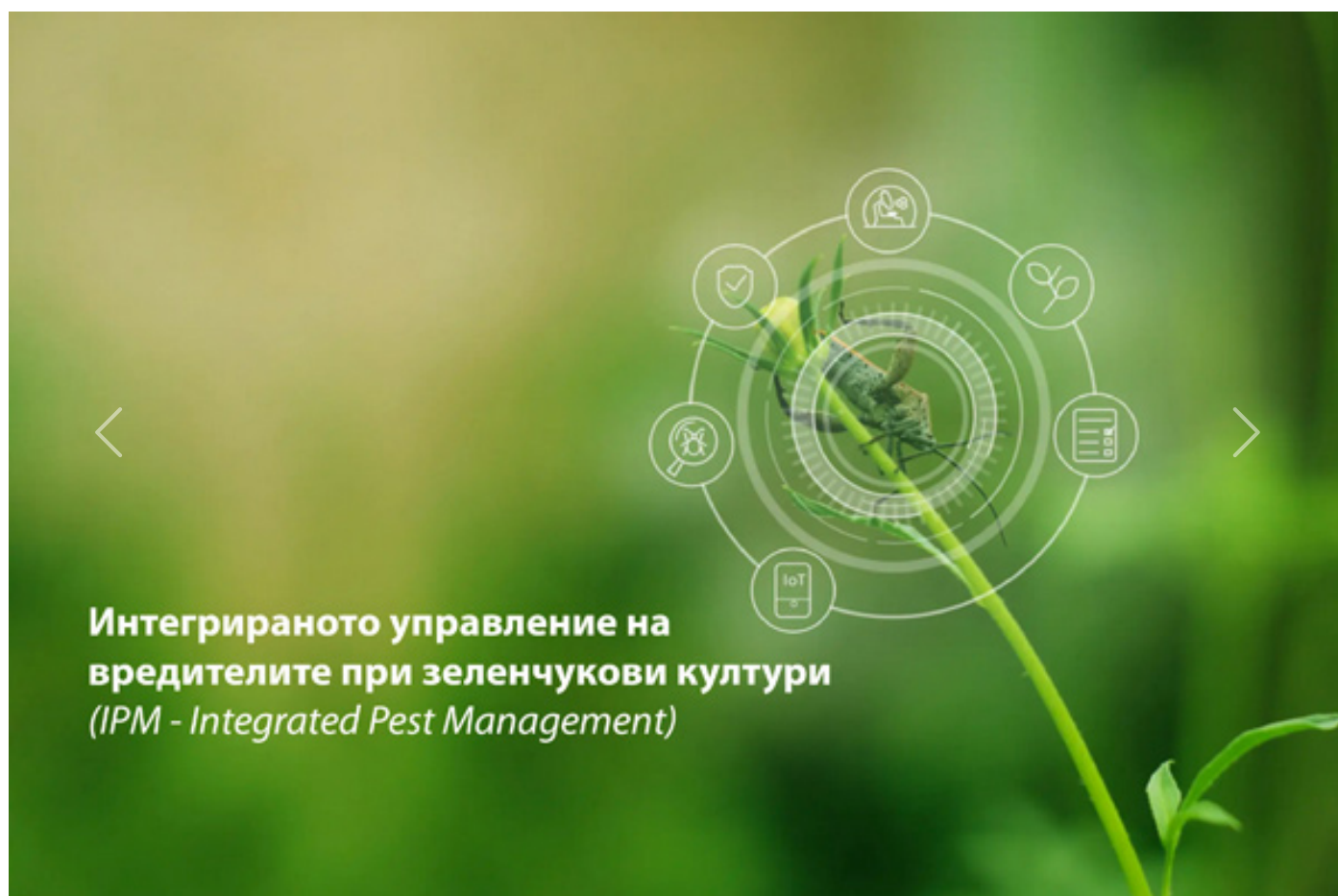


Manejo Integrado de Pragas em Culturas Hortícolas – Uma Nova Abordagem com Tradições

