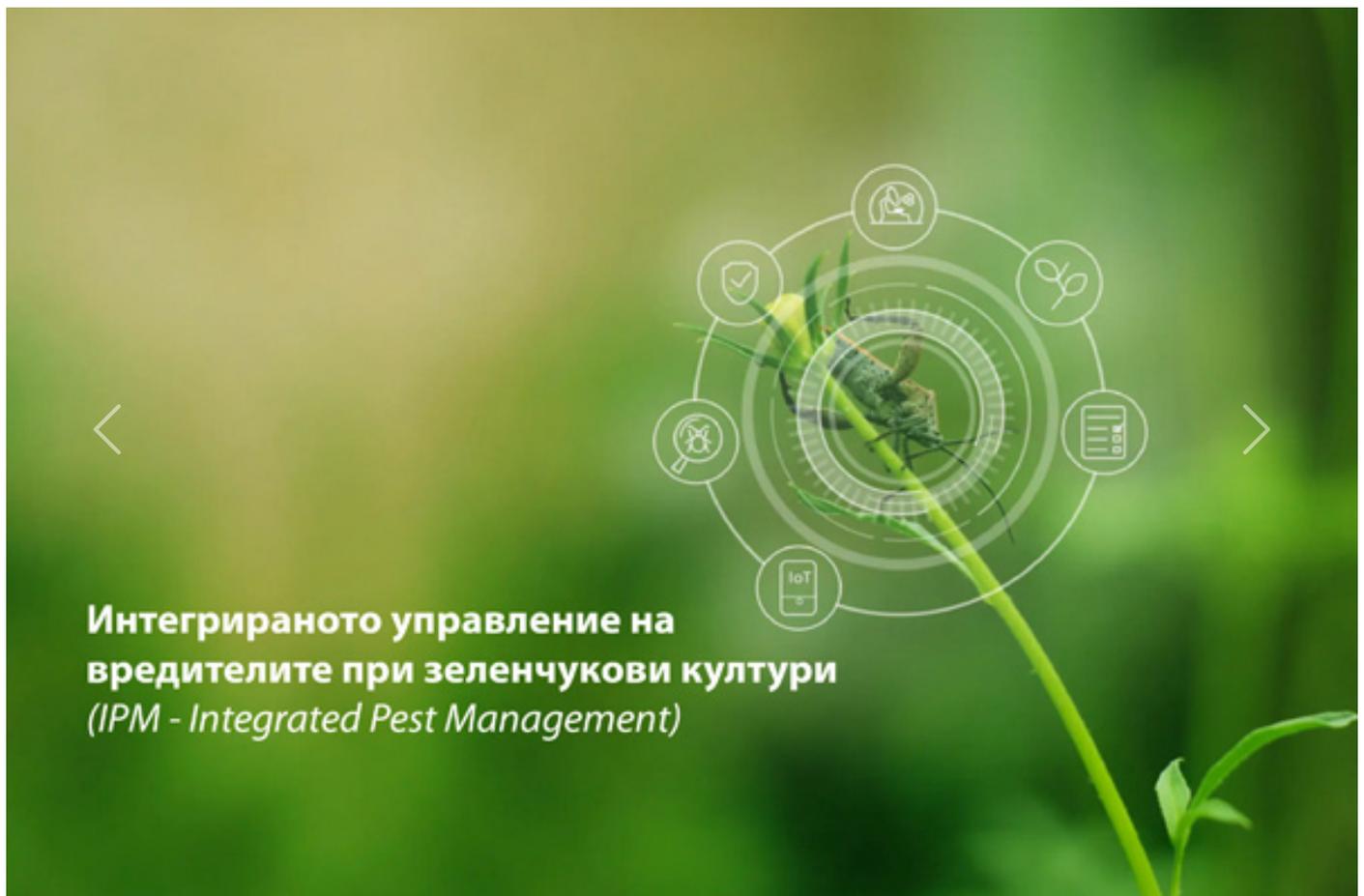


# Интегрированное управление вредителями в овощных культурах – Новый подход с традициями

*Автор(и):* проф. д-р Винелина Янкова, Институт за зеленчукови култури "Марица" – Пловдив, ССА; проф. д-р Стойка Машева, ИЗК "Марица", ССА  
*Дата:* 14.07.2025 *Брой:* 7/2025



