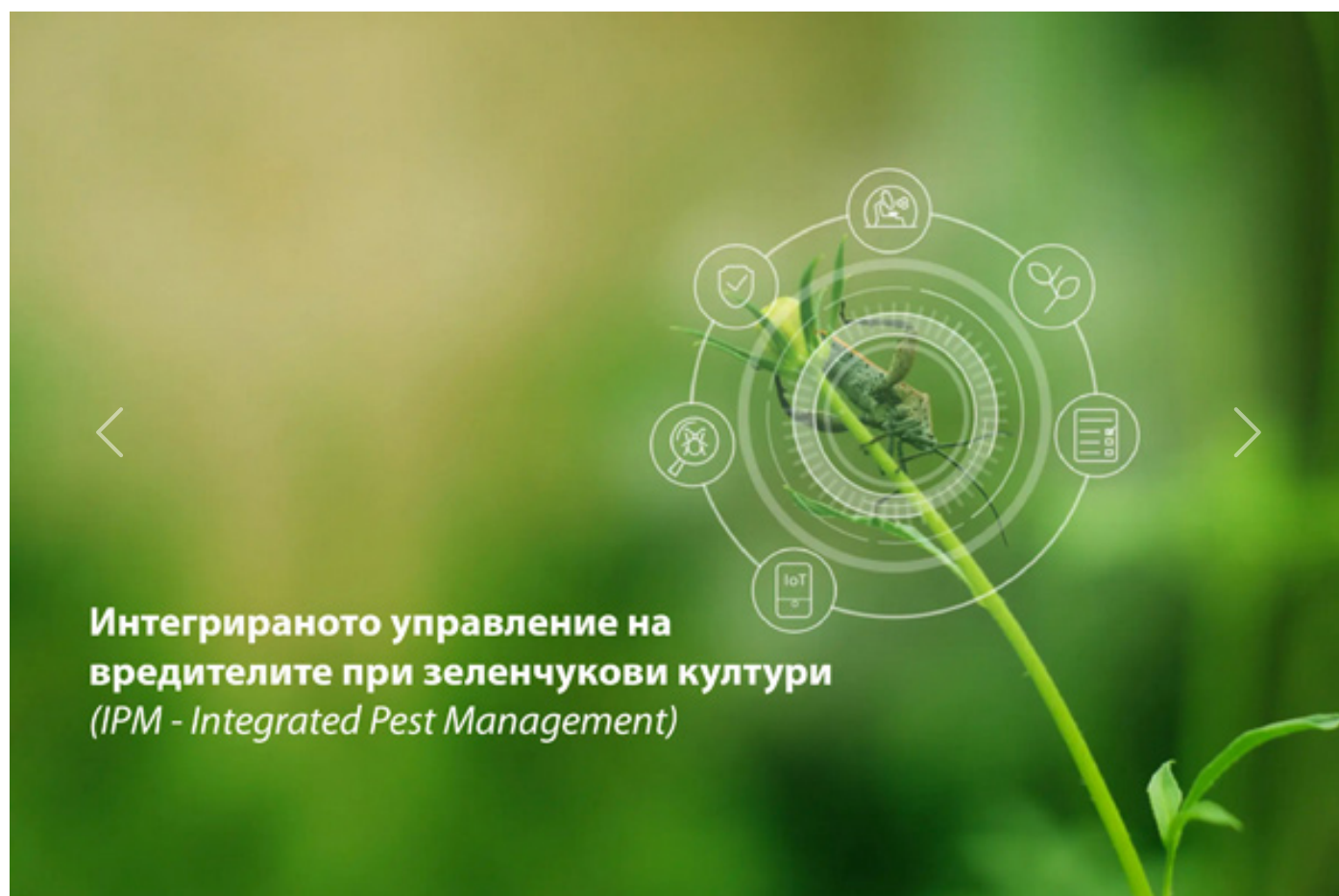


Integrисano upravljanje штеточинама u повртарским културама – Нови приступ са традицијама

