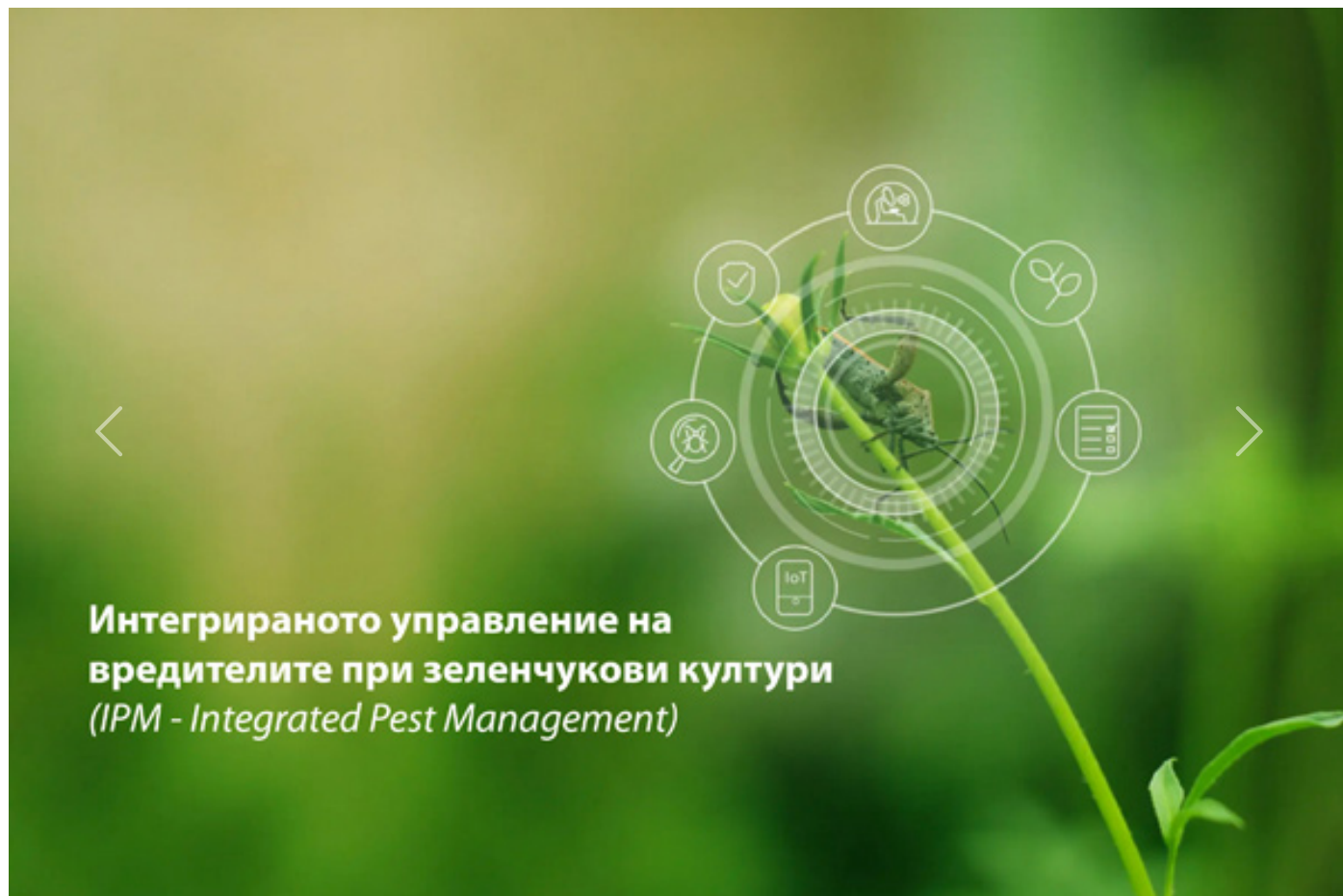


Integrált Növényvédelem Zöldségkultúrákban – Új Megközelítés Hagyományokkal

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



Az integrált növényvédelem (IPM – *Integrated Pest Management*) egy átfogó, ökológiai megközelítés a mezőgazdasági rendszerek kártevőirtására. Magában foglalja a többféle védekezési módszer – a agrotechnikai, biológiai és kémiai gyakorlatok – stratégiai integrálását a kártevőpopulációk gazdasági kártételi küszöb alatt tartása érdekében. Ennek eredményeként a környezeti és emberi egészségügyi kockázatok minimálisra csökkennek. Az IPM különös figyelmet fordít a megelőző intézkedésekre, a monitoringra és a megállapított kártételi küszöbökön alapuló döntésekre. Az IPM fő elvei közé tartozik a kártevőproblémák megelőzése agrotechnikai gyakorlatokkal, például a vetésforgóval; a kártevőpopulációk és természetes ellenségeik folyamatos figyelemmel kísérése; gazdasági kártételi küszöbök alkalmazása a kezelési döntések

