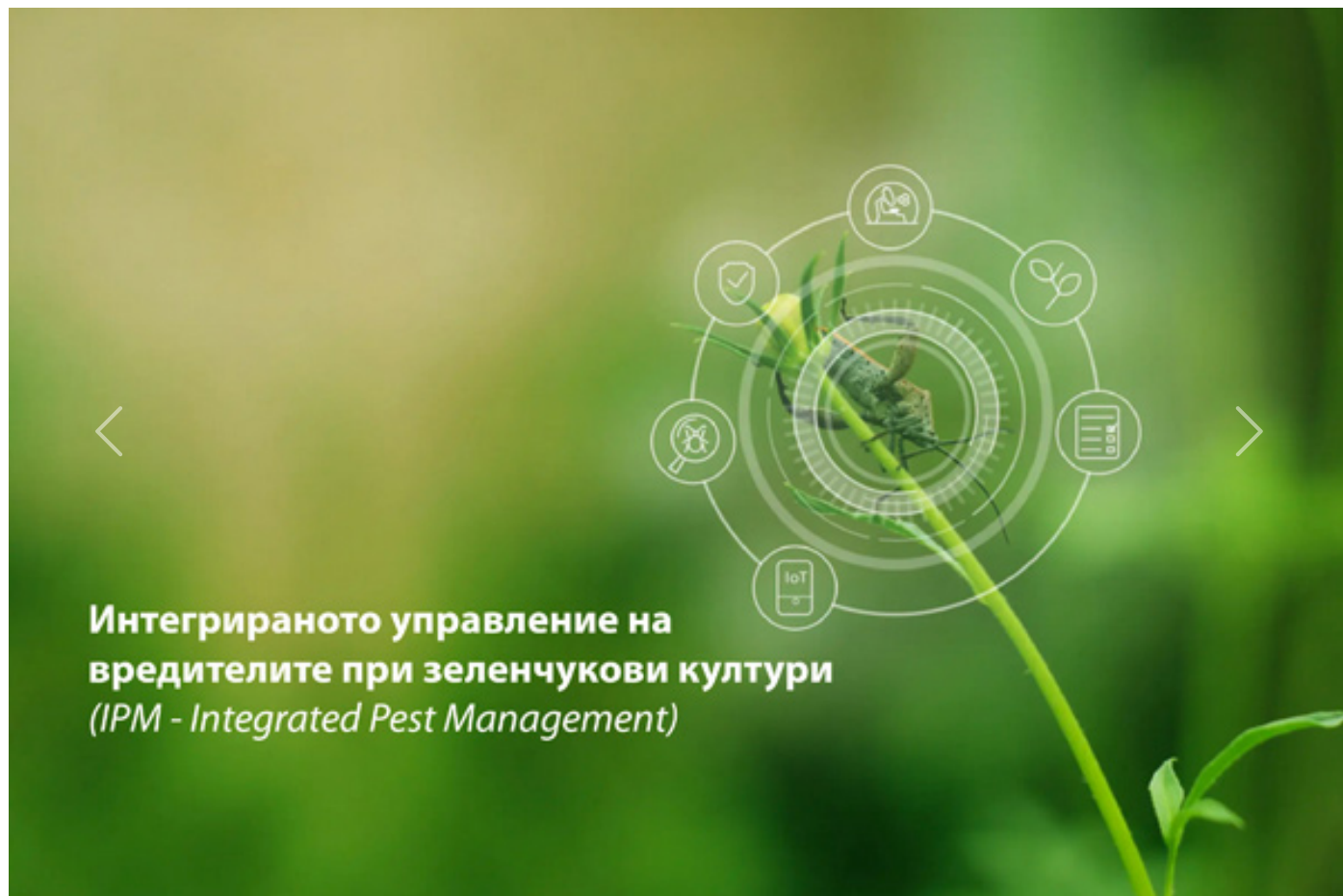


Entegre Zararlı Yönetimi Sebze Tarımında – Geleneklerle Yeni Bir Yaklaşım

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



Entegre Zararlı Yönetimi (IPM - *Entegre Zararlı Yönetimi*), tarım sistemlerinde zararlı yönetimine yönelik kapsamlı, ekolojik bir yaklaşımdır. Zararlı popülasyonlarını ekonomik zarar eşiğinin altında tutmak için kültürel, biyolojik ve kimyasal uygulamalar gibi çoklu kontrol yöntemlerinin stratejik entegrasyonunu içerir. Sonuç olarak, çevresel ve insan sağlığı riskleri minimize edilir. IPM, önleyici tedbirlere, izlemeye ve belirlenmiş zarar eşiklerine dayalı kararlara özel önem verir. IPM'nin temel prensipleri arasında, münavebe gibi kültürel uygulamalar yoluyla zararlı sorunlarını önlemek; zararlı popülasyonlarını ve doğal düşmanlarını sürekli izlemek; yönetim kararları alırken ekonomik zarar eşiklerini kullanmak; biyolojik, fiziksel ve kimyasal kontrol yöntemlerinin bir kombinasyonunu uygulamak; uygulanan tedavilerin etkinliğini değerlendirmek yer alır. Multidisipliner bilgiyi ve