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



Integrисano upravljanje штеточинама (IPM - *Integrated Pest Management*) je sveobuhvatan, ekološki pristup upravljanju штеточинама u poljoprivrednim sistemima. Ono uključuje stratešku integraciju više metoda kontrole – kulturnih, bioloških i hemijskih praksi – kako bi se populacije штетоčina održale ispod praga ekonomske štete. Kao rezultat, rizici po životnu sredinu i ljudsko zdravlje su minimizirani. IPM posvećuje posebnu pažnju preventivnim merama, praćenju i odlukama zasnovanim na utvrđenim pragovima štete. Glavni principi IPM-a uključuju sprečavanje problema sa штеточинама путем kulturnih praksi kao što je plodored; kontinuirano

praćenje populacija štetočina i njihovih prirodnih neprijatelja; korišćenje pragova ekonomske štete pri donošenju odluka o upravljanju; primenu kombinacije bioloških, fizičkih i hemijskih metoda kontrole; procenu efikasnosti sprovedenih tretmana. Uključivanjem multidisciplinarnog znanja i sistemskog pristupa, IPM ima za cilj optimizaciju poljoprivredne proizvodnje, očuvanje ekosistemskih usluga i ublažavanje štetnih posledica konvencionalne primene pesticida.

Održive prakse kontrole štetočina unutar IPM-a su ključne za rešavanje izazova koje postavljaju rastuća potreba za hranom, očuvanje nacionalnih bio-resursa i ublažavanje negativnih efekata klimatskih promena.

Konvencionalne prakse kontrole štetočina, koje uključuju intenzivnu upotrebu pesticida, dovode do brojnih ekoloških, ekonomskih i socijalnih izazova. To uključuje pojavu rezistencije na pesticide, narušavanje zajednica korisnih makrobioagenata, kontaminaciju zemljišta i vode, kao i potencijalnu izloženost radnika i potrošača opasnim hemikalijama. Nasuprot tome, IPM nudi održiviji model za kontrolu štetočina, ograničavajući tretmane pesticidima na ekonomski i ekološki opravdane pragove. Smanjenjem oslanjanja na hemijske pesticide, IPM promoviše biodiverzitet i očuvanje ekosistema, jača stabilnost poljoprivrednih sistema, donosi ekonomske koristi poljoprivrednicima kroz smanjene troškove inputa i povećane prinose, istovremeno poboljšavajući sigurnost hrane i kvalitet proizvoda za potrošače.

IPM ne samo da se bavi direktnim uticajem štetočina na gajene biljke, već i doprinosi održivom razvoju, uključujući očuvanje prirodnih resursa, zaštitu javnog zdravlja i unapređenje socijalnog i ekonomskog blagostanja.

Glavni principi integrisanog upravljanja štetočinama:

1. Bioekocenološki pristup. Agrobiocenoza je živi organizam. Odnosi između njenih komponenti su dinamični. Uvođenje IPM-a ima za cilj očuvanje biološke ravnoteže u ekosistemima, zasnovano na antagonističkim odnosima između štetnih i korisnih organizama. Fokus je na kontroli, a ne na iskorenjivanju štetočina. Potpuno uništavanje štetočina je nemoguće, a takav pokušaj može biti skup i opasan po životnu sredinu.



U okviru ovog programa, kontrola počinje sa uspostavljanjem pragova ekonomske štete (EILs). Sledi izbor i primena mera kontrole. Ovi pragovi uključuju ne samo štetočine, već i specifičnu lokaciju na koju se odnose, jer se mogu razlikovati za različite regione. Održavanjem populacija štetočina na prihvatljivom nivou, selektivni pritisak se eliminiše. Ovo smanjuje rizik od razvoja rezistencije na hemijska sredstva za zaštitu bilja (SZB).

2. Ekonomski pristup. U patosistemu ili kombinaciji štetočina/usev, važno je proceniti pragove štete i delovanja. Prag delovanja je maksimalni nivo razvoja bolesti ili štetočina ispod kojeg gubici nemaju ekonomski značaj. Po njegovom dostizanju, moraju se preduzeti radnje kako bi se sprečilo epifitotično ili katastrofalno umnožavanje. Ovaj prag je važan alat u integrisanoj kontroli i može varirati u zavisnosti od efikasnosti alternativa kontrole i njihovog trajanja delovanja.

