL.
7. Application of microbiological fertilizers in barley cultivation technology / Yu. V. Koryagin, E. G. Kulikova, N. V. Koryagina, V. A. Trishina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : Volga Region Farmland 2021 (VRF 2021), Penza, 16–18 ноября 2021 года. Vol. 953. – Penza: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012005. – DOI 10.1088/1755-1315/953/1/012005. – EDN DFPTRY.

AGRONOMIC EFFICIENCY OF USE UNMANNED AERIAL VEHICLES CHEMICAL PROTECTION OF SPRING RAPESEED

N.P. Chekaev, A.N. Arefyev, B.S. Zadkov

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

The article analyzes the effectiveness of drones for chemical processing of spring rape. The field experiment was conducted in the Penza region on the basis of the Ramzai Experimental Farm of the Penza State Agrarian University in 2024. It turned out that when using UAVs, the field contamination turned out to be 17.7–18.0% higher than with traditional technology. The reason is the uneven density of seedlings and the rejection of herbicides. It is possible to reduce clogging by using pre-sowing irrigation. Before spraying, there were 1.3–13.0% more pests in the "drone" plots than in the control. After treatment, this gap increased to 11.2–35.7%. Most likely, this is due to the uneven distribution of the working solution, an unsuccessful choice of insecticides and a low consumption of liquid (15 l/ha versus 200 l/ha for ground spraying).

Keywords: agrotechnology, UAV technology, spring rape, crop contamination, pest infestation.

УДК 631.588

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИИ С БПЛА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАПСА

Н.П. Чекаев, Б.С. Задков, А.А. Галиуллин

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

Статье приведены данные определения эффективности применения БПЛА на рост и развитие растений ярового рапса. В ходе исследований, проведенных в вегетационный период 2024 года, установлено, что применение технологии с использованием БПЛА приводит к ухудшению основных показателей развития ярового рапса по сравнению с традиционной наземной технологией: всхожесть снижается на 3,5 %; сохранность к уборке – на 3 %; выживаемость – на 5,5 %. Данное снижение обусловлено неравномерной заделкой семян. При беспилотной технологии для заделки семян после посева используется боронование, что не обеспечивает равномерного распределения семян по глубине.

Ключевые слова: агротехнология, технология с применением БПЛА, яровой рапс, фенологические наблюдения, всхожесть, сохранность, выживаемость.

Беспилотные технологии меняют производственную отрасль, включая сельское хозяйство [1-5].

Аграрная сфера отличается большими площадями и необходимостью оперативного реагирования на всех этапах развития растений. Сегодня квадрокоптеры выполняют не только аэрофотосъемку: они позволяют получать точные

данные о состоянии поля и отдельных растений, эффективно распылять пестициды и другие химикаты. Оператор находится в сотнях метров от зоны обработки и не контактирует с вредными веществами [2, 3].

БПЛА повышают эффективность АПК за счет автоматизации мониторинга посевов, прогнозирования урожайности, дифференцированного внесения агрохимикатов и биологических средств защиты. Внедрение этих технологий в России дает потенциал ежегодной экономии до 300 млрд рублей благодаря снижению потерь урожая, оптимизации расхода агрохимикатов и сокращению затрат на ГСМ и персонал [3, 5].

Опрыскивание дронами активно применяется в сельском хозяйстве, особенно в случаях, когда работа традиционных опрыскивателей затруднена [4].

Исследования проводились с целью определения эффективности применения БПЛА на рост и развитие растений ярового рапса. Опыт заложили на базе Учебно-опытного хозяйства «Рамзай» Пензенского ГАУ (Мокшанский район, Пензенская область) в летний вегетационный период 2024 года.

Схема опыта:

- Традиционная технология: внесение удобрений разбрасывателем, посев сеялкой СЗТ-5,4, опрыскивание опрыскивателем ОП-2500.

- Технология с БПЛА: все операции (внесение удобрений, посев, опрыскивание) выполнялись беспилотниками.

28 апреля провели внесение аммиачной селитры (100 кг/га) и посев. Норма высева: сеялкой – 5,1 кг/га, БПЛА – 5,8 кг/га (на 15 % выше из-за ожидаемого снижения всхожести). Использован сорт «Форпост». На участке с БПЛА после посева провели боронование для заделки семян.

За вегетацию выполнено 5 инсектицидных обработок (Борей Нео, Гарпун, их смеси). От сорняков посевы не обрабатывали из-за отсутствия превышения экономического порога вредоносности.

Площадь опыта – 4 га (по 2 га на каждую технологию).

Фенологические фазы являются важнейшими индикаторами адаптационных способностей растений. Наблюдения за ними позволяют фиксировать изменения и продолжительность прохождения этапов развития в процессе приспособления к новым условиям среды.

Согласно биологическим особенностям ярового рапса, прорастание семян начинается при температуре 2–3 °С. Длительность периода от посева до появления всходов варьирует от 5 до 20 дней в зависимости от сложившихся погодных условий.

Несмотря на хорошее увлажнение верхнего слоя почвы, чему способствовало выпадение осадков в количестве 30,0 мм (при норме 25,0 мм), на варианте с сеялочным посевом всходы появились лишь на 20-е сутки. Причиной стало то, что среднесуточная температура воздуха оказалась на 4,7 °С ниже нормы (8,7 °С против 13,4 °С) (таблицы 1, 2).

