

AZ INTEGRÁLT NÖVÉNYVÉDELEM NYOLC ALAPELVE

Kiss József, Zanker Angéla és Eke István

Szent István Egyetem, Növényvédelmi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

A következő cikk fordítása: Barzman, M; Barberi, P; Birch, N; Boonekamp, P; Dachbrodt-Saaydeh, S; Graf, B; Hommel, B; Jensen, J.E; Kiss, J; Kudsk, P; Lamichane, J.M; Messean, A; Moonen, C; Ratnadass, A; Ricci, P; Sarah, J.L; Sattin, M. (2015): Eight principles of Integrated Pest Management. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 1199-1215. DOI:10.1007/s13593-015-0327-9

Előszó a magyar nyelvű fordításhoz (Eke István)

Az „integrált növényvédelem” mint fogalom lassan három évtizede a szakma lózungja. A termesztési gyakorlat azonban a megfogalmazott, adott esetben rendeletben, vagy pályázati kiírásokban rögzített elvárásokat közel sem egyformán értelmezi, a megvalósításról nem is beszélve. A szakmai irányításra és az ellenőrzésre még sok megoldandó feladat vár. Az ellenőrzések formálisak, sokszor csak a permetezési naplóban (nyilvántartásokban) ellenőrzik a megfelelő szerhasználatot, vagy például a kötelezően kihelyezett ülőfák meglétét. Az előrejelzési gyakorlat nagyon sokszor kimerül néhány szexferomon csapda kihelyezésében stb. A valóban hozzáértőknek nem

kell magyarázni, hogy az elmondottak csak a viszonylag könnyen ellenőrizhető felszín jelentik, miközben az integrált növénytermesztés, benne az integrált növényvédelem sokkal több ennél: gondolkodásmód, minden helyzetben az adott körülményeknek leginkább megfelelő döntés meghozatala, egy elvrendszer, amely állandóan változó környezetben folyamatosan új és új megoldásokat követel környezetünk és egészségünk védelme érdekében.

Az alábbiakban egy nemzetközi (benne magyar) szakértői csapat (Európai Integrált Védelmi Kiválósági Hálózat, ENDURE) munkáját az integrált növényvédelem nyolc alapelvének részletes értelmezéséről azzal a céllal szeretnénk magyar nyelven a Növényvédelem hasábjain is bemutatni, hogy segítsük a téma jobb megértését a szakemberek képzése során és a gyakorlatban dolgozók, a „kivitelezők” felkészítését, munkájuk tudatosságának javítását.

Elismerjük, tudjuk, hogy mindezeket nagyon nehéz rendeletben, pályázati kiírásokban, a jog nyelvén, a „gumiparagrafusok” elkerülésével, de mégis valós szakmai tartalommal megfogalmazni. Ennek és az érdemi, szakmailag megalapozott ellenőrzések módszertanának kidolgozása a jövő, de nagyon sürgős feladata.

A növényvédő szerek használata lehetővé tette a termésátlagok növelését, a növénytermesztési rendszerek egyszerűsítését, lemondva bonyolultabb növényvédelmi stratégiákról. A kémiai növényvédelemtől való túlzott függőség viszont az ökoszisztémák növényvédő szeres terhelésével és nemkívánatos egészségügyi hatásokkal jár. A jövő növénytermelését azonban a károsítóknak kialakuló rezisztencia és a rendelkezésünkre álló hatóanyagok számának csökkenése is veszélyezteti. Olyan növénytermelési rendszerek kialakítására van szükség, amelyek kevésbé függenek a szintetikus növényvédő szerektől. Következésképp, az Európai Unió a fenntartható gazdálkodáshoz illeszkedő Integrált növényvédelem nyolc alapelvének alkalmazását írja elő. Mi a következőkben olyan dinamikus és rugalmas megközelítést javasolunk a gazdálkodóknak, tanácsadóknak és kutatóknak, amely figyelembe veszi a gazdálkodási körülmények sokszínűségét, az agro-ökoszisztémák összetettségét,

és amely javíthat a növénytermesztési rendszerek peszticidfüggőségén és azon képességünkön, hogy a helyi valósághoz alkalmazkodva alakítsuk ki a növényvédelmet.

Az alapelvek (P) mindegyikére javasoljuk, hogy (P1) agronómiai tényezők kombinációjából álló elidegeníthetetlen, erős termesztési rendszer kialakítása legyen alapvető a megelőzéshez. (P2) Helyben elérhető monitoring, előrejelzési és felhívási rendszerek működjenek. (P3) A döntéshozatali folyamat integrálni tudja a termesztési rendszer egyes tényezőit hosszabb távú stratégiák fejlesztése érdekében. (P4) Az egyes nem-kémiai beavatkozások, amelyek önmagukban a peszticidekhez képest kevésbé hatékonyak, kombinációban értékes szinergizmust adhatnak. (P5) Új biológiai védekező anyagok és szervezetek kifejlesztése és a rendelkezésre álló adatbázisok használata olyan készítmények kiválasztását teszi lehetővé, amelyek egészségügyi, környezeti és a károsítók természetes szabályozásai szempontjából kisebb nemkívánatos hatással bírnak. (P6) A csökkentett peszticidhasználat eredményesen kombinálható más eljárásokkal. (P7) A peszticid-rezisztencia kialakulásának a "mérgefogát kell kihúzni", hogy fenntartható növényvédelmi megoldásokat találjunk. Végül (P8) a több termesztési időszakra/tenyészidőszakra, is kiterjedő hatások integrációja, valamint a "valamiért" (a mennyiség és minőség közötti kompromisszum) megjelenítése az értékelési kritériumokban segít megtalálni a fenntartható megoldásokat.

Kulcsszavak: alternatívák, Európa, integrált növényvédelem, peszticidek, rugalmas növénytermesztési rendszer, fenntartható mezőgazdaság, rendszer szemlélet

1. Bevezetés

A növényvédelem peszticidektől való függetlenségéhez társult – hatékony alkalmazásuk mellett – a környezetre és az egészségre gyakorolt nemkívánatos hatásuk. A szintetikus peszticidek megjelenése lehetővé tette a növénytermesztési rendszerek egyszerűsítését és a bonyolultabb növényvédelmi stratégiák mellőzését. Ez a folyamat azonban még veszélyezteti is a növényvédelem jövőjét. A gyomszabályozásban a növénytermesztési rendszerek túlzott leegyszerűsítése, a vegyszeres gyomirtásra való túlzott támaszkodással párosulva, kevés eltérő hatásmechanizmusú készítmény folyamatos és széleskörű alkalmazásával súlyosbítva, jelentős herbicid-rezisztencia kialakulásához vezetett (Busi és mtsai 2013). Ugyanezt a jelenséget figyelhetjük meg az izeltlábúaknál és a kórokozónál is. A rendelkezésre álló hatóanyagok számának csökkenése kedvez a rezisztencia kialakulásának. Az Európai Bizottság adatai szerint 2001-ben még több mint 1000 engedélyezett hatóanyag állt rendelkezésre, míg 2009-ben ez a szám alig haladta meg a 250-et, és a tendencia továbbra is csökkenést mutat (Jensen 2015). Az Európai Növényvédelmi Egyesület (European Crop Protection Association)

tanulmánya szerint 2000-ben 70 új hatóanyag, míg 2012-ben csak 28 volt fejlesztés alatt (McDougall 2013). Az integrált növényvédelmet (Integrated Pest Management, IPM) egyre inkább az említett problémák lehetséges megoldásaként kell tekintenünk.