meghozatalakor; biológiai, fizikai és kémiai védekezési módszerek kombinációjának alkalmazása; az elvégzett kezelések hatékonyságának értékelése. A multidiszciplináris ismeretek és a rendszerszemlélet beépítésével az IPM célja a mezőgazdasági termelés optimalizálása, az ökoszisztéma-szolgáltatások megőrzése és a hagyományos növényvédő szer alkalmazás káros következményeinek enyhítése.

Az IPM keretében alkalmazott fenntartható növényvédelmi gyakorlatok kulcsfontosságúak az élelmiszer iránti növekvő igény, a nemzeti biológiai erőforrások megőrzése és az éghajlatváltozás káros hatásainak enyhítése által támasztott kihívások kezelésében. A hagyományos növényvédelmi gyakorlatok, amelyek a növényvédő szerek intenzív használatát foglalják magukban, számos ökológiai, gazdasági és társadalmi kihíváshoz vezetnek. Ezek közé tartozik a növényvédőszer-rezisztencia kialakulása, a hasznos makrobiológiai ágensek közösségeinek felbomlása, a talaj- és vízszennyezés, valamint a dolgozók és fogyasztók potenciális kitétsége veszélyes vegyszereknek. Ezzel szemben az IPM fenntarthatóbb modellt kínál a kártevőirtásra, a növényvédő szerek kezeléseket gazdaságilag és ökológiailag indokolt küszöbértékekre korlátozva. A kémiai növényvédő szerektől való függőség csökkentésével az IPM elősegíti a biológiai sokféleség és az ökoszisztéma megőrzését, erősíti a mezőgazdasági rendszerek stabilitását, gazdasági előnyökkel jár a gazdálkodók számára a csökkentett ráfordítási költségek és a megnövekedett hozamok révén, miközben egyidejűleg javítja az élelmiszerbiztonságot és a termékminőséget a fogyasztók számára.

Az IPM nemcsak a kártevők természetett növényekre gyakorolt közvetlen hatásait kezeli, hanem hozzájárul a fenntartható fejlődéshez is, beleértve a természeti erőforrások megőrzését, a közegészség védelmét, valamint a társadalmi és gazdasági jólét előmozdítását.

Az integrált növényvédelem fő elvei:

1. Bioökológiai megközelítés. Az agrobiocönózis élő szervezet. Komponensei közötti kapcsolatok dinamikusak. Az IPM bevezetése célja az ökológiai egyensúly megőrzése az ökoszisztémákban, a káros és hasznos szervezetek közötti antagonista kapcsolatok alapján. A hangsúly a védekezésen van, nem a kártevő teljes kiirtásán. A kártevők teljes elpusztítása lehetetlen, és egy ilyen kísérlet költséges és veszélyes lehet a környezetre.



E program keretében a védekezés a gazdasági kártételi szintek (EIL) meghatározásával kezdődik. Ezt követi a védekezési intézkedések kiválasztása és alkalmazása. Ezek a küszöbértékek nemcsak a kártevőket foglalják magukban, hanem azokat a konkrét helyeket is, amelyekre vonatkoznak, mivel régióként eltérőek lehetnek. A kártevőpopulációk elfogadható szinten tartásával megszűnik a szelekciós nyomás. Ez csökkenti a kémiai növényvédő szerekkel (NVSZ) szembeni rezisztencia kialakulásának kockázatát.

2. Gazdasági megközelítés. A patorendszerben vagy a kártevő/növény kombinációban fontos a kártételi és beavatkozási küszöbök értékelése. A beavatkozási küszöb a betegség vagy kártevő fejlődésének maximális szintje, amely alatt a veszteségeknek nincs gazdasági jelentőségük. Ennek elérésekor intézkedéseket kell tenni az epifitikus vagy katasztrofális felszaporodás megelőzésére. Ez a küszöb fontos eszköz az integrált védekezésben, és változhat a védekezési alternatívák hatékonyságától és hatásuk időtartamától függően.

