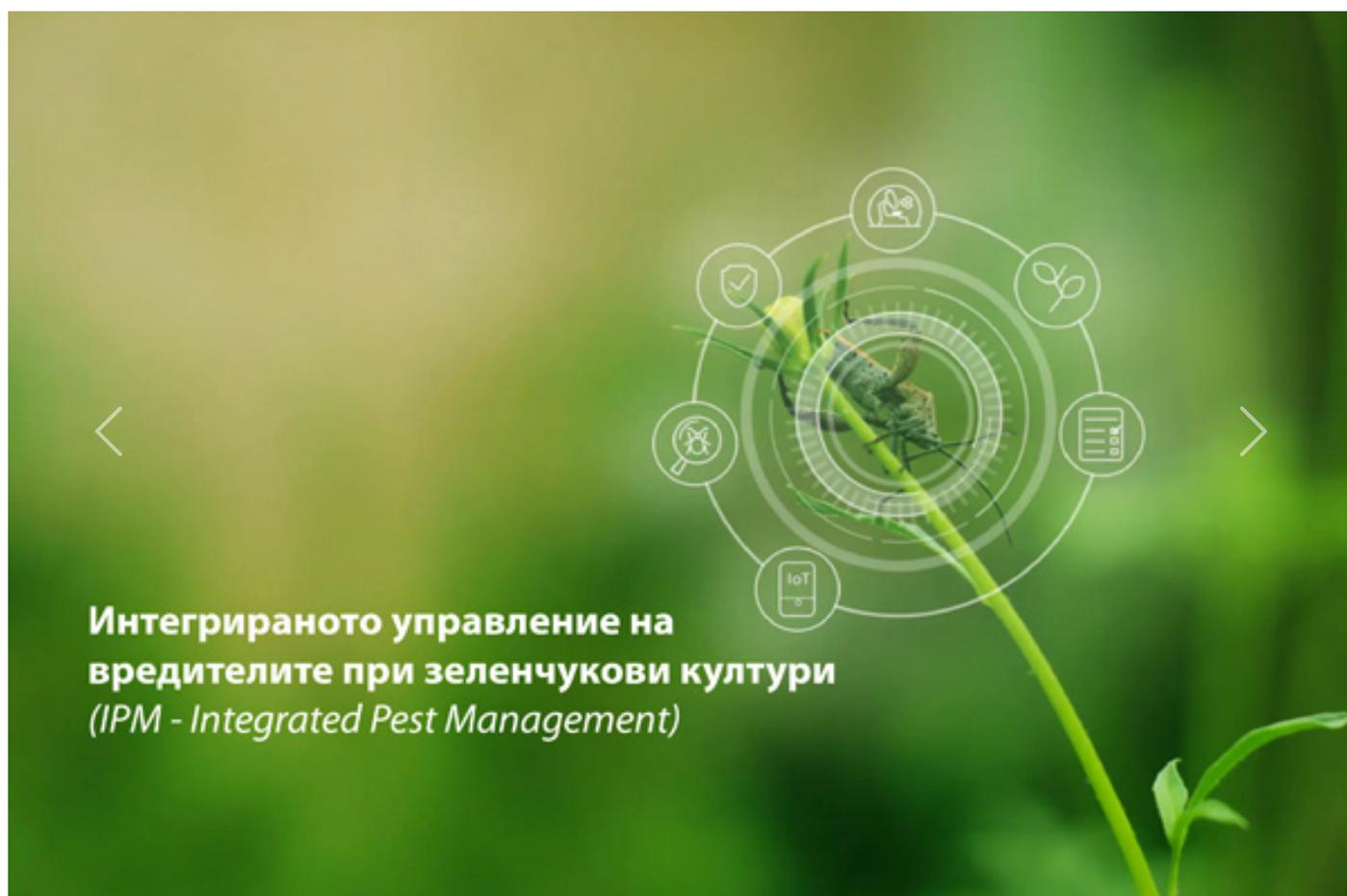


Интегрирано управление на вредителите при зеленчуковите култури – нов подход с традиции

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



Интегрираното управление на вредителите (IPM - *Integrated Pest Management*) е задълбочен, екологичен подход за управление на вредителите в селскостопанските системи. Той включва стратегическо интегриране на множество методи за контрол - културни, биологични и химични практики, за поддържане на популациите от вредители под икономическия праг на вредност. В резултат се минимизират рисковете за околната среда и здравето на човека. При IPM се обръща особено внимание на превантивните мерки, мониторинг и решения базирани на установени прагове на вредност. Основните принципи на IPM