Az IPM hosszú utat tett meg az "integrált védelem" bevezetése óta, amely akkori definíciója szerint „olyan növényvédelem, amely kombinálja és integrálja a biológiai és a kémiai védekezést a károsítók ellen” (Stern és mtsai 1959). Ezt a megközelítést először entomológusok használták, akik szembesültek a széles hatásspektrumú inszekticidek válogatás nélküli használatával, a kártevő-gradációkkal, amelyek a kártevők természetes ellenségeinek jelentős pusztítása és a peszticid-rezisztencia kialakulása miatt léptek fel. Az IPM-et ma már a növényvédelem minden területén alkalmaznunk kell. Megújult figyelem tárgya, mivel az európai politika, kutatás és szaktanácsadás arra törekszik, hogy az Európai Unió teljes területén megvalósítsa. A peszticidek fenntartható használatáról szóló 2009/128/EK uniós keretirányelv ezt a kihívást vállalja fel. Meghatározza az IPM fogalmát, nagymértékben alapozva az ENSZ Élelmiszeügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO) definíciójára, de a „károsítók

„Integrált növényvédelem”: az összes rendelkezésre álló növényvédelmi módszer gondos mérlegelése, majd az ezt követő megfelelő intézkedések integrálása, amelyek csökkentik a károsítók populációi kifejlődésének lehetőségét, ugyanakkor a növényvédő szerek alkalmazását és más beavatkozásokat a ökonómiailag és ökológiailag indokolt szinten tartják, valamint csökkentik vagy a lehető legalacsonyabb szinten tartják az emberi egészségi vagy a környezeti kockázatokat. Az „integrált növényvédelem” az egészséges növény olyan fejlődésére helyezi a hangsúlyt, hogy a lehető legkisebb mértékű legyen a mezőgazdasági-ökológiai rendszerek megzavarása, valamint elősegíti a károsítók elleni természetes védelmi mechanizmusokat.

1. ábra. Az IPM meghatározása az Európai Unió peszticidek fenntartható használatáról szóló irányelve szerint (2009/128 / EK)

elleni védekezési eszközök” koncepciót helyettesíti „növényvédelmi módszerekkel”, valamint a „gazdaságilag indokolt” részhez hozzáadja az „ökológiailag indokolt” fogalmat (1. ábra). Az említett jelenlegi módosítások jelzik az ökológiai folyamatok megértését és az azokkal összhangban történő munka irányába megnövekedett érdeklődést. Az EU Irányelv megköveteli, hogy minden uniós tagállam kidolgozzon egy nemzeti cselekvési tervet, amelyet az integrált növényvédelem (IPM) nyolc általános alapelvének (1. táblázat) megfelelően 2014. január 1-jétől kezdődően valamennyi hivatásos peszticid-felhasználónak alkalmaznia kell (European Union 2009a). Az Irányelv mellett a növényvédő szerek forgalomba hozataláról szóló 1107/2009/EK rendelet előírja a peszticidek „helyes/szakszerű használatát” ahol a helyes használatnak az „integrált növényvédelem (...) általános alapelveinek (...) is eleget kell tennie” (European Union 2009b). Egyszerűbben fogalmazva, az új jogszabály – az úgynevezett „EU növényvédőszer-csomag” – két rendeletet és két irányelvet tartalmaz (2. ábra), célja a peszticidek használata során a kockázatsökkentés, valamint megköveteli az IPM alkalmazását a peszticid-felhasználók körében. Az IPM azonban – amely számos tudományágra támaszkodik és különféle gazdasági szektorokat magában foglal – egy sokoldalú megközelítés. Nehéz feladat a változatos európai mezőgazdaság egészére alkalmazható egyértelmű ajánlásokat tenni (Barzman és mtsai 2014).

Ebben a cikkben a szerzők, az európai „ENDURE” hálózat tagjai (www.endure-network.eu), az IPM nyolc általános alapelvét



2. ábra. A „Peszticid csomag”-ként ismert 2009. évi Európai Uniói szabályozás kötete

taglalják abból a szempontból, hogy végrehajtásuk mit jelent a kutatásra, mezőgazdasági tanácsadói szolgáltatásokra és a gazdákra vonatkozóan. Célunk az IPM-et alkalmazó szakemberek bátorítása, hogy a fenntartható növényvédelmi stratégiák fejlesztésében rejlő komplexitásokat elfogadják. Érveket és példákat hozunk arra, hogy az IPM hely-specifikus, dinamikus, rendszerszemléletű és tudás-intenzív jellegét hogyan lehet figyelembe venni és átültetni működőképes gyakorlatba. Véleményünk szerint a tartós, a peszticidektől való függőséget hatékonyan csökkentő és jól adaptált stratégiákat nem lehet „receptszerű ajánlásokba” csomagolni. Ezért nem nyújtunk átfogó „hogyan” útmutatót vagy az egyes alapelvek végrehajtásáról szóló listát. Helyette

A 2009/128/EK irányalapelv 3. MELLÉKLETE – az integrált növényvédelem általános alapelvei.**A hivatkozás könnyebb megértés érdekében a szerzők minden alapelvhez egy rövid címet rendeltek**

1. Alapelv – megelőzés és visszaszorítás
A károsítók megjelenésének megelőzését vagy megsemmisítését visszaszorítását többek között és különösen az alábbiak révén kell megvalósítani vagy támogatni:
 - vetésforgó,
 - megfelelő termesztési technikák alkalmazása (pl.: „hamis magágy”, vetési időpont és növénytűrűség, alávetés, kímélő talajművelés, metszés és direkt vetés),
 - ahol lehet, ott rezisztens/toleráns növényfajták, standard/fémzárolt vetőmagvak és szaporítóanyagok használata,
 - kiegyensúlyozott trágyázási, meszezési és öntözési/vízalapelvezetési gyakorlatok alkalmazása,
 - a károsítók elterjedésének megakadályozása higiéniai intézkedések révén (pl. a gépek és berendezések rendszeres tisztításával),
 - a fontos hasznos szervezetek védelme és erősítése, pl. megfelelő növényvédelmi intézkedésekkel vagy a termelőhelyeken belül és kívül ökológiai infrastruktúrák alkalmazásával.
2. Alapelv – megfigyelés
A károsítókat megfelelő módszerekkel és eszközökkel folyamatosan figyelni kell, ha ilyenek rendelkezésre állnak. A megfelelő eszközök közé tartoznak a helyszínen végzett megfigyelések, valamint tudományosan megalapozott előrejelzési és korai diagnosztikai rendszerek, ha ezek megvalósíthatók, továbbá a szakmailag képezett tanácsadók javaslatainak felhasználása.
3. Alapelv – Döntéshozatal
A folyamatos megfigyelés (monitoring) eredményei alapján a hivatásos felhasználónak el kell döntenie, hogy kell-e, és ha igen, mikortól kell növényvédelmi intézkedéseket alkalmazni. A jól meghatározott és tudományosan megalapozott küszöbértékek a döntéshozatal elengedhetetlen elemei. A károsítók esetében a kezelést megelőzően figyelembe kell venni – ha lehet – a régióra, a konkrét területekre, a növényre, és a különleges éghajlati viszonyokra meghatározott küszöbértékeket.
4. Alapelv – Nem kémiai módszerek
A kémiai módszerekkel szemben előnyben kell részesíteni a fenntartható biológiai, fizikai és más nem kémiai módszereket, ha azok megfelelő védelmet biztosítanak.
5. Alapelv – Peszticid kiválasztás
Az alkalmazott peszticideknek a célnak lehető legmegfelelőbbnek kell lenniük, és a lehető legkisebb mellékhatással kell járniuk az emberi egészségre, a nem célszervezetekre és a környezetre nézve.
6. Alapelv – Csökkentett növényvédő szer használat
A hivatásos felhasználónak a peszticidek használatát és az egyéb beavatkozási formákat a szükséges szinten kell tartaniuk – pl.: csökkentett dózisok és kezelési gyakoriság vagy részleges alkalmazás révén –, figyelembe véve azt, hogy a növényzetben a kockázati szintnek elfogadhatónak kell lennie, és nem szabad növelni annak a kockázatát, hogy a károsítók populációi rezisztenssé váljanak.
7. Alapelv – Anti-rezisztencia stratégiák
Ha ismert valamely növényvédelmi beavatkozással szembeni rezisztencia kialakulásának a kockázata, és ha a károsítók szintje ismételt peszticid-alkalmazást követel meg a növényállományban, akkor rezisztencia kialakulását gátló hatékony stratégiákat kell alkalmazni a peszticid hatékonyságának megőrzéséhez. Ebben beletartozhat a különböző hatásmechanizmusú peszticid-hatóanyagok használata.
8. Alapelv – Értékelés
A peszticidek használatáról vezetett nyilvántartás, valamint a károsítók megfigyelése alapján a hivatásos felhasználónak ellenőrizni kell az alkalmazott növényvédelmi beavatkozás atékonyosságát.

