

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-

профит, широко распространенный в природе, и обладает патогенными свойствами для множества насекомых, включая представителей отрядов чешуекрылых, жесткокрылых, перепончатокрылых, равнокрылых, полужесткокрылых и прямокрылых [6-9].

Заражение хозяина грибом осуществляется в несколько стадий. На начальном этапе конидии (в некоторых случаях бластоспоры) осаждаются на кутикуле насекомого. В процессе этого они выделяют вещества, способствующие изменению эпикутикулы, что в свою очередь способствует прорастанию конидий [3, 4].

Процесс прорастания зависит от внешних условий, а также от биохимического состава кутикулы хозяина. При наличии благоприятных условий прорастание конидий или бластоспор приводит к образованию зародышевых трубок. Дифференциация проявляется в образовании аппрессорий или проникающих бугорков, которые выполняют функцию точек прикрепления, способствуют размягчению кутикулы и облегчают проникновение гифов через защитные слои хозяина. Аппрессории представляют собой увеличенные клетки, наполненные гидролитическими ферментами, разрушительными для кутикулы [2-4].

В гемолимфе грибок претерпевает трансформацию, превращаясь в одноклеточные дрожжеподобные гифы или бластоспоры, которые, используя питательные вещества, колонизируют внутренние ткани и нарушают функционирование иммунной системы хозяина. На данном этапе заражения грибок также способен выделять токсичные метаболиты, способствующие преодолению защитных иммунных механизмов насекомого, что облегчает успешную колонизацию [2-4].

Некоторые штаммы производят неферментативные токсины, такие как боверицин, боверолиды, бассианолиды и изаролиды, которые ускоряют процесс заражения и в конечном итоге приводят к летальному исходу для насекомого [2, 3, 9].

Через несколько дней после смерти хозяина на мумифицированных останках начинают формироваться конидиеносцы, которые содержат новые инфекционные конидии (споры), готовые к пассивному распространению. Со временем тело погибшего насекомого усыхает, а гифы гриба прорастают наружу, образуя густой мицелий. Это явление вызывает заболевание, известное как «белый мускардиоз», которое проявляется в виде плесневого налёта на пораженных насекомых [2, 3, 8].

Заключение. Применение ЭПГ представляет собой многообещающий подход к защите растений от вредных насекомых. Данный метод характеризуется высокой экологичностью и избирательностью воздействия, что обеспечивает минимальное влияние на полезные организмы и окружающую среду. Эффективность ЭПГ объясняется рядом факторов:

1. Широкий спектр действия: грибы способны заражать множество видов насекомых, относящихся к различным биологическим группам.

2. Патогенез: они проникают через внешние покровы насекомых, размножаются внутри организма, что приводит к гибели вредителей и образованию новых инфекционных элементов.

3. Отсутствие резистентности: у насекомых практически не наблюдается способности адаптироваться к воздействию ЭПГ, что позволяет эффективно контролировать их популяцию даже при длительном использовании.

Таким образом, использование экосистемных подходов к борьбе с вредителями представляется эффективным и безопасным методом снижения их численности в агроэкосистемах. Это позволяет сократить применение традиционных химических средств и повысить устойчивость экосистемы. Включение в экосистемы микроорганизмов, таких как грибы, играет ключевую роль в интегрированной стратегии управления вредителями, способствуя устойчивому развитию сельского хозяйства и охране окружающей среды.

1 Евлахова, А.А. Энтомопатогенные грибы. Систематика, биология, практическое значение / А.А. Евлахова – Л.: «Наука», 1974. – 260 с.

2 ГлавАгроном: [сайт]. – Москва, 2025. – URL: <https://glavagronom.ru/> (дата обращения: 11.09.2025). – Текст : электронный.

3 Андреева, И.В. Биологическая защита растений: метод указания / И.В. Андреева, М.В. Штерншис, О.Г. Томилова. — Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2017. — 40 с.

