

Основными резервуарами указанных соединений выступают растения с интенсивной пигментацией органов. Так, черnozерный рис аккумулирует антоцианы – цианидин-3-глюкозид и пеонидин-3-глюкозид, чья концентрация варьирует от 19 до 141 мг/100 г [2]. Краснозерные формы риса характеризуются накоплением проантоцианидинов и фенольных кислот, общее содержание которых достигает 732 мг/100 г. Примечательно, что черnozерный рис превосходит краснозерный по общему пулу фенолов в 8 раз, а по антирадикальной активности – в 45 раз.

Значительным антиоксидантным потенциалом отличаются также момордика (*Momordica charantia* L.) и амарант (*Amaranthus caudatus*). В частности, листья момордики способны накапливать каротиноиды в количестве до 545,1 мг%, что существенно превышает показатели традиционных культур, таких как морковь. Транскриптомный анализ позволил идентифицировать гены момордики (McGGPPS2, McLCYB и др.), регулирующие ключевые этапы биосинтеза каротиноидов.

Фенотипическое разнообразие окраски зерновок риса детерминировано комплексом структурных и регуляторных генов. Основное влияние оказывают локусы Rc (отвечает за коричневый цвет перикарпа) и Ra (Prp-b – за фиолетовый), картированные на хромосомах 7, 8 и 9 в районах SSR-маркеров RM228, RM339, RM316. Всего идентифицирован 41 locus, ассоциированный с качественными характеристиками зерна, включая маркер RM346, связанный с содержанием фенольных соединений. Важно отметить, что пигменты не только определяют пищевую ценность, но и выполняют защитные функции в самом растении: антоцианы и проантоцианидины повышают устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам, улучшают лежкость семян и предотвращают прорастание на корню. Продукты переработки данных культур, особенно рисовая мука с низким содержанием аспарагина, являются перспективной основой для создания продуктов функционального питания, направленных на профилактику социально значимых заболеваний.

Заключение. Совокупность проанализированных данных убедительно доказывает, что черnozерный и краснозерный рис, момордика и амарант являются ценными источниками антиоксидантов. Выявление генетических механизмов, контролирующих биосинтез флавоноидов и каротиноидов у этих культур, открывает возможности для применения методов маркер-ориентированной селекции с целью ускоренного выведения сортов функционального назначения с заданными параметрами качества.

1 Борисова, М. В. Исследование антиоксидантных свойств препаратов сочетанного действия : дис. ...канд. хим. наук : 04.04.01 / Борисова Мария Владимировна ; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. – Екатеринбург, 2021. – 9 с.

2 Гончарова Ю.К. Антиоксиданты растительного происхождения и их нетрадиционные источники / Ю. Гончарова // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – №1. – С. 39-53.

3 Система антиоксидантной защиты: регуляция метаболических процессов, генетические детерминанты, методы определения / О.А. Никитина, М.А. Даренская, Н.В. Семёнова, Л.И. Колесникова. – Иркутск. : Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека, 2022. – 5 с. – (Обзорная информация / Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека).

4 Bioactive Phenolic Compounds in Traditional Medicines / Nishibe S. // Pure and Applied Chemistry. – 1994. Vol. 66. P. 2263–2266.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА СЕВЕРЕ БЕЛАРУСИ

Селезнёва А.В.,

студентка 4 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Торбенко А.Б., ст. преподаватель

В условиях нарастающих биосферных вызовов, таких как глобальное изменение климата и деградация природных ресурсов, современное сельское хозяйство вынуждено искать баланс между ростом производительности и сохранением экологического равновесия. Для северного региона Беларуси (Витебская область) эта задача осложняется спецификой ландшафта: холмисто-моренным рельефом, мелкоконтурностью угодий

и высокой мозаичностью почвенного покрова. Традиционное «шаблонное» земледелие в таких условиях игнорирует локальную неоднородность полей, что приводит к избыточному внесению агрохимикатов и их последующему вымыванию в гидрографическую сеть. Целью данной работы является обоснование внедрения точного земледелия как стратегии экологизации аграрного сектора, позволяющей минимизировать антропогенную нагрузку на уникальные агроэкосистемы севера Беларуси.

Материал и методы. Исследования проводились на площади свыше 4 тыс. га сельхозугодий в окрестностях Витебска, включая земли ОАО «Витебская бройлерная птицефабрика» и Витебского зонального института сельского хозяйства НАН Беларуси. Основным инструментом сбора данных выступал беспилотный летательный аппарат (БЛА) Phantom 4 Multispectral, оснащенный мультиспектральной камерой и модулем RTK, обеспечивающим точность позиционирования 5-10 см. Для обработки полученных материалов применялся комплекс программных продуктов: Agisoft Metashape использовался для фотограмметрической триангуляции и создания цифровых моделей рельефа, а платформа QGIS – для геоинформационного анализа, отрисовки границ полей и построения карт вегетационных индексов. Полеты осуществлялись на высоте 80-100 метров, что позволило получить разрешение изображений 4-10 см/пиксель при перекрытии снимков 70/70.

Результаты и их обсуждение. Внедрение концепции точного земледелия на севере Беларуси реализуется через три ключевых компонента: цифровые сервисы (Геомир, CropWise), системы автопилотирования и технологии переменного нормирования (VRT). Исследования на территории свыше 4 тыс. га показали, что в Витебской области элементы цифрового земледелия применяются лишь в 10 % хозяйств, хотя интерес к ним проявляют около 60% организаций. Экономическая эффективность подтверждается оптимизацией производственных процессов: использование ИАС «Урожай» позволило повысить производительность труда на 15 % и существенно сэкономить на ГСМ и посевном материале. В регионе определены пилотные площадки (например, УП «Должа Агро») для полномасштабной эксплуатации цифровых платформ в 2025-2026 годах.