включват предотвратяване на проблемите с вредителите чрез културни практики, като въвеждане на сеитбообращения; непрекъснат мониторинг на популациите от вредители и техните естествени врагове; използване на икономически прагове на вредност при вземане на управленски решения; прилагане на комбинация от биологични, физични и химични методи за контрол; оценка на ефективността на проведените третираня. Чрез включване на мултидисциплинарни знания и системно базиран подход, IPM е насочено към оптимизиране на селскостопанското производство, като запазва екосистемните услуги и смекчава вредните последици от приложението на конвенционалните пестициди.

Устойчивите практики за контрол на вредителите в рамките на IPM са важни за справяне с предизвикателствата, породени от нарастващата необходимост от храни, от опазване на националните биоресурси и смекчаване на неблагоприятните последици от изменението на климата.

Конвенционалните практики за борба с вредителите, включващи интензивно използване на пестициди, са причина за множество екологични, икономически и обществени предизвикателства. Те включват появата на резистентност към пестициди, нарушаването на полезните съобщества на макробиоагентите, замърсяването на почвата и водата и потенциалното излагане на работещите и потребителите на действието на опасни химикали. Обратно, IPM е по-устойчив модел за контрол на вредителите, като ограничава третирането с пестициди до икономически и екологично обосновани прагове. Чрез ограничаване на зависимостта от химични пестициди, IPM насърчава опазването на биологичното разнообразие и на екосистемите, укрепва стабилността на селскостопанските системи, носи икономически ползи за фермерите чрез намалени разходи за суровини и повишени добиви, като същевременно се увеличава безопасността на храните и качеството на продукцията за потребителите.

IPM не само разглежда прякото въздействие на вредителите върху културните растения, но идопринася за устойчиво развитие, включително опазването на природните ресурси, опазването на общественото здраве и насърчаването на социалното и икономическото благосъстояние.

Основни принципи на интегрираната защита:

1. Биоекоценологичен подход. Агробиоценозата е жив организъм. Взаимоотношенията между компонентите ѝ са динамични. С въвеждането на IPM се цели запазване на биологичното равновесие в екосистемите, базирано на антагонистичните взаимоотношения между вредните и полезни организми. Акцентът е върху контрола, а не ликвидиране на вредителя. Невъзможно е пълно унищожаване на вредителите, а подобен опит може да бъде скъп и опасен за околната среда.



При тази програма борбата започва с установяване на Праговете на икономическа вредност (ПИВ). Изборът и приложението на мерки за контрол започва след това. Тези прагове включват освен вредителите и специфичното място, за което се отнасят, защото за различните региони те могат да бъдат различни. При запазване на популацията на вредителите в приемлив размер се елиминира селекционния натиск. Това намалява риска от развитие на резистентност към химичните продукти за растителна защита (ПРЗ).

2. Икономически подход. В комбинацията патосистема или вредител/култура, е важно да се направи оценка на щетите и праговете на действие. Прагът на действие е максималното ниво на развитие на болестите или неприятелите, под което загубите нямат икономическо значение. При достигането му трябва да се предприемат действия за предотвратяване на епифитотийно или каламитетно размножаване. Този праг е важен инструмент в интегрирания контрол и той може да варира в зависимост от ефикасността на алтернативите за контрол и продължителността им на действие.

3. Правилен подбор на химично средство. При IPM се използват селективни пестициди, които са токсични за вредителите и нетоксични или слабо токсични за полезните видове. Селективността може да бъде: Физиологична - определя се от активната структура на ПРЗ и механизма му на действие; Екологична – определя се от биологията и екологията на вредителите и полезните видове; Технологична – определя се от начините и подходите на третиране (локално третиране, внасяне със ситемите за

капково напояване, фертигация, третиране на семената, използване на гранулирани ПРЗ, пестицидни смеси, редуцирани дози в комбинация с микробиални препарати). Оценката на риска при приложение на химични ПРЗ при IPM програмите се определя чрез: характеризирани и идентифицирани на биологични агенти за контрол; рискове за здравето; рискове за околната среда; ефикасност на ПРЗ. При IPM се използват най-селективните пестициди, които ще изпълнят предназначението си и едновременно с това ще бъдат най-безопасни за полезните видове, за въздуха, почвата, както и за качеството на водата; провеждат се локални, а не тотални третираня, прилага се малообемно пръскане.