На варианте с посевом с помощью БПЛА продолжительность периода «посев – всходы» была на трое суток больше.

Таблица 1 – Погодные условия вегетационного периода ярового рапса (данные ЦГМС – Пензенского филиала ФГБУ «Приволжское УГМС»)

Месяц	Декада	Температура		Количество осадков, мм			ГТК
		факт.	норма	факт.	норма	% от нормы	
Апрель	1	9,90	3,30	2,90	11,00	26,36	
	2	13,40	7,00	8,50	11,00	77,27	
	3	16,00	9,70	32,00	12,00	266,67	2,00
	Среднее	13,10	6,67	43,40	34,00	127,65	1,93
Май	1	7,20	12,60	20,00	12,00	166,67	2,53
	2	10,20	14,10	6,00	13,00	46,15	0,59
	3	17,10	15,50	0,00	13,00	0,00	0,00
	Среднее	11,50	14,07	26,00	38,00	68,42	0,73
Июнь	1	22,20	17,50	13,00	20,00	65,00	0,59
	2	24,10	18,60	6,30	20,00	31,50	0,26
	3	18,30	19,10	4,60	20,00	23,00	0,25
	Среднее	21,53	18,40	23,90	60,00	39,83	0,37
Июль	1	24,90	19,40	7,10	22,00	32,27	0,29
	2	23,10	19,80	3,00	21,00	14,29	0,13
	3	19,40	20,00	22,00	21,00	104,76	1,03
	Среднее	22,47	19,73	32,10	64,00	50,16	0,46
Август	1	19,20	19,20	21,00	19,00	110,53	1,09
	2	17,50	18,00	34,00	18,00	188,89	1,94
	3	20,40	16,40	0,00	18,00	0,00	0,00
	Среднее	19,03	17,87	55,00	55,00	100,00	0,93

Для прорастания семян сложились неблагоприятные условия: в первой декаде мая среднесуточная температура была ниже нормы на 5,4 °С. Всходы по традиционной технологии зафиксированы 13.05.2024 г., а на технологии с применением БПЛА – 16.05.2024 г. Это объясняется тем, что в первой декаде мая наблюдалась пониженная температура воздуха (7,2 °С при среднемноголетнем значении 12,6 °С), а 09.05.2024 г. осадки выпали в виде снега. В фазу полных всходов из-за погодных условий заселение посевов крестоцветными блошками не отмечалось, поэтому защитная обработка рапса от вредителей не проводилась.

Таблица 2 – Сроки наступления фенофаз у растений ярового рапса

Способ посева	Фазы развития							
	посев	всходы	роетка листьев	стебле- ние	бутониза- ция	цветение	зеленый стручок	созрева- ние
Сеялкой	28.IV	13.V	27.V	08. VI	14. VI	20. VI	03. VII	05. VIII
БПЛА	28.IV	16.V	01.VI	11. VI	15. VI	21. VI	03. VII	05. VIII

В начальный период вегетации (до фазы стеблевания) рост и развитие растений рапса протекают медленно. В это время формируются корневая система

и листовая розетка. Фаза «розетка листьев» на традиционном посеве зафиксирована 27.05.2024 г., а на варианте с применением БПЛА – 01.06.2024 г., что на пять дней позже.

Продолжительность периода «всходы – розетка листьев» составила 14 суток при посеве сеялкой и 16 суток – при посеве БПЛА. Задержка связана с засушливыми условиями, установившимися с третьей декады мая до середины июля (гидротермический коэффициент ГТК = 0,3). Фаза стеблевания наступила на 11-е сутки на сеялочном посеве и на 10-е – на варианте с БПЛА. Практически одновременно с этим началась бутонизация с появлением единичных цветков (15 июня). Полное цветение отмечено на 6-е сутки – 21 июня. Цветение проходило в условиях жаркой и сухой погоды, что сократило продолжительность фазы до 6 суток. Повышенный температурный режим и дефицит осадков (ГТК = 0,27) в период формирования плодов ускорили прохождение фазы «зеленый стручок». В третьей декаде июля и первой декаде августа количество осадков было в пределах нормы, что совпало с началом созревания семян; продолжительность этого периода составила 33 дня.

На полевую всхожесть семян существенно влияют качество посевного материала, уровень агротехники и метеорологические условия в период «посев – всходы».

При посеве ярового рапса беспилотным аппаратом семена остаются на поверхности почвы, однако систематические осадки в третьей декаде апреля и первой декаде мая улучшили контакт семян с почвой. Тем не менее часть семян не проросла, поэтому полевая всхожесть на варианте с БПЛА оказалась на 3,5 % ниже, чем на сеялочном посеве, и составила 86,7 %, что соответствует 169 растениям на 1 м² (таблица 3). Разница в 3,5 % между технологиями оказалась ниже значения наименьшей существенной разницы ($НСР_{05}$) и является статистически несущественной. Количество всхожих семян на 1 м² на варианте с БПЛА было в среднем на 10 растений выше, чем на традиционном, что объясняется разной нормой высева: при традиционной технологии высевалось 173 семени на 1 м², при посеве БПЛА – 196 семян.