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



A Gestão Integrada de Pragas (GIP - *Integrated Pest Management*) é uma abordagem abrangente e ecológica para o controlo de pragas em sistemas agrícolas. Envolve a integração estratégica de múltiplos métodos de controlo - práticas culturais, biológicas e químicas - para manter as populações de pragas abaixo do limiar de dano económico. Como resultado, os riscos para a saúde ambiental e humana são minimizados. A GIP presta particular atenção às medidas preventivas, monitorização e decisões baseadas em limiares de dano estabelecidos. Os principais princípios da GIP incluem a prevenção de problemas de pragas através de práticas

culturais como a rotação de culturas; a monitorização contínua das populações de pragas e dos seus inimigos naturais; a utilização de limiares de dano económico na tomada de decisões de gestão; a aplicação de uma combinação de métodos de controlo biológicos, físicos e químicos; a avaliação da eficácia dos tratamentos realizados. Ao incorporar conhecimentos multidisciplinares e uma abordagem baseada em sistemas, a GIP visa otimizar a produção agrícola, preservando os serviços ecossistémicos e mitigando as consequências prejudiciais da aplicação convencional de pesticidas.

As práticas de controlo sustentável de pragas no âmbito da GIP são cruciais para enfrentar os desafios impostos pela crescente necessidade de alimentos, a conservação dos bio-recursos nacionais e a mitigação dos efeitos adversos das alterações climáticas. As práticas convencionais de controlo de pragas, que envolvem o uso intensivo de pesticidas, levam a inúmeros desafios ecológicos, económicos e sociais. Estes incluem o surgimento de resistência a pesticidas, a perturbação das comunidades de macrobioagentes benéficos, a contaminação do solo e da água, e a potencial exposição de trabalhadores e consumidores a produtos químicos perigosos. Pelo contrário, a GIP oferece um modelo mais sustentável para o controlo de pragas, limitando os tratamentos com pesticidas a limiares economicamente e ecologicamente justificados. Ao reduzir a dependência de pesticidas químicos, a GIP promove a biodiversidade e a conservação dos ecossistemas, fortalece a estabilidade dos sistemas agrícolas, traz benefícios económicos aos agricultores através da redução dos custos de produção e do aumento das colheitas, ao mesmo tempo que melhora a segurança alimentar e a qualidade dos produtos para os consumidores.

A GIP não só aborda o impacto direto das pragas nas plantas cultivadas, mas também contribui para o desenvolvimento sustentável, incluindo a conservação dos recursos naturais, a proteção da saúde pública e a promoção do bem-estar social e económico.

Principais princípios da Gestão Integrada de Pragas:

1. Abordagem Bioecocenológica. A agrobiocenose é um organismo vivo. As relações entre os seus componentes são dinâmicas. A introdução da GIP visa preservar o equilíbrio biológico nos ecossistemas, baseando-se nas relações antagónicas entre organismos nocivos e benéficos. O foco é o controlo, não a erradicação da praga. A destruição completa das pragas é impossível, e tal tentativa pode ser cara e perigosa para o ambiente.



No âmbito deste programa, o controlo começa com o estabelecimento dos Níveis de Dano Económico (EILs). Segue-se a seleção e aplicação de medidas de controlo. Estes limiares incluem não só as pragas, mas também a localização específica a que se referem, pois podem variar para diferentes regiões. Ao manter as populações de pragas a um nível aceitável, a pressão seletiva é eliminada. Isto reduz o risco de desenvolvimento de resistência a produtos fitofarmacêuticos químicos (PPPs).