3. Pravilan izbor hemijskih agenasa. IPM koristi selektivne pesticide koji su toksični za štetočine, a netoksični ili slabo toksični za korisne vrste. Selektivnost može biti: Fiziološka – određena aktivnom strukturom SZB-a i njegovim mehanizmom delovanja; Ekološka – određena biologijom i ekologijom štetočina i korisnih vrsta; Tehnološka – određena metodama i pristupima tretiranja (lokalno tretiranje, primena sa sistemima za navodnjavanje kap po kap, fertigacija, tretiranje semena, upotreba granuliranih SZB-a, mešavine pesticida, smanjene doze u kombinaciji sa mikrobiološkim preparatima). Procena rizika za primenu hemijskih SZB-a u IPM programima određuje se: karakterizacijom i identifikacijom agenasa biološke kontrole; zdravstvenim rizicima; ekološkim rizicima; efikasnošću SZB-a. IPM koristi najselektivnije pesticide koji će ispuniti svoju svrhu, a pritom

biti najsigurniji za korisne vrste, kvalitet vazduha, zemljišta i vode; sprovode se lokalni, a ne totalni, tretmani i primenjuje se prskanje niskog volumena.

Komponente IPM-a

IPM se oslanja na kombinaciju strategija, uključujući prevenciju i metode kulturne kontrole, alate za praćenje i donošenje odluka, biološku i hemijsku kontrolu. Metode prevencije i kulturne kontrole uključuju plodored, održavanje useva bez korova, međurednu setvu i korišćenje otpornih sorti. Cilj je stvaranje uslova koji su manje povoljni za razvoj populacija štetočina. Alati za praćenje i donošenje odluka (EILs, izviđanje i tehnike uzorkovanja) pomažu poljoprivrednicima da procene populacije štetočina i utvrde kada je intervencija neophodna. Metode biološke kontrole, uključujući upotrebu prirodnih neprijatelja, očuvanje i povećanje korisnih vrsta, genetsku kontrolu i klasičnu biološku kontrolu, koriste snagu predatora/parazita za držanje populacija štetočina pod kontrolom. Metode hemijske intervencije (biopesticidi, selektivna/ciljana upotreba pesticida i nanotehnologije) koriste se razumno za suzbijanje štetočina kada druge metode nisu dovoljne. Integracijom ovih raznolikih strategija, IPM može uspešno upravljati štetočinama smanjenjem rizika po javno zdravlje i životnu sredinu.

1. Metode prevencije i kulturne kontrole

Plodored je fundamentalna strategija za preventivno upravljanje štetočinama unutar IPM-a. Uključuje sekvencijalno gajenje različitih useva na datoj parceli tokom različitih vegetacionih sezona. Efikasnost plodoreda u suzbijanju populacija štetočina rezultat je sledećih mehanizama: prostorno-vremensko razdvajanje useva domaćina; uključivanje useva koji nisu domaćini, a koji funkcionišu kao barijere ili usevi zamke; stimulacija korisnih vrsta poboljšanjem njihovog biodiverziteta. Efikasnost plodoreda kao IPM strategije zavisi od mudrog izbora i organizacije useva u vremenskom nizu, raznolikosti useva uključenih u shemu rotacije, trajanja ciklusa rotacije i strateškog uključivanja pokrovnih useva ili zelenog đubriva. Utvrđeno je da rotacija useva koji nisu domaćini sa usevima domaćinima (povrćem) u strateškoj rotacionoj sekvenci efikasno ograničava učestalost i štetnu aktivnost fitopatogena iz zemljišta i biljno-parazitskih nematoda u širokom spektru useva. Uključivanje mahunarki u rotacije takođe može suzbiti populacije korova putem alelopatskih efekata i kompeticije za resurse, istovremeno poboljšavajući plodnost zemljišta.