inkább áttanulmányozzuk a hét alapelvet, és kiemeljük az elsőt („1. Alapelv a megelőzés), amely elméletileg prioritást élvez, de legtöbbször a jelenlegi gyakorlat legmélyrehatóbb változtatását is jelenti. Elismerve, hogy számos kertészeti kultúrában (hajtató házban vagy zöldségfélében) a biológiai védekezés, a

klimaszabályozás, valamint a talaj nélküli termesztés már mind hozzájárul a magas szintű IPM-hez; mi nem fektetünk nagy hangsúlyt ezekre a kultúrákra. Helyette azt választottuk, hogy az IPM-alkalmazás ma kihívást jelentő területeire, mint a szántóföldi kultúrákra adunk példákat.

2. Az integrált növényvédelem alapelveinek átfogó végrehajtásáról

2.1. Az integrált növényvédelem rendszer-szemléletű megközelítése és dinamikus jellege

Az IPM egy rendszerszemléletű megközelítést hangsúlyozó holisztikus egység. A különböző megközelítések széles skálájából merítve a preventív védekezési eljárások integrálásával szinergizmust eredményező adhatékony egységet képez. Agronómiai, mechanikai, fizikai és biológiai elvekre épít, szelektív növényvédő szerek használatához folyomodik, mikor a problémák más eszközökkel nem kezelhetők sikeresen. Az egyes védekezési módszerek hosszú távú fenntarthatóságának biztosítása érdekében a megoldások sokféleségére kell támaszkodnunk. Ellenkező esetben egyetlen védekezési módszer folyamatos használata egy adott károsító ellen a károsító populációjában rezisztencia kialakulását, alkalmazkodást, túlélést indukál; a szerzők szerint a Nemzetközi Növényvédelmi Egyezmény (2010) definíciójának megfelelően a „károsító” minden olyan állat, kórokozó vagy növényi szervezet (faj, törzs vagy biotípus), amely a növényekre vagy növényi termékekre nézve káros, legyen az kezdetben akár a legkedvezőbb megoldás is.. Egyetlen védekezési módszerre hagyatkozva, a károsító közösség összetétele az adott védekezési módszerre kevésbé érzékeny fajok arányának növekedése felé mozdulhat el. Minél nagyobb az adott védekezési mód által gyakorolt szelekciós nyomás, annál gyorsabb ez a folyamat. Amikor a kutatásról, tanácsadásról, monitoringról, értékelésről vagy útmutatók kidolgozásáról van szó, az IPM-elveket térben és időben kiterjesztve alkalmazzuk a növénytermesztési rendszerre, nem pedig egyes növényállományokra. Valóban, a stabil agro-ökoszisztémák kialakításához szükséges elemek többsége már megtalálható a növénytermesztési rendszer, vagy nagyobb léptékkal mérve az ún. „térsg egészére kiterjedő IPM” és a tájökológia szintjén. Egy növényvédelmi probléma rendszer-szemléletű megközelítése kevésbé sérülékeny

növénytermesztési rendszerek kialakítását teszi lehetővé, a „kuratív” beavatkozástól eltávolodva, a megelőzésre és a károsító populációk visszaszorítására vonatkozó 1. Alapelv nagyobb mértékben való alkalmazásával.

Az IPM időben és térben változó formákat ölt. Olyan hely-specifikus tényezőknek megfelelően alakítjuk ki, mint például a regionális természeti jellemzők, táblaméret, a féltérmeztes élőhelyek elérhetősége és típusa, tágabb értelemben maga a táj, a természeti gyakorlat, károsító-nyomás, K+F munkák, a rendelkezésre álló képzések, a gazdálkodók szokásai, hozzáállásuk és a gazdasági szempontok. Benbrook és mtsai (1996) véleménye szerint a gazdálkodók az IPM folytonosságon keresztül fejlődhetnek a „nem IPM”-től a „magas vagy biointenzív IPM”-ig. A folytonosság magába foglalja az optimalizált peszticid-használatot, kombinálva a jelenlegi növénytermesztési rendszerekben lévő nem-kémiai stratégiákkal, illetve a termelési rendszerek radikálisabb átalakítását a növényfajta, a vetésciklus, a táj jellege és új technológiák bevonásával. Ami mindezt felölelné, mint a mondabeli „Szent Grál”, az a „végső és tökéletes IPM” lenne, abban az ideális – és talán elérhetetlen – helyzetben, mikor a növénytermesztési rendszer már olyan jól kialakított, hogy a védelem már „helyben lenne” és nem lenne szükség növényvédelmi beavatkozásra (Ratnadass and Barzman 2014). A valóságban azonban az IPM-et az innovatív megoldások több éven keresztül lépésről lépésre történő integrációjával tudják megvalósítani a gazdálkodók. A fokozatos adaptáció lehetővé teszi számukra, hogy megfeleljenek a változó károsító-fertőzéseknek, a mezőgazdasági politikának és az ösztönzőknek. Egy szántóföldi gazdálkodókról szóló tanulmány (Lamine 2011) rámutatott arra, hogy az új eljárások, amelyek pl. a dózisos, a vetésidő, az állomány sűrűség, a műtrágyázás módosításával, a növekedés-szabályozók használatával, vetésváltással járnak, csak apránként vezethetők be. Az egyik változtatás más változásokat von maga után, így a rendszerszintű változások finomhangolását eredményezi.

A kutatók és a mezőgazdasági tanácsadók tartós és stabil stratégiákat alakíthatnak ki, szélesebben kiterjesztve a növényvédelmet térben és időben, és elindulva annak lépésről lépésre történő megvalósítása felé a gazdálkodókkal együtt.

2.2. A gyakorlati megvalósítás „nem-technikai” tényezői

A gazdálkodók nem fogják az IPM stratégiákat kizárólag technikai tényezőkre alapozva megvalósítani. Működésük társadalmi és gazdasági környezete is rendkívül fontos. Például, az alkalmazott ökológiai kutatások eredményei azt mutatják, hogy a vetésforgóban a növekvő genetikai sokféleség előnyös (Ratnadass és mtsai, 2012). Ám egy új növény vagy fajta bevezetése a vetésforgóba függ a piactól, az agrár-környezetvédelmi támogatásoktól, illetve a kereskedelmi láncok beszerzési stratégiáitól is (Lefebvre és munkatársai 2014; ENDURE 2010a).