sistem tabanlı bir yaklaşımı birleştirerek, IPM tarımsal üretimi optimize etmeyi, ekosistem hizmetlerini korumayı ve geleneksel pestisit uygulamasının zararlı sonuçlarını hafifletmeyi amaçlar.

IPM içindeki sürdürülebilir zararlı kontrol uygulamaları, artan gıda ihtiyacının, ulusal biyo-kaynakların korunmasının ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasının getirdiği zorlukların üstesinden gelmek için kritik öneme sahiptir. Yoğun pestisit kullanımını içeren geleneksel zararlı kontrol uygulamaları, çok sayıda ekolojik, ekonomik ve sosyal zorluğa yol açar. Bunlar arasında pestisit direncinin ortaya çıkması, faydalı makrobiyoajan topluluklarının bozulması, toprak ve su kirliliği ve işçilerin ve tüketicilerin tehlikeli kimyasallara maruz kalma potansiyeli bulunur. Buna karşılık, IPM, pestisit uygulamalarını ekonomik ve ekolojik olarak haklı eşiklerle sınırlandırarak zararlı kontrolü için daha sürdürülebilir bir model sunar. Kimyasal pestisitlere bağımlılığı azaltarak, IPM biyoçeşitliliği ve ekosistem korumasını teşvik eder, tarım sistemlerinin istikrarını güçlendirir, girdi maliyetlerini düşürerek ve verimi artırarak çiftçilere ekonomik faydalar sağlar, aynı zamanda tüketiciler için gıda güvenliğini ve ürün kalitesini artırır.

IPM, zararlıların ekili bitkiler üzerindeki doğrudan etkisini ele almakla kalmaz, aynı zamanda doğal kaynakların korunması, halk sağlığının korunması ve sosyal ve ekonomik refahın teşvik edilmesi dahil olmak üzere sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunur.

Entegre Zararlı Yönetimi'nin Temel Prensipleri:

1. Biyoekosenolojik yaklaşım. Agrobiyosenoz bir canlı organizmadır. Bileşenleri arasındaki ilişkiler dinamiklidir. IPM'nin amacı, zararlı ve faydalı organizmalar arasındaki antagonistik ilişkilere dayanarak ekosistemlerdeki biyolojik dengeyi korumaktır. Odak noktası, zararlıların yok edilmesi değil, kontrol edilmesidir. Zararlıların tamamen yok edilmesi imkansızdır ve böyle bir girişim pahalı ve çevre için tehlikeli olabilir.



Bu program kapsamında, kontrol Ekonomik Zarar Seviyeleri (EIL'ler) belirlenmesiyle başlar. Bunu takiben kontrol önlemlerinin seçimi ve uygulanması gelir. Bu eşikler sadece zararlıları değil, aynı zamanda farklı bölgeler için değişebileceğinden, atıfta bulundukları belirli konumu da içerir. Zararlı popülasyonlarını kabul edilebilir bir seviyede tutarak, seçici baskı ortadan kaldırılır. Bu, kimyasal bitki koruma ürünlerine (BKÜ'ler) karşı direnç geliştirme riskini azaltır.

2. Ekonomik yaklaşım. Patosistemde veya zararlı/ekin kombinasyonunda, zarar ve eylem eşiklerini değerlendirmek önemlidir. Eylem eşiği, hastalık veya zararlı gelişiminin kayıpların ekonomik önemi olmayan maksimum seviyesidir. Buna ulaşıldığında, salgın veya felaket niteliğindeki çoğalmayı önlemek için harekete geçilmelidir. Bu eşik, entegre kontrolde önemli bir araçtır ve kontrol alternatiflerinin etkinliğine ve etki sürelerine bağlı olarak değişebilir.