2. Abordagem Económica. No patossistema ou combinação praga/cultura, é importante avaliar os limiares de dano e de ação. O limiar de ação é o nível máximo de desenvolvimento da doença ou praga abaixo do qual as perdas não têm significado económico. Ao atingi-lo, devem ser tomadas ações para prevenir a multiplicação epifitótica ou calamitosa. Este limiar é uma ferramenta importante no controlo integrado e pode variar dependendo da eficácia das alternativas de controlo e da sua duração de ação.

3. Seleção adequada de agentes químicos. A GIP utiliza pesticidas seletivos que são tóxicos para as pragas e não tóxicos ou fracamente tóxicos para as espécies benéficas. A seletividade pode ser: Fisiológica - determinada pela estrutura ativa do PPP e o seu mecanismo de ação; Ecológica - determinada pela biologia e ecologia das pragas e espécies benéficas; Tecnológica - determinada pelos métodos e abordagens de tratamento (tratamento local, aplicação com sistemas de rega gota-a-gota, fertirrega, tratamento de sementes, uso de PPPs granulares, misturas de pesticidas, doses reduzidas em combinação com preparações microbianas). A avaliação de risco para a aplicação de PPPs químicos em programas de GIP é determinada

por: caracterização e identificação de agentes de controlo biológico; riscos para a saúde; riscos ambientais; eficácia do PPP. A GIP utiliza os pesticidas mais seletivos que cumprirão o seu propósito, sendo os mais seguros para as espécies benéficas, a qualidade do ar, do solo e da água; são realizados tratamentos locais, não totais, e é aplicada pulverização de baixo volume.

Componentes da GIP

A GIP baseia-se numa combinação de estratégias, incluindo métodos de prevenção e controlo cultural, ferramentas de monitorização e tomada de decisão, controlo biológico e químico. Os métodos de prevenção e controlo cultural incluem a rotação de culturas, manter as culturas livres de ervas daninhas, a consociação de culturas e o uso de variedades resistentes. O objetivo é criar condições menos favoráveis ao desenvolvimento de populações de pragas. As ferramentas de monitorização e tomada de decisão (EILs, reconhecimento e técnicas de amostragem) ajudam os agricultores a avaliar as populações de pragas e a determinar quando a intervenção é necessária. Os métodos de controlo biológico, incluindo o uso de inimigos naturais, a conservação e o aumento de espécies benéficas, o controlo genético e o controlo biológico clássico, aproveitam o poder de predadores/parasitas para manter as populações de pragas sob controlo. Os métodos de intervenção química (biopesticidas, uso seletivo/direcionado de pesticidas e nanotecnologias) são utilizados criteriosamente para controlar pragas quando outros métodos são insuficientes. Ao integrar estas diversas estratégias, a GIP pode gerir com sucesso as pragas, reduzindo os riscos para a saúde pública e o ambiente.

1. Métodos de Prevenção e Controlo Cultural

A rotação de culturas é uma estratégia fundamental para a gestão preventiva de pragas no âmbito da GIP. Envolve o cultivo sequencial de diferentes culturas num determinado campo durante diferentes estações de crescimento. A eficácia da rotação de culturas na supressão das populações de pragas deve-se aos seguintes mecanismos: separação espaciotemporal das culturas hospedeiras; inclusão de culturas não hospedeiras que funcionam como barreiras ou culturas armadilha; estimulação de espécies benéficas através do aumento da sua biodiversidade. A eficácia da rotação de culturas como estratégia de GIP depende da seleção e organização judiciosas das culturas numa sequência temporal, da diversidade de culturas incluídas no esquema de rotação, da duração do ciclo de rotação e da inclusão estratégica de culturas de cobertura ou adubos verdes. Verificou-se que a rotação de culturas não hospedeiras com culturas hospedeiras (vegetais) numa sequência rotacional estratégica limita eficazmente a frequência e a atividade prejudicial de fitopatógenos de solo e nemátodos parasitas de plantas num espectro diversificado de culturas. A inclusão de leguminosas

nas rotações também pode suprimir as populações de ervas daninhas através de efeitos alelopáticos e competição por recursos, ao mesmo tempo que melhora a fertilidade do solo.