Abban az esetben, ha a piaci hajtóerők önmagukban nem elegendőek ahhoz, hogy a fenntartható gyakorlatot támogassák, más közgazdasági ösztönzők is szóba jöhetnek. Svájc agrárpolitikájából vehetünk példát az integrált termelés érvényesítése érdekében bevezetett támogatásokra. A Szövetségi Alkotmány egyik 1996-os módosítása megfogalmazza az agrárágazat multifunkcionális és fenntarthatósági elvét. A svájci termelőktől megkövetelik a természeti erőforrások megőrzését, a biológiai sokféleség elősegítését, a káros anyag kibocsátás minimalizálását és a vonzó táj kialakítását. A svájci mezőgazdaság részaránya az ökoszisztéma szolgáltatásokból jelenleg a termőterület 98%-át éri el, ebből az integrált termelés 88%, az ökológiai gazdálkodás pedig 12% (BLW 2013). Az információáramlásnak, az együttműködés szintjének és a diverzitás elfogadásának szempontjai már ugyanolyan mértékű hatással vannak a környezetbarát gazdálkodás bevezetésére, mint a gazdaságossági szempontok (Schenk és mtsai 2007). A társadalmi tőke és a gazdálkodók szakmai hálózatokba történő bevonása magyarázatot ad környezetvédelmi

programok iránti elkötelezettségre (Mathijs 2003) és a kis ráfordítást igénylő gazdálkodási módok elfogadására (Nave és mtsai 2013). Egy szociológiai tanulmány (ENDURE 2010b) arra mutatott rá, hogy szinte minden gazda, aki az “IPM folyamatos alkalmazása” felé váltott, valamilyen gazdaszervezetnek aktív tagja volt, míg az egyéni gazdák kevésbé voltak elkötelezettek az IPM mellett. A gazdacsoportokban a tagok egymástól, a tanácsadóktól és a kutatóktól tanulnak. Szembesítve döntéseiket másokéval, önbizalomra tesznek szert, együttesen kiépítik a helyi viszonyokhoz igazodó megoldásokat, valamint megváltoztatják teljesítmény-értékelésük módját.

Az IPM a tudás alapú társadalom része ezért a szaktanácsadók fontos szerepet játszanak a sokszereplős kapcsolatokban, kommunikációban, információáramlásban és a helyileg releváns ismeretek megszerzésében. A szaktanácsadók sokkal hatékonyabban elősegíthetik a peszticidektől való függés csökkentését, ha független „közvetítőként” járnak el. Képesek megkönnyíteni és segíteni a gazdálkodó közösségek közötti párbeszédet (ideértve a hagyományos és az ökológiai gazdálkodókat is) és az egymástól tanulást. Támogathatják a sokszereplős csoportokat, beleértve a gazdálkodókat, szaktanácsadókat, kutatókat és más érintetteket. Számos európai országban a kollektív tanácsadói megközelítések sikeresen megvalósultak. Ugyancsak Svájcban 1976-ban megalakultak a gazdálkodó-tanácsadó-kutató csoportok, amelyek alternatív növényvédelmi stratégiákat dolgoztak ki, melyeket az integrált termelés útmutatóinak tekintenek, és országosan elfogadottá váltak (Stäubli 1983). Magyarországon a kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) elleni IPM program részeként sikerült a gazdálkodókkal megértetni és elfogadtatni, hogy az önmaga után termesztett kukorica aránya nagyobb térség szintjén meghatározza a kártevő populáció nagyságát, így a megfelelő vetésváltással jól lehet védekezni ellene (Papp Komáromi és mtsai 2007). Dániában 10 termelőből és egy szaktanácsadóból álló „szakmai csoport” a teljes vegetációs időszak során egymás tábláinak meglátogatásával, vitákkal

járult hozzá a részvételre épülő tanuláshoz, a barátságos versengéshez és a társadalmi kapcsolatokhoz. Ez a felfogás a peszticid-dózisok csökkenéséhez és alacsonyabb tanácsadói költségekhez vezetett (Kudsk and Jensen 2014). Franciaország 2012-ben egy nagyszabású bemutató hálózatot épített ki, összesen 1900 termelővel és kísérleti gazdasággal. A hálózat célja a peszticidektől való függőség csökkentésének technikai és gazdasági megvalósíthatóságán alapuló információk nyeresége és terjesztése (DGAL 2014). A szántóföldi növénytermesztés - részletekbe menő vizsgálata alapján - kezelési gyakorisági indexe legalább 10%-kal csökkent. A gazdasági elemzések a peszticid-használat csökkentése és a nyereség között nem mutatnak ellentétet (Pillet 2014). Németország a közelmúltban gazdaságok olyan bemutató rendszerét hozta létre, ahol a növényvédelmi felügyelők, tanácsadók és kutatók által támogatott gazdák megváltoztatják termelési gyakorlatukat és önként alkalmaznak önellenőrzési értékelést (Peters és mtsai 2013). A bemutató gazdaságokból származó előzetes eredmények azt mutatják, hogy a mégoly munkaigényes monitoring a támogatás és a szaktanácsadás segítségével a peszticid használat csökkent (Freier és mtsai 2012). A 2012–2013-as tenyészidő adatai azt mutatják, hogy a bemutató gazdaságokban őszi búzában, őszi árpában és őszi káposztarepcében szignifikánsan alacsonyabb volt a kezelési gyakorisági index, mint a referencia gazdaságokban (Peters M. személyes közlés). Az Egyesült Királyságban, az ún „Linking Environment and Farming” (Gazdálkodás és Környezet Összekötése) partnerségi program állított fel bemutató gazdaságokat és kutatási innovációs központokat, hogy környezeti önálló ellenőrzési eszközökkel, elősegítsék az IPM alkalmazását (LEAF 2013).

A jövő gazdálkodó, tanácsadó és kereskedő nemzedéke számára fontos szerepet játszik a felsőoktatási intézményekben való tanulás. Az Európai Unió tagállamai az IPM ismeretét fokozatosan építhetnék be egyetemi és más szakmai oktatási tanterveikbe.

Az IPM nyolc alapelve nem célozta meg a szaktanácsadási szervezetek kialakításának

vagy az IPM alkalmazásának társadalmi és gazdasági (szocio-ökonómiai) vonatkozásait. Ennek ellenére ezek a „nem-technikai” tényezők értékes elemei a rendszernek.

Az IPM sikeres alkalmazása számos „nem-technikai”, szemponton is alapszik, mint például a gazdaságosság, a gazdálkodók társadalmi környezete, a mezőgazdasági szaktanácsadás, valamint a kollektív, sokszereplős módszerek, melyek több figyelmet érdemelnek.

3. Az egyes alapelvek végrehajtása

A 2009/128/EK irányelv előírja, hogy minden tagállam mutassa be, hogy Nemzeti Cselekvési Terve hogyan biztosítja az IPM nyolc alapelvének alkalmazását, továbbá a 1107/2009/EK rendelet 55. cikke előírja, hogy a hivatásos peszticid-felhasználók ezeknek az alapelveknek tegyenek eleget. A jogi követelményeken túlmenően a szerzők azon a véleményen vannak, hogy az általános alapelvek értékes útmutatást nyújtanak, ösztönözve a termelőket a döntéshozatal logikus folyamatára. Az alapelvek intelligens alkalmazása egyaránt lehetőséget ad a növényvédőszer-függőség csökkentésére és az innovációra.