Таблица 3 – Полевая всхожесть, сохранность и выживаемость семян ярового рапса

Способ посева	Густота всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	Сохранность, %	Выживаемость, %
Сеялкой	156	90,2	110	70,5	63,9
БПЛА	169	86,7	114	67,5	58,4

Сохранность растений к уборке зависит от погодных условий, влажности почвы и качества проведенных агротехнических мероприятий. В процессе вегетации происходит частичная гибель растений вследствие самоизреживания, конкурентной борьбы за ресурсы, повреждения вредителями и поражения болезнями. Количество растений перед уборкой составляло 110–114 шт. на 1 м², а сохранность – 67,5–70,5 %. На варианте с традиционной технологией сохранность растений к уборке была на 3,0 % выше, чем на варианте с БПЛА, хотя

полученное отклонение находилось на уровне наименьшей существенной разности.

Выживаемость растений рапса находилась в пределах 58,4–63,9 %, причем лучший показатель достигнут при традиционном способе возделывания.

Таким образом в вегетационный период 2024 года при возделывании ярового рапса с применением БПЛА зафиксировано снижение всхожести на 3,5 %, сохранности к уборке на 3 % и выживаемости на 5,5 % относительно традиционной наземной технологии. Ухудшение показателей связано с неравномерной заделкой семян, поскольку на варианте с БПЛА для их заделки использовалось боронование.

В качестве меры по повышению всхожести, сохранности и равномерности распределения семян рекомендуется проведение допосевого и послепосевого боронования (с направлением послепосевого боронования перпендикулярно допосевному).

Список использованных источников.

1. Гончаров, Р.Д. Эффективное ведение сельскохозяйственной деятельности с применением беспилотных летательных аппаратов / Гончаров Р.Д., Курышов А.А., Исаев А.Д. // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы цифровизации агропромышленного комплекса». – Саратов, 2023. С. 42-47.

2. Карябкин, Н.С. Беспилотные летательные аппараты в сельском хозяйстве / Н.С. Карябкин, З.И. Гришин // Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения Почетного работника высшего профессионального образования РФ, доктора экономических наук Винокурова Геннадия Михайловича «Развитие агропромышленного комплекса в условиях становления цифровой экономики в России и за рубежом». – п. Молодежный, 2021. С. 130-135.

3. Комиссаров, П.Д. Перспективные направления подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов для сферы АПК / П.Д. Комиссаров // Никоновские чтения. 2023. № 28. С. 234-238.

4. Корнилов, Т.В. Беспилотные авиационные системы в сельском хозяйстве / Т.В. Корнилов // Защита и карантин растений. 2024. № 2. С. 11-18.

5. Селюжицкий, К.Ю. Беспилотные летательные аппараты: понятие, значение для современности и перспективы развития / К.Ю. Селюжицкий, Д.С. Смоляков // Молодой ученый. 2023. № 46 (493). С. 34-37.

6. Гущина, В. А. Фитосанитарное состояние агроценозов ярового рапса / В. А. Гущина, Н. Д. Агапкин, А. С. Лыкова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 4(44). – С. 51-58. – EDN XHPTTL.

7. Application of microbiological fertilizers in barley cultivation technology / Yu. V. Koryagin, E. G. Kulikova, N. V. Koryagina, V. A. Trishina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : Volga Region Farmland 2021 (VRF 2021), Penza, 16–18 ноября 2021 года. Vol. 953. – Penza: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012005. – DOI 10.1088/1755-1315/953/1/012005. – EDN DFPTRY.

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF TRADITIONAL TECHNOLOGY AND TECHNOLOGY USING A UAV ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF RAPESEED

N.P. Chekaev, B.S. Zadkov, A.A. Galiullin

*Penza State Agrarian University,
Penza, Russia*

The article presents data on determining the effectiveness of using a UAV for the growth and development of spring rapeseed plants. The studies conducted during the 2024 growing season have shown that the use of technology involving UAVs leads to a deterioration in the key indicators of spring rapeseed development compared to traditional ground-based technology: germination is reduced by 3.5 %; survival rate to harvest — by 3 %; survival rate — by 5.5 %. This decline is due to uneven seed placement. In unmanned technology, harrowing is used to cover the seeds after sowing, which does not ensure an even distribution of seeds across the depth.

Keywords: agricultural technology, technology using UAVs, spring rapeseed, phenological observations, germination, persistence, yield.

УДК 633.63:632.51

ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Шемин, Л.О. Козловская, О.О. Тремасов, Р.М. Салихов

*Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия*

В статье представлены результаты полевых исследований по оценке эффективности различных систем междурядной обработки почвы и гербицидной защиты в посевах сахарной свёклы. Установлено, что засоренность посевов и динамика накопления сырой массы сорняков существенно различаются в зависимости от применяемой стратегии ухода. Выявлено, что комбинирование механических и химических методов позволяет наиболее эффективно контролировать сорный фитоценоз на протяжении всей вегетации, тогда как исключительно гербицидная система приводит к вторичному засорению перед уборкой.

Ключевые слова: сахарная свёкла, засоренность, междурядная обработка, гербициды, биомасса сорных растений.

Современные агротехнологии возделывания сахарной свёклы (*Beta vulgaris* L.) в Российской Федерации адаптируются к условиям дефицитного увлажнения, что требует пересмотра подходов к минимизации механических обработок, принятых в Западной Европе [1, 2]. В Пензенской области, как и в других регионах черноземной зоны, первостепенное значение имеет не только

уничтожение сорной растительности, но и сохранение почвенной влаги за счет рыхления верхнего горизонта [3].