3. Kimyasal ajanların doğru seçimi. IPM, zararlılara zehirli, faydalı türlere ise zehirli olmayan veya zayıf zehirli olan seçici pestisitler kullanır. Seçicilik şu şekilde olabilir: Fizyolojik - BKÜ'nün aktif yapısı ve etki mekanizması tarafından belirlenir; Ekolojik - zararlıların ve faydalı türlerin biyolojisi ve ekolojisi tarafından belirlenir; Teknolojik - uygulama yöntemleri ve yaklaşımları tarafından belirlenir (lokal uygulama, damla sulama sistemleri ile uygulama, fertigasyon, tohum uygulaması, granül BKÜ'lerin kullanımı, pestisit karışımları, mikrobiyal preparatlarla kombinasyon halinde azaltılmış dozlar). IPM programlarında kimyasal BKÜ'lerin uygulanmasına yönelik risk değerlendirmesi şunlarla belirlenir: biyolojik kontrol ajanlarının karakterizasyonu ve tanımlanması;

sağlık riskleri; çevresel riskler; BKÜ etkinliği. IPM, faydalı türler, hava, toprak ve su kalitesi için en güvenli olurken amacını yerine getirecek en seçici pestisitleri kullanır; toplam değil, yerel uygulamalar yapılır ve düşük hacimli ilaçlama uygulanır.

IPM Bileşenleri

IPM, önleme ve kültürel kontrol yöntemleri, izleme ve karar alma araçları, biyolojik ve kimyasal kontrol dahil olmak üzere çeşitli stratejilerin bir kombinasyonuna dayanır. Önleme ve kültürel kontrol yöntemleri arasında münavebe, ekinleri yabancı otlardan arındırmak, ara ekim ve dayanıklı çeşitlerin kullanılması yer alır. Amaç, zararlı popülasyonlarının gelişimi için daha az elverişli koşullar yaratmaktır. İzleme ve karar alma araçları (EIL'ler, keşif ve örnekleme teknikleri) çiftçilerin zararlı popülasyonlarını değerlendirmelerine ve ne zaman müdahalenin gerekli olduğunu belirlemelerine yardımcı olur. Doğal düşmanların kullanımı, faydalı türlerin korunması ve artırılması, genetik kontrol ve klasik biyolojik kontrol dahil olmak üzere biyolojik kontrol yöntemleri, zararlı popülasyonlarını kontrol altında tutmak için yırtıcıların/parazitlerin gücünü kullanır. Kimyasal müdahale yöntemleri (biyopestisitler, seçici/hedefli pestisit kullanımı ve nanoteknolojiler), diğer yöntemler yetersiz kaldığında zararlıları kontrol etmek için dikkatli bir şekilde kullanılır. Bu çeşitli stratejileri entegre ederek, IPM halk sağlığı ve çevresel riskleri azaltarak zararlıları başarılı bir şekilde yönetebilir.

1. Önleme ve Kültürel Kontrol Yöntemleri

Münavebe, IPM içinde önleyici zararlı yönetimi için temel bir stratejidir. Belirli bir tarlada farklı büyüme mevsimlerinde sırayla farklı ürünlerin yetiştirilmesini içerir. Münavebenin zararlı popülasyonlarını bastırmadaki etkinliği aşağıdaki mekanizmalardan kaynaklanmaktadır: konukçu bitkilerin uzamsal-zamansal ayrımı; bariyer veya tuzak bitki olarak işlev gören konukçu olmayan bitkilerin dahil edilmesi; faydalı türlerin biyoçeşitliliklerini artırarak uyarılması. Münavebenin bir IPM stratejisi olarak etkinliği, ürünlerin zaman dizisinde doğru seçimi ve düzenlenmesi, rotasyon şemasına dahil edilen ürünlerin çeşitliliği, rotasyon döngüsünün süresi ve örtü bitkileri veya yeşil gübrelerin stratejik olarak dahil edilmesine bağlıdır. Stratejik bir rotasyon dizisinde konukçu olmayan bitkilerin konukçu bitkilerle (sebzeler) dönüşümlü olarak yetiştirilmesinin, çeşitli ürün yelpazesinde toprak kökenli fitopatojenlerin ve bitki paraziti nematodlarının sıklığını ve zararlı faaliyetini etkili bir şekilde sınırladığı bulunmuştur. Rotasyonlara baklagillerin dahil edilmesi, allelopatik etkiler ve kaynaklar için rekabet yoluyla yabancı ot popülasyonlarını da bastırabilirken, aynı zamanda toprak verimliliğini artırır.