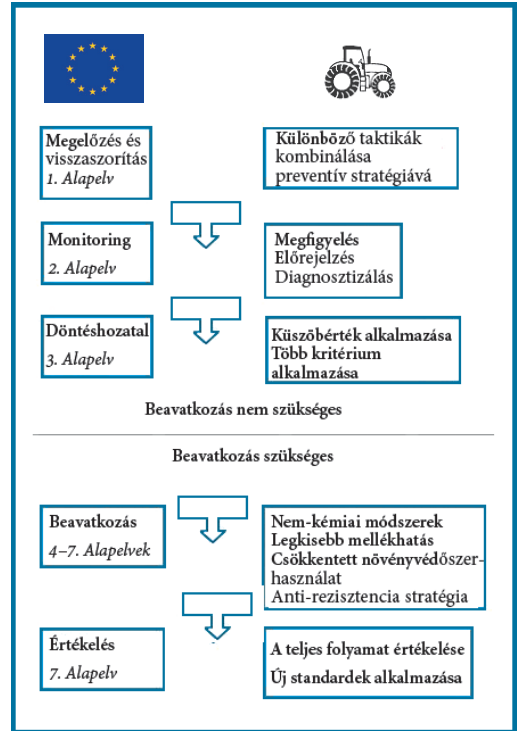
A nyolc alapelv és számozásuk valójában az események logikus sorrendjéből ered. A 3. ábra ezt a sorrendet mutatja be. Legelőször az 1. Alapelv (megelőzés és visszaszorítás) érvényesül, mert ez a termesztési rendszer szintjén foglalja magában az előzetes tervezést és a végrehajtott intézkedéseket annak érdekében, hogy csökkentse a károsítók járványszerű megjelenésének súlyosságát és gyakoriságát. A 2. (Monitoring) és a 3. Alapelv (Döntéshozatal) akkor jön számításba, ha a növénytermesztési rendszer már működik, és azt feltételezi, hogy a tenyészidőben elvégzett védekezések olyan megalapozott döntéshozatali folyamatból származnak, amely figyelembe veszi a károsítók tényleges és várható előfordulását. Ha az adott beavatkozásról megszületett a döntés, úgy a 4–7. Alapelvek következnek, megadják a védekezési alternatívák sorrendjét, kezdve először a legkevésbé terhelővel. A 8. Alapelv (Értékelés) zárja be a kört, biztosítva, hogy a felhasználók

visszatekintsenek és a teljes folyamat javításához értékeljék a megtett beavatkozásait.

3.1. Az 1. Alapelv – megelőzés és visszaszorítás

Bármely termesztési rendszerben az első általános szabály így szól „Jobb megelőzni, mint gyógyítani”. A megelőzés olyan növénytermesztési rendszerek létrehozásával kezdődik, amelyekben eleve kisebb valószínűséggel lesznek gazdasági veszteségek a károsítók jelenléte miatt. A visszaszorítást úgy kell érteni, mint a károsítók előfordulási gyakoriságának vagy hatásuk súlyosságának csökkentését, amely kiegészíti a megelőzést. Ez az alapelv azt jelenti, hogy a cél nem a károsítók jelenlétének teljes megszüntetése, hanem annak megakadályozása, hogy egyetlen egy károsító váljon dominánssá vagy károkat okozzon a termesztési rendszerben.

Egyes területeken a megelőzés az egészséges és gyommentes szaporítóanyag használatával, valamint a kórokozók kimutatásával több figyelmet kell, hogy kapjon, különösen az új technológiák fényében. Sok vetőmaggal terjedő kórokozó a következő évi fertőzés forrása. A gyommagvakkal szennyezett termés a következő évi termesztésben okozhat nagy gondot. A fémzárolt, fertőzésmentes vetőmag, vetőgumók, hagymák, dugványok és új kiserelési technológiák nagyon hasznosak a problémák elkerülésében, de korai intézkedések is szükségesek a vetőmag minősítését megelőzően (Van der Wolf és mtsai 2013). Napjainkban a talajt, trágyát és egyéb javítóanyagokat modern molekuláris technológiákkal meg tudjuk vizsgálni annak érdekében, hogy minőségileg és mennyiségileg felbecsülhessük a növény-egészségügyi helyzetet (Van Gent-Pelzer és mtsai 2010; Sikora és mtsai 2012). Ilyen diagnosztikával jobb döntést tudunk hozni a vetésváltásra, vagy a fajtaválasztásra. Been és mtsai (2005) egy olyan internet alapú eszközt fejlesztettek ki, melynek segítségével a burgonyatermesztők finomíthatják vetésváltással kapcsolatos döntésüket a fonálférgnek egyes patotípusainak kimutatása alapján. A kórokozók kimutatására



3. ábra. Az IPM nyolc alapelve (P1-P8) mögötti logikai sorrend. Az IPM alapelvek kialakításában alkalmazott útmutató dokumentumtervezet, 2008, Környezetvédelmi Főigazgatóság és Integrált Problémamegoldási Tanácsadó Társaság)

a látenszen fertőzött vetőmag és növények esetében azonban érzékenyebb új technológiák kifejlesztése szükséges.

Ismert, hogy a károsítók elleni rezisztenciára történő növénynevelés nagymértékben hozzájárul a megelőzési stratégiák kialakításához. A szántóföldi növények körében a károsító-toleráns vagy rezisztens fajták használata segít csökkenteni a peszticiden alapuló függőséget. Azonban egy kultúrnövényt tekintve egy adott károsítóval szembeni abszolút rezisztencia nem reális cél. Egy fajtában még több rezisztencia-gén egymásra építésével sem tudjuk tartósan biztosítani a rezisztenciát, amennyiben más módszerrel nem csökkentjük a szelekciós nyomást. Ezért az új fajták használata mellett a virulens biotípusok és rezisztencia-törő géneket hordozó kórokozók folyamatos megfigyelése elengedhetetlen. Ennek a módszernek

a megvalósíthatóságára Haverkort és munkatársai (2008) mutattak rá burgonyában a *Phytophthora* esetében.

3.1.1. A taktikák kombinációi és a több-károsítóra kiterjedő megközelítés

A különböző védekezési taktikák kombinációjának összeállítása egyfajta védelmi stratégiába mindig hatékonyabb és fenntarthatóbb eredményeket szül, mint az „egyetlen védekezési taktikai” megközelítés. Azoknak a feltételeknek a megteremtése, amelyek csökkentik a károsítók megjelenésének gyakoriságát és terjedésük intenzitását, a kutatásban, a szaktanácsadásban számos különböző védekezési módszert magában foglaló és integráló stratégia kidolgozását igényli. A növény genetikai ellenállóképessége kiaknázható, miközben több károsítót célunk meg, térben és időben változatosabb termesztési rendszert alakítunk ki, valamint integráljuk a növénytermesztési gyakorlatokat és a táj hatását a növényvédelemben. Annak ellenére megvalósítható az ilyen integrált stratégiák tesztelése, hogy gondos tervezést és viszonylag nagy beruházást, ráfordítást igényelnének. Az Európai Unió 7. Keretprogramjának (FP7) egyik akcióprogramja, a PURE projekt (Pesticide Use-and-risk Reduction in European farming systems with Integrated Pest Management - Növényvédő szerek használata és kockázatsökkentése az európai mezőgazdasági rendszerekben integrált növényvédelemmel, www.pureipm.eu) különböző kombinációk megvalósíthatóságát értékelte hat növénytermesztési rendszerben. Ez az európai projekt különféle kombinációkat tesztelt sikerrel, kukoricára alapozott növénytermesztési rendszerben, integrálva a következő taktikákat: herbicidek preemergens használatának mellőzése, „ál magágy” készítés, boronálás 2-3 leveles állapotban, herbicid alacsony dóziszú posztemergens kijuttatása, kultivátorozás posztemergens sorpermetezéssel együtt és *Trichogramma* tojásparazitoid alkalmazása kukoricamoly, *Ostrinia nubilalis* ellen (PURE 2013).