В то же время, отказ от междурядных культиваций и полный переход на гербицидную защиту, несмотря на снижение травматизации растений, часто приводит к фитотоксическим эффектам (ожоги, угнетение роста) и не решает проблему вторичного засорения, когда семена сорняков из глубоких слоев почвы остаются жизнеспособными [4, 5]. В связи с этим особый научный интерес представляет сравнительный анализ динамики засоренности при различных системах ухода за посевами.

Полевые опыты закладывали в севообороте с предшественником озимой пшеницей. Почва опытного участка — чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Объект исследований — гибрид сахарной свёклы Авиа. Схема опыта включала четыре варианта систем ухода за междурядьями:

1. Вариант 1 (контроль, химический): три гербицидные обработки без механического рыхления.

2. Вариант 2 (механический): три междурядные обработки (рыхления) без гербицидов.

3. Вариант 3 (комбинированный): две междурядные обработки и одна гербицидная (баковой смесью).

4. Вариант 4 (комбинированный): одна междурядная и две гербицидные обработки.

Учет засоренности проводили количественно-весовым методом перед каждой обработкой и перед уборкой. Засоренность определяли по числу сорняков (шт./м²) и сырой массе (г/м²).

Анализ динамики засоренности в первые две междурядные обработки выявил существенные различия в эффективности методов. По данным рисунка 1 видно, что на этапе 1-й и 2-й обработок гербицидная стратегия обеспечивает более высокую степень подавления сорной растительности по сравнению с механической.

В фазу первой обработки исходная засоренность составляла 82,5 шт./м². После применения гербицидов (вариант 1) количество сорняков снизилось до 4,3 шт./м², что в 3,8 раза меньше, чем при механической обработке (вариант 2), где их число оставалось на уровне 16,4 шт./м². В период второй обработки разница сохранялась: гербициды уменьшили численность до 3,5 шт./м², а рыхление — лишь до 20,6 шт./м². Сырая масса сорняков при гербицидной обработке составила 3,0 г/м² против 21,3 г/м² при механической, что свидетельствует о высокой эффективности химического метода на начальных этапах. Однако следует отметить, что гербициды не влияют на семенной банк в почве, что проявляется на более поздних сроках.

Значительный интерес представляет анализ данных засоренности на поздних этапах — в период 3-й обработки и перед уборкой (рисунок 2). Если на начальных этапах лидировали гербициды, то к моменту уборки ситуация кардинально меняется.

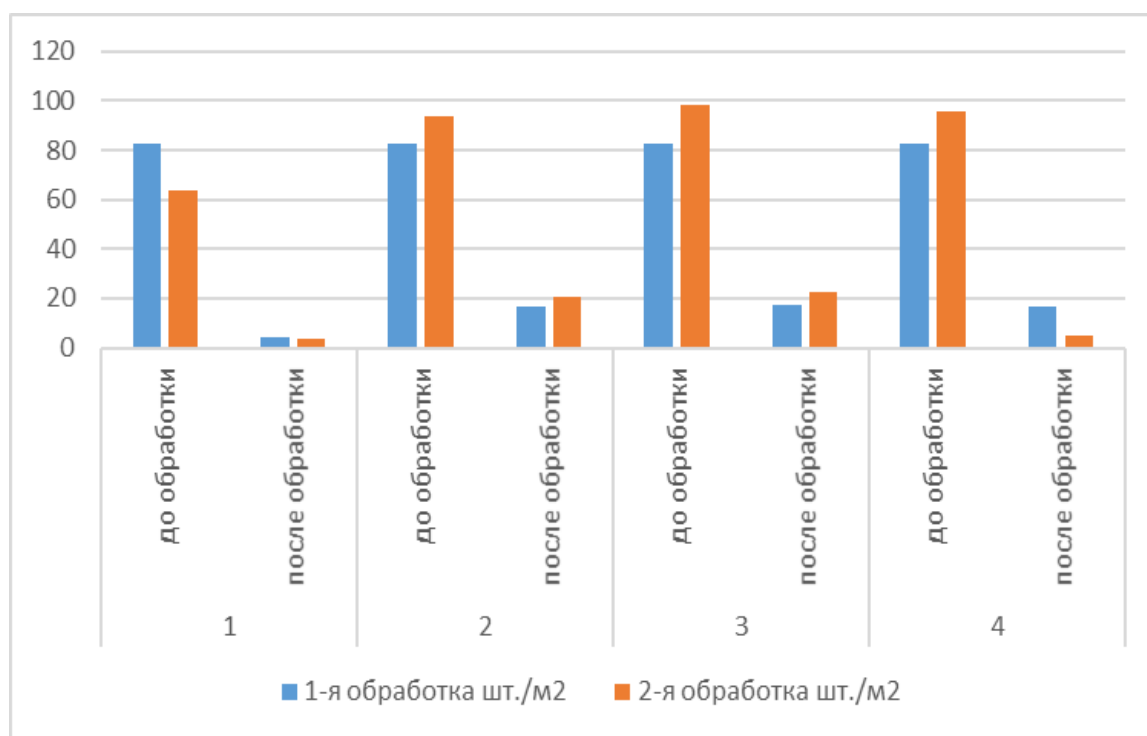


Рисунок 1 — Засоренность посевов сахарной свёклы (шт./м²)
при 1-й и 2-й обработках

По данным учета перед третьей обработкой, на варианте с тремя гербицидными обработками насчитывалось 38,7 шт./м² сорняков, тогда как на варианте с механическими рыхлениями — 21,2 шт./м², то есть в 1,8 раза меньше. Перед уборкой количество сорняков при химической системе возросло до 38,3 шт./м², что превышает аналогичный показатель при механической обработке (23,3 шт./м²) на 64%.