Sebze üretiminde ara ekim sistemlerinde baharat bitkileri

Farklı ürünlerin *ara ekimi*, etkili bir kültürel kontrol stratejisidir. Tek bir tarlada birden fazla ürün türünün eş zamanlı olarak yetiştirilmesini içerir. Bu önleyici uygulama, zararlıların yayılmasını sınırlandıran ve doğal düşmanların aktivitesini teşvik eden tarımsal ekosistemler oluşturmak için farklı bitki türleri arasındaki ekolojik etkileşimlere dayanır. Ara ekimin mekanizmaları karmaşıktır. Kaynak rekabeti, fiziksel bariyerler, allelopati ve habitat manipülasyonu gibi faktörleri kapsar. Ara ekimin bir zararlı yönetimi stratejisi olarak etkinliği, refakatçi ürünlerin doğru seçimi, bunların kesin uzamsal konfigürasyonu ve kurulmaları için ideal zamana bağlıdır.



Böyle bir bir arada yaşama örneği, fesleğen veya nane gibi aromatik bitkilerin ara ürün olarak yetiştirilmesidir. Bunlar, zararlıların konukçu bitkilerini bulmak için kullandıkları uçucu koku sinyallerini iter veya maskeler, böylece zararlı istila oranını azaltır. Zararlı popülasyonları üzerindeki doğrudan etkilerinin yanı sıra, ara ekim toprak verimliliğini artırarak, su kullanım verimliliğini optimize ederek ve abiyotik stres faktörlerinin etkisini azaltarak tarımsal ekosistemlerin genel direncini ve verimini de artırabilir.

Zararlı bulaşmış bitki materyalinin, ekin kalıntılarının ve diğer zararlı aşı kaynaklarının tarlalardan ve çevredeki alanlardan uzaklaştırılmasını ve imha edilmesini içeren *sanitasyon uygulamaları* da kültürel kontrol uygulamalarıdır. Ortaya çıkan zararlı popülasyonlarını azaltır ve büyüme mevsimleri içinde ve arasında yayılmalarını önleyerek, düzeltici müdahale ihtiyacını en aza indirir. Bu tarla seviyesi önlemlerin ötesinde, sanitasyon uygulamaları ayrıca dış kaynaklardan zararlıların girişini ve yayılmasını sınırlamak için tarım ekipmanlarının, depolama tesislerinin ve nakliye araçlarının temizlenmesini ve dezenfeksiyonunu da içerir.

Dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi, kültürel zararlı kontrolü için temel bir stratejidir. Ekili bitkiler üzerindeki zararlıların ve hastalıkların olumsuz etkilerini en aza indirmek için ekinlerin genetik çeşitliliğini kullanır. IPM programlarında dayanıklı çeşitlerin kullanımı, pestisitlere bağımlılığı azaltmayı, verim kayıplarını en aza indirmeyi ve ekinlerin genel direncini artırmayı amaçlar.

2. İzleme ve Karar Verme

Düzenli izleme ve örnekleme, IPM programlarında karar verme için temeldir.



Zararlı popülasyonlarını ve bunların ekili bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini izlemek için görsel denetim, vantilatörler için koruyucu ağların kullanımı, yapışkan tuzaklar, feromon tuzakları ve uzaktan algılama teknolojileri dahil olmak üzere çeşitli araçlar ve teknikler de kullanılır. Uzaktan algılama teknikleri arasında hava fotoğrafçılığı, uydu görüntüleri ve insansız hava araçları yer alır. Bunlar, büyük uzamsal ölçeklerde mahsul durumunu izlemek ve zararlı salgınlarını erken tespit etmek için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Çeşitli izleme araç ve tekniklerinin, doğru örnekleme ile birleştirilmesi, zararlı yönetimi müdahalelerinin gerekliliği ve zamanlaması hakkında veriye dayalı kararlar alınmasını sağlar. Yapay zeka ile ilgili araştırmalar ilerledikçe, IPM karar alma süreçlerinde kullanım olanakları araştırılmaktadır (makine öğrenimi ve sinir ağlarına dayalı tahmine dayalı modeller geliştirmek, izleme altyapısını optimize etmek; tahmine dayalı modelleri iyileştirmek için).

Економик zarar eşikleri, mahsul uygulamaları hakkında karar verirken önemli araçlardır. Zararlı kontrol önlemlerinin ne zaman ekonomik olarak haklı olduğunu belirlerler. Bu yaklaşım, gereksiz pestisit uygulamalarını en aza indirerek çevresel etkiyi ve zararlı yönetimiyle ilişkili ekonomik yükü azaltır.

3. Biyolojik Kontrol

Parazitoidler, yırtıcılar ve patojenler dahil doğal düşmanlar, IPM programları içindeki biyolojik zararlı kontrolünün hayati bir bileşenini temsil eder.