Culturas de especiarias em sistemas de consociação na produção de vegetais

A *consociação* de diferentes culturas é uma estratégia eficaz de controlo cultural. Envolve o cultivo simultâneo de múltiplas espécies de culturas num único campo. Esta prática preventiva baseia-se nas interações ecológicas entre diferentes espécies de plantas para criar agroecossistemas que limitem a propagação de pragas e promovam a atividade de inimigos naturais. Os mecanismos da consociação são complexos. Abrangem fatores como a competição por recursos, barreiras físicas, alelopatia e manipulação do habitat. A eficácia da consociação como estratégia de gestão de pragas depende da seleção judiciosa das culturas companheiras, da sua configuração espacial precisa e do momento ideal para a sua instalação.



Um exemplo de tal coexistência é o cultivo de plantas aromáticas como manjerição ou menta como culturas intercalares. Estas repelem ou mascaram sinais olfativos voláteis usados pelas pragas para localizar as suas plantas hospedeiras, reduzindo assim a taxa de infestação de pragas. Além do seu impacto direto nas populações de pragas, a consociação também pode aumentar a resiliência geral e o rendimento dos

agroecossistemas, aumentando a fertilidade do solo, otimizando a eficiência do uso da água e reduzindo a influência de estressores abióticos.

As práticas de saneamento, que incluem a remoção e destruição de material vegetal infestado por pragas, resíduos de culturas e outras fontes de inóculo de pragas dos campos e áreas circundantes, também são práticas de controlo cultural. Reduzem as populações emergentes de pragas e previnem a sua propagação dentro e entre as épocas de crescimento, minimizando assim a necessidade de intervenções corretivas. Além destas medidas a nível de campo, as práticas de saneamento também incluem a limpeza e desinfecção de equipamentos agrícolas, instalações de armazenamento e veículos de transporte para limitar a introdução e propagação de pragas de fontes externas.

O cultivo de variedades resistentes é uma estratégia central para o controlo cultural de pragas. Aproveita a diversidade genética das culturas para minimizar os efeitos adversos de pragas e doenças nas culturas cultivadas. O uso de variedades resistentes em programas de GIP visa reduzir a dependência de pesticidas, minimizar as perdas de rendimento e melhorar a resiliência geral das culturas.

2. Monitorização e Tomada de Decisão

A monitorização e amostragem regulares são fundamentais para a tomada de decisões em programas de GIP.



Diversas ferramentas e técnicas também são usadas para monitorizar as populações de pragas e os seus efeitos adversos nas plantas cultivadas, incluindo: inspeção visual, uso de redes de proteção para ventiladores, armadilhas adesivas, armadilhas de feromonas e tecnologias de deteção remota. As técnicas de deteção remota incluem fotografia aérea, imagens de satélite e veículos aéreos não tripulados. Estas são cada vez mais usadas para monitorizar o estado das culturas e detetar surtos de pragas precocemente em grandes escalas espaciais. A integração de várias ferramentas e técnicas de monitorização, combinada com uma amostragem adequada, permite decisões baseadas em dados sobre a necessidade e o momento das intervenções de gestão de pragas. À medida que a pesquisa relacionada com a inteligência artificial avança, as possibilidades para o seu uso na tomada de decisões da GIP estão a ser exploradas (para desenvolver modelos preditivos baseados em aprendizagem de máquina e redes neuronais, para otimizar a infraestrutura de monitorização; para melhorar os modelos preditivos).

Os limiares de dano económico são ferramentas essenciais na tomada de decisões sobre o tratamento das culturas. Determinam quando as medidas de controlo de pragas são economicamente justificadas. Esta abordagem minimiza as aplicações supérfluas de pesticidas, reduzindo o impacto ambiental e o peso económico associado à gestão de pragas.