Začinske kulture u sistemima međuredne setve u povrtarskoj proizvodnji

Međuredna setva različitih useva je efikasna strategija kulturne kontrole. Uključuje istovremenu kultivaciju više biljnih vrsta na jednoj parceli. Ova preventivna praksa zasniva se na ekološkim interakcijama između različitih biljnih vrsta kako bi se stvorili agroekosistemi koji ograničavaju širenje štetočina i promovišu aktivnost prirodnih neprijatelja. Mehanizmi međuredne setve su kompleksni. Oni obuhvataju faktore kao što su konkurencija za resurse, fizičke barijere, alelopatija i manipulacija staništem. Efikasnost međuredne setve kao strategije upravljanja štetočinama zavisi od mudrog izbora pratećih useva, njihove precizne prostorne konfiguracije i idealnog vremena za njihovo uspostavljanje.



Primer takve koegzistencije je gajenje aromatičnih biljaka poput bosiljka ili nane kao useva za međurednu setvu. One odbijaju ili maskiraju isparljive olfaktorne signale koje štetočine koriste za lociranje svojih biljaka domaćina, čime se smanjuje stopa infestacije štetočinama. Pored direktnog uticaja na populacije štetočina, međuredna setva takođe može poboljšati ukupnu otpornost i prinos agroekosistema povećanjem plodnosti zemljišta, optimizacijom efikasnosti korišćenja vode i smanjenjem uticaja abiotских stresora.

Sanitarne prakse, koje uključuju uklanjanje i uništavanje biljnog materijala zaraženog štetočinama, biljnih ostataka i drugih izvora inokuluma štetočina sa polja i okolnih područja, takođe su kulturne kontrolne prakse. One smanjuju pojavu populacija štetočina i sprečavaju njihovo širenje unutar i između vegetacionih sezona, čime se minimizira potreba za naknadnim intervencijama. Pored ovih mera na nivou polja, sanitarne prakse

takođe uključuju čišćenje i dezinfekciju poljoprivredne opreme, skladišnih objekata i transportnih vozila kako bi se ograničilo unošenje i širenje štetočina iz spoljnih izvora.

Gajenje otpornih sorti je osnovna strategija za kulturnu kontrolu štetočina. Ona koristi genetsku raznolikost useva kako bi se minimizirali negativni efekti štetočina i bolesti na gajene useve. Upotreba otpornih sorti u IPM programima ima za cilj smanjenje oslanjanja na pesticide, minimiziranje gubitaka prinosa i poboljšanje ukupne otpornosti useva.

2. Praćenje i donošenje odluka

Redovno praćenje i uzorkovanje su fundamentalni za donošenje odluka u IPM programima.



Različiti alati i tehnike se takođe koriste za praćenje populacija štetočina i njihovih štetnih efekata na gajene biljke, uključujući: vizuelni pregled, upotrebu zaštitnih mreža za ventilatore, lepljive zamke, feromonske zamke i tehnologije daljinske detekcije. Tehnike daljinske detekcije uključuju vazдушnu fotografiju, satelitske snimke i bespilotne letelice. One se sve više koriste za praćenje stanja useva i rano otkrivanje izbijanja štetočina na velikim prostornim skalama. Integracija različitih alata i tehnika praćenja, u kombinaciji sa pravilnim uzorkovanjem, omogućava donošenje odluka zasnovanih na podacima o neophodnosti i vremenu intervencija za upravljanje štetočinama. Kako istraživanja vezana za veštačku inteligenciju napreduju, istražuju se mogućnosti njene primene u donošenju odluka u IPM-u (za razvoj prediktivnih modela zasnovanih na

mašinskom učenju i neuronskim mrežama, za optimizaciju infrastrukturnog praćenja; za poboljšanje prediktivnih modela).

Pragovi ekonomske štete su esencijalni alati u donošenju odluka o tretmanu useva. Oni određuju kada su mere kontrole štetočina ekonomski opravdane. Ovaj pristup minimizira suvišne primene pesticida, smanjujući uticaj na životnu sredinu i ekonomski teret povezan sa upravljanjem štetočinama.

3. Biološka kontrola

Prirodni neprijatelji, uključujući parazitoide, predatore i patogene, predstavljaju vitalnu komponentu biološke kontrole štetočina unutar IPM programa.