Bu tür faydalı organizmalar, doğrudan avlanma, parazitizm ve enfeksiyon dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalar aracılığıyla zararlı popülasyonlarının düzenlenmesini sağlayabilir ve çoğu zaman zararlı yoğunluklarını ekonomik zarar eşiklerinin altında tutar. Doğal düşmanların IPM'ye başarılı bir şekilde entegrasyonu, onların biyolojisi ile hedef zararlılar ve mahsul ortamı arasındaki etkileşimi tam olarak anlamayı gerektirir. Yırtıcıların zararlı popülasyonları üzerindeki etkisi, beslenme hızlarına, fonksiyonel tepkilerine, av tercihlerine ve diğer ekolojik bileşenlere bağlıdır. Parazitoidler, yumurtalarını konukçuya bırakan, parazitoid larvaları geliştikçe onu ortadan kaldıran böceklerdir. Virüsler, bakteriler, mikroskobik mantarlar ve nematodlar dahil patojenler, zararlı popülasyonlarında enfeksiyon ve hastalıklara neden olarak büyümeyi, üremeyi ve hayatta kalmayı azaltır.

Klasik biyolojik kontrol, zararlıların doğal düşmanlarının yerleştirilmesini içerir. Bu strateji, zararlı ile bölgedeki doğal yırtıcıları arasındaki ekolojik dengeyi yeniden sağlayarak uzun vadeli ve sürdürülebilir zararlı baskılamayı

hedeflemektedir. Bu, istilacı zararlıların tarımsal ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletir. Uygun doğal düşmanların seçimi aşağıdaki kriterlere dayanır: konukçu özgüllüğü, iklim adaptasyonu, üreme potansiyeli ve arama etkinliği. Konukçu özgüllüğü, yerli türler üzerindeki hedef dışı etkilerin riskini en aza indirmek ve biyolojik kontrol programının ekolojik güvenliğini sağlamak için önemlidir.

Doğal düşmanların IPM programlarına dahil edilmesi, mevcut popülasyonların korunması ve artırılması ile koruma biyolojik kontrolü yoluyla yeni türlerin tanıtılmasına dayanmaktadır. Alternatif gıda kaynakları, barınak ve kışlama alanları sağlayarak biyolojik ajanların hayatta kalmasını ve etkinliğini desteklemek için ürün ortamının değiştirilmesine odaklanır. Doğal yırtıcıların korunması ve artırılması, biyolojik kontrolün daha geniş çerçevesi içinde iki ana stratejidir. Koruma ve artırma teknikleri, sürdürülebilir ve uygun maliyetli zararlı yönetimi elde etmek için genellikle kimyasal ve kültürel kontrol gibi diğer IPM taktikleriyle birlikte kullanılır. Bu, alternatif gıda kaynakları sağlamak, kışlayan organizmalar için barınak oluşturmak ve faydalı organizmaları olumsuz etkileyebilecek geniş spektrumlu pestisit uygulamalarını en aza indirmek dahil olmak üzere çeşitli uygulamaları içerir.

4. Kimyasal Kontrol

IPM'nin çeşitli bileşenleri arasında kimyasal kontrol, en son ve en güncel değişikliklere uğrayan bileşendir. Bunlar arasında seçici ve hedefe yönelik pestisit kullanımında, direnç yönetiminde, biyopestisitlerde ve doğal bileşiklerde ve nanoteknolojilerin kullanımındaki en son gelişmeler yer alır.

5. Pestisitlerin Seçici ve Hedefli Kullanımı

Pestisitlerin belirli zararlılara yönelik akıllıca ve hassas uygulaması, kimyasal kontrol önlemlerinin stratejik olarak uygulanmasını vurgulayan IPM yaklaşımlarında hayati bir unsurdur. Bu yaklaşım, zararlı yaşam döngüleri, ekolojik etkileşimler ve popülasyon dalgalanmaları ile birlikte ürün fenolojisi ve tarımsal ekosistemler içindeki karmaşık ilişkiler hakkında derinlemesine bir anlayış gerektirir. Moleküler araştırmalar, insektisit seçiciliğini belirleyen temel mekanizmaları aydınlatarak bu çabaya önemli ölçüde katkıda bulunmuştur.

6. Direnç Yönetimi Stratejileri

Bunlar, zararlı popülasyonlarında pestisit direncinin ortaya çıkmasını önlemeyi veya geciktirmeyi amaçlar. Direncin ortaya çıkması, tekrarlanan pestisit uygulamalarının uyguladığı seçici baskıdan kaynaklanır; bu baskı, hassas bireyler yerine dirençli bireylerin hayatta kalmasını ve üremesini destekler. Farklı etki mekanizmalarına sahip pestisitlerin dönüşümlü olarak kullanılması, belirli direnç mekanizmaları üzerindeki seçici baskıyı azaltır ve zararlı popülasyonunda hassas bireylerden oluşan çeşitli bir genetik havuzun korunmasına yardımcı olur.