3. Controlo Biológico

Inimigos naturais, incluindo parasitóides, predadores e patógenos, representam um componente vital do controlo biológico de pragas dentro dos programas de GIP.



Tais organismos benéficos podem permitir a regulação das populações de pragas através de vários mecanismos, incluindo predação direta, parasitismo e infecção, muitas vezes mantendo as densidades de pragas abaixo dos limiares de dano económico. A integração bem-sucedida de inimigos naturais na GIP requer uma compreensão completa da sua biologia e interação com as pragas-alvo e o ambiente da cultura. A influência dos predadores nas populações de pragas depende da sua taxa de alimentação, resposta funcional, preferências de presas e outros componentes ecológicos. Parasitoides são insetos que põem os seus ovos no hospedeiro, eliminando-o à medida que as larvas do parasitoide se desenvolvem. Patógenos, incluindo vírus, bactérias, fungos microscópicos e nemátodos, infetam e causam doenças nas populações de pragas, levando à redução do crescimento, reprodução e sobrevivência.

O controlo biológico clássico envolve o estabelecimento de inimigos naturais de pragas. Esta estratégia visa alcançar a supressão a longo prazo e sustentável de pragas, restaurando o equilíbrio ecológico entre a praga e os seus predadores naturais na área. Isto mitiga os efeitos adversos de pragas invasoras nos agroecossistemas. A seleção de inimigos naturais adequados baseia-se nos seguintes critérios: especificidade do hospedeiro, adaptabilidade climática, potencial reprodutivo e eficiência de busca. A especificidade do hospedeiro é importante para minimizar o risco de efeitos não-alvo em espécies nativas e para garantir a segurança ecológica do programa de controlo biológico.

A inclusão de inimigos naturais em programas de GIP baseia-se na conservação e aumento das populações existentes e na introdução de novas espécies através do controlo biológico de conservação. Concentra-se na modificação do ambiente da cultura para favorecer a sobrevivência e eficácia dos agentes biológicos, fornecendo fontes alternativas de alimento, abrigo e locais de hibernação. A conservação e o aumento de predadores naturais são duas estratégias-chave dentro do quadro mais amplo do controlo biológico. As técnicas de conservação e aumento são frequentemente usadas em conjunto com outras táticas de GIP, como o controlo químico e cultural, para alcançar uma gestão de pragas sustentável e económica. Isto inclui várias práticas, como o fornecimento de fontes alternativas de alimento, a criação de abrigo para organismos em hibernação e a minimização de aplicações de pesticidas de largo espectro que podem afetar adversamente organismos benéficos.

4. Controlo Químico

Entre os vários componentes da GIP, o controlo químico é aquele que sofreu as últimas e mais recentes atualizações. Estas incluem os mais recentes avanços no uso seletivo e direcionado de pesticidas, gestão da resistência, biopesticidas e compostos naturais, e o uso de nanotecnologias.

5. Uso Seletivo e Direcionado de Pesticidas

A aplicação judiciosa e precisa de pesticidas, direcionada a pragas específicas, constitui um elemento vital nas abordagens da GIP, que enfatiza a implementação estratégica de medidas de controlo químico. Esta abordagem requer uma compreensão aprofundada dos ciclos de vida das pragas, interações ecológicas e flutuações populacionais, bem como da fenologia das culturas e das complexas relações dentro dos ecossistemas agrícolas. A pesquisa molecular contribuiu significativamente para este esforço, lançando luz sobre os mecanismos subjacentes que determinam a seletividade dos inseticidas.

6. Estratégias de Gestão da Resistência

Estas visam prevenir ou atrasar o surgimento da resistência a pesticidas nas populações de pragas. O aparecimento da resistência deve-se à pressão seletiva exercida por repetidas aplicações de pesticidas, que favorecem a sobrevivência e reprodução de indivíduos resistentes em detrimento dos suscetíveis. A rotação de pesticidas com diferentes modos de ação reduz a pressão seletiva sobre mecanismos de resistência específicos e ajuda a manter um pool genético diversificado de indivíduos suscetíveis na população de pragas. A aplicação de pesticidas nas suas doses completas recomendadas é outra parte importante da estratégia de

gestão da resistência, pois doses subletais podem facilitar a sobrevivência e reprodução de indivíduos resistentes, acelerando assim o início da resistência.