Takvi korisni organizmi mogu omogućiti regulaciju populacija štetočina kroz različite mehanizme, uključujući direktnu predaciju, parazitizam i infekciju, često držeći gustine štetočina ispod pragova ekonomske štete. Uspešna integracija prirodnih neprijatelja u IPM zahteva potpuno razumevanje njihove biologije i interakcije sa ciljanim štetočinama i okruženjem useva. Uticaj predatora na populacije štetočina zavisi od njihove stope hranjenja, funkcionalnog odgovora, preferencija plena i drugih ekoloških komponenti. Parazitoidi su insekti koji polažu jaja u domaćina, eliminišući ga dok se larve parazitoida razvijaju. Patogeni, uključujući viruse, bakterije, mikroskopske gljive i nematode, inficiraju i uzrokuju bolesti u populacijama štetočina, što dovodi do smanjenog rasta, reprodukcije i preživljavanja.

Klasična biološka kontrola podrazumeva uspostavljanje prirodnih neprijatelja štetočina. Ova strategija ima za cilj postizanje dugoročnog i održivog suzbijanja štetočina obnavljanjem ekološke ravnoteže između štetočine i njenih prirodnih predatora u području. Ovo ublažava negativne efekte invazivnih štetočina na agroekosisteme. Izbor pogodnih prirodnih neprijatelja zasniva se na sledećim kriterijumima: specifičnost domaćina, klimatska prilagodljivost, reproduktivni potencijal i efikasnost pretraživanja. Specifičnost domaćina je važna za minimiziranje rizika od neželjenih efekata na autohtone vrste i za obezbeđivanje ekološke sigurnosti programa biološke kontrole.

Uključivanje prirodnih neprijatelja u IPM programe zasniva se na očuvanju i augmentaciji postojećih populacija i uvođenju novih vrsta kroz konzervacionu biološku kontrolu. Fokusira se na modifikovanje okruženja useva kako bi se podržao opstanak i efikasnost bioloških agenasa obezbeđivanjem alternativnih izvora hrane, skloništa i mesta za prezimljavanje. Očuvanje i augmentacija prirodnih predatora su dve ključne strategije unutar šireg okvira biološke kontrole. Tehnike očuvanja i augmentacije često se koriste u kombinaciji sa drugim IPM taktikama, kao što su hemijska i kulturna kontrola, kako bi se postiglo održivo i isplativo upravljanje štetočinama. To uključuje različite prakse, uključujući obezbeđivanje alternativnih izvora hrane, stvaranje skloništa za organizme koji prezimljavaju i minimiziranje primene pesticida širokog spektra koji mogu negativno uticati na korisne organizme.

4. Hemijska kontrola

Među različitim komponentama IPM-a, hemijska kontrola je ona koja je doživela najnovija i najsvežija ažuriranja. To uključuje najnovija dostignuća u selektivnoj i ciljanoj upotrebi pesticida, upravljanju rezistencijom, biopesticidima i prirodnim jedinjenjima, te upotrebi nanotehnologija.

5. Selektivna i ciljana upotreba pesticida

Razumna i precizna primena pesticida, usmerena na specifične štetočine, čini vitalni element u IPM pristupima, koji naglašava stratešku implementaciju mera hemijske kontrole. Ovaj pristup zahteva dubinsko razumevanje životnih ciklusa štetočina, ekoloških interakcija i fluktuacija populacija, kao i fenologije useva i složenih odnosa unutar poljoprivrednih ekosistema. Molekularna istraživanja su značajno doprinela ovom nastojanju rasvetljavanjem osnovnih mehanizama koji određuju selektivnost insekticida.

6. Strategije upravljanja rezistencijom

One imaju za cilj sprečavanje ili odlaganje pojave rezistencije na pesticide u populacijama štetočina. Pojava rezistencije je posledica selektivnog pritiska koji vrši ponovljena primena pesticida, što favorizuje preživljavanje i

reprodukciju otpornih jedinki nad osetljivim. Rotacija pesticida sa različitim mehanizmima delovanja smanjuje selektivni pritisak na specifične mehanizme rezistencije i pomaže u održavanju raznolikog genetskog pula osetljivih jedinki u populaciji štetočina. Primena pesticida u punim preporučenim dozama je još jedan važan deo strategije upravljanja rezistencijom, jer subletalne doze mogu olakšati preživljavanje i reprodukciju otpornih jedinki, čime se ubrzava pojava rezistencije.