3. Kémiai szerek megfelelő kiválasztása. Az IPM szelektív növényvédő szereket használ, amelyek toxikusak a kártevőkre, és nem toxikusak vagy gyengén toxikusak a hasznos fajokra. A szelektivitás lehet: Fiziológiai – az NVSZ aktív szerkezete és hatásmechanizmusa határozza meg; Ökológiai – a kártevők és hasznos fajok biológiája és ökológiája határozza meg; Technológiai – a kezelési módszerek és megközelítések határozzák meg (helyi kezelés, csepegtető öntözőrendszerekkel történő alkalmazás, fertigation, vetőmagkezelés, granulált NVSZ-ek használata, növényvédőszer-keverékek, csökkentett dózisok mikrobiális készítményekkel kombinálva). A kémiai NVSZ-ek IPM programokban történő alkalmazásának kockázatértékelését a következők

határozzák meg: biológiai védekezési ágensek jellemzése és azonosítása; egészségügyi kockázatok; környezeti kockázatok; NVSZ hatékonyság. Az IPM a leginkább szelektív növényvédő szereket használja, amelyek a céljukat teljesítik, miközben a legbiztonságosabbak a hasznos fajok, a levegő, a talaj és a víz minősége szempontjából; helyi, nem teljes körű kezeléseket végeznek, és alacsony térfogatú permetezést alkalmaznak.

Az IPM összetevői

Az IPM stratégiák kombinációjára támaszkodik, beleértve a megelőzési és agrotechnikai védekezési módszereket, a monitoring és döntéshozatali eszközöket, valamint a biológiai és kémiai védekezést. A megelőzési és agrotechnikai védekezési módszerek közé tartozik a vetésforgó, a növények gyommentesen tartása, a köztes vetés és az ellenálló fajták használata. A cél olyan körülmények megteremtése, amelyek kevésbé kedvezőek a kártevőpopulációk fejlődéséhez. A monitoring és döntéshozatali eszközök (EIL, felderítés és mintavételi technikák) segítik a gazdálkodókat a kártevőpopulációk felmérésében és annak meghatározásában, hogy mikor van szükség beavatkozásra. A biológiai védekezési módszerek, beleértve a természetes ellenségek használatát, a hasznos fajok megőrzését és szaporítását, a genetikai védekezést és a klasszikus biológiai védekezést, a ragadozók/paraziták erejét használják fel a kártevőpopulációk kordában tartására. A kémiai beavatkozási módszereket (biopeszticidek, szelektív/célzott növényvédőszer-használat és nanotechnológiák) körültekintően alkalmazzák a kártevők elleni védekezésre, amikor más módszerek nem elegendőek. E sokrétű stratégiák integrálásával az IPM sikeresen képes kezelni a kártevőket, csökkentve a közegészségügyi és környezeti kockázatokat.

1. Megelőzés és agrotechnikai védekezési módszerek

A *vetésforgó* alapvető stratégia a megelőző növényvédelemben az IPM keretében. Ez magában foglalja különböző növények egymás utáni termesztését egy adott területen, különböző tenyészedőszakokban. A vetésforgó kártevőpopulációkat elnyomó hatékonysága a következő mechanizmusoknak köszönhető: a gazdanövények tér-időbeli elkülönítése; nem gazdanövények beillesztése, amelyek gátként vagy csapdanövényként funkcionálnak; a hasznos fajok stimulálása a biológiai sokféleségük növelésével. A vetésforgó mint IPM stratégia hatékonysága a növények körültekintő kiválasztásától és időbeli sorrendbe állításától, a rotációs rendszerbe bevont növények sokféleségétől, a rotációs ciklus időtartamától, valamint a takarónövények vagy zöldtrágyák stratégiai beillesztésétől függ. Megállapították, hogy a nem gazdanövények és a gazdanövények (zöldségek) stratégiai rotációs sorrendben történő váltogatása hatékonyan korlátozza a talajból származó fitopatogének és növényi parazita fonálférgek gyakoriságát és káros aktivitását a növények

széles spektrumán. A pillangós növények beillesztése a vetésforgóba elnyomhatja a gyompopulációkat allelopátiás hatások és erőforrás-versengés révén, miközben egyidejűleg javítja a talaj termékenységét.