Интегрированная борьба с вредителями (ИБВ – *Integrated Pest Management*) – это комплексный, экологический подход к управлению вредителями в сельскохозяйственных системах. Он включает стратегическую интеграцию нескольких методов контроля – агротехнических, биологических и химических практик – для поддержания популяций вредителей ниже порога экономической вредоносности. В результате минимизируются риски для окружающей среды и здоровья человека. ИБВ уделяет особое внимание профилактическим мерам, мониторингу и решениям, основанным на

установленных порогах вредоносности. Основные принципы ИБВ включают предотвращение проблем с вредителями посредством агротехнических практик, таких как севооборот; постоянный мониторинг популяций вредителей и их естественных врагов; использование порогов экономической вредоносности при принятии решений по управлению; применение комбинации биологических, физических и химических методов контроля; оценку эффективности проведенных обработок. Включая междисциплинарные знания и системный подход, ИБВ направлена на оптимизацию сельскохозяйственного производства, сохранение экосистемных услуг и смягчение вредных последствий традиционного применения пестицидов.

Устойчивые методы борьбы с вредителями в рамках ИБВ имеют решающее значение для решения проблем, связанных с растущей потребностью в продовольствии, сохранением национальных биоресурсов и смягчением неблагоприятных последствий изменения климата. Традиционные методы борьбы с вредителями, включающие интенсивное использование пестицидов, приводят к многочисленным экологическим, экономическим и социальным проблемам. К ним относятся возникновение резистентности к пестицидам, нарушение сообществ полезных макробиоагентов, загрязнение почвы и воды, а также потенциальное воздействие опасных химикатов на работников и потребителей. Напротив, ИБВ предлагает более устойчивую модель борьбы с вредителями, ограничивая обработку пестицидами экономически и экологически оправданными порогами. Снижая зависимость от химических пестицидов, ИБВ способствует сохранению биоразнообразия и экосистем, укрепляет стабильность сельскохозяйственных систем, приносит экономическую выгоду фермерам за счет снижения затрат на ресурсы и увеличения урожайности, одновременно повышая безопасность пищевых продуктов и качество продукции для потребителей.

ИБВ не только решает проблему прямого воздействия вредителей на культурные растения, но и способствует устойчивому развитию, включая сохранение природных ресурсов, защиту здоровья населения и содействие социальному и экономическому благополучию.

### ***Основные принципы интегрированной борьбы с вредителями:***

**1. Биоэкоэнологический подход.** Агробиоценоз – это живой организм. Взаимоотношения между его компонентами динамичны. Внедрение ИБВ направлено на сохранение биологического равновесия в экосистемах, основанного на антагонистических отношениях между вредными и полезными организмами. Основное внимание уделяется контролю, а не искоренению вредителя. Полное уничтожение вредителей невозможно, и такая попытка может быть дорогостоящей и опасной для окружающей среды.



В рамках этой программы контроль начинается с установления порогов экономической вредоносности (ПЭВ). За этим следует выбор и применение мер контроля. Эти пороги включают не только вредителей, но и конкретное место, к которому они относятся, поскольку могут различаться для разных регионов. Поддерживая популяции вредителей на приемлемом уровне, устраняется селективное давление. Это снижает риск развития резистентности к химическим средствам защиты растений (СЗР).

**2. Экономический подход.** В патосистеме или комбинации вредитель/культура важно оценивать пороги повреждения и действия. Порог действия – это максимальный уровень развития болезни или вредителя, ниже которого потери не имеют экономического значения. При его достижении необходимо принять меры для предотвращения эпифитотического или катастрофического размножения. Этот порог является важным инструментом в интегрированном контроле и может варьироваться в зависимости от эффективности альтернативных методов контроля и продолжительности их действия.

**3. Правильный выбор химических средств.** ИБВ использует селективные пестициды, токсичные для вредителей и нетоксичные или слаботоксичные для полезных видов. Селективность может быть: Физиологическая – определяется активной структурой СЗР и механизмом его действия; Экологическая – определяется биологией и экологией вредителей и полезных видов; Технологическая – определяется методами и подходами к обработке (локальная обработка, применение с системами капельного орошения, фертигация, обработка семян, использование гранулированных СЗР, пестицидных смесей,

сниженных доз в сочетании с микробными препаратами). Оценка риска применения химических СЗР в программах ИБВ определяется: характеристикой и идентификацией агентов биологического контроля; рисками для здоровья; экологическими рисками; эффективностью СЗР. ИБВ использует наиболее селективные пестициды, которые выполняют свою цель, будучи при этом максимально безопасными для полезных видов, качества воздуха, почвы и воды; проводятся локальные, а не тотальные обработки, применяется малообъемное опрыскивание.