7. Biopesticidi i proizvodi prirodnog porekla

Biopesticidi i prirodni proizvodi nude ekološnije i održivije alternative konvencionalnim sintetičkim pesticidima. Proizvodi prirodnog porekla se ekstrahuju ili izoluju iz prirodnih materijala i mogu proći određene hemijske modifikacije kako bi se poboljšala njihova efikasnost ili stabilnost. Mikrobiološki pesticidi potiču od bakterija, gljiva, virusa i nematoda koje su patogene za specifične vrste štetočina. Na primer, proizvodi dobijeni iz *Bacillus thuringiensis*, koji sadrže bakterijske spore i kristalne proteine, toksični su za određene štetočine. Različite formulacije dobijene od gljive *Trichoderma viride* i esencijalna ulja aktivne su protiv patogena koji štete gajenim biljkama.

Aktivna istraživanja su u toku globalno radi otkrivanja i karakterizacije novih bioaktivnih jedinjenja iz prirodnih izvora i optimizacije sistema formulacije i isporuke.



Obični pelen (*Artemisia absinthium*) koristi se kao lekovita biljka od davnina

U nedavnim studijama o fitotoksičnosti i entomotoksičnosti, eterična ulja ruzmarina i pelina su evaluirana protiv paradajzove štetočine *Bemisia tabaci*.

8. Nanotehnologije.

Nanotehnologije su nova oblast sa potencijalom za dizajniranje novih i poboljšanih alata za hemijsku kontrolu unutar IPM-a. Nanopesticidi nude nekoliko potencijalnih prednosti u odnosu na konvencionalne formulacije pesticida: povećanu efikasnost, smanjene uticaje na životnu sredinu i ciljanu isporuku do unapred određenih štetočina ili biljnih tkiva. Primeri nanomaterijala koji se koriste u pripremi nanopesticida uključuju polimerne nanočestice, nanonosače na bazi lipida i neorganske nanočestice kao što su silicijum dioksid i titan dioksid.

Razvoj i tretman nanopesticidima u IPM-u zahteva multidisciplinarni pristup koji kombinuje ekspertizu iz oblasti kao što su hemija, nauka o materijalima, agronomija, toksikologija, procenitelji rizika, regulatori i društvene nauke. Trenutni istraživački prioriteti i aktivnosti u ovoj oblasti uključuju dizajn i sintezu novih nanomaterijala sa specifičnim funkcionalnostima, optimizaciju nanoformulacija i metoda isporuke, te procenu njihove efikasnosti, sigurnosti i sudbine u životnoj sredini.



Upotreba ekstrakta nima je visoko cenjena zbog svojih medicinskih, kozmetičkih i poljoprivrednih primena

Razvijen je novi biopesticidni nanokompozit, koji inkapsulira azadiraktin, prirodno jedinjenje sa insekticidnim delovanjem ekstrahovano iz semenki drveta nima. Pokazuje brže delovanje i veću efikasnost od konvencionalnih insekticida. Konfokalna mikroskopija otkriva poboljšanu biodistribuciju unutar tela insekta, a nanokompozit pokazuje poboljšanu UV stabilnost zbog svoje inherentne nanostrukture i vitamina E. Ovaj napredak u održivom upravljanju štetočinama naglašava potencijal za ekološki prihvatljivije pristupe kontroli poljoprivrednih štetočina kroz kombinaciju biotehnologija i nanotehnologija.