Сырая масса сорняков перед уборкой при трех гербицидных обработках составила 191,3 г/м², тогда как при трех рыхлениях — 296,4 г/м². Однако при этом на варианте с гербицидами численность сорняков была выше, что свидетельствует о появлении новых всходов в поздние сроки. Наибольший прирост сырой массы сорняков к уборке отмечен на варианте 2 (механическая обработка) — с 17,2 г/м² до 296,4 г/м² (увеличение в 17,2 раза), что объясняется активным ростом сорняков в защитных зонах рядков, не затронутых культивацией.

Комбинированные варианты (3 и 4) заняли промежуточное положение. Так, на варианте 4 (одна междурядная и две гербицидные обработки) перед уборкой количество сорняков составило 28,6 шт./м², а сырая масса — 161,9 г/м², что является наименьшим показателем среди всех вариантов. Таким образом, сочетание механического уничтожения проростков в междурядьях с последующей гербицидной обработкой защитных зон рядков обеспечивает наиболее стабильный фитосанитарный эффект в течение всей вегетации. Такая динамика объясняется тем, что междурядные обработки провоцируют прорастание сорняков из семян, находящихся в верхнем слое почвы, которые затем

уничтожаются, тогда как гербициды убивают лишь вегетирующие всходы на поверхности. Семена сорняков, расположенные на глубине, не теряют всхожести и прорастают позже, увеличивая засоренность к уборке. В вариантах с механической обработкой семена сорняков, прошедшие стратификацию, выносятся на поверхность и погибают, что снижает численность к концу вегетации.

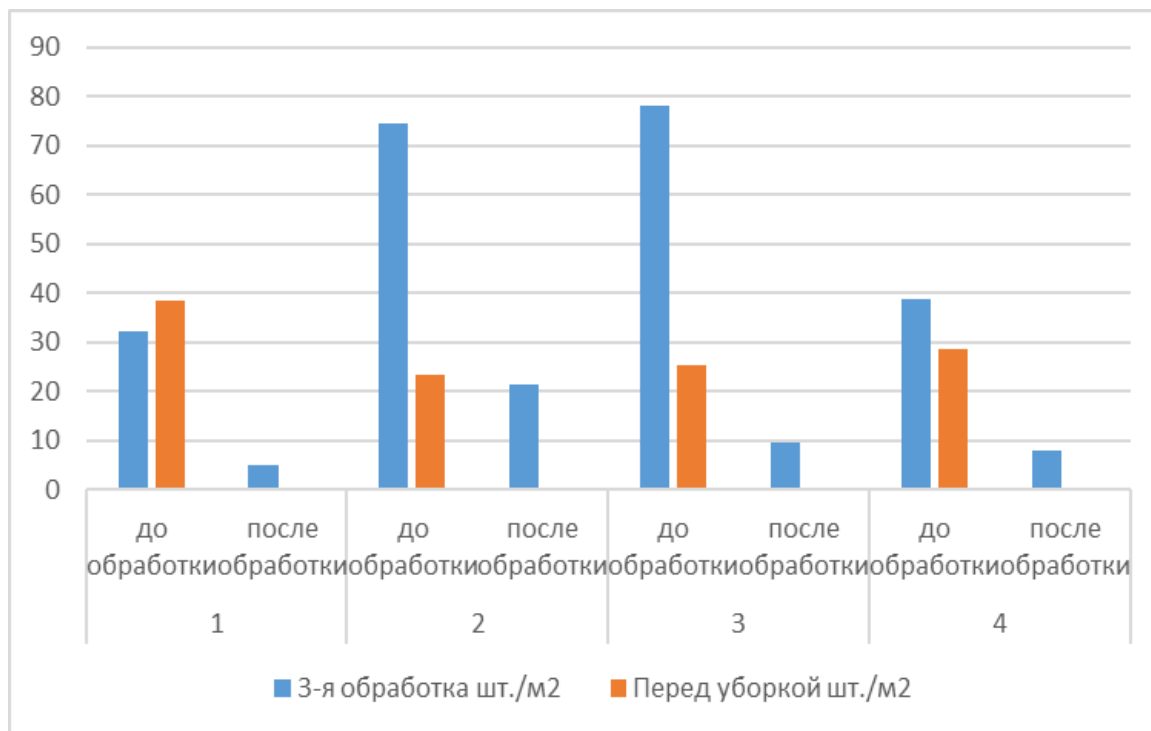


Рисунок 2 — Засоренность посевов сахарной свёклы (шт./м²) при 3-й обработке и перед уборкой

Результаты исследований свидетельствуют о том, что полный отказ от междурядных обработок в пользу трехкратного применения гербицидов не является оптимальным решением в условиях Пензенской области. Хотя гербициды обеспечивают максимальную чистоту посевов в начале вегетации (снижение численности сорняков до 4,3–3,5 шт./м²), к моменту уборки засоренность на таких участках возрастает в 8–10 раз.

Лучшие показатели по фитосанитарному состоянию к концу вегетации обеспечивает комбинированный подход с одной междурядной обработкой и двумя гербицидными (вариант 4), где численность сорняков перед уборкой составила 28,6 шт./м², что на 25% ниже, чем при трех гербицидных обработках. Полученные данные свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода к выбору систем ухода за посевами в зависимости от прогнозируемого уровня засоренности и погодных условий вегетационного периода.