Fűszernövények a zöldségtermelés intercropping rendszereiben

A *köztes vetés*, azaz különböző növények együttes termesztése hatékony agrotechnikai védekezési stratégia. Ez több növényfaj egyidejű termesztését jelenti egyetlen területen. Ez a megelőző gyakorlat a különböző növényfajok közötti ökológiai kölcsönhatásokon alapul, olyan agroökoszisztémák létrehozására, amelyek korlátozzák a kártevők terjedését és elősegítik a természetes ellenségek tevékenységét. A köztes vetés mechanizmusai összetettek. Magukban foglalják az olyan tényezőket, mint az erőforrás-versengés, a fizikai akadályok, az allelopátia és az élőhely manipulációja. A köztes vetés mint növényvédelmi stratégia hatékonysága a társnövények körültekintő kiválasztásától, pontos térbeli elrendezésüktől és a telepítésükhöz ideális időzítéstől függ.



Ilyen együttélésre példa az olyan aromás növények termesztése, mint a bazsalikom vagy a menta, köztes növényként. Ezek elriasztják vagy elfedik az illékony szaglási jeleket, amelyeket a kártevők a gazdanövényeik megtalálására használnak, ezáltal csökkentve a kártevőfertőzés mértékét. A kártevőpopulációkra gyakorolt közvetlen hatásukon túl a köztes vetés az agroökoszisztémák általános ellenálló képességét és hozamát is

javíthatja a talaj termékenységének növelésével, a vízfogyasztás hatékonyságának optimalizálásával és az abiotikus stresszhatások csökkentésével.

A higiéniai gyakorlatok, amelyek magukban foglalják a kártevőkkel fertőzött növényi anyagok, növényi maradványok és más kártevő-fertőzési források eltávolítását és megsemmisítését a mezőkről és a környező területekről, szintén agrotechnikai védekezési gyakorlatok. Ezek csökkentik a felbukkanó kártevőpopulációkat és megakadályozzák azok terjedését a tenyészidőszakokon belül és között, ezáltal minimalizálva a korrekciós beavatkozások szükségességét. Ezeken a szántóföldi intézkedéseken túl a higiéniai gyakorlatok magukban foglalják a mezőgazdasági berendezések, tárolóhelyiségek és szállítójárművek tisztítását és fertőtlenítését is, hogy korlátozzák a kártevők külső forrásokból történő bejutását és terjedését.

Ellenálló fajták termesztése alapvető stratégia az agrotechnikai növényvédelemben. Ez a növények genetikai sokféleségét használja fel a kártevők és betegségek termesztett növényekre gyakorolt káros hatásainak minimalizálására. Az ellenálló fajták használata az IPM programokban célja a növényvédő szerektől való függőség csökkentése, a termés kiesések minimalizálása és a növények általános ellenálló képességének javítása.

2. Monitoring és Döntéshozatal

A rendszeres monitoring és mintavétel alapvető fontosságú az IPM programokban történő döntéshozatalhoz.



Különböző eszközöket és technikákat is alkalmaznak a kártevőpopulációk és a termesztett növényekre gyakorolt káros hatásaik nyomon követésére, beleértve: vizuális ellenőrzés, védőhálók használata a szellőzőkön, ragacsos csapdák, feromoncsapdák és távérzékelési technológiák. A távérzékelési technikák közé tartozik a légifotózás, a műholdképek és a pilóta nélküli légi járművek. Ezeket egyre inkább használják a növényállapot ellenőrzésére és a kártevőkitörések korai felismerésére nagy térbeli méretekben. Különböző monitoring eszközök és technikák integrálása, megfelelő mintavételezéssel kombinálva, adatokon alapuló döntéseket tesz lehetővé a kártevőirtási beavatkozások szükségességével és időzítésével kapcsolatban. Ahogy a mesterséges intelligenciával kapcsolatos kutatások fejlődnek, vizsgálják az IPM döntéshozatalban való felhasználásának lehetőségeit (prediktív modellek fejlesztésére gépi tanulás és neurális hálózatok alapján, a monitoring infrastruktúra optimalizálására; a prediktív modellek javítására).

A gazdasági kártételi küszöbök alapvető eszközök a növénykezelési döntések meghozatalában. Ezek határozzák meg, hogy mikor indokoltak gazdaságilag a növényvédelmi intézkedések. Ez a megközelítés minimalizálja a felesleges növényvédőszer-alkalmazásokat, csökkentve a környezeti hatást és a növényvédelemmel járó gazdasági terhet.

3. Biológiai védekezés

A természetes ellenségek, beleértve a parazitoidokat, ragadozókat és kórokozókat, az IPM programok biológiai növényvédelmének létfontosságú összetevőjét képezik.