### **Компоненты ИБВ**

ИБВ опирается на комбинацию стратегий, включая методы профилактики и агротехнического контроля, инструменты мониторинга и принятия решений, биологический и химический контроль. Методы профилактики и агротехнического контроля включают севооборот, поддержание посевов свободными от сорняков, совместные посадки (смешанные посевы) и использование устойчивых сортов. Цель состоит в создании условий, менее благоприятных для развития популяций вредителей. Инструменты мониторинга и принятия решений (ПЭВ, разведка и методы отбора проб) помогают фермерам оценивать популяции вредителей и определять, когда необходимо вмешательство. Методы биологического контроля, включая использование естественных врагов, сохранение и увеличение полезных видов, генетический контроль и классический биологический контроль, используют силу хищников/паразитов для сдерживания популяций вредителей. Методы химического вмешательства (биопестициды, селективное/целевое использование пестицидов и нанотехнологии) используются разумно для борьбы с вредителями, когда другие методы недостаточны. Интегрируя эти разнообразные стратегии, ИБВ может успешно управлять вредителями, снижая риски для общественного здравоохранения и окружающей среды.

#### **1. Методы профилактики и агротехнического контроля**

*Севооборот* является фундаментальной стратегией профилактического управления вредителями в рамках ИБВ. Он предполагает последовательное выращивание различных культур на данном поле в разные вегетационные периоды. Эффективность севооборота в подавлении популяций вредителей обусловлена следующими механизмами: пространственно-временное разделение культур-хозяев; включение нехозяйинных культур, которые функционируют как барьеры или ловушки; стимуляция полезных видов путем повышения их биоразнообразия. Эффективность севооборота как стратегии ИБВ зависит от разумного выбора и организации культур во временной последовательности, разнообразия культур, включенных в схему севооборота, продолжительности цикла севооборота и стратегического включения сидератов или зеленых удобрений. Было установлено, что чередование нехозяйинных культур

с культурами-хозяевами (овощами) в стратегической ротационной последовательности эффективно ограничивает частоту и вредоносную активность почвенных фитопатогенов и растительоядных нематод в широком спектре культур. Включение бобовых культур в севооборот также может подавлять популяции сорняков посредством аллелопатических эффектов и конкуренции за ресурсы, одновременно улучшая плодородие почвы.

---

## Пряные культуры в системах совместных посевов в овощеводстве

---

*Смешанные посевы* (интеркроппинг) различных культур являются эффективной агротехнической стратегией контроля. Она предполагает одновременное выращивание нескольких видов культур на одном поле. Эта профилактическая практика основана на экологических взаимодействиях между различными видами растений для создания агроэкосистем, которые ограничивают распространение вредителей и способствуют активности естественных врагов. Механизмы смешанных посевов сложны. Они охватывают такие факторы, как конкуренция за ресурсы, физические барьеры, аллелопатия и манипуляция средой обитания. Эффективность смешанных посевов как стратегии борьбы с вредителями зависит от разумного выбора культур-компаньонов, их точной пространственной конфигурации и идеального времени для их закладки.



Примером такого сосуществования является выращивание ароматических растений, таких как базилик или мята, в качестве промежуточных культур. Они отпугивают или маскируют летучие обонятельные сигналы, используемые вредителями для поиска своих растений-хозяев, тем самым снижая скорость заражения вредителями. Помимо прямого воздействия на популяции вредителей, смешанные посевы могут также повысить общую устойчивость и урожайность агроэкосистем за счет увеличения плодородия почвы, оптимизации эффективности использования воды и снижения влияния абиотических стрессоров.

*Санитарные меры*, которые включают удаление и уничтожение зараженного вредителями растительного материала, пожнивных остатков и других источников инокулюма вредителей с полей и прилегающих территорий, также являются агротехническими методами контроля. Они сокращают возникающие популяции вредителей и предотвращают их распространение в течение и между вегетационными периодами, тем самым минимизируя потребность в корректирующих мерах. Помимо этих мер на уровне поля, санитарные меры также включают очистку и дезинфекцию сельскохозяйственного оборудования, складских помещений и транспортных средств для ограничения проникновения и распространения вредителей из внешних источников.