7. Biopesticidas e Produtos de Origem Natural

Biopesticidas e produtos naturais oferecem alternativas mais ecológicas e sustentáveis aos pesticidas sintéticos convencionais. Produtos de origem natural são extraídos ou isolados de materiais naturais e podem sofrer alguma modificação química para aumentar a sua eficácia ou estabilidade. Os pesticidas microbianos originam-se de bactérias, fungos, vírus e nemátodos que são patogénicos para espécies específicas de pragas. Por exemplo, produtos derivados de *Bacillus thuringiensis*, que contêm esporos bacterianos e proteínas cristalinas, são tóxicos para certas pragas. Várias formulações derivadas do fungo *Trichoderma viride* e óleos essenciais são ativas contra patógenos que prejudicam as plantas cultivadas.

Pesquisas ativas estão em curso globalmente para descobrir e caracterizar novos compostos bioativos de fontes naturais e otimizar sistemas de formulação e entrega.



Absinto Comum (*Artemisia absinthium*) tem sido usado como planta medicinal desde os tempos antigos

Em estudos recentes sobre fitotoxicidade e entomotoxicidade, óleos essenciais de alecrim e artemísia foram avaliados contra a praga do tomateiro *Bemisia tabaci*.

8. Nanotecnologias.

As nanotecnologias são um campo emergente com potencial para a conceção de novas e melhoradas ferramentas de controlo químico dentro da GIP. Os nanopesticidas oferecem várias vantagens potenciais sobre as formulações convencionais de pesticidas: maior eficácia, efeitos ambientais reduzidos e entrega direcionada a pragas ou tecidos vegetais predeterminados. Exemplos de nanomateriais utilizados na preparação de nanopesticidas incluem nanopartículas poliméricas, nanocarreadores à base de lípidos e nanopartículas inorgânicas como dióxido de silício e dióxido de titânio.

O desenvolvimento e o tratamento com nanopesticidas na GIP requerem uma abordagem multidisciplinar que combine conhecimentos de campos como química, ciência dos materiais, agronomia, toxicologia, avaliadores de risco, reguladores e ciências sociais. As prioridades e atividades de pesquisa atuais nesta área incluem o projeto e a síntese de novos nanomateriais com funcionalidades específicas, a otimização de nanoformulações e métodos de entrega, e a avaliação da sua eficácia, segurança e destino ambiental.



O uso do extrato de nim é altamente valorizado pelas suas aplicações medicinais, cosméticas e agrícolas

Um novo nanocompósito biopesticida foi desenvolvido, encapsulando azadiractina, um composto natural com ação inseticida extraído de sementes da árvore do nim. Mostra ação mais rápida e maior eficácia do que os inseticidas convencionais. A microscopia confocal revela uma biodistribuição melhorada dentro do corpo do

inseto, e o nanocompósito mostra maior estabilidade UV devido à sua nanoestrutura inerente e à vitamina E. Este avanço na gestão sustentável de pragas destaca o potencial para abordagens mais amigas do ambiente no controlo de pragas agrícolas através de uma combinação de biotecnologias e nanotecnologias.