Prednosti održivosti IPM sistema

Izražavaju se u nekoliko pravaca:

1. Ekološka održivost

Prioritetnim korišćenjem nehemijskih metoda i razumnom primenom pesticida na osnovu pragova ekonomske štete i praćenja štetočina, IPM ima za cilj da održi populacije štetočina ispod ekonomski štetnih nivoa, minimizirajući oslanjanje na hemijske tretmane. Ovaj pristup dovodi do smanjenja ukupne količine primenjenih pesticida i podstiče upotrebu selektivnih i benignih jedinjenja, ublažavajući negativne uticaje na ne ciljane organizme, ekosisteme i ljudsko zdravlje. IPM primenjuje kombinovani pristup, spajajući taktike kulturne, biološke i fizičke kontrole, dopunjene strateškom primenom pesticida smanjenog rizika (tj. biopesticida i proizvoda prirodnog porekla). Ove alternative, uključujući mikrobioinsekticide, biljne ekstrakte i feromone, pokazuju nižu toksičnost, kraću postojanost i manje efekata van cilja u poređenju sa tipičnim sintetičkim pesticidima. Njihovo uključivanje u IPM programe može poboljšati ukupnu održivost pristupa zaštiti bilja smanjenjem rizika od zagađenja životne sredine, zaštitom prirodnih neprijatelja i divljih životinja, te promovisanjem otpornosti ekosistema.

2. Ekonomska održivost

Ekonomske koristi IPM-a proizlaze iz smanjenih troškova upravljanja štetočinama, poboljšane efikasnosti korišćenja resursa i povećane profitabilnosti i konkurentnosti poljoprivredne proizvodnje. IPM omogućava poljoprivrednicima da pažljivo procene ekonomske, ekološke i socijalne posledice različitih tehnika upravljanja štetočinama. Razumna upotreba pesticida, zasnovana na pragovima ekonomske štete, praćenju štetočina i sistemima podrške odlučivanju, može značajno smanjiti količinu hemikalija potrebnih za održavanje populacija štetočina ispod štetnih nivoa. Alternativno upravljanje štetočinama (kulturna kontrola, biološka kontrola) pruža isplative alternative hemijskoj kontroli. IPM takođe poboljšava ekonomsku efikasnost poljoprivredne proizvodnje optimizacijom korišćenja resursa kao što su zemljište, voda i radna snaga putem tehnika precizne poljoprivrede i

integracije sa drugim održivim poljoprivrednim praksama. Gubitak useva usled štetočina predstavlja glavno ograničenje poljoprivredne produktivnosti, pri čemu se procenjuje da se godišnje gubi 40% globalne biljne proizvodnje zbog štetočina.

3. Socijalna održivost

IPM može doprineti socijalnoj održivosti poboljšanjem sigurnosti i kvaliteta hrane, što su esencijalni aspekti ljudskog zdravlja i blagostanja. IPM prakse daju prioritet korišćenju nehemijskih metoda kontrole štetočina i razumnoj upotrebi pesticida, čime se smanjuje potencijal za rezidue pesticida u hrani i povezani rizici po zdravlje potrošača. Nadalje, smanjenjem štete uzrokovane štetočinama i bolestima, IPM može pomoći u održavanju nutritivne vrednosti, izgleda i roka trajanja poljoprivrednih proizvoda, dodatno poboljšavajući njihov kvalitet i tržišnost. Kroz to se sigurnost hrane može poboljšati minimiziranjem rizika od bolesti prenošenih hranom povezanih sa mikrobiološkom kontaminacijom.

Izazovi i mogućnosti

Uprkos dobro utvrđenom značaju IPM-a za ekološku, ekonomsku i socijalnu održivost, postoje različite prepreke, uključujući tehničke, ekonomske, institucionalne i kulturne faktore, koji ometaju njegovo uspešno usvajanje od strane poljoprivrednika. Identifikovanje i prevazilaženje ovih prepreka ključno je za promovisanje šire primene IPM-a i ostvarivanje njegovog obećanja za održivu zaštitu bilja. Ključna tehnička prepreka usvajanju IPM-a je inherentna složenost i priroda IPM praksi koje intenzivno zahtevaju znanje, što podrazumeva značajna ulaganja u obrazovanje, eksperimentisanje i prilagođavanje od strane poljoprivrednika. Da bi se prevazišla ova prepreka, znanje i veštine IPM-a moraju se razvijati i širiti kroz odgovarajuće pristupe. Integracija tradicionalnog i lokalnog znanja sa naučnim istraživanjima može doprineti razvoju prikladnijih i prihvatljivijih strategija prilagođenih različitim agroekološkim i sociokulturnim kontekstima.