*Выращивание устойчивых сортов* является основной стратегией агротехнической борьбы с вредителями. Она использует генетическое разнообразие сельскохозяйственных культур для минимизации неблагоприятного воздействия вредителей и болезней на возделываемые культуры. Использование устойчивых сортов в программах ИБВ направлено на снижение зависимости от пестицидов, минимизацию потерь урожая и повышение общей устойчивости культур.

## **2. Мониторинг и принятие решений**

Регулярный мониторинг и отбор проб являются основополагающими для принятия решений в программах ИБВ.



Также используются различные инструменты и методы для мониторинга популяций вредителей и их неблагоприятного воздействия на культурные растения, включая: визуальный осмотр, использование защитных сеток для вентиляторов, клеевые ловушки, феромонные ловушки и технологии дистанционного зондирования. Методы дистанционного зондирования включают аэрофотосъемку, спутниковую съемку и беспилотные летательные аппараты. Они все чаще используются для мониторинга состояния посевов и раннего обнаружения вспышек вредителей в больших пространственных масштабах. Интеграция различных инструментов и методов мониторинга в сочетании с правильным отбором проб позволяет принимать решения на основе данных относительно необходимости и сроков проведения мероприятий по борьбе с вредителями. По мере развития исследований, связанных с искусственным интеллектом, изучаются возможности его использования в принятии решений в ИБВ (для разработки прогнозных моделей на основе машинного обучения и нейронных сетей, для оптимизации инфраструктуры мониторинга; для улучшения прогнозных моделей).

Пороги экономической вредоносности являются важными инструментами при принятии решений об обработке культур. Они определяют, когда меры по борьбе с вредителями экономически оправданы. Такой подход минимизирует излишнее применение пестицидов, снижая воздействие на окружающую среду и экономическое бремя, связанное с управлением вредителями.

### 3. Биологический контроль

Естественные враги, включая паразитоидов, хищников и патогенов, представляют собой жизненно важный компонент биологического контроля вредителей в программах ИБВ.



Такие полезные организмы могут регулировать популяции вредителей посредством различных механизмов, включая прямое хищничество, паразитизм и инфекцию, часто поддерживая плотность вредителей ниже порогов экономической вредоносности. Успешная интеграция естественных врагов в ИБВ требует полного понимания их биологии и взаимодействия с целевыми вредителями и окружающей средой культуры. Влияние хищников на популяции вредителей зависит от их скорости питания, функционального ответа, предпочтений в отношении добычи и других экологических компонентов. Паразитоиды — это насекомые, которые откладывают свои яйца в хозяина, уничтожая его по мере развития личинок паразитоида. Патогены, включая вирусы, бактерии, микроскопические грибы и нематоды, инфицируют и вызывают заболевания в популяциях вредителей, что приводит к снижению роста, размножения и выживаемости.

Классический биологический контроль включает внедрение естественных врагов вредителей. Эта стратегия направлена на достижение долгосрочного и устойчивого подавления вредителей путем восстановления экологического баланса между вредителем и его естественными хищниками в данной области. Это смягчает неблагоприятное воздействие инвазивных вредителей на агроэкосистемы. Выбор подходящих естественных врагов основывается на следующих критериях: специфичность к хозяину,

климатическая адаптивность, репродуктивный потенциал и эффективность поиска. Специфичность к хозяину важна для минимизации риска нецелевого воздействия на местные виды и обеспечения экологической безопасности программы биологического контроля.

Включение естественных врагов в программы ИБВ основано на сохранении и увеличении существующих популяций и внедрении новых видов посредством природоохранного биологического контроля. Он сосредоточен на изменении среды возделывания культур для благоприятствования выживанию и эффективности биологических агентов путем предоставления альтернативных источников пищи, укрытий и мест зимовки. Сохранение и увеличение естественных хищников — две ключевые стратегии в рамках более широкого понятия биологического контроля. Методы сохранения и увеличения часто используются в сочетании с другими тактиками ИБВ, такими как химический и агротехнический контроль, для достижения устойчивого и экономически эффективного управления вредителями. Это включает различные практики, в том числе предоставление альтернативных источников пищи, создание укрытий для зимующих организмов и минимизацию широкого спектра применения пестицидов, которые могут негативно влиять на полезные организмы.