Компоненти на IPM

IPM разчита на комбинация от стратегии, включително методи за превенция и културен контрол, инструменти за наблюдение и вземане на решения, биологичен и химичен контрол. Методите за превенция и културен контрол включват въвеждането на сеитбообращение, поддържане на посевите чисти от плевели, комбиниране на култури и използване на устойчиви сортове. Целта е създаване на условия, които са по-малко благоприятни за развитието на популациите на вредителите. Инструментите за наблюдение и вземане на решения (ПИВ, техники за проучване и вземане на проби) помагат на фермерите да оценят популациите от вредители и да определят кога е необходима намеса. Методите за биологичен контрол, включително използването на естествени врагове, опазването и увеличаването на полезните видове, генетичния контрол и класическия биологичен контрол, използват силата на хищниците/паразитите, за да държат популациите на вредителите под контрол. Методите за химична интервенция, (биопестициди, селективно/целенасочено използване на пестициди и нанотехнологии) се използват разумно за контрол на вредителите, когато други методи са недостатъчни. Чрез интегриране на тези разнообразни стратегии, IPM може успешно да управлява вредителите чрез намаляване на рисковете за общественото здраве и околната среда.

1. Методи за превенция и културен контрол

Сеитбообращението е основна стратегия за превантивното управление на вредителите в рамките на IPM. То включва последователно отглеждане на различни култури на дадено поле през различните вегетационни периоди. Ефикасността на сеитбообращението за потискане на популациите от вредители се дължи на следните механизми: пространствено-времево разделяне на културите гостоприемници; включване на култури, които не са гостоприемници, а функционират като бариери или капанни култури; стимулиране на полезните видове чрез подобряване на биоразнообразието им. Ефективността на сеитбообращението като стратегия за IPM зависи от разумния подбор и организация на културите във

времева последователност, разнообразието от култури, включени в схемата на сеитбообращение, продължителността на цикъла на сеитбообращение и стратегическото включване на покривни култури или зелени торове. Установено е, че редуването на култури негостоприемници с култури гостоприемници (зеленчуци) в стратегическа ротационна последователност, ефективно ограничава честотата и вредната дейност на почвените фитопатогени и растително-паразитните нематоди при разнообразен спектър от култури. Включването на бобови култури в сеитбооборотите също може да потисне популациите на плевелите чрез алелопатични ефекти и конкуренция за ресурси, а същевременно и да подобри плодородието на почвата.

Подправни култури в интеркропинг системи в производството на зеленчуци

Комбинираното отглеждане на различни култури е ефективна стратегия за културен контрол. То включва едновременно отглеждане на множество видове култури в едно поле. Тази профилактична практика се базира на екологични взаимодействия между различни растителни видове с цел създаване на агроecosистеми, които ограничават разпространението на вредители и насърчават активността на естествените врагове. Механизмите на междукултурното отглеждане са сложни. Те обхващат фактори, като конкуренция за ресурси, физически бариери, алелопатия и манипулиране на местообитанията. Ефикасността на междукултурното отглеждане като стратегия за управление на вредителите зависи от разумния подбор на придружаващите култури, тяхната точна пространствена конфигурация и идеалното време за тяхното създаване.



Пример за такова съжителство е отглеждането на ароматни растения босилек или мента като междинни култури. Те отблъскват или маскират летливите обонятелни сигнали, използвани от вредителите, за да локализируют своите растения гостоприемници. По този начин намаляват степента на заразяване с вредители. Освен прякото си въздействие върху популациите от вредители, междукултурното отглеждане може също така да повиши цялостната устойчивост и добива на агроecosистемите чрез увеличаване на плодородието на почвата, оптимизиране на ефективността на използването на водата и намаляване влиянието на абиотични стресови фактори.