Benefícios da Sustentabilidade dos Sistemas GIP

Expressam-se em várias direções:

1. Sustentabilidade Ecológica

Ao priorizar métodos não químicos e a aplicação judiciosa de pesticidas baseada nos EILs e na monitorização de pragas, a GIP visa manter as populações de pragas abaixo de níveis economicamente prejudiciais, minimizando a dependência de tratamentos químicos. Esta abordagem leva a uma redução no volume total de pesticidas aplicados e incentiva o uso de compostos seletivos e benignos, mitigando impactos adversos em organismos não-alvo, ecossistemas e na saúde humana. A GIP emprega uma abordagem combinada, misturando táticas de controlo cultural, biológico e físico, complementada pela aplicação estratégica de pesticidas de risco reduzido (ou seja, biopesticidas e produtos de origem natural). Estas alternativas, incluindo microbioinseticidas, extratos botânicos e feromonas, exibem menor toxicidade, menor persistência e menos efeitos colaterais em comparação com os pesticidas sintéticos típicos. A sua inclusão em programas de GIP pode aumentar a sustentabilidade geral das abordagens de proteção de plantas, reduzindo os riscos de contaminação ambiental, protegendo inimigos naturais e vida selvagem, e promovendo a resiliência dos ecossistemas.

2. Sustentabilidade Económica

Os benefícios económicos da GIP resultam da redução dos custos de gestão de pragas, da melhoria da eficiência no uso dos recursos e do aumento da rentabilidade e competitividade da produção agrícola. A GIP permite aos agricultores avaliar cuidadosamente as consequências económicas, ambientais e sociais de várias técnicas de gestão de pragas. O uso judicioso de pesticidas, baseado em limiares de dano económico, monitorização de pragas e sistemas de apoio à decisão, pode reduzir significativamente a quantidade de produtos químicos necessários para manter as populações de pragas abaixo de níveis prejudiciais. A gestão alternativa de pragas (controlo cultural, controlo biológico) fornece alternativas económicas ao controlo químico. A GIP também melhora a eficiência económica da produção agrícola, otimizando o uso de recursos como terra, água e mão de obra através de técnicas de agricultura de precisão e integração com outras práticas agrícolas

sustentáveis. As perdas de culturas devido a pragas representam uma grande restrição à produtividade agrícola, com uma estimativa de 40% da produção agrícola global perdida anualmente devido a pragas.

3. Sustentabilidade Social

A GIP pode contribuir para a sustentabilidade social melhorando a segurança e a qualidade alimentar, que são aspetos essenciais da saúde e bem-estar humanos. As práticas de GIP priorizam o uso de métodos de controlo de pragas não químicos e o uso judicioso de pesticidas, reduzindo assim o potencial de resíduos de pesticidas nos alimentos e os riscos para a saúde do consumidor associados. Além disso, ao reduzir os danos causados por pragas e doenças, a GIP pode ajudar a manter o valor nutricional, a aparência e o prazo de validade dos produtos agrícolas, aumentando ainda mais a sua qualidade e comercialização. Através dela, a segurança alimentar pode ser melhorada, minimizando o risco de doenças transmitidas por alimentos associadas à contaminação microbiana.

Desafios e Oportunidades

Apesar da importância bem estabelecida da GIP para a sustentabilidade ambiental, económica e social, existem várias barreiras, incluindo fatores técnicos, económicos, institucionais e culturais, que dificultam a sua adoção bem-sucedida pelos agricultores. Identificar e superar estas barreiras é crucial para promover a aplicação mais ampla da GIP e concretizar a sua promessa de proteção fitossanitária sustentável. Uma barreira técnica fundamental para a adoção da GIP é a complexidade inerente e a natureza intensiva em conhecimento das práticas da GIP, que requer um investimento significativo em educação, experimentação e adaptação por parte dos agricultores. Para superar esta barreira, o conhecimento e as competências em GIP devem ser desenvolvidos e disseminados através de abordagens apropriadas. A integração do conhecimento tradicional e local com a pesquisa científica pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais apropriadas e aceitáveis, adaptadas a diferentes contextos agroecológicos e socioculturais.