Pestisitleri tam tavsiye edilen dozlarda uygulamak, direnç yönetimi stratejisinin bir diğer önemli parçasıdır, çünkü subletal dozlar dirençli bireylerin hayatta kalmasını ve üremesini kolaylaştırabilir, böylece direncin başlamasını hızlandırır.

7. Biyopestisitler ve Doğal Kaynaklı Ürünler

Biyopestisitler ve doğal ürünler, geleneksel sentetik pestisitlere göre daha ekolojik ve sürdürülebilir alternatifler sunar. Doğal kaynaklı ürünler, doğal materyallerden ekstrakte edilir veya izole edilir ve etkinliklerini veya stabilitelerini artırmak için bazı kimyasal modifikasyonlara uğrayabilir. Mikrobiyal pestisitler, belirli zararlı türleri için patojenik olan bakteri, mantar, virüs ve nematodlardan kaynaklanır. Örneğin, bakteriyel sporlar ve kristal proteinler içeren *Bacillus thuringiensis*'ten türetilen ürünler, belirli zararlılar için toksiktir. *Trichoderma viride* mantarından türetilen çeşitli formülasyonlar ve uçucu yağlar, ekili bitkilere zarar veren patojenlere karşı aktiftir.

Doğal kaynaklardan yeni biyoaktif bileşikler keşfetmek ve karakterize etmek, formülasyon ve dağıtım sistemlerini optimize etmek için dünya çapında aktif araştırmalar devam etmektedir.



Pelinotu (*Artemisia absinthium*) antik çağlardan beri tıbbi bitki olarak kullanılmıştır

Fitotoksisite ve entomotoksisite üzerine yapılan son çalışmalarda, biberiye ve artemisia uçucu yağları, domates zararlısı *Bemisia tabaci*'ye karşı değerlendirilmiştir.

8. Nanoteknologijer.

Nanoteknologijer, IPM içinde yeni ve geliştirilmiş kimyasal kontrol araçları tasarlama potansiyeline sahip gelişmekte olan bir alandır. Nanopestisitler, geleneksel pestisit formülasyonlarına göre çeşitli potansiyel avantajlar sunar: artan etkinlik, azaltılmış çevresel etkiler ve önceden belirlenmiş zararlılara veya bitki dokularına hedefe yönelik teslimat. Nanopestisitlerin hazırlanmasında kullanılan nanomalzeme örnekleri arasında polimer nanoparçacıklar, lipid bazlı nanotaşıyıcılar ve silikon dioksit ve titanyum dioksit gibi inorganik nanoparçacıklar bulunur.

IPM'de nanopestisitlerin geliştirilmesi ve uygulanması, kimya, malzeme bilimi, agronomi, toksikoloji, risk değerlendiriciler, düzenleyiciler ve sosyal bilimler gibi alanlardan uzmanlığı birleştiren multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Bu alandaki mevcut araştırma öncelikleri ve faaliyetleri arasında, belirli işlevselliklere sahip yeni nanomalzemelerin tasarımı ve sentezi, nanoformülasyonların ve dağıtım yöntemlerinin optimizasyonu ve etkinliklerinin, güvenliklerinin ve çevresel kaderlerinin değerlendirilmesi yer almaktadır.



Neem özünün kullanımı tıbbi, kozmetik ve tarımsal uygulamaları için oldukça değerlidir

Neem ağacı tohumlarından elde edilen, insektisidal etkiye sahip doğal bir bileşik olan azadirachtin'i kapsülleyen yeni bir biyopestisit nanokompozit geliştirilmiştir. Geleneksel insektisitlere göre daha hızlı etki ve daha yüksek etkinlik gösterir. Konfokal mikroskopi, böcek vücudu içinde gelişmiş biyodağılımı ortaya koyarken,

nanokompozit, doğal nanoyapısı ve E vitamini sayesinde artırılmış UV stabilitesi sergilemektedir. Sürdürülebilir zararlı yönetimindeki bu gelişme, biyoteknolojiler ve nanoteknolojilerin bir kombinasyonu yoluyla tarımsal zararlı kontrolüne yönelik daha çevre dostu yaklaşımların potansiyelini vurgulamaktadır.