Санитарните практики, които включват премахване и унищожаване на заразен с вредители растителен материал, растителни остатъци и други източници на инокулум от вредители от площите и ивиците около тях също са практики за културен контрол. Чрез тях се намаляват популациите на нововъзникващи вредители и се предотвратява разпространението им в рамките на и между сезоните на отглеждане. Така се минимизира необходимостта от лечебни интервенции. Освен тези мерки на ниво поле, санитарните практики включват и почистване и дезинфекция на селскостопанско оборудване, складови помещения и транспортни средства, за да се ограничи въвеждането и разпространението на вредители от външни източници.

Отглеждането на устойчиви сортове е основна стратегия за културен контрол на вредителите. Тя използва генетичното разнообразие на културите, за да сведе до минимум неблагоприятните ефекти на

вредителите и болестите върху отглежданите култури. Използването на устойчиви сортове в програмите за IPM има за цел да намали зависимостта от пестициди, да сведе до минимум загубите на добив и да промени цялостната устойчивост на културите.

2. Мониторинг и вземане на решения

Редовният мониторинг и вземането на проби имат основно значение при вземане на решения в програмите за IPM.



Използват се и различни инструменти и техники за наблюдение на популациите от вредители и техните отрицателни ефекти върху културните растения, включващи: визуална проверка, използване на защитни мрежи за проветрителите, лепкави плоскости, феромонови уловки и технологии за дистанционно наблюдение. Техниките за дистанционно наблюдение са въздушна фотография, сателитни изображения и безпилотни летателни апарати. Те все повече се използват за наблюдение на състоянието на културите и ранно откриване на огнища на вредители в големи пространствени мащаби. Интегрирането на различни инструменти и техники за наблюдение, съчетано с правилно вземане на проби, дава възможност да се вземат решения, базирани на данни, относно необходимостта и времето на интервенции за управление на вредителите. С напредване на изследванията, свързани с изкуствения интелект, се проучват възможности за използването му за вземане на решения в IPM (за разработване на

прогнозни модели, базирани на машинно обучение и невронни мрежи, за оптимизиране на инфраструктурата за наблюдение; за подобряване на прогнозните модели).

Равнищата на праговете на икономическата вредност са основни инструменти при вземането на решения за провеждане на третиране на посевите. Чрез тях се определя кога мерките за контрол на вредителите са икономически оправдани. Този подход минимизира излишните приложения на пестициди, намалявайки екологичното въздействие и икономическата тежест, съпътстваща управлението на вредителите.

3. Биологичен контрол

Естествените врагове, обхващащи паразитоиди, хищници и патогени, представляват важен компонент на биологичния контрол на вредителите в рамките на програмите за IPM.



Такива полезни организми могат да позволят регулирането на популациите от вредители чрез различни механизми, включително директно хищничество, паразитизъм и инфекция, като често поддържат гъстотата на вредителите под праговете на икономическа вредност. Плодотворното интегриране на естествените врагове в IPM изисква пълно познаване на тяхната биология и взаимодействие с целевите вредители и с околната среда на културите. Влиянието на хищниците върху популациите на вредителите зависи от тяхната скорост на хранене, функционална реакция, предпочитания за плячка и някои други

екологични компоненти. Паразитоидите са насекоми, които снасят яйцата си в гостоприемника и го елиминират докато паразитоидните ларви се развиват. Патогени, включително вируси, бактерии, микроскопични гъби и нематоди, заразяват и причиняват болести в популациите на вредителите, което води до намален растеж, размножаване и оцеляване.

Класическият биологичен контрол е свързан с установяване на естествени врагове на вредителите. Тази стратегия има за цел да постигне дългосрочно и устойчиво потискане на вредителите чрез възстановяване на екологичното равновесие между вредителя и неговите естествени хищници в ареала. По този начин се смекчават неблагоприятните въздействия на инвазивните вредители върху агроecosystemите. Изборът на подходящи естествени врагове се основава на следните критерии: специфичност на гостоприемника, климатична адаптивност, репродуктивен потенциал и ефективност на търсене. Специфичността на гостоприемника е важна, за да се сведе до минимум рискът от нецелевеи ефекти върху местните видове и да се гарантира екологичната безопасност на програмата за биологичен контрол..