Az ilyen hasznos szervezetek különböző mechanizmusok révén képesek szabályozni a kártevőpopulációkat, beleértve a közvetlen ragadozást, a parazitizmust és a fertőzést, gyakran a gazdasági kártételi küszöb alatt tartva a kártevők sűrűségét. A természetes ellenségek sikeres integrálásához az IPM-be teljes körű ismeretekre van szükség azok biológiájáról és a célkártevőkkel, valamint a növényi környezettel való kölcsönhatásokról. A ragadozók kártevőpopulációkra gyakorolt hatása táplálkozási sebességüktől, funkcionális válaszukról, zsákmánypreferenciáikról és egyéb ökológiai tényezőktől függ. A parazitoidok olyan rovarok, amelyek petéiket a gazdába rakják, és a parazitoid lárvák fejlődése során elpusztítják azt. A kórokozók, beleértve a vírusokat, baktériumokat, mikroszkopikus gombákat és fonálférgeket, megfertőzik és betegségeket okoznak a kártevőpopulációkban, ami csökkent növekedéshez, szaporodáshoz és túléléshez vezet.

A klasszikus biológiai védekezés a kártevők természetes ellenségeinek meghonosítását foglalja magában. Ez a stratégia hosszú távú és fenntartható kártevőirtást céloz azáltal, hogy helyreállítja az ökológiai egyensúlyt a kártevő és természetes ragadozói között a területen. Ez enyhíti az invazív kártevők káros hatásait az agroökoszisztémákra. A megfelelő természetes ellenségek kiválasztása a következő kritériumokon alapul: gazdaspecifikusság, éghajlati alkalmazkodóképesség, szaporodási potenciál és keresési hatékonyság. A gazdaspecifikusság fontos a nem célfajokra gyakorolt nem kívánt hatások kockázatának minimalizálása és a biológiai védekezési program ökológiai biztonságának biztosítása érdekében.

A természetes ellenségek beépítése az IPM programokba a meglévő populációk megőrzésén és növelésén, valamint új fajok bevezetésén alapul, a konzervációs biológiai védekezés révén. A termesztési környezet módosítására fókuszál, hogy elősegítse a biológiai ágensek túlélését és hatékonyságát alternatív táplálékforrások, búvóhelyek és telelőhelyek biztosításával. A természetes ragadozók megőrzése és növelése két kulcsfontosságú stratégia a biológiai védekezés tágabb keretén belül. A megőrzési és növelési technikákat gyakran más IPM taktikákkal, például kémiai és agrotechnikai védekezéssel együtt alkalmazzák a fenntartható és költséghatékony növényvédelem elérése érdekében. Ez számos gyakorlatot foglal magában, beleértve az alternatív táplálékforrások biztosítását, a telelő szervezetek számára búvóhelyek létrehozását, és a széles spektrumú növényvédő szerek alkalmazásának minimalizálását, amelyek károsan befolyásolhatják a hasznos szervezeteket.

4. Kémiai védekezés

Az IPM különböző összetevői közül a kémiai védekezés az, amely a legújabb frissítéseken esett át. Ezek közé tartoznak a szelektív és célzott növényvédőszer-használat, a rezisztencia-menedzsment, a biopesticidek és természetes vegyületek, valamint a nanotechnológiák legújabb fejlesztései.

5. Növényvédő szerek szelektív és célzott alkalmazása

A növényvédő szerek körültekintő és pontos, specifikus kártevőkre célzott alkalmazása létfontosságú eleme az IPM megközelítéseknek, amelyek hangsúlyozzák a kémiai védekezési intézkedések stratégiai megvalósítását. Ez a megközelítés mélyreható ismereteket igényel a kártevők életciklusairól, ökológiai kölcsönhatásairól és populációingadozásairól, valamint a növények fenológiájáról és a mezőgazdasági ökoszisztémákon belüli komplex kapcsolatokról. A molekuláris kutatások jelentősen hozzájárultak ehhez a törekvéshez azáltal, hogy rávilágítottak az inszekticid szelektivitását meghatározó alapmechanizmusokra.

6. Rezisztenciamenedzsment stratégiák

Ezek célja a növényvédőszer-rezisztencia kialakulásának megelőzése vagy késleltetése a kártevőpopulációkban. A rezisztencia megjelenése az ismételt növényvédőszer-alkalmazások által kifejtett szelekciós nyomásnak köszönhető, amely a rezisztens egyedek túlélését és szaporodását segíti elő az érzékeny egyedekkel szemben. A különböző hatásmechanizmusú növényvédő szerek váltogatása csökkenti a szelekciós nyomást a specifikus rezisztencia mechanizmusokra, és segít fenntartani az érzékeny egyedek sokszínű genetikai állományát a kártevőpopulációban. A növényvédő szerek teljes ajánlott dózisban történő alkalmazása a rezisztenciamenedzsment stratégia másik fontos része, mivel a szubletális dózisok elősegíthetik a rezisztens egyedek túlélését és szaporodását, ezáltal felgyorsítva a rezisztencia kialakulását.