Список использованных источников.

1. Нанаенко, А.К. Агротехнические приемы на свекловичных полях / А.К. Нанаенко // Сахарная свекла. – 2009. – № 5. – С. 21–24.

2. Нанаенко, А.К. Междурядные обработки сахарной свеклы / А.К. Нанаенко // Сахар. – 2009. – №7. – С. 20-22.
3. Никитин, А.Ф. Возделывание сахарной свеклы с окучиванием-разокучиванием рядков / А.Ф. Никитин // Сахарная свекла. – 2014. – №7. – С. 18-20.
4. Гераськин А.И. Влияние агротехнических приемов на урожайность сахарной свеклы в условиях Тамбовской области: автореферат дисс. канд. с.-х. наук. Мичуринск-наукоград РФ, 2011. – 19 с.
5. Галиакберов, А.Г. Окучивание сахарной свеклы – эффективный прием / А.Г. Галиакберов, Р.В. Науметов // Сахарная свекла. – 2008. – №4. – С. 10-11.
6. Поле - технология - урожай : к системе земледелия Пензенской области / А. Ф. Блинохватов, В. В. Манейлов, А. Н. Кашеев [и др.] ; Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2000. – 148 с. – EDN YSUBNK.

WEED INFESTATION OF SUGAR BEET CROPS UNDER DIFFERENT SYSTEMS OF INTER-ROW CULTIVATION IN THE PENZA REGION

S.A. Shemin, L.O. Kozlovskaya, O.O. Tremasov, R.M. Salikhov

*Penza State Agrarian University
Penza, Russia*

The article presents the results of field studies on the effectiveness of various systems of inter-row soil tillage and herbicide protection in sugar beet crops. It was found that weed infestation and the dynamics of weed aboveground biomass accumulation differ significantly depending on the applied management strategy. It was revealed that the combination of mechanical and chemical methods allows for the most effective control of weed phytocenosis throughout the entire growing season, whereas an exclusively herbicide-based system leads to secondary weed infestation before harvest.

Keywords: sugar beet, weed infestation, inter-row cultivation, herbicides, weed biomass.

УДК 635.611:631.81

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПРЕПАРАТАМИ АМИНАЗОЛ, ФЕРБИЯ И ГУМИ-30 НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В РАСТЕНИЯХ ДЫНИ В НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ИХ РОСТА И РАЗВИТИЯ

В.Б. Щукин

*Оренбургский государственный аграрный университет,
г.Оренбург, Россия*

В статье представлены результаты исследований по изучению возможности использования аминокислотных комплексов Аминозол и Фербия, а также удобрения на основе гуминовых кислот Гуми-30, при обработке ими семян, в качестве стимулирующих экзогенных факторов в начальный период роста и развития растений дыни.

Ключевые слова: дыня, Аминозол, Фербия, Гуми-30, интенсивность и сбалансированность роста.

Предпосевная обработка семян физиологически активными препаратами имеет важное значение в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур. Такой агроприем способствует увеличению всхожести семян, обеспечивает быстрый рост корневой системы проростков [1-4]. Это положительно отражается на формировании продуктивного стеблестоя и фотосинтетического аппарата растений, что в целом формирует структуру агроценоза, обеспечивающую высокий урожай при хорошем качестве продукции [5-8].

Цель исследований - изучить влияние обработки семян аминокислотными комплексами Аминозол и Фербия, а также удобрения на основе гуминовых кислот Гуми-30 на ростовые процессы в растениях дыни в начальный период их роста и развития.

Исследования с дыней (*Cucumis melo* L.) сорта Леся проводились в лаборатории кафедры земледелия, биоэкологии и агрохимии Оренбургского ГАУ. Семена дыни замачивали в водных растворах комплексов аминокислот Аминозол (10 мл/л), Фербия (4 мл/л) и удобрения на основе гуминовых кислот Гуми-30 (0,3 г/л) в соответствии с рекомендациями производителей в течении 12 часов. Контроль - замачивание семян в воде. Статистическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову (1985).

Только на контрольном варианте была выявлена сбалансированность ростовых процессов в растениях дыни в начальный период их роста и развития. (табл.1)

Таблица 1 – Интенсивность и сбалансированность ростовых процессов в проростках дыни

Вариант	Ростки				Корни			
	Длина, см			Группа с максимальной f / интервал значений	Длина, см			Группа с максимальной f / интервал значений
	min	max	ср.		min	max	ср.	
Контроль (вода)	7,1	18,2	12,2	2/ 9,0-10,8	12,1	32,3	21,8	2/ 15,5-18,8
Аминозол	2,4	19,6	13,5	5/ 14,0-16,8	3,7	35,0	22,7	4/19,3-24,4
Фербия	5,4	20,3	12,6	3/ 10,4-12,8	14,1	35,1	23,6	4/ 24,6-28,0
Гуми - 30	1,7	19,6	12,6	4/ 10,7-13,6	12,7	34,6	21,2	2/ 16,4-20,0

Препараты Аминозол и Фербия положительно повлияли на интенсивность ростовых процессов в растениях дыни. На этих вариантах по длине ростков выявлено повышение уровня органообразовательных процессов. Если в контрольном варианте наибольшее количество ростков и корней по длине относилось ко второму уровню, то в вариантах с Аминозолом и Фербией, соответственно, к пятому и третьему уровням по росткам и к четвертому в обоих вариантах - по корням. Повышение интенсивности ростовых процессов при обработке семян препаратами Аминозол и Фербия проявилось и в увеличении максимальной длины ростков и корней. Обработка семян Гуми-30, по сравнению с контролем, повысила интенсивность ростовых процессов в ростках со второго до четвертого уровня, по корням изменений не отмечено.