Главным экологическим эффектом внедрения технологий является радикальное снижение химической нагрузки. Дифференцированное внесение позволило сократить объемы применяемых средств защиты растений на 5-12 % в зависимости от рельефа поля. Согласно результатам многолетних лизиметрических исследований, сбалансированное питание растений, обеспечиваемое точными методами, минимизирует вымывание нитратов, сульфатов и хлоридов в почвенный фильтрат, что предотвращает загрязнение грунтовых и поверхностных вод биогенными элементами.

В условиях холмисто-моренного рельефа Витебщины технологии точного земледелия критически важны для защиты почв. Использование систем автопилотирования позволяет оптимизировать маршруты техники с учетом крутизны склонов, что замедляет развитие овражной эрозии и плоскостного смыва. Сокращение количества проходов тяжелых агрегатов минимизирует переуплотнение почвенного покрова и снижает объем вредных выбросов в атмосферу. Оперативный мониторинг с использованием БЛА Phantom 4 Multispectral и расчет индексов (NDVI, SIPI) дает возможность выявлять зоны стресса растений и участки переувлажнения («вымочки»), предотвращая деградацию агроландшафтов.

Фундаментом всей системы выступает высокоточная цифровая картография. Установлено, что для успешного внедрения инноваций необходимы карты с разрешением 4-10 см/пиксель и точностью позиционирования 5-10 см. Использование беспилотной съемки позволило выявить, что кадастровые данные часто расходятся с реальными границами угодий: в опытном хозяйстве площадью 1,5 тыс. га ошибка составила 40 га, что ранее приводило к некорректному расчету доз агрохимикатов и финансовым потерям. Таким образом, переход к цифровым моделям на севере Беларуси является не только залогом экономической рентабельности, но и обязательным условием сохранения экологического баланса уникальных агроэкосистем региона.

Заключение. Внедрение технологий точного земледелия является критически важным инструментом обеспечения экологической безопасности и устойчивости аграр-

ного сектора в условиях северного региона Беларуси. Основой этого процесса выступает высокоточная цифровая картография с разрешением от 4 до 10 см/пиксель, без которой невозможно эффективное управление ресурсами и автоматизация сельхозагрегатов. Несмотря на значительные первоначальные затраты, переход к цифровым моделям позволяет сохранить уникальные агроландшафты региона и обеспечить продовольственную независимость страны при минимальном воздействии на окружающую среду.

1 Точное сельское хозяйство / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. А. Тенеков [и др.] ; под редакцией Е. В. Труфляк. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 512 с. – ISBN 978-5-507-49080-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/370976> (дата обращения: - 03.03.2026). – Режим доступа: для авториз. Пользователей.

2 Селезнева, А. В. Создание цифровых моделей неоднородностей полей как основа внедрения технологий точного земледелия / Селезнева А. В. ; науч. рук. Торбенко А. Б. // XIX Машеровские чтения : материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 24 октября 2025 г. : в 2 т. : [текстовое электронное издание]. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2025. – Т. 1. – С. 161-163. – Библиогр.: с. 163 (2 назв.).

3 Селезнева, А. В. Картографическая основа внедрения сервисов точного земледелия на севере Беларуси / Селезнева А. В., Торбенко И. А. ; науч. рук. Торбенко А. Б. // Молодость. Интеллект. Инициатива : материалы XIII Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Витебск, 25 апреля 2025 г. : в 2 т. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2025. – Т. 1. – С. 162-164. – Библиогр.: с. 164 (2 назв.).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ ПРИ ЗАЩИТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Серак З.Д.,

студентка 3 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Держинский Е.А., канд. биол. наук, доцент

Энтомопатогенные грибы (ЭПГ) представляют собой группу грибов, которые паразитируют на насекомых, вызывая у них заболевания и приводя к их гибели. Эти грибы играют значительную роль в регулировании численности популяций насекомых и находят применение в борьбе с вредителями в сельском и лесном хозяйстве, а также в других сферах [1].

Применение энтомопатогенных грибов имеет важное значение благодаря своей экологической безопасности, разнообразному спектру действия и совместимости с традиционными средствами защиты растений. Это способствует уменьшению химического воздействия на сельскохозяйственные культуры.

Цель работы: выполнить анализ опубликованных научных работ для изучения воздействия ЭПГ на вредителей сельскохозяйственных культур.

Материал и методы. Работа основана на теоретическом анализе значительного количества литературных источников информации.

Результаты и их обсуждение. В последнее время всё большую популярность приобретают биологические методы защиты растений от вредителей, в частности, ЭПГ. Эти микроорганизмы поражают и паразитируют на насекомых-вредителях, становясь всё более востребованным инструментом в борьбе с ними. ЭПГ применяются как в рамках комплексных программ по контролю вредителей сельскохозяйственных культур, так и в качестве самостоятельного средства защиты [2, 3].

Среди наиболее популярных видов для биологического контроля выделяются *Beauveria bassiana*, *Cordyceps fumosorosea*, *Akanthomyces muscarius*, *Purpureocillium lilacinum*, *Metarhizium anisopliae* и *Trichoderma harzianum*, которые демонстрируют эффективность в борьбе с вредителями-нематодами [2, 4, 5].

Считается, что ЭПГ, в отличие от химических инсектицидов, не представляют опасности для полезных насекомых и являются экологически чистым решением для борьбы с вредителями в сельском хозяйстве [2, 4].

Например, гриб *Beauveria bassiana*, который повсеместно встречается в почве, достаточно хорошо изучен и уже успешно используется для защиты растений. Обычно штамм этого гриба применяется с химическими пестицидами. Он представляет собой са-