4 Хомяк, А.И. Составы биопестицидов для защиты сельскохозяйственных культур – современное состояние и перспективы (обзор) / А.И. Хомяк, А.М. Асатурова // Юг России: экология, развитие. — 2024. — №3. — С. 83–96.

5 Vega, F. Fungal Entomopathogens / F. Vega, H.K. Kaya [et al.] // Insect Pathology — San Diego, CA: Academic Press. — 2012. — P. 171-220.

6 Севницкая, Н.Л. Перспективы совместного использования энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. и химического инсектицида Каратэ@зеон против короеда типографа / Н.Л. Севницкая // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. — 2013. — №1. — С. 19–23.

7 Севницкая, Н.Л. Продуктивность и вирулентность энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. при культивировании на разных питательных средах / Н.Л. Севницкая // Труды БГТУ. — 2016. — №1. — С. 177–181.

8 Production of cuticle - degrading proteases by *Beauveria bassiana* and their induction in different media / P. Dhar, G. Kaur // African Journal of Biochemistry Research. — 2010. — Vol. 4(3). — P. 65-72.

9 Инсектицидные препараты на основе энтомопатогенных грибов / Т. В. Артюшкина, А. В. Носова, Ю. А. Рыбаков // Биотехнология. — 2023 — , Т.39, № 6, — С. 97–107.

МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ И ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИИ *BACILLUS THURINGIENSIS* В ЛЕСНОМ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ

Синдревич Т.Р., Гракович А.И.,

студентки 2 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

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

Впервые объектом пристального научного внимания *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1915 стала в 1901 году благодаря работам японского исследователя Сигэтанэ Исиватари. Выделив палочковидную бактерию из погибших личинок тутового шелкопряда (*Bombyx mori*), он положил начало изучению микроорганизма, который, как выяснилось позднее, обладает уникальной способностью к спорообразованию и синтезу параспоральных кристаллических белков [1]. Являясь естественным обитателем почвы, данный микроорганизм относится к группе аэробных перитрихов: его подвижность обеспечивается жгутиками, расположенными по всей поверхности клетки. Широкий температурный диапазон роста бактерии (от +5 °С до +45 °С) свидетельствует о ее высокой экологической пластичности и способности колонизировать различные климатические зоны [2, 3]. Главной особенностью *B. thuringiensis*, определяющей ее научную и практическую ценность, является уникальный механизм взаимодействия с насекомыми. В процессе споруляции бактерия продуцирует инсектицидные кристаллы (ИКК), или δ-эндотоксины, состоящие из особых белков – токсинов Cry. Эти белки экологически безопасны: они неактивны в кислой среде желудочно-кишечного тракта позвоночных, но становятся летальными для насекомых в щелочных условиях их средней кишки. В зависимости от подвида *B. thuringiensis*, синтезируемый токсин может поражать строго определенные отряды насекомых, или же быть для них безопасным, что подчеркивает высокую избирательность действия. Инсектицидное действие кристаллов протекает поэтапно. Сначала параспоральные включения лизируются внутри тела насекомого, и в щелочной среде расщепляются дисульфидные связи, высвобождая протоксин. Затем протоксин активируется трипсиноподобными ферментами, превращаясь в токсический белок, который связывается со специфическими рецепторами на мембране эпителиальных клеток средней кишки. Альфа-спиральный домен токсина встраивается в цитоплазматическую мембрану, формируя поры. Это разрушает мембранный потенциал, вызывает осмотический дисбаланс и некроз эпителия. В итоге щелочное содержимое кишки проникает в гемолимфу, провоцируя паралич и гибель насекомого [3].

Таким образом, *B. thuringiensis* представляет собой уникальный пример микроорганизма, чья экологическая пластичность и способность к синтезу варибельных параспоральных белков обеспечивают высокоселективный механизм поражения насекомых-вредителей, что делает ее незаменимой основой для создания эффективных и экологически безопасных биопрепаратов.

Цель работы: изучить механизмы действия *B. thuringiensis* на насекомых-вредителей и обосновать перспективы ее применения для защиты лесного и сельского хозяйства.