#### **4. Химический контроль**

Среди различных компонентов ИБВ химический контроль является тем, который претерпел самые последние и современные обновления. К ним относятся последние достижения в области селективного и целевого использования пестицидов, управления резистентностью, биопестицидов и природных соединений, а также использования нанотехнологий.

#### **5. Селективное и целевое применение пестицидов**

Разумное и точное применение пестицидов, направленное на конкретных вредителей, составляет жизненно важный элемент подходов ИБВ, который подчеркивает стратегическое внедрение мер химического контроля. Этот подход требует глубокого понимания жизненных циклов вредителей, экологических взаимодействий и колебаний популяций, а также фенологии культур и сложных взаимосвязей в сельскохозяйственных экосистемах. Молекулярные исследования внесли значительный вклад в это направление, проливая свет на основные механизмы, определяющие селективность инсектицидов.

#### **6. Стратегии управления резистентностью**

Они направлены на предотвращение или замедление возникновения резистентности к пестицидам у популяций вредителей. Появление резистентности обусловлено селективным давлением, оказываемым многократным применением пестицидов, которое способствует выживанию и размножению резистентных особей по сравнению с чувствительными. Чередование пестицидов с различными механизмами действия снижает селективное давление на конкретные механизмы резистентности и помогает поддерживать разнообразный генетический пул чувствительных особей в популяции вредителей. Применение пестицидов в полных рекомендованных дозах является еще одной важной частью стратегии управления резистентностью, поскольку сублетальные дозы могут способствовать выживанию и размножению резистентных особей, тем самым ускоряя наступление резистентности.

## 7. Биопестициды и продукты природного происхождения

Биопестициды и натуральные продукты предлагают более экологичные и устойчивые альтернативы традиционным синтетическим пестицидам. Продукты природного происхождения извлекаются или выделяются из натуральных материалов и могут подвергаться некоторой химической модификации для повышения их эффективности или стабильности. Микробные пестициды происходят от бактерий, грибов, вирусов и нематод, которые патогенны для определенных видов вредителей. Например, продукты, полученные из *Bacillus thuringiensis*, которые содержат бактериальные споры и кристаллические белки, токсичны для некоторых вредителей. Различные препараты, полученные из гриба *Trichoderma viride* и эфирных масел, активны против патогенов, вредящих культурным растениям.

Во всем мире активно ведутся исследования по открытию и характеристике новых биологически активных соединений из природных источников и оптимизации систем рецептур и доставки.



**Полынь горькая** (*Artemisia absinthium*) использовалась как лекарственное растение с древних времен

В недавних исследованиях фитотоксичности и энтомотоксичности эфирные масла розмарина и полыни были оценены в отношении вредителя томатов *Bemisia tabaci*.

## 8. Нанотехнологии.

Нанотехнологии — это развивающаяся область с потенциалом для разработки новых и улучшенных инструментов химического контроля в рамках ИБВ. Нанопестициды предлагают несколько потенциальных преимуществ по сравнению с обычными пестицидными препаратами: повышенная эффективность, снижение воздействия на окружающую среду и целевая доставка к заранее определенным вредителям или тканям растений. Примеры наноматериалов, используемых при подготовке нанопестицидов, включают полимерные наночастицы, наноносители на основе липидов и неорганические наночастицы, такие как диоксид кремния и диоксид титана.

Разработка и обработка нанопестицидами в ИБВ требует междисциплинарного подхода, который сочетает в себе опыт из таких областей, как химия, материаловедение, агрономия, токсикология, оценщики рисков, регуляторы и социальные науки. Текущие исследовательские приоритеты и деятельность в этой области включают разработку и синтез новых наноматериалов с определенными

функциональными возможностями, оптимизацию нанопрепаратов и методов доставки, а также оценку их эффективности, безопасности и экологической судьбы.



*Использование экстракта нима высоко ценится за его медицинские, косметические и сельскохозяйственные применения*

Разработан новый биопестицидный наноконкомпозит, инкапсулирующий азадирахтин, природное соединение с инсектицидным действием, извлеченное из семян дерева ним. Он демонстрирует более быстрое действие и большую эффективность, чем обычные инсектициды. Конфокальная микроскопия выявляет улучшенное биораспределение в теле насекомого, а наноконкомпозит демонстрирует повышенную УФ-стабильность благодаря своей внутренней наноструктуре и витамину E. Это достижение в области устойчивого управления вредителями подчеркивает потенциал для более экологических подходов к борьбе с сельскохозяйственными вредителями посредством сочетания биотехнологий и нанотехнологий.