Ekonomske prepreke, uključujući veće početne troškove i percipirane rizike povezane sa usvajanjem IPM-a, takođe mogu ograničiti njegovu primenu od strane poljoprivrednika. Da bi se prevazišle ekonomske barijere, važno je razviti i implementirati politike i podsticaje koji podržavaju usvajanje IPM praksi, kao što su subvencije, krediti i tržišni instrumenti. Na primer, Zajednička poljoprivredna politika (CAP) Evropske unije pruža agro-ekološka plaćanja poljoprivrednicima koji usvajaju IPM i druge održive poljoprivredne prakse, prepoznajući njihov doprinos javnim dobrima i ekosistemskim uslugama.

Kulturne i socijalne barijere takođe mogu ograničiti usvajanje sistemskih praksi od strane poljoprivrednika. U mnogim slučajevima, poljoprivrednici mogu biti nevoljni da promene svoje ustaljene prakse upravljanja

štetočinama, posebno ako IPM doživljavaju kao pretnju svom identitetu, autonomiji ili socijalnom statusu.

IPM nije samostalan pristup, već integralna komponenta održivih poljoprivrednih sistema koji imaju za cilj optimizaciju korišćenja prirodnih resursa, unapređenje ekosistemskih usluga i poboljšanje otpornosti i prilagodljivosti agroekosistema. Integracija IPM-a sa drugim održivim poljoprivrednim praksama, kao što su konzervaciona poljoprivreda, agrošumarstvo i organska poljoprivreda, može stvoriti korisne sinergije i zajedničke koristi koje poboljšavaju ukupnu održivost i efikasnost poljoprivrednih sistema.

Ograničenja radne snage predstavljaju još jedan izazov za usvajanje IPM-a, jer se poljoprivredni sektor suočava sa rastućim nedostatkom radne snage i rastućim troškovima rada. IPM često zahteva intenzivnije praćenje, izviđanje i prakse upravljanja u poređenju sa konvencionalnim metodama kontrole štetočina. Ova povećana potražnja za radnom snagom može biti značajna prepreka za proizvođače koji se već bore da pronađu i priušte radnike. Drugi praktični izazov su ograničenja biopesticida. Iako su biopesticidi važan alat u IPM-u, oslanjanje isključivo na njih nije izvodljivo. Oni su skuplji, zahtevaju veće doze primene i obično pružaju samo delimično suzbijanje štetočina, a ne potpunu kontrolu.

IPM se javlja kao obećavajuća i održiva paradigma za zaštitu bilja, nudeći održivu alternativu prekomernoj i neselektivnoj primeni hemijskih pesticida. Sinergističkim integrisanjem širokog spektra preventivnih, bioloških, kulturnih i hemijskih strategija kontrole, IPM nastoji da održi populacije štetočina ispod ekonomski štetnih pragova, istovremeno ublažavajući rizike po javno zdravlje i životnu sredinu.

Reference

1. Atanasov N., M. Vitanov, E. Loginova, E. Ilieva, 2005. Integrisana zaštita useva u plastenicima od bolesti i štetočina. Sofija–Videnov&son i izdavačka kuća PantaNeo, 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. Priručnik za integrisano upravljanje štetočinama u povrtarskim kulturama. NSSP. Ministarstvo poljoprivrede i šuma. Sofija. 238.
3. Batz, P., Will, T., Thiel, S., Ziesche, T. M., Joachim, C. 2023. Od identifikacije do predviđanja: potencijal prepoznavanja slika i veštačke inteligencije za praćenje štetočina lisnih vaši. *Frontiers in Plant Science*, 14.
4. Dara, S. K., 2019. Nova paradigma integrisanog upravljanja štetočinama za moderno doba. *Journal of Integrated Pest Management*, 10 (1), 12.

5. Kruidhof, H. M., Elmer, W. H., 2020. Kulturne metode za upravljanje štetočinama i bolestima u plastenicima. 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. Automatizovano praćenje insekata korišćenjem nenadziranih senzora bliskog infracrvenog spektra. Sci. Rep. 12 (1), 2603.