7. Biopeszticidek és természetes eredetű termékek

A biopeszticidek és természetes termékek ökológiailag fenntarthatóbb alternatívákat kínálnak a hagyományos szintetikus növényvédő szerekkel szemben. A természetes eredetű termékeket természetes anyagokból vonják ki vagy izolálják, és kémiai módosításon eshetnek át hatékonyságuk vagy stabilitásuk növelése érdekében. A mikrobiális növényvédő szerek olyan baktériumokból, gombákból, vírusokból és fonálférgekből származnak, amelyek patogének specifikus kártevőfajokra. Például a *Bacillus thuringiensis*-ből származó termékek, amelyek bakteriális spórákat és kristályos fehérjéket tartalmaznak, toxikusak bizonyos kártevőkre. A *Trichoderma viride* gombából származó különböző készítmények és illóolajok aktívak a termesztett növényeket károsító kórokozók ellen.

Világszerte aktív kutatások folynak új bioaktív vegyületek felfedezésére és jellemzésére természetes forrásokból, valamint a formuláció és kijuttatási rendszerek optimalizálására.



Közönséges üröm (*Artemisia absinthium*) ősidők óta gyógynövényként használatos

A fitotoxicitási és entomotoxicitási vizsgálatok során rozmaring és üröm illóolajait értékelték a paradicsomkárttevő *Bemisia tabaci* ellen.

8. Nanotechnológiák.

A nanotechnológiák egy feltörekvő terület, amely potenciált rejt magában új és továbbfejlesztett kémiai védekezési eszközök tervezéséhez az IPM keretében. A nanopeszticidek számos potenciális előnnyel rendelkeznek a hagyományos növényvédőszer-készítményekkel szemben: növelt hatékonyság, csökkent környezeti hatások és célzott kijuttatás előre meghatározott kártevőkhöz vagy növényi szövetekhez. A nanopeszticidek előállításához használt nanoanyagok közé tartoznak például a polimer nanorészecskék, lipid alapú nanohordozók, valamint szervesetlen nanorészecskék, mint a szilícium-dioxid és a titán-dioxid.

Az IPM keretében a nanopeszticidek fejlesztése és kezelése multidiszciplináris megközelítést igényel, amely egyesíti az olyan területek szakértelmét, mint a kémia, anyagtudomány, agrártudomány, toxikológia, kockázatértékelők, szabályozók és társadalomtudományok. A jelenlegi kutatási prioritások és tevékenységek ezen a területen magukban foglalják új, specifikus funkciójú nanoanyagok tervezését és szintézisét, a nanoformulációk és kijuttatási módszerek optimalizálását, valamint hatékonyságuk, biztonságosságuk és környezeti sorsuk értékelését.



A neem kivonatot nagyra értékelik gyógyászati, kozmetikai és mezőgazdasági alkalmazásai miatt

Egy új biopeszticid nanokompozitot fejlesztettek ki, amely azadirachtint, egy rovarölő hatású, nimfa fának magjából kivont természetes vegyületet kapszuláz. Gyorsabb hatást és nagyobb hatékonyságot mutat, mint a hagyományos inszekticidek. A konfokális mikroszkópia javított biológiai eloszlást mutat a rovar testén belül, és a nanokompozit fokozott UV stabilitást mutat a benne rejlő nanostruktúrának és az E-vitaminnak köszönhetően. Ez a fenntartható növényvédelem terén elért előrelépés rávilágít a mezőgazdasági kártevőirtás környezetbarátabb megközelítéseinek lehetőségére a biotechnológiák és nanotechnológiák kombinációján keresztül.