Obstáculos económicos, incluindo custos iniciais mais elevados e riscos percebidos associados à adoção da GIP, também podem limitar a sua implementação pelos agricultores. Para superar as barreiras económicas, é importante desenvolver e implementar políticas e incentivos que apoiem a adoção de práticas de GIP, como subsídios, créditos e instrumentos de mercado. Por exemplo, a Política Agrícola Comum (PAC) da União Europeia oferece pagamentos agroambientais aos agricultores que adotam a GIP e outras práticas agrícolas sustentáveis, reconhecendo a sua contribuição para bens públicos e serviços ecossistémicos.

Barreiras culturais e sociais também podem limitar a adoção de práticas de sistema pelos agricultores. Em muitos casos, os agricultores podem relutar em mudar as suas práticas estabelecidas de gestão de pragas, especialmente se perceberem a GIP como uma ameaça à sua identidade, autonomia ou estatuto social.

A GIP não é uma abordagem isolada, mas um componente integral de sistemas agrícolas sustentáveis que visam otimizar o uso de recursos naturais, aprimorar os serviços ecossistêmicos e melhorar a resiliência e adaptabilidade dos agroecossistemas. A integração da GIP com outras práticas agrícolas sustentáveis, como a agricultura de conservação, a agrossilvicultura e a agricultura biológica, pode criar sinergias benéficas e co-benefícios que aumentam a sustentabilidade e eficiência geral dos sistemas agrícolas.

As restrições de mão de obra representam outro desafio para a adoção da GIP, uma vez que o setor agrícola enfrenta uma crescente escassez de mão de obra e o aumento dos custos de mão de obra. A GIP exige frequentemente práticas de monitorização, reconhecimento e gestão mais intensivas em comparação com os métodos convencionais de controlo de pragas. Esta maior procura de mão de obra pode ser uma barreira significativa para os produtores que já têm dificuldade em encontrar e pagar trabalhadores. Outro desafio prático são as limitações dos biopesticidas. Embora os biopesticidas sejam uma ferramenta importante na GIP, depender exclusivamente deles não é viável. São mais caros, exigem doses de aplicação mais elevadas e tendem a fornecer apenas uma supressão parcial das pragas, em vez de um controlo completo.

A GIP surge como um paradigma promissor e sustentável para a proteção de plantas, oferecendo uma alternativa viável à aplicação excessiva e indiscriminada de pesticidas químicos. Ao integrar sinergicamente uma vasta gama de estratégias de controlo preventivas, biológicas, culturais e químicas, a GIP esforça-se por manter as populações de pragas abaixo dos limiares de dano económico, ao mesmo tempo que mitiga os riscos para a saúde pública e o ambiente.

Referências

1. Atanasov N., M. Vitanov, E. Loginova, E. Ilieva, 2005. Proteção integrada de culturas de estufa contra doenças e pragas. Sofia–Videnov&son e PantaNeo Publishing House, 159.
2. Bogatsevska N., Y. Stancheva, H. Boteva, St. Masheva, E. Loginova, V. Harizanova, H. Samaliev, D. Hristova, D. Karadzhova, V. Nikolova, V. Aleksandrov, T. Toshkova, D. Grozdanova, 2008. Manual para a gestão integrada de pragas em culturas hortícolas. NSSP. Ministério da Agricultura e Florestas. Sofia. 238.

3. Batz, P., Will, T., Thiel, S., Ziesche, T. M., Joachim, C. 2023. Da identificação à previsão: o potencial do reconhecimento de imagem e da inteligência artificial para a monitorização de pragas de afídeos. *Frontiers in Plant Science*, 14.
4. Dara, S. K., 2019. O novo paradigma da gestão integrada de pragas para a era moderna. *Journal of Integrated Pest Management*, 10 (1), 12.
5. Kruidhof, H. M., Elmer, W. H., 2020. Métodos culturais para a gestão de pragas e doenças em estufas. *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. Automatização da monitorização de insetos usando sensores infravermelhos próximos não supervisionados. *Sci. Rep.* 12 (1), 2603.