Amennyiben lehetséges, a védekezési stratégiáknak több károsítóra kell kiterjedniük, hiszen egy károsító elleni beavatkozás más károsítókra

is hatással lehet. Az Egyesült Királyságban a „HortLink SCEPTRE” (Sustainable Crop & Environment Protection – Targeted Research For Edibles) egy olyan 4-éves, több növényt, több tenyészdőt és több károsítót felölelő teljes gazdaság szinten tesztelt project, mely a levéltetvek, málna bogár és *Botrytis* elleni védekezési lehetőségek kombinációját vizsgálja, a károsító-rezisztens fajták, biopeszticidok, precíziós monitoring segítségével a hajtattott málnatermesztéshez (Horticultural Development Company 2012). Minden egyes régióban a védekezési módszerek optimális kombinációja legalább 30%-kal csökkentette a peszticid felhasználást és a károsító-populáció legalább olyan jó visszaszorítását biztosította, mint a jelenlegi növényvédőszer-alapú gyakorlat. További több károsítót lefedő ajánlásokhoz szükséges, hogy a tudományos kutatás, a farmszintű tesztelés, a szaktanácsadó-gazdaképzési programok elszakadjanak a gyomnövények, rovarok és kórokozók kategóriáira tagolt megközelítéstől. A tudományos diszciplínákat átvágva, a farmszintű, teljes gazdaságot lefedő kezdeményezések a kártevő-gyom-kórokozó komplexumot vegyék figyelembe, valamint olyan megoldásokat dolgozzanak ki, melyek a gazda szempontjából működőképesek.

3.1.2. Vetésforgó

A károsító-nyomás minimalizálásának, valamint a hatékony megelőzés megvalósításának kulcsa a térbeli és időbeli változatosság. A Az ökológiai növénytermesztésben a vetésforgó a szintetikus növényvédő szerek leghatékonyabb agronómiai alternatívája (4. ábra). Egyéves növényeknél a megfelelő sorrend megválasztása a rotáción keresztül megszakítja a károsítók életciklusát, a különböző családokba tartozó növényfajokkal jelentős eszközt biztosít a növénytermesztési és a gazdálkodási rendszerek megbízhatóságának erősítéséhez. Ebben az értelemben a rendszer “ereje” azt jelenti, hogy a károsítók jelenléte által okozott zavar ellenére a növények agronómiailag jól teljesítenek. Aváltozatos növényi sorrend megakadályozza a legjobban alkalmazkodó károsító-populációk

kiszelektálódását és felszaporodását. Általános szabályként a szántóföldi vetésforgóban ajánlott az őszi és a tavaszi-koranyári vetésű növények váltakozó termesztése annak érdekében, hogy hatékonyabban szakítsuk meg a károsítók, különösen a gyomnövények életciklusát annál, mintha vagy csak őszi vagy csak tavaszi vetésű növényeket váltogatnánk. A zöldségnövényekre alapozott termesztési rendszerekre is hasonló elveken alapuló fejlesztéseket végeztek, ahol a levél- és gyökérszövségek váltogatása a cél, mindeközben csökkentendő az ugyanabba a növény családba tartozó növények gyakori előfordulása. Számos gazdanövény-specifikus kórokozó gomba kártétele hatékonyan csökkenthető, ha a különböző növény családokat váltogatjuk a vetésforgón belül. Azonban számos olyan növényi kórokozó van, amely gazdaszervezetek széles skálájával jellemezhető, így ezek eltérő kezelést igényelnek. Ez vonatkozik a *Pseudomonas syringae* (Bartoli és mtsai 2014; Lamichhane és mtsai 2014a) és a *Xanthomonas arboricola* (Lamichhane 2014) baktériumra, amelyek számos növényi családot fertőzhetnek.

A kukoricára alapozott növénytermesztési rendszerek jó példát kínálnak a vetésforgó fontosságára. Az önmaga utáni kukoricatermesztés, a szemes kukorica, a siló kukorica, valamint mint energianövény széles körben elterjedt Európában. A vetésváltásról bizonyították, hogy az a peszticid-függőség csökkentésének kulcsa, miközben lehetővé teszi az invazív amerikai kukoricabogár, a *Diabrotica virgifera virgifera* sikeres kezelését is, valamint számos ártalmas gyomnövény szabályozását (Vasileiadis és mtsai 2011). Európában az amerikai kukoricabogár a kukoricatermesztés meghatározó kártevőjének tekinthető, mert teljes fejlődése – a tojáستól a kifejlett egyedig – két kukoricatermesztési ciklusra is átnyúlik. A vetésváltásban termesztett kukorica esetében (ahol a kukoricát nem-kukorica növényvel



4. ábra. 1. Alapelv Vetésváltási rendszerünk diverzifikálása szántóföldi növényeknél, mint megelőzési stratégia

váltjuk), a kártevő életciklusa megszakad és populációja a minimumra csökken. A kukorica sokrétű felhasználása és a nyereség szintje miatt egy új növény potenciális bevezetése megköveteli a piaci szempontok gondos mérlegelését és további ráfordításokat, tekintettel a termesztési ismeretekre és eszközökre (Vasileiadis és mtsai 2013). A vetésforgó szabály tehát rugalmas módon, a helyi körülményekhez igazítva alkalmazható, így az lehetővé teszi a kukorica gyakoribb termesztését a vetésforgóban és egy gazdaságban, mint amennyit az elméleti optimum kínál (Levy és mtsai 2014; Szalai és mtsai 2014). A kukoricát különböző nem-kukoricánövény fajokkal váltogatva a gazdák elkerülhetik az amerikai kukoricabogár egy változatának kialakulását, amelyet „vetésváltás rezisztensnek” nevezünk, mivel hajlamos a nem-kukoricánövény állományába is petét rakni. Az USA kukoricatermő övezetében a kukorica-szója vetésváltás nagy területen, évekig rutinszerűen történő alkalmazása már szelektált egy kukoricabogár törzset, amely elvesztette peterakási preferenciáját a kukoricatábla talajába, azaz a nőstény a szója tábla talajába (is) rak tojáست, majd a következő év tavaszán a kikelő lárva kárt okoz a kukorica gyökérzetében (Levine and Oloumi-Sadeghi 1996; Gray és mtsai 1998; Levine és mtsai 2002).

3.1.3 Növényápolás és ökológia

Számos növénytermesztési, ápolási gyakorlatnak a növényvédelemtől függetlenül jelentős hatása van a termesztési rendszerek kártevők iránti sebezhetőségére. A tápanyagellátásról ismert, hogy hatással van a nedvszívó rovarokra és atkákra (Altieri and Nicholls 2003), a növénypatogén gombákra (Snoeijer és mtsai 2000), valamint a baktériumokra (Lamichhane és mtsai 2013). A mechanikai gyomszabályozás megsértheti a növényi szöveteket, segítve ezzel a betegségek kialakulását (Hatcher and Melander 2003). A növénymaradványok kezelése hatással lehet az áttelelő károsítók fennmaradására (Sojka és mtsai 1991). A talajművelési rendszerek gyakran meghatározzák a gyomközösségek és a talajlakó kórokozók összetételét és abundanciáját (Norris 2005).

A környezetkímélő talajművelést (conservation tillage) az 1. Alapelnél említettük, mint elvárt termesztéstechnológiai módszert. Az IPM-en belüli szerepe azonban nem mindig ilyen egyértelmű. Bár igaz, hogy a csökkentett talajművelés kedvez a talaj szervesanyag tartalmának és biológiai sokféleségének, és csökkenti a CO₂ kibocsátást, a talajerózió kockázatát, de a feltételezett növényvédelmi előnyök nem általánosíthatók. Például a *Fusarium* fajoknak, a mikotoxin termelés egyik fő forrásának kedvez a művelés (forgatás) nélküli rendszer, ahol kukorica és búza növényi maradványok maradnak a talajfelszínen egész évben (Kandhai és mtsai 2011). Továbbá, a művelés nélküli rendszerek általában nagyobb herbicid függőséggel járnak – a vetés előtti „kémiai kaszálás” miatt –, ami viszont kedvez a herbicid-rezisztencia kialakulásának is (Melander és mtsai 2012). A környezetkímélő talajművelés előnyeit összetett, többszemponútú fenntarthatósági kritériumokra és az ebből eredő „előny-hátrányra” (meny nyiség és minőség közötti kompromisszumra) nézve kell értékelni. Itt is, mint ahogy gyakran előfordul az IPM-en belül, nehéz egyszerű és általános ajánlásokat tenni, a helyi finomhangolás lényegesebb.