### ***Преимущества устойчивости систем ИБВ***

Они выражаются в нескольких направлениях:

#### **1. Экологическая устойчивость**

Придавая приоритет нехимическим методам и разумному применению пестицидов, основанному на ПЭВ и мониторинге вредителей, ИБВ стремится поддерживать популяции вредителей ниже экономически вредоносных уровней, минимизируя при этом зависимость от химических обработок. Этот подход приводит к сокращению общего объема применяемых пестицидов и поощряет использование селективных и безопасных соединений, смягчая неблагоприятное воздействие на нецелевые организмы, экосистемы и здоровье человека. ИБВ использует комбинированный подход, сочетающий агротехнические, биологические и физические тактики контроля, дополненные стратегическим применением пестицидов с пониженным риском (т.е. биопестицидов и продуктов природного происхождения). Эти альтернативы, включая микробиоинсектициды, растительные экстракты и феромоны, обладают более низкой токсичностью, меньшей стойкостью и меньшим количеством нецелевых эффектов по сравнению с типичными синтетическими пестицидами. Их включение в программы ИБВ может повысить общую устойчивость подходов к защите растений за счет снижения рисков загрязнения окружающей среды, защиты естественных врагов и дикой природы, а также содействия устойчивости экосистем.

## **2. Экономическая устойчивость**

Экономические преимущества ИБВ обусловлены снижением затрат на борьбу с вредителями, повышением эффективности использования ресурсов и увеличением прибыльности и конкурентоспособности сельскохозяйственного производства. ИБВ позволяет фермерам тщательно оценивать экономические, экологические и социальные последствия различных методов борьбы с вредителями. Разумное использование пестицидов, основанное на порогах экономической вредоносности, мониторинге вредителей и системах поддержки принятия решений, может значительно сократить количество химикатов, необходимых для поддержания популяций вредителей ниже вредоносных уровней. Альтернативные методы борьбы с вредителями (агротехнический контроль, биологический контроль) предоставляют экономически эффективные альтернативы химическому контролю. ИБВ также повышает экономическую эффективность сельскохозяйственного производства за счет оптимизации использования ресурсов, таких как земля, вода и труд, посредством методов точного земледелия и интеграции с другими устойчивыми сельскохозяйственными практиками. Потери урожая из-за вредителей представляют собой серьезное ограничение сельскохозяйственной продуктивности, при этом ежегодно теряется около 40% мирового урожая из-за вредителей.

## **3. Социальная устойчивость**

ИБВ может способствовать социальной устойчивости путем повышения безопасности и качества пищевых продуктов, что является важными аспектами здоровья и благополучия человека. Практики ИБВ отдают приоритет использованию нехимических методов борьбы с вредителями и разумному применению пестицидов, тем самым снижая потенциальное содержание остатков пестицидов в пищевых продуктах и связанные с этим риски для здоровья потребителей. Кроме того, уменьшая ущерб, причиняемый вредителями и болезнями, ИБВ может помочь сохранить пищевую ценность, внешний вид и срок годности сельскохозяйственной продукции, еще больше повышая ее качество и товарность. Благодаря этому может быть улучшена безопасность пищевых продуктов путем минимизации риска пищевых заболеваний, связанных с микробным загрязнением.

## ***Вызовы и возможности***

Несмотря на общепризнанное значение ИБВ для экологической, экономической и социальной устойчивости, существуют различные барьеры, включая технические, экономические, институциональные и культурные факторы, которые препятствуют ее успешному внедрению фермерами. Выявление и преодоление этих барьеров имеет решающее значение для содействия более широкому применению ИБВ и реализации ее потенциала для устойчивой защиты растений. Ключевым техническим барьером для внедрения ИБВ является присущая ей сложность и наукоемкий характер практик ИБВ, что требует значительных инвестиций в обучение, экспериментирование и адаптацию со стороны фермеров. Для преодоления этого барьера знания и навыки в области ИБВ должны быть разработаны и распространены с помощью соответствующих подходов. Интеграция традиционных и местных знаний с научными исследованиями может способствовать разработке более подходящих и приемлемых стратегий, адаптированных к различным агроэкологическим и социокультурным контекстам.