IPM Sistemlerinin Sürdürülebilirlik Faydaları

Birkaç yönde ifade edilirler:

1. Ekolojik Sürdürülebilirlik

EIL'lere ve zararlı izlemeye dayalı kimyasal olmayan yöntemlere ve dikkatli pestisit uygulamasına öncelik vererek, IPM, zararlı popülasyonlarını ekonomik olarak zararlı seviyelerin altında tutmayı ve kimyasal uygulamalara bağımlılığı en aza indirmeyi amaçlar. Bu yaklaşım, uygulanan toplam pestisit miktarında azalmaya yol açar ve seçici ve zararsız bileşiklerin kullanımını teşvik ederek, hedef dışı organizmalar, ekosistemler ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri azaltır. IPM, kültürel, biyolojik ve fiziksel kontrol taktiklerini birleştiren, azaltılmış riskli pestisitlerin (yani biyopestisitler ve doğal kaynaklı ürünler) stratejik uygulamasıyla desteklenen birleşik bir yaklaşım kullanır. Mikrobiyoinsektisitler, botanik özler ve feromonlar dahil olmak üzere bu alternatifler, tipik sentetik pestisitlere kıyasla daha düşük toksisite, daha kısa kalıcılık ve daha az hedef dışı etki gösterir. Bunların IPM programlarına dahil edilmesi, çevresel kirlilik risklerini azaltarak, doğal düşmanları ve vahşi yaşamı koruyarak ve ekosistem dayanıklılığını teşvik ederek bitki koruma yaklaşımlarının genel sürdürülebilirliğini artırabilir.

2. Ekonomik Sürdürülebilirlik

IPM'nin ekonomik faydaları, azalan zararlı yönetimi maliyetleri, geliştirilmiş kaynak kullanım verimliliği ve tarımsal üretimin artan karlılığı ve rekabet gücünden kaynaklanmaktadır. IPM, çiftçilerin çeşitli zararlı yönetimi tekniklerinin ekonomik, çevresel ve sosyal sonuçlarını dikkatlice değerlendirmesine olanak tanır. Ekonomik zarar eşiklerine, zararlı izlemeye ve karar destek sistemlerine dayalı akıllıca pestisit kullanımı, zararlı popülasyonlarını zararlı seviyelerin altında tutmak için gereken kimyasal madde miktarını önemli ölçüde azaltabilir. Alternatif zararlı yönetimi (kültürel kontrol, biyolojik kontrol), kimyasal kontrole maliyet etkin alternatifler sunar. IPM ayrıca, hassas tarım teknikleri ve diğer sürdürülebilir tarım uygulamalarıyla entegrasyon yoluyla toprak, su ve işgücü gibi kaynakların kullanımını optimize ederek tarımsal üretimin ekonomik verimliliğini artırır. Zararlılar nedeniyle ürün kayıpları, tarımsal üretkenlik üzerinde büyük bir kısıtlama teşkil etmekte olup, küresel ürün üretiminin tahmini %40'ı her yıl zararlılara kaybedilmektedir.

3. Sosyal Sürdürülebilirlik

IPM, insan sağlığı ve refahının temel unsurları olan gıda güvenliği ve kalitesini artırarak sosyal sürdürülebilirliğe katkıda bulunabilir. IPM uygulamaları, kimyasal olmayan zararlı kontrol yöntemlerinin kullanımına ve pestisitlerin dikkatli kullanımına öncelik vererek, gıdalardaki pestisit kalıntısı potansiyelini ve ilişkili tüketici sağlık risklerini azaltır. Ayrıca, zararlı ve hastalıkların neden olduğu hasarı azaltarak, IPM tarımsal ürünlerin besin değerini, görünümünü ve raf ömrünü korumaya yardımcı olabilir, böylece kalitelerini ve pazarlanabilirliklerini daha da artırır. Bu sayede, mikrobiyal kontaminasyonla ilişkili gıda kaynaklı hastalık riskini en aza indirerek gıda güvenliği iyileştirilebilir.

Zorluklar ve Fırsatlar

IPM'nin çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik açısından iyi bilinen önemine rağmen, çiftçiler tarafından başarılı bir şekilde benimsenmesini engelleyen teknik, ekonomik, kurumsal ve kültürel faktörler dahil olmak üzere çeşitli engeller mevcuttur. Bu engelleri belirlemek ve aşmak, IPM'nin daha geniş çapta uygulanmasını teşvik etmek ve sürdürülebilir bitki koruma vaadini gerçekleştirmek için kritik öneme sahiptir. IPM benimsenmesindeki temel bir teknik engel, IPM uygulamalarının doğasında var olan karmaşıklık ve bilgi yoğunluğudur; bu da çiftçiler tarafından eğitim, deneyimleme ve adaptasyona önemli yatırımlar gerektirir. Bu engeli aşmak için IPM bilgi ve becerileri uygun yaklaşımlarla geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. Geleneksel ve yerel bilginin bilimsel araştırmalarla entegre edilmesi, farklı tarımsal ekolojik ve sosyokültürel bağlamlara uygun, daha uygun ve kabul edilebilir stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