Az IPM rendszerek fenntarthatóságának előnyei

Több irányban is kifejeződnek:

1. Ökológiai fenntarthatóság

A nem kémiai módszerek és az EIL-ekre és kártevő-monitoringra alapozott körültekintő növényvédőszer-alkalmazás előtérbe helyezésével az IPM célja, hogy a kártevőpopulációkat gazdaságilag károsító szint alatt tartsa, miközben minimalizálja a kémiai kezelésektől való függőséget. Ez a megközelítés a felhasznált növényvédő szerek teljes mennyiségének csökkenéséhez vezet, és ösztönzi a szelektív és kíméletes

vegyületek használatát, enyhítve a nem célzott szervezetekre, ökoszisztémákra és az emberi egészségre gyakorolt káros hatásokat. Az IPM kombinált megközelítést alkalmaz, ötvözve az agrotechnikai, biológiai és fizikai védekezési taktikákat, kiegészítve a csökkentett kockázatú növényvédő szerek (azaz biopeszticidek és természetes eredetű termékek) stratégiai alkalmazásával. Ezek az alternatívák, beleértve a mikrobiológiai inszekticideket, botanikai kivonatokat és feromonokat, alacsonyabb toxicitást, rövidebb perzisztenciát és kevesebb nem célzott hatást mutatnak a tipikus szintetikus növényvédő szerekhez képest. Beépítésük az IPM programokba javíthatja a növényvédelmi megközelítések általános fenntarthatóságát a környezetszennyezési kockázatok csökkentésével, a természetes ellenségek és a vadon élő állatok védelmével, valamint az ökoszisztéma ellenálló képességének előmozdításával.

2. Gazdasági fenntarthatóság

Az IPM gazdasági előnyei a csökkentett növényvédelmi költségekből, a javított erőforrás-felhasználási hatékonyságból, valamint a mezőgazdasági termelés növekvő jövedelmezőségéből és versenyképességéből fakadnak. Az IPM lehetővé teszi a gazdálkodók számára, hogy gondosan felmérjék a különböző növényvédelmi technikák gazdasági, környezeti és társadalmi következményeit. A növényvédő szerek körültekintő használata, gazdasági kártételi küszöbök, kártevő-monitoring és döntéstámogató rendszerek alapján, jelentősen csökkentheti a károsító szintek alatt tartásához szükséges vegyszerek mennyiségét. Az alternatív növényvédelem (agrotechnikai védekezés, biológiai védekezés) költséghatékony alternatívákat kínál a kémiai védekezéssel szemben. Az IPM a mezőgazdasági termelés gazdasági hatékonyságát is javítja azáltal, hogy optimalizálja az erőforrások, például a föld, víz és munkaerő felhasználását precíziós gazdálkodási technikák és más fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok integrációja révén. A kártevők okozta termésveszteségek jelentős korlátot jelentenek a mezőgazdasági termelékenység számára, becslések szerint a globális termés 40%-a évente elvész a kártevők miatt.

3. Társadalmi fenntarthatóság

Az IPM hozzájárulhat a társadalmi fenntarthatósághoz az élelmiszerbiztonság és -minőség javításával, amelyek az emberi egészség és jólét alapvető szempontjai. Az IPM gyakorlatok előtérbe helyezik a nem kémiai növényvédelmi módszereket és a növényvédő szerek körültekintő használatát, ezáltal csökkentve az élelmiszerekben lévő növényvédőszer-maradékok és a fogyasztói egészségügyi kockázatok potenciálját. Továbbá, a kártevők és betegségek okozta károk csökkentésével az IPM segíthet megőrizni a mezőgazdasági termékek tápértékét, megjelenését és eltarthatóságát, tovább növelve azok minőségét és piacképességét. Ezáltal az élelmiszerbiztonság javítható a mikrobiális szennyeződéssel járó élelmiszereredetű betegségek kockázatának minimalizálásával.

Kihívások és lehetőségek

Annak ellenére, hogy az IPM környezeti, gazdasági és társadalmi fenntarthatósága jól megalapozott, különböző akadályok léteznek, beleértve a technikai, gazdasági, intézményi és kulturális tényezőket, amelyek gátolják a gazdálkodók általi sikeres elfogadását. Ezen akadályok azonosítása és leküzdése kulcsfontosságú az IPM szélesebb körű alkalmazásának előmozdításához és a fenntartható növényvédelemre vonatkozó ígéretének megvalósításához. Az IPM elfogadásának egyik kulcsfontosságú technikai akadály a IPM gyakorlatok eredendő komplexitása és tudásigényes jellege, amely jelentős beruházásokat igényel a gazdálkodók oktatásába, kísérletezésébe és adaptációjába. Ennek az akadálynak a leküzdéséhez az IPM ismereteit és készségeit megfelelő megközelítések révén kell fejleszteni és terjeszteni. A hagyományos és helyi tudás tudományos kutatással való integrálása hozzájárulhat a különböző agroökológiai és szociokulturális kontextusokhoz igazított, megfelelőbb és elfogadhatóbb stratégiák kidolgozásához.