Все изученные препараты повышали абсолютно сухую биомассу ростков дыни (табл. 2)

Таблица 2- Формирование биомассы проростками дыни

Вариант	Абсолютно сухая биомасса 100 ростков, г	Абсолютно сухая биомасса корней 100 проростков, г	Абсолютно сухая биомасса 100 проростков, г
Контроль (вода)	1,835	0,538	2,373
Аминозол	1,899	0,528	2,427
Фербия	1,890	0,538	2,428
Гуми - 30	1,844	0,578	2,422

По сравнению с контрольным вариантом, биомасса увеличилась по вариантам: с Аминазолом – на 3,5%; с Фербией – на 3,0%; с Гуми-30 – на 0,5%. По абсолютно сухой биомассе корней только вариант с Аминозолом уступал контролю, вариант с Фербией был на уровне контроля, а вариант с Гуми-30 превышал контроль на 7,4%. По абсолютно сухой биомассе проростков в целом, все опытные варианты превышали контроль. Биомасса увеличилась по вариантам: с Аминазолом – на 2,3 %; с Фербией – на 2,3%; с Гуми-30 – на 2,1%.

Таким образом, на всех опытных вариантах по длине ростков и, за исключением варианта с Гуми-30, по длине корней отмечено повышение уровня органообразовательных процессов. Все опытные варианты превышали по абсолютно сухой биомассе ростков контроль, а по биомассе корней только вариант с Аминозолом уступал контролю. Абсолютно сухая биомасса проростков увеличилась по вариантам: с Аминазолом – на 2,3%; с Фербией – на 2,3%; с Гуми-30 – на 2,1%.

Список использованных источников.

1. Ильясова Н.В. Влияние регуляторов роста и микробиологического удобрения на сбалансированность ростовых процессов в проростках лука репчатого / Н.В. Ильясова // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Пенза: Пензенский ГАУ, 2025. – С. 108-112. EDN: TYBJKV
2. Машенков М.И. Технологии овощеводства / М.И. Машенков, Г.Ф. Ярцев, А.П. Глинушкин, Р.К. Байкасов, П.Г. Паламарчук, Н.В. Ильясова.- Учебное пособие для студентов агрономического факультета. – Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2025. – 500 с. EDN: OWGJTB
3. Ильясова Н.В. Влияние экзогенных факторов на сбалансированность ростовых процессов в проростках вигны / Н.В. Ильясова / Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Пенза: Пензенский ГАУ, 2025. – С. 112-115. EDN: PSBPYF
4. Ильясова Н.В. Влияние препаратов Аминозол, Фербия и Гуми-30 на посевные качества семян и морфологические показатели растений спаржи в начальный период их роста и развития / Н.В. Ильясова, В.Б. Щукин, П.Г. Паламарчук, М.И. Машенков,

А.А. Прибытков // Национальные приоритеты развития агропромышленного комплекса. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. – Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2024. – С. 845-848. EDN: CPMQRG

5. Ильясова Н.В. Влияние препаратов Аминозол, Фербия и Гуми-30 на посевные качества семян и морфологические показатели растений капусты белокочанной в начальный период их роста и развития / Н.В. Ильясова, В.Б. Шукин, П.Г. Паламарчук, М.И. Машенков, Н.С. Синютина // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. – Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2025. – С. 167-170. EDN: IXRBBR

6. Паламарчук П.Г. Влияние минеральных удобрений на продуктивность сортов суданской травы // П.Г. Паламарчук, М.И. Машенков, Н.В. Ильясова, И.В. Паламарчук // Актуальные проблемы и приоритетные направления развития современной ветеринарной медицины и биотехнологий. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. – Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2025. – С. 683-685. EDN: WHILKZ

7. Паламарчук П.Г. Влияние удобрений на структуру урожая и урожайность сортов нута // П.Г. Паламарчук, М.И. Машенков, Н.В. Ильясова, И.В. Паламарчук // Актуальные проблемы и приоритетные направления развития современной ветеринарной медицины и биотехнологий. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием. – Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2025. – С. 685-687. EDN: TTONVF

8. Паламарчук П.Г. Влияние уровня минерального питания на формирование урожая различных сортов нута // П.Г. Паламарчук, М.И. Машенков, Н.В. Ильясова, И.В. Паламарчук // Рациональное природообустройство и развитие АПК. Материалы Национальной конференции с международным участием. – Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2024. – С. 87-91. EDN: BEICZP

THE EFFECT OF SEED TREATMENT WITH AMINAZOLE, FERBIA, AND GUMI-30 ON GROWTH PROCESSES IN MELON PLANTS DURING THE INITIAL PERIOD OF GROWTH AND DEVELOPMENT

V.B. Shchukin

*Orenburg State Agrarian University
Orenburg, Russia*

This article presents the results of research examining the potential use of the amino acid complexes Aminazole and Ferbiya, as well as the humic acid-based fertilizer Gumi-30, when applied to seeds, as stimulating exogenous factors during the initial period of melon plant growth and development.