Экономические препятствия, включая более высокие первоначальные затраты и воспринимаемые риски, связанные с внедрением ИБВ, также могут ограничивать ее применение фермерами. Для преодоления экономических барьеров важно разработать и внедрить политику и стимулы, поддерживающие внедрение практик ИБВ, такие как субсидии, кредиты и рыночные инструменты. Например, Общая сельскохозяйственная политика (ОСП) Европейского союза предоставляет агроэкологические платежи фермерам, которые применяют ИБВ и другие устойчивые сельскохозяйственные практики, признавая их вклад в общественные блага и экосистемные услуги.

Культурные и социальные барьеры также могут ограничивать внедрение системных практик фермерами. Во многих случаях фермеры могут неохотно менять свои устоявшиеся практики борьбы с вредителями,

особенно если они воспринимают ИБВ как угрозу своей идентичности, автономии или социальному статусу.

ИБВ — это не самостоятельный подход, а неотъемлемый компонент устойчивых сельскохозяйственных систем, которые направлены на оптимизацию использования природных ресурсов, повышение экосистемных услуг и улучшение устойчивости и адаптивности агроэкосистем. Интеграция ИБВ с другими устойчивыми сельскохозяйственными практиками, такими как природоохранное земледелие, агролесоводство и органическое земледелие, может создать выгодные синергии и сопутствующие преимущества, которые повышают общую устойчивость и эффективность сельскохозяйственных систем.

Ограничения трудовых ресурсов представляют собой еще одну проблему для внедрения ИБВ, поскольку сельскохозяйственный сектор сталкивается с растущей нехваткой рабочей силы и увеличением затрат на нее. ИБВ часто требует более интенсивного мониторинга, разведки и управленческих практик по сравнению с обычными методами борьбы с вредителями. Эта возросшая потребность в рабочей силе может стать значительным барьером для производителей, которые уже испытывают трудности с поиском и оплатой труда работников. Еще одна практическая проблема — ограничения биопестицидов. Хотя биопестициды являются важным инструментом в ИБВ, полагаться исключительно на них нецелесообразно. Они дороже, требуют более высоких доз применения и, как правило, обеспечивают лишь частичное подавление вредителей, а не полный контроль.

ИБВ выступает в качестве многообещающей и устойчивой парадигмы для защиты растений, предлагая жизнеспособную альтернативу чрезмерному и неизбирательному применению химических пестицидов. Синергетически интегрируя широкий спектр профилактических, биологических, агротехнических и химических стратегий контроля, ИБВ стремится поддерживать популяции вредителей ниже порогов экономической вредоносности, одновременно снижая риски для общественного здравоохранения и окружающей среды.

---

## Ссылки

1. Атанасов Н., М. Витанов, Е. Логинова, Е. Илиева, 2005. Интегрированная защита тепличных культур от болезней и вредителей. София—Videnov&son и PantaNeo Publishing House, 159.
2. Богацевска Н., Я. Станчева, Х. Ботева, Ст. Машева, Е. Логинова, В. Харизанова, Х. Самалиев, Д. Христова, Д. Караджова, В. Николова, В. Александров, Т. Тошкова, Д. Грозданова, 2008. Руководство по

интегрированной борьбе с вредителями овощных культур. НСЗР. Министерство сельского хозяйства и лесов. София. 238.

3. Batz, P., Will, T., Thiel, S., Ziesche, T. M., Joachim, C. 2023. От идентификации до прогнозирования: потенциал распознавания изображений и искусственного интеллекта для мониторинга тли-вредителя. *Frontiers in Plant Science*, 14.

4. Dara, S. K., 2019. Новая парадигма интегрированной борьбы с вредителями для современного века. *Journal of Integrated Pest Management*, 10 (1), 12.

5. Kruidhof, H. M., Elmer, W. H., 2020. Агротехнические методы борьбы с вредителями и болезнями в теплицах. *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, 285– 330.

6. Rydhmer, K., Bick, E., Still, L., Strand, A., Luciano, R., Helmreich, S., Beck, B. D., Grønne, C., Malmros, L., Poulsen, K., 2022. Автоматизация мониторинга насекомых с использованием неконтролируемых датчиков ближнего инфракрасного диапазона. *Sci. Rep.* 12 (1), 2603.