A gazdasági akadályok, beleértve a magasabb kezdeti költségeket és az IPM elfogadásával járó vélt kockázatokat, szintén korlátozhatják annak megvalósítását a gazdálkodók által. A gazdasági akadályok leküzdése érdekében fontos olyan politikákat és ösztönzőket kidolgozni és bevezetni, amelyek támogatják az IPM gyakorlatok elfogadását, mint például a támogatások, hitelek és piaci eszközök. Például az Európai Unió Közös Agrárpolitikája (KAP) agrár-környezetvédelmi kifizetéseket biztosít azoknak a gazdálkodóknak, akik IPM-et és más fenntartható mezőgazdasági gyakorlatokat alkalmaznak, elismerve ezzel hozzájárulásukat a közjavakhoz és az ökoszisztéma-szolgáltatásokhoz.

Kulturális és társadalmi akadályok is korlátozhatják a rendszerszintű gyakorlatok elfogadását a gazdálkodók által. Sok esetben a gazdálkodók vonakodhatnak megváltoztatni bevett növényvédelmi gyakorlataikat, különösen, ha az IPM-et identitásukra, autonómiájukra vagy társadalmi státuszukra fenyegetőnek érzékelik.

Az IPM nem önálló megközelítés, hanem a fenntartható mezőgazdasági rendszerek szerves része, amelyek célja a természeti erőforrások felhasználásának optimalizálása, az ökoszisztéma-szolgáltatások javítása, valamint az agroökoszisztémák ellenálló képességének és alkalmazkodóképességének növelése. Az IPM más fenntartható mezőgazdasági gyakorlatokkal, például a konzerváló gazdálkodással, az agrárerdészettel és az ökológiai gazdálkodással való integrálása előnyös szinergiákat és társelőnyöket hozhat létre, amelyek növelik a mezőgazdasági rendszerek általános fenntarthatóságát és hatékonyságát.

A munkaerő korlátai további kihívást jelentenek az IPM elfogadása szempontjából, mivel a mezőgazdasági szektor növekvő munkaerőhiánnyal és emelkedő munkaerőköltségekkel küzd. Az IPM gyakran intenzívebb monitoringot, felderítést és gazdálkodási gyakorlatokat igényel a hagyományos növényvédelmi módszerekhez

képest. Ez a megnövekedett munkaerőigény jelentős akadályt jelenthet azoknak a termelőknek, akik már most is nehezen találnak és engedhetnek meg maguknak dolgozókat. Egy másik gyakorlati kihívás a biopeszticidok korlátai. Bár a biopeszticidok fontos eszközök az IPM-ben, kizárólag rájuk támaszkodni nem megvalósítható. Drágábbak, magasabb alkalmazási dózisokat igényelnek, és általában csak részleges kártevő-elnyomást biztosítanak, nem pedig teljes védekezést.

Az IPM ígéretes és fenntartható növényvédelmi paradigmává válik, életképes alternatívát kínálva a kémiai növényvédő szerek túlzott és válogatás nélküli alkalmazására. A megelőző, biológiai, agrotechnikai és kémiai védekezési stratégiák széles skálájának szinergikus integrálásával az IPM arra törekszik, hogy a kártevőpopulációkat a gazdaságilag károsító küszöbök alatt tartsa, miközben enyhíti a közegészségügyi és környezeti kockázatokat.

Források

1. Atanasov N., M. Vitanov, E. Loginova, E. Ilieva, 2005. Üvegházi növények integrált védelme betegségek és kártevők ellen. Szófia–Videnov&son és PantaNeo Kiadó, 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. Kézikönyv az integrált növényvédelemről zöldségkultúrákban. NSSP. Mezőgazdasági és Erdőügyi Minisztérium. Szófia. 238.
3. Batz, P., Will, T., Thiel, S., Ziesche, T. M., Joachim, C. 2023. Az azonosítástól az előrejelzésig: a képfelismerés és a mesterséges intelligencia lehetőségei a levéltetű-kártevők monitoringjában. *Frontiers in Plant Science*, 14.
4. Dara, S. K., 2019. Az integrált növényvédelem új paradigmája a modern korban. *Journal of Integrated Pest Management*, 10 (1), 12.
5. Kruidhof, H. M., Elmer, W. H., 2020. Agrotechnikai módszerek üvegházi kártevők és betegségek kezelésére. *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. Rovar-monitoring automatizálása felügyelet nélküli közeli infravörös szenzorokkal. *Sci. Rep.* 12 (1), 2603.