Keywords: melon, Aminazole, Ferbiya, Gumi-30, growth intensity and balance.

СОДЕРЖАНИЕ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТИПОВ КАМЕР СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ В ЗАДАЧАХ МОНИТОРИНГА ТЕПЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ А.А. Акулов, Н.В. Логанов, А.В. Гришкина	3
ВКЛАД П.К. КНОРРЕ В ФОРМИРОВАНИИ МОРОЗОВСКОГО ДЕНДРАРИЯ А.А. Володькин	9
ФОРМИРОВАНИЕ АГРОЦЕНОЗА СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ А.А. Галиуллин.....	12
ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПИСАНИЯ РАСТЕНИЙ В ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ А.В. Гришкина, В.Д. Кутков.....	16
ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ФОРМИРОВАНИЕ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В.А. Гущина, Н.Ю. Лобанова	21
ВЛИЯНИЕ УРОВНЕЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В.А. Гущина, А.С. Лыкова	24
ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ К.Е. Денисов, Е.С. Макарова	28
ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ГЕНЕРАТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ЯБЛОНИ СОРТА СЕВЕРНЫЙ СИНАП Л.О. Козловская, В.Р. Удалова	33
ИЗУЧЕНИЕ ЗАРАЗИХОУСТОЙЧИВЫХ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА С.С. Кузьяев, А.С. Палийчук	39
ВЗАИМОСВЯЗЬ СОДЕРЖАНИЯ ДОСТУПНОГО АЗОТА В ПОЧВАХ С АКТИВНОСТЬЮ УРЕАЗЫ И ОБИЛИЕМ ОТДЕЛЬНЫХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ В.И. Кулагина, Л.М. Сунгатуллина, С.С. Рязанов, К.А. Гордеева, А.М. Хайруллина	43
ЛОГИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА АГРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ Е.П. Кулькова	47
ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ А.С. Лыкова, А.С. Королев	51
БАРБАРИС ОБЫКНОВЕННЫЙ В САДОВО-ПАРКОВОМ УСТРОЙСТВЕ: ДЕКОРАТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА А.В. Лянденбургская	54
ЗЕЛЕНое ЧЕРЕНКОВАНИЕ БАРБАРИСА ОБЫКНОВЕННОГО <i>BERBERIS VULGARIS</i> L. В УСЛОВИЯХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ А.В. Лянденбургская	57
ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГКОВЕСНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ НА БОРТУ АГРОДРОНОВ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ О.Б. Макаров	60
ОРОШЕНИЕ КАК ФАКТОР ОСВОЕНИЯ АРИДНОЙ ТЕРРИТОРИИ КАЛМЫКИИ Т.Н. Манджиева.....	64
АНАЛИЗ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ Н.И. Остробородова.....	67
ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ОТБОРА ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРИДОМОВОЙ ТЕРРИТОРИИ Н.И. Остробородова.....	71

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	
О.В. Резникова, А.Н. Сарычев, А.А. Лопатин	74
ЛИСТОВАЯ ОБРАБОТКА И ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УРОЖАЙНОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	
С.А. Семина, И.С. Жеряков	77
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ГУСТОТУ СТОЯНИЯ, ПОЛЕВУЮ ВСХОЖЕСТЬ И СОХРАННОСТЬ РАСТЕНИЙ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ	
В.А. Синдюкова, К.Е. Денисов	80
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	
О.А. Соломатина, А.Г. Ибрагимов	83
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ ВЕГЕТАЦИИ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ ПО СИСТЕМЕ CLEARFIELD	
О.О. Тремасов, Л.О. Козловская, С.А. Шемин	87
УРОЖАЙНОСТЬ ЯБЛОНИ ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТА В УСЛОВИЯХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	
В.Р. Удалова, Л.О. Козловская	93
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВКА ТЕРРИТОРИИ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)	
С.А. Фафурина, О.А. Ткачук	96
АНАЛИЗ ГОРИМОСТИ ЛЕСОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	
С.А. Фомин, Н.И. Остробородова	104
АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ЯРОВОГО РАПСА	
Н.П. Чекаев, А.Н. Арефьев, Б.С. Задков.....	106
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИИ С БПЛА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАПСА	
Н.П. Чекаев, Б.С. Задков, А.А. Галиуллин.....	111
ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	
С.А. Шемин, Л.О. Козловская, О.О. Тремасов, Р.М. Салихов	116
ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПРЕПАРАТАМИ АМИАЗОЛ, ФЕРБИЯ И ГУМИ-30 НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В РАСТЕНИЯХ ДЫНИ В НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ИХ РОСТА И РАЗВИТИЯ	
В.Б. Щукин	120

Научное издание

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Часть II

СОВРЕМЕННЫЕ ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА:
ЦИФРОВИЗАЦИЯ, БИОЛОГИЗАЦИЯ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Статьи публикуются в авторской редакции

Ответственный за выпуск –
начальник Межотраслевого научно-информационного центра

Е.А. Галиуллина

Компьютерная верстка – **А.А. Галиуллин**

Дата подписания к публикации 16.06.2026

Учетно-издательские листы 7,86

Межотраслевой научно-информационный центр Пензенского государственного аграрного университета. 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30, <https://mnis.pgau.ru>; mnis@pgau.ru; телефоны редакции: тел.-факс. (841-2) 62-90-60, +7 967 442-60-42

ISBN 978-5-00196-447-6



9 785001 964476 >