



## МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ: АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Кузнецов Илья Дмитриевич**

Студент, кафедра агрохимии и защиты растений Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева  
г. Москва, Россия

**Ракитина Елена Владимировна**

Доцент, кафедра агрохимии и защиты растений Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева  
г. Москва, Россия

### Аннотация

Статья посвящена комплексному анализу современных методов защиты сельскохозяйственных культур от вредителей без применения синтетических пестицидов. В условиях глобального экологического кризиса и роста устойчивости вредителей к инсектицидам возрастает необходимость внедрения альтернативных, экологически безопасных стратегий. Рассматриваются биологические методы, агротехнические меры, использование природных химических веществ, выпуск энтомофагов, применение феромонов, управление агробиоценозами и инновационные подходы точного земледелия. Особое внимание уделяется научным основаниям изменения поведения вредителей, взаимодействию агротехнических факторов с биотой почвы, роли экосистемных услуг и долгосрочной стабильности природных механизмов контроля численности.

**Ключевые слова:** биологическая защита, агроэкология, энтомофаги, феромоны, биоконтроль, устойчивое земледелие.

### Введение

Современное сельское хозяйство переживает период глубоких трансформаций, вызванных проблемами утраты плодородия, деградации почв, снижением биологического разнообразия и ростом резистентности вредителей к пестицидам. Массовое использование химических инсектицидов, гербицидов и фунгицидов в XX веке стало одной из причин увеличения урожайности, однако одновременно привело к возникновению устойчивых популяций вредителей, загрязнению

водных источников, разрушению экосистемных связей и ухудшению качества продовольствия.

Эти вызовы требуют от аграрной науки перехода к принципам устойчивого земледелия, основанного на минимизации химического воздействия на окружающую среду. Одним из ключевых направлений является разработка методов борьбы с вредителями без использования пестицидов. Такие методы рассматриваются не как временная альтернатива, а как стратегическая основа будущего земледелия, способного сохранять стабильность биогеоценозов, предотвращать деградацию земель и поддерживать здоровье человека.

В последние десятилетия сформировалось множество подходов, которые объединяются общим принципом: использование внутренних ресурсов экосистемы вместо внешнего химического подавления вредителей. В основе таких стратегий лежат взаимодействия между растениями, почвенными организмами, полезными насекомыми и климатическими факторами. Задача аграрной науки — раскрыть эти механизмы, трансформировать их в практические технологии и внедрить в массовое земледелие.

### **Биологический контроль как основа природного регулирования численности вредителей**

Биологический контроль вредителей опирается на использование естественных врагов — хищников, паразитоидов и патогенных микроорганизмов. Этот метод является одним из наиболее эффективных способов регулирования численности вредителей в долгосрочной перспективе.

Энтомофаги, такие как божьи коровки, златоглазки, журчалки, паразитические наездники рода *Trichogramma* и *Aphidius*, способны эффективно подавлять популяции тлей, листогрызущих гусениц, минирующих вредителей и других фитофагов. Их выпуск в агроценозы позволяет создать устойчивую биологическую сеть, в которой численность вредителей регулируется природным путём.

Микробиологические препараты, основанные на бактериях *Bacillus thuringiensis*, грибах рода *Beauveria* или *Metarhizium*, а также вирусных препаратах (NPV) обеспечивают точечное воздействие на вредителей, не нарушая баланса полезной фауны. В отличие от инсектицидов, микробиологические методы обладают высокой селективностью и не создают условий для формирования устойчивых популяций.

Особую роль играет интеграция биологической защиты с экологическими принципами выращивания. Создание условий, благоприятных для энтомофагов, включая защитные посадки, мульчирование, сохранение цветочных полос и отказ от глубокой вспашки, формирует сбалансированный агробиоценоз, который способен самостоятельно сдерживать рост популяции вредителей.

## **Агротехнические методы регулирования вредителей как инструмент формирования устойчивых агроэкосистем**

Агротехнические методы являются основой экологически чистого земледелия. Их эффективность обусловлена тем, что они изменяют физические, биологические и климатические параметры агроэкосистемы таким образом, чтобы сделать её неблагоприятной для вредителей и одновременно благоприятной для полезной биоты.

Ключевое значение имеет чередование культур. Севообороты помогают разорвать жизненный цикл вредителей, уменьшить плотность популяций, снизить инфекционный фон и предотвратить повторное заражение. Монокультура, напротив, создаёт идеальные условия для накопления вредителей. Поэтому разнообразие культур является фундаментом устойчивого биоконтроля.

Большую роль играет обработка почвы. Переход к минимальной обработке и использование почвопокровных растений способны увеличить количество дождевых червей и других полезных почвенных организмов, которые формируют структурную устойчивость агроценоза. Укрепление почвенной биоты снижает численность почвенных вредителей и улучшает состояние растений.

Своевременная уборка растительных остатков предотвращает размножение вредителей, зимующих в почве или на поверхности растений. Снижение количества убежищ уменьшает вероятность вспышек вредителей в следующем сезоне.