A termesztett növény tábláján belüli és akörüli növekvő intra- és interspecifikus sokféleség mint növényvédelmi stratégia, egyre nagyobb figyelmet kap. Számos stratégia van a térbeli diverzitás növelésére. Ezek közé tartoznak a vegyes fajtaösszetétel, fajtakeverések (azaz folyamatosan változatos növény populációk, nem pedig egy populáció növényei, mint természetes szelekciós tényezők vannak kitéve egy károsító populációnak), köztes termesztés (vagyis két vagy több növényfaj együtt), élő mulcsozás vagy féltermészetes vegetáció. Jelentős betegség csökkenés érhető el, ha a rizs üszög kórokozója a *Magnaporthe oryzae* – betegségre fogékony és egy másik, a kórokozóra rezisztens fajtát együtt termesztettek (Zhu és mtsai 2000; Raboin és mtsai 2012). Sapoukhina és mtsai (2013) modellben bizonyították, hogy búza fajtakeveréssel, amelyben kis arányban nagy rezisztenciával rendelkező fajták voltak, hatékonyan csökkenthetik a betegségek súlyosságát több más betegséggel szemben, mialatt alacsony szelekciós nyomást gyakorolnak a kórokozókra. Magas szintű genetikai sokféleséget kaphatunk több szülői vonal használatával, összetett keresztpopulációk előállításával biztosítva, hogy az így kapott populációk folyamatosan alkalmazkodnak a helyi viszonyokhoz. A búzában az ilyen összetett keresztpopulációkról kimutatták, hogy csökkentik a levélfoltosodás „komplexét” (*Pyrenophora tritici-repentis*, *Mycosphaerella graminicola*, és *Parastagonospora nodorum*) egyetlen kereskedelmi fajtához vagy fajtakeverékhez képest (Costanzo 2014). Hasonló eredményről számoltak be az árpa összetett keresztpopulációi esetében (Saghai Maroof és mtsai 1983). A köztes termesztéssel különböző növényfajok használatával csökkenthető a betegségek súlyossága (Fernandez-Aparicio és mtsai 2010; Gao és mtsai 2014). Élő növényekben az élő mulcsozás sikeresen megalapozhatja a gyomnövények elleni védekezést (Baumgartner és mtsai 2008; Fourie 2010). Néhány növényfaj csapdanövényként jöhet szóba (Aluja és mtsai 1997), vagy mint természetes ellenségek forrása biztosítja a védekezést (Paredes és mtsai 2013). Sok ilyen mechanizmus van, amely révén a

növekvő növényi sokféleség profitálhat a károsítók jobb biológiai szabályozásából, de ez a megközelítés a trópusi rendszerekben kapott több figyelmet (Crowder and Jabbour 2014; Ratnadass és mtsai 2012). A Kelet-Afrikában sikeresen megvalósított „push-pull” stratégia jó példája ennek a megközelítésnek. Alapelve, hogy a főnövényből (kukorica) a *Desmodium uncinatum* pillangós növény köztesvetésével elriaszthatóak a kukorica egyes lepkékártevői (*Chilo* spp., Noctuidae fajok), egyúttal a szegélyre vetett elefántfü (*Pennisetum purpureum*) odacsalogatja ezen kártevő fajok imágóit, így a kukoricában kisebb lesz a kártétel. Emellett növekszik a kártevők parazitáltsága, csökken a növényparazita boszorkánygyom (*Striga*gyom) borítása az allelopátiás hatás miatt is (Cook és mtsai 2007; Khan és mtsai 2010).

A megelőzési stratégiák célja egészséges növénytermesztési rendszerek létrehozása, amelyekben sokrétű agronómiai eszközök hatékony integrációját valósítjuk meg, csökkentve a peszticid felhasználástól való függőséget.

3.2. A 2. Alapelv – monitoring

Túl a megelőzésen, eltávolodva egy peszticid-alapú stratégiától, elengedhetetlen a károsítók rendszeres időközönkénti (5. ábra) vagy helyi viszonyok szerinti (előrejelző felhívások) megfigyelése. Egy ideális világban minden gazda figyelemmel kísérné a károsítópopulációkat és használná az előrejelző rendszereket mielőtt védekezési döntést hozna. A jelenlegi valóságban azonban a felhívások és előrejelző rendszerek nem elérhetőek és megfizethetőek minden országban minden növényre. Egyes országok mindemellett sikeres döntéstámogatási rendszereket fejlesztettek ki. Dániában egy átfogó monitoring rendszer kapcsolódik a szántóföldi növényekre kidolgozott szaktanácsadói rendszerhez, amely



5. ábra. 2. Alapelv – A feromoncsapdákat általában gyümölcsösökben alkalmazzák a kártevők (*Lepidoptera*) monitorozására

fontos szerepet játszik abban, hogy az ország viszonylag alacsony peszticid felhasználó az Európai Unióban (Kudsk and Jensen 2014). Németországban, az internetes előrejelzési rendszer (das Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion www.isip.de) egyesíti az időjárás adatokat a betegség modellekben és regionális döntéstámogatást biztosít a fő növényekre (Racca és mtsai 2011). Svájcban a gazdálkodók a heti rendszerességű növényvédelmi ajánlásokra, online kártevő- és betegség-előrejelző rendszerekre és döntéstámogatási eszközökre (www.phytopre.ch, www.agrometeo.ch, www.sopra.admin.ch) támaszkodnak, hogy felbecsüljék a különböző növényeket érintő kockázatokat és szükség esetén optimalizálják a kezelések időzítését (Samietz és mtsai 2011). Franciaországban minden egyes régió valamennyi növénytermelési rendszere szabadon hozzáfér a 400 megfigyelő által 15 400 helyszínről gyűjtött információhoz (károsító nyomás), amelyet egy többszereplős regionális csoport hetente frissít (DGAL 2014). A rendszert nemrég egészítették ki a peszticid használat nem-szándékos hatásait leíró adatokkal, beleértve a biológiai sokféleségi trendek monitoringját indikátor fajok négy csoportjával, valamint 30 károsító- és hatóanyag-társulási peszticid-rezisztenciájának megfigyelésével.

A burgonyavész kórokozójának (*Phytophthora infestans*) európai szintű nyomon követése példa a jól fejlett több-országot átfogó monitoring rendszerre. Holland, dán és Egyesült Királyságbeli kutatók mikro szatellit markerekkel alapuló DNS-ujjlenyomat módszert fejlesztettek ki. A EuroBlight hálózaton (www.EuroBlight.net) belül növényvédőszer-gyártó cégek, szaktanácsadók és gazdálkodók vesznek részt a fertőzött levelek gyűjtésében és értékelésében. Ez a kiterjedt mintavételi hálózat lehetővé tette, hogy megjelenítsék a domináns kórokozó klónok elterjedését, virulenciájukat, a fungicid-rezisztencia alakulását és dinamikáját több éven keresztül és számos európai területen.

A gazdálkodók nem nagyon kedvelik a gyomnövények felvételezését, mert egymáshoz hasonlóak fiatal fenológiai fázisban, amikor a kezelési döntéseket meg kell hozni. Míg a legtöbb kórokozó fertőzöttségi mértéke és kártevő egyedszáma jelentősen változik évről évre, a gyomflóra változása – a herbicid-rezisztens biotípusok kivételével – sokkal lassabb (Walter 1996). A gyompopulációkban évről évre történő fokozatos, lassú változások lehetővé teszik gyomtérképek elkészítését szezonvégi (betakarítás utáni) gyomnövények megfigyelésével, vagy kisméretű kezeletlen parcellák létrehozásával. Az ilyen módon összegyűjtött információk lehetővé teszik a következő évi kultúrnövény gyomszabályozási tervének elkészítését.