IPM'nin benimsenmesiyle ilişkili daha yüksek başlangıç maliyetleri ve algılanan riskler dahil ekonomik engeller de çiftçiler tarafından uygulanmasını sınırlayabilir. Ekonomik engelleri aşmak için sübvansiyonlar, krediler ve piyasa araçları gibi IPM uygulamalarının benimsenmesini destekleyen politikalar ve teşvikler geliştirmek ve uygulamak önemlidir. Örneğin, Avrupa Birliği'nin Ortak Tarım Politikası (OTP), IPM ve diğer sürdürülebilir tarım uygulamalarını benimseyen çiftçilere, kamu mallarına ve ekosistem hizmetlerine katkılarını tanıyarak tarımsal çevre ödemeleri sağlar.

Kültürel ve sosyal engeller de çiftçiler tarafından sistem uygulamalarının benimsenmesini sınırlayabilir. Birçok durumda, çiftçiler yerleşik zararlı yönetimi uygulamalarını değiştirmeye isteksiz olabilirler, özellikle IPM'yi kimliklerine, özerkliklerine veya sosyal statülerine bir tehdit olarak algıarlarsa.

IPM tek başına bir yaklaşım değil, doğal kaynakların kullanımını optimize etmeyi, ekosistem hizmetlerini geliştirmeyi ve tarımsal ekosistemlerin direncini ve uyum yeteneğini iyileştirmeyi amaçlayan sürdürülebilir tarım

sistemlerinin ayrılmaz bir bileşenidir. IPM'yi koruyucu tarım, agromantar ormancılığı ve organik tarım gibi diğer sürdürülebilir tarım uygulamalarıyla entegre etmek, tarımsal sistemlerin genel sürdürülebilirliğini ve verimliliğini artıran faydalı sinerjiler ve ortak faydalar yaratabilir.

Tarım sektörü artan işgücü kıtlığı ve yükselen işgücü maliyetleriyle karşı karşıya kaldığı için işgücü kısıtlamaları, IPM benimsenmesi için başka bir zorluk teşkil etmektedir. IPM, geleneksel zararlı kontrol yöntemlerine kıyasla genellikle daha yoğun izleme, keşif ve yönetim uygulamaları gerektirir. Bu artan işgücü talebi, zaten işçi bulmakta ve karşılamakta zorlanan üreticiler için önemli bir engel olabilir. Başka bir pratik zorluk da biyopestisitlerin sınırlamalarıdır. Biyopestisitler IPM'de önemli bir araç olsa da, sadece onlara güvenmek mümkün değildir. Daha pahalıdır, daha yüksek uygulama dozları gerektirirler ve tam kontrol yerine sadece kısmi zararlı baskısı sağlama eğilimindedirler.

IPM, bitki koruma için umut vadeden ve sürdürülebilir bir paradigma olarak ortaya çıkmakta, kimyasal pestisitlerin aşırı ve ayırım gözetmeksizin uygulanmasına karşı uygulanabilir bir alternatif sunmaktadır. Geniş bir önleyici, biyolojik, kültürel ve kimyasal kontrol stratejisi yelpazesini sinerjik olarak entegre ederek, IPM zararlı popülasyonlarını ekonomik olarak zararlı eşiklerin altında tutmaya çalışırken, halk sağlığı ve çevresel riskleri azaltır.

Referanslar

1. Atanasov N., M. Vitanov, E. Loginova, E. Ilieva, 2005. Seralık bitkilerin hastalık ve zararlılardan entegre korunması. Sofya–Videnov&son ve PantaNeo Yayınevi, 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. Sebze ürünlerinde entegre zararlı yönetimi el kitabı. Nssp. Tarım ve Orman Bakanlığı. Sofya. 238.
3. Batz, P., Will, T., Thiel, S., Ziesche, T. M., Joachim, C. 2023. Tanıdan tahminlemeye: yaprak biti zararlı izlemesi için görüntü tanıma ve yapay zekanın potansiyeli. *Frontiers in Plant Science*, 14.
4. Dara, S. K., 2019. Modern çağ için yeni entegre zararlı yönetimi paradigması. *Journal of Integrated Pest Management*, 10 (1), 12.
5. Kruidhof, H. M., Elmer, W. H., 2020. Sera zararlı ve hastalık yönetimi için kültürel yöntemler. *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. Denetimsiz yakın kızılötesi sensörler kullanarak böcek izlemeyi otomatikleştirmek. Sci. Rep. 12 (1), 2603.