Теневые и защитные посадки формируют микроклимат, который может быть неблагоприятным для насекомых, чувствительных к температуре или влажности. Подбор растений-компаньонов позволяет создать парцеллы, отпугивающие вредителей или привлекающие их естественных врагов.

### **Использование феромонов, аттрактантов и поведенческих технологий**

Методы поведения вредителей являются ключевыми в современной биозащите. Феромонные ловушки позволяют нарушить процессы размножения, дезориентировать самцов и предотвращать оплодотворение самок. Принцип систем дезориентации заключается в насыщении воздуха синтетическими аналогами феромонов, что делает невозможным поиск партнёра.

Этот метод особенно эффективен против вредителей с узкой специальной химической коммуникацией, таких как плодоярка, капустная моль или листовёртки. Феромонные технологии экологически безопасны, не влияют на нецелевых видов и позволяют регулировать вредителей на больших площадях.

Растительные аттрактанты и репелленты, основанные на эфирных маслах, алкалоидах и других природных соединениях, усиливают эффективность поведенческих технологий.

Растения, богатые летучими веществами, могут использоваться как естественные источники химических сигналов, отпугивающих вредителей или привлекающих хищников.

Современные исследования направлены на создание композиционных веществ, которые способны воздействовать на поведение сразу нескольких видов вредителей. Такие системы позволяют моделировать поведение популяций, изменять миграционные потоки и предотвращать локальные вспышки.

### **Почвенные микробиомы и их роль в устойчивости растений к вредителям**

Почвенные микроорганизмы играют фундаментальную роль в формировании иммунитета растений. Взаимодействие корневой системы с микоризными грибами, бактериями и актиномицетами усиливает барьерные функции растений, улучшает питание и снижает восприимчивость к вредителям.

Современные исследования показывают, что растения, находящиеся в симбиозе с полезными микроорганизмами, вырабатывают больше защитных соединений. Биопрепараты на основе ризобактерий стимулируют синтез фитогормонов, повышают устойчивость к стрессам и увеличивают способность растений подавлять вредителей через выпуск летучих соединений.

Создание здорового почвенного микробиома является стратегической задачей агроэкологии. Отказ от интенсивной химии, включение в севооборот бобовых, применение компостов и биоуглевода укрепляет почвенное здоровье и усиливает естественные защитные механизмы растений.

### **Роль разнообразия растений в снижении численности вредителей**

Биоразнообразие является ключевым фактором устойчивости агроэкосистемы. Монокультуры создают идеальные условия для размножения вредителей, поскольку они обеспечивают однородную среду пищи и укрытий.

Посадка растений-компаньонов, создание многоярусных агроценозов, чередование культур и внедрение агролесомелиорации снижают численность вредителей посредством нарушения их экологических ниш.

Многообразие растений формирует сложную сеть взаимодействий. Одни культуры выделяют вещества, отпугивающие вредителей, другие служат убежищем для хищников. В смешанных посадках вредители обнаруживают растения слабее, а их физическая активность снижается из-за сложной структуры угодья.

Эта стратегия является не только агротехнической мерой, но и фундаментальным экологическим подходом, направленным на восстановление природных функций агроэкосистем.

## **Инновационные технологии точного земледелия в защите растений**

Современные методики точного земледелия позволяют контролировать вредителей без химической нагрузки. Использование дронов для дистанционного мониторинга, спектрального анализа и точечной обработки биопрепаратами позволяет значительно снизить воздействие на окружающую среду.

Спутниковые данные о состоянии посевов, тепловые карты, ИК-диагностика и машинное обучение позволяют предсказывать вспышки вредителей. Модели прогнозирования рассчитывают риски, основываясь на климатических факторах, состоянии почвы, влажности и динамике популяций.

Технологии точного земледелия, интегрированные с биометодами, формируют новый тип защиты растений, где вмешательство минимально, а эффективность высока.

### **Заключение**

Методы борьбы с вредителями без использования пестицидов представляют собой стратегическое направление развития мирового сельского хозяйства. Они обеспечивают долговременную устойчивость агроэкосистем, защищают биологическое разнообразие, снижают экологические риски и укрепляют продовольственную безопасность.

Современные биологические, агротехнические и поведенческие методы, дополненные инновациями точного земледелия, создают основу для перехода к гармоничному сельскому хозяйству, где вредители регулируются природными путями.

Переход к этим технологиям требует научной поддержки, образовательных программ и государственной политики, но именно он способен обеспечить устойчивость агропромышленного комплекса в условиях глобальных экологических вызовов.

### **Литература**

1. Филатов А. Ф. Биологическая защита растений. М.: Агропромиздат, 2019.
2. Литвинов А. В. Агроэкологические основы устойчивого земледелия. СПб.: Лань, 2020.
3. Романова Л. И. Современные методы биоконтроля вредителей. Казань: КГУ, 2021.
4. Тимофеев Н. А. Микробиология почвы и здоровье растений. М.: Наука, 2018.
5. Шумаков В. П. Агробиоценозы и управление вредителями. М.: Колос, 2017.