A rendelkezésre álló megfigyelési, felhívási és előrejelzési rendszerek jellege károsítótól, helytől függően változó. A kutatók, tanácsadók és gazdálkodók e sokszínűséghez való alkalmazkodás kihívásának vannak kitéve.

3.3. A 3. Alapelv – monitoringon és küszöbértéken alapuló döntés

Bár igaz, hogy a megbízható beavatkozási küszöbértékek fontos szerepet játszanak az IPM-ben, ezek azonban nem mindig állnak rendelkezésre, nem elegendők vagy nem alkalmazhatóak. Sok esetben gyomnövényekre nem állapítottak meg küszöbértékeket (Sattin és mtsai 1992). Hasonló a helyzet a kórokozókkal

is, különösen azokkal, amelyek képesek szaprofita életmódról patogén életmódra váltani a környezeti eseményektől és éghajlati viszonyoktól függően (Underwood és mtsai 2007).

A múltban számos IPM-program a küszöbértékekre alapozott döntésekre koncentrált. Amikor azonban a döntéstámogató rendszerek nem elérhetőek helyben, vagy nem megfelelőek, akkor az IPM szemléletnek megfelelő küszöbértékek használata figyelmen kívül hagyható. Az ilyen esetekben jobb, ha általában a megfigyelést, a megbízható döntési kritériumokat és az IPM alapelvek egészét hangsúlyozzuk.

Az IPM történetileg a rovarkártevők szabályozása területén alakult ki, ahol a beavatkozási küszöbértékek használata jó eredményeket hozott. Napjainkban újra kell bizonyítani és gondolni a betegségekkel és gyomnövényekkel szembeni küszöbérték-alapú védekezési döntések megvalósíthatóságát. Bár voltak erőfeszítések a gyomnövények gazdasági küszöbértékének meghatározására (Keller és mtsai 2014), alkalmazhatóságát tekintve azonban nincs egyetértés. A küszöbértékek kifejlesztése a gyomnövényekre nagy kihívást jelent, mert általában több faj közösségeként jelennek meg, jellemzően foltokban vannak és a talajban lévő perzisztens magbankon keresztül kihatásuk hosszabb távú. Hasonlóképpen a küszöbérték-megközelítés helytállósága megkérdőjelezhető policiklikus betegségek esetében, ahol gyakran az elsődleges ciklust szükséges megcélolni, mikor még az inokulum szintje nagyon alacsony és a betegség tünetei láthatatlanok. Ezzel szemben küszöbértékeket nem lehet alkalmazni toleráns fajtáknál, amelyek ugyan mutathatják a betegség látható tüneteit, de nincsenek hatással a hozamra. Reálisan nem feltételezhető, hogy szakszerű és tudományosan megalapozott gazdasági kárküszöb szintek elérhetőek lesznek az összes jelentős károsítóra, minden jelentősebb növényre, fajtára és termelési környezetre. Mindezt ugyanis lehetetlenné teszi a komplexitás, a regionalitás, a helyi jellegzetességek, új és invazív károsítók, eltérő termesztéstechnológiai gyakorlatok és ideális esetben az externáliák beépítése. Fontos a 3. Alapelv, amelyik megkívánja a termelőktől, hogy

értékeljük a károsító fertőzési nyomást, de nem elegendő ahhoz, hogy az összes rendelkezésre álló intézkedés integrációját biztosítsa. Tekintettel erre az utolsó pontra, ez egy lehetőség is a döntéstámogatási rendszerek új generációjának kidolgozására. Mivel napjainkban a döntéstámogató rendszerek általában valós idejű taktikai döntéshozatalon alapulnak, beleértve egy növényt, egy károsítót és védekezési technikát, az új rendszerek támogathatják a stratégiai megközelítéseket, magukba foglalva az IPM lehetőségek egész tárházát. A „permetezni/nem permetezni” útmutatás helyett az új rendszerek bepillantást adhatnak a kívánt fajtákba, termesztési rendszerek együttesébe, közvetlen védekezési módszerek kombinációjába és az aktuális mezőgazdasági gyakorlatokba. Ezek információt nyújtanak még a várható károkról és gazdasági következményekről, valamint a nem-célszervezetekre, így például a hasznos szervezetekre gyakorolt mellékhatásokról is.

A termesztési időszak alatti védekezési intézkedést meghatározó rövidtávú károsító helyzetben alapuló döntéshozatali folyamat kiterjeszhető több rendszerszintű tényező integrálására és hosszabb távú stratégiai döntésre, tervre.

3.4. A 4. Alapelv – nem-kémiai módszerek

Elfogadható és előremutató alapelvnek tekinthető az, hogy előnyben kell részesíteni a nem-kémiai módszereket a kémiai módszerekkel szemben abban az esetben, ha kielégítő védelmet nyújtanak. A nehézség abban rejlik, hogy a „kielégítő védelmet” hogyan határozzuk meg. A szerzők úgy gondolják, hogy a legmagasabb szintű védelem, amit kémiai intézkedésekkel el lehet érni, gyakran nem fenntartható, új károsító problémákat vet fel és nem a megfelelő viszonyítási alap, amellyel egyes nem-kémiai módszerek hatékonyságát összehasonlíthatjuk. Ehelyett inkább a kielégítő növényvédelem

fenntartható szintje érhető el a széles körű IPM stratégián keresztül, amely a védekezési módszerek sorát foglalja magába. Külön-külön az egyes alternatív védekezési módszerek, például a biopeszticidek, amelyek kisebb és lassabb biocid hatást fejthetnek ki, költségesebbnak tűnnek, mint a szintetikus peszticidek, ha nem vesszük figyelembe az externáliákat. Együttesen azonban az alternatív módszerek szinergizmust idéznek elő és megfelelő növényvédelmet eredményeznek. Költségük vonzóbbá válhat, ha a számos európai országban előkészítés alatt lévő „peszticid-adókat” (pesticide steering taxes), bevezetik. Bővebben a védelmi intézkedések értékeléséről a 8. Alapelvben olvashatunk.

Széles skálája van a nem-kémiai, de közvetlen károsító elleni védekezési intézkedéseknek, mint például a talaj-szolarizáció vagy a biológiai védekezés, de hozzáférhetőségük, hatékonyságuk vagy alkalmazhatóságuk nagymértékben változó. Számos különböző biotechnikai módszert fejlesztettek ki, ezek közül valószínűleg a feromon-alapú légtértelítéssel a legfejlettebb és legeredményesebb (6. ábra). Az alma és szőlő legfontosabb rovarkártevői, az almailonca (*Adoxophyes orana*), vagy más sodrómolyok, pl. almamagmoly (*Grapholita lobarzewski*) és tarka szőlőmoly (*Lobesia botrana*) ellen párosodásuk megzavarásával



6. ábra. 4. Alapelv – feromon-alapú légtértelítéssel (párosodás megzavarás) kémiai védekezési alternatívaként számos gyümölcskártevő (Lepidoptera) ellen

hatékonyan védekezhetünk. Svájcban ezt a technikát az almaültetvények 50%-ánál és a szőlőültetvények 60%-ánál használják, ami lehetővé tette a szintetikus peszticid-felhasználás kétharmaddal való csökkentését (Samietz and Höhn 2010; Günter and Pasquier 2008).

A természetes ellenségek használata egy olyan fontos nem-kémiai IPM eszköz