Включването на естествените врагове в програмите за IPM е базирано на опазване и увеличаване на съществуващите популации и въвеждане на нови видове чрез консервационен биологичен контрол. Той се фокусира върху модифицирането на околната среда на културите, за да благоприятства оцеляването и ефективността на биоагентите чрез осигуряване на алтернативни източници на храна, подслон и места за зимуване. Опазването и увеличаването на естествените хищници са две ключови стратегии в по-широката рамка на биологичния контрол. Техниките за опазване и увеличаване често се използват заедно с други IPM тактики, като химичен и културен контрол, за постигане на устойчиво и рентабилно управление на вредителите. Това включва различни практики, включително осигуряване на алтернативни източници на храна, създаване на подслон за зимуващите и минимизиране на широкоспектърните приложения на пестициди, които могат да повлияят неблагоприятно на полезните организми.

4. Химичен контрол

Сред различните компоненти на IPM, химичният контрол е този, който претърпя най-новите и скорошни актуализации. Това са последните постижения в селективната и целенасочена употреба на пестициди, управлението на резистентността, биопестицидите и естествените съединения и използването на нанотехнологии.

5. Селективна и целенасочена употреба на пестициди

Разумното и прецизно прилагане на пестициди, насочено към конкретни вредители, представлява жизненоважен елемент в подходите на IPM, който набляга на стратегическото внедряване на мерки за контрол на химикалите. Този подход изисква задълбочен поглед върху жизнения цикъл на вредителите, екологичните взаимодействия и колебанията на популацията, както и фенологията на културите и сложните взаимоотношения в селскостопанските екосистеми. Молекулярните изследвания значително допринесоха за това начинание, като хвърлиха светлина върху основните механизми, които определят селективността на инсектицидите.

6. Стратегии за управление на резистентността

Те имат за цел да предотвратят или забавят появата на резистентност към пестициди в популациите от вредители. Появата на резистентност се дължи на селекционния стрес, упражняван от многократните приложения на пестициди, които благоприятстват оцеляването и размножаването на резистентни индивиди пред чувствителните. Редуването на пестициди с различни начини на действие намалява селекционния натиск върху специфични механизми на резистентност и помага за поддържането на разнообразен генетичен набор от податливи индивиди в популацията на вредителите. Прилагането на пестициди в пълните им препоръчителни дози е друга важна част от стратегията за управление на резистентността, тъй като сублеталните дози могат да улеснят оцеляването и размножаването на резистентни индивиди, като по този начин ускоряват появата на резистентност.

7. Биопестициди и естествено извлечени продукти

Биопестицидите и естествените продукти предлагат по-екологични и устойчиви алтернативи на конвенционалните синтетични пестициди. Естествено получените продукти се извличат или изолират от естествени материали и могат да претърпят известна химическа модификация, за да се повиши тяхната ефикасност или стабилност. Микробните пестициди произхождат от бактерии, гъби, вируси и нематоди, които са патогенни за специфични видове вредители. Например продукти, производни на *Bacillus thuringiensis*, които съдържат бактериални спори и кристални протеини, са токсични за някои неприятели. Различни формулировки, производни на гъбата *Trichoderma viride* и на етерични масла са активни срещу патогени които вредят по културните растения.

В света се работи активно за откриване и характеризиране на нови биоактивни съединения от естествени източници и оптимизирането на системите за формулиране и доставка.



Обикновеният пелин (*Artemisia absinthium*) се използва се като лечебно растение още от древността

При скорошни проучвания върху фитотоксичността и енмотоксичността етеричните масла от розмарин и артемизия са оценени срещу вредителя по домати *Bemisia tabaci*.

8. Нанотехнологии.

Нанотехнологиите са нововъзникваща област, която е перспективна за проектиране на нови и подобрени инструменти за химичен контрол в рамките на IPM. Нанопестицидите предлагат няколко потенциални предимства пред конвенционалните пестицидни формулировки: повишена ефикасност, намалени ефекти върху околната среда и целенасочено доставяне до предварително определени вредители или растителни тъкани. Примерите за наноматериали, използвани при приготвянето на нанопестициди, включват полимерни наночастици, наноносители на липидна основа и неорганични наночастици като силициев диоксид и титанов диоксид.

Разработването и третирането с нанопестициди в IPM изисква мултидисциплинарен подход, който съчетава опит от области като химия, материалознание, агрономство, токсикология, оценители на риска, регулатор и социални науки. Текущите изследователски приоритети и дейности в тази област включват проектиране и синтез на нови наноматериали със специфични функционалности, оптимизиране на

наноформулировките и методите за доставяне и оценка на тяхната ефикасност, безопасност и екологична съдба.



Употребата на екстракт от нийм е високо ценена заради медицинските, козметичните и селскостопанските му приложения

Вече има разработен нов биопестициден нанокомполит, капсулиращ азадирахтин, естествено съединение с инсектицидно действие, извлечено от семена на дървото нийм. Той показва по-бързо действие и по-голяма ефикасност от конвенционалния инсектицид. Конфокалната микроскопия разкрива подобро биоразпределение в тялото на насекомото и нанокомполитът показва подобрена UV стабилност поради присъщата си наноструктура и витамин Е. Този напредък в устойчивото управление на вредителите подчертава потенциала за по-екологични подходи за контрол на селскостопанските вредители чрез комбинация от биотехнологии и нанотехнологии.

Ползи от устойчивостта на IPM системите

Те се изразяват в няколко направления:

1. Екологична устойчивост

Чрез приоритетно използване на нехимични методи и разумното прилагане на пестициди, базирано на ПИВ и мониторинг на вредителите, IPM се стреми да поддържа популациите от вредителите под икономически вредните нива, като същевременно минимизира зависимостта от химически третирания. Този подход води до намаляване на общия обем на прилаганите пестициди насърчава използването на селективни и доброкачествени съединения, смекчавайки вредното въздействие върху нецелевите организми, екосистемите и човешкото здраве. IPM използва комбиниран подход, смесвайки културни, биологични и физически тактики за контрол, допълнени от стратегическото прилагане на пестициди с намален риск (т.е. биопестициди и продукти от естествен произход). Тези алтернативи, включително микробиоинсектициди, ботанически екстракти и феромони, показват по-ниска токсичност, по-кратка устойчивост и по-малко нецелеве ефекти в сравнение с типичните синтетични пестициди. Включването им в програмите за IPM може да подобри цялостната устойчивост на подходите за растителна защита чрез намаляване на рисковете от замърсяване на околната среда, защита на естествените врагове и дивата природа и насърчаване на устойчивостта на екосистемите.

2. Икономическа устойчивост

Икономическите ползи от IPM произтичат от намалените разходи за управление на вредителите, подобрена ефективност на използване на ресурсите и повишена рентабилност и конкурентоспособност на селскостопанското производство. IPM позволява на фермерите внимателно да оценят икономическите, екологичните и социалните последици от различни техники за управление на вредителите. Разумното използване на пестициди, основано на икономически прагове на вредност, мониторинг на вредителите и системи за подпомагане на вземането на решения, може значително да намали количеството химикали, необходими за поддържане на популациите от вредители под вредните нива. Алтернативното управление на вредителите (културен контрол, биологичен контрол) предоставя рентабилни алтернативи на химическия контрол. IPM също така подобрява икономическата ефективност на селскостопанското производство чрез оптимизиране на използването на ресурси като земя, вода и труд чрез техники за прецизно земеделие и интеграция с други устойчиви селскостопански практики. Загубите на реколта, дължащи се на вредители, представляват основно ограничение за производителността на селското стопанство, като се оценява, че до 40 % от световното производство на култури се губи годишно от вредители.

3. Социална устойчивост

IPM може да участва в социалната устойчивост чрез подобряване на безопасността и качеството на храните, които са основни аспекти на човешкото здраве и благосъстояние. Практиките на IPM дават

приоритет на използването на нехимични методи за контрол на вредителите и разумното използване на пестициди, като по този начин намаляват потенциала за остатъци от пестициди в храните и свързаните с тях рискове за здравето на потребителите. Освен това, чрез намаляване на щетите, причинени от вредители и болести, IPM може да помогне за поддържане на хранителната стойност, външния вид и срока на годност на селскостопанските продукти, като допълнително повишава тяхното качество и продаваемост. Чрез нея може да се подобри безопасността на храните чрез минимизиране на риска от хранителни заболявания, свързани с микробно замърсяване.

Предизвикателства и възможности

Въпреки добре обоснованата значимост на IPM за екологична, икономическа и социална устойчивост, съществуват различни бариери, включително технически, икономически, институционални и културни фактори, които възпрепятстват успешното ѝ възприемане от земеделските стопани. Идентифицирането и преодоляването на тези бариери е от решаващо значение за насърчаване на по-широкото прилагане на IPM и реализирането на обещанието му за устойчива растителна защита. Ключова техническа бариера пред приемането на IPM е присъщата сложност и наукоемък характер на практиките за IPM, което изисква значителни инвестиции в образование, експериментиране и адаптиране от страна на фермерите. За да се преодолее тази бариера, трябва да се развият и разпространят знанията и уменията на IPM чрез подходящи подходи. Интегрирането на традиционните и местните знания с научните изследвания може да допринесе за разработването на по-подходящи и приемливи стратегии, съобразени с различни агроекологични и социокултурни контексти.

Икономическите пречки, включително по-високите първоначални разходи и възприеманите рискове, свързани с приемането на IPM, също могат да ограничат прилагането ѝ от земеделските стопани. За да се преодолеят икономическите бариери, е важно да се изградят и приложат политики и стимули, които подкрепят приемането на практики за IPM, като субсидии, кредити и пазарни инструменти. Например Общата селскостопанска политика (ОСП) на Европейския съюз предоставя агроекологични плащания на земеделските стопани, които възприемат IPM и други устойчиви земеделски практики, като признава техния принос за обществените блага и екосистемните услуги.

Културните и социалните бариери също могат да ограничат приемането на практиките на системата от земеделските стопани. В много случаи фермерите може да не са склонни да променят установените си практики за управление на вредителите, особено ако възприемат IPM като заплаха за своята идентичност, автономност или социален статус.

IPM не е самостоятелен подход, а неразделен компонент на устойчиви селскостопански системи, които имат за цел да оптимизират използването на природните ресурси, да подобрят екосистемните услуги и да подобрят устойчивостта и адаптивността на агроекосистемите. Интегрирането на IPM с други устойчиви селскостопански практики, като консервационно земеделие, агролесовъдство и биологично земеделие, може да създаде полезни взаимодействия и съпътстващи ползи, които подобряват цялостната устойчивост и ефективност на селскостопанските системи.

Ограниченията на работната ръка представляват друго предизвикателство за приемането на IPM, тъй като селскостопанският сектор е изправен пред нарастващ недостиг на работна ръка и нарастващи разходи за труд. IPM често изисква по-интензивен мониторинг, проучване и практики за управление в сравнение с конвенционалните методи за контрол на вредителите. Това повишено търсене на работна ръка може да бъде значителна бариера за производителите, които вече се борят да намерят и да си позволят работници. Друго практическо предизвикателство са ограниченията на биопестицидите. Въпреки че биопестицидите са важен инструмент в IPM, разчитането само на тях е невъзможно. Те са по-скъпи, с по-висока доза на приложение, склонни са да осигуряват само частично потискане на вредителите, а не пълен контрол.

IPM се очертава като обещаваща и устойчива парадигма за растителна защита, предлагаща жизнеспособна алтернатива на прекомерното и безразборно прилагане на химически пестициди. Чрез синергично интегриране на широк спектър от превантивен, биологични, културни и химически стратегии за контрол, IPM се стреми да поддържа популациите от вредители под икономически вредните прагове, като същевременно смекчава рисковете за общественото здраве и околната среда.

Литература

1. Атанасов Н., М. Витанов, Е. Логинова, Е. Илиева, 2005. Интегрирана защита на оранжерийните култури от болести и неприятели. София—Издателство Виденов&син и ПантаНео, 159.
2. Богацевска Н., Й. Станчева, Хр. Ботева, Ст. Машева, Е. Логинова, В. Харизанова, Х. Самалиев, Д. Христова, Д. Караджова, В. Николова, В. Александров, Т. Тошкова, Д. Грозданова, 2008. Ръководство за интегрирано управление на вредителите при зеленчуковите култури. НСРЗ. Министерство на земеделието и горите. София. 238.
3. Batz, P., Will, T., Thiel, S., Ziesche, T. M., Joachim, C. 2023. From identification to forecasting: the potential of image recognition and artificial intelligence for aphid pest monitoring. *Frontiers in Plant Science*, 14.

4. Dara, S. K., 2019. The new integrated pest management paradigm for the modern age. *Journal of Integrated Pest Management*, 10 (1), 12.
5. Kruidhof, H. M., Elmer, W. H., 2020. Cultural methods for greenhouse pest and disease management. *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. Automating insect monitoring using unsupervised near-infrared sensors. *Sci. Rep.* 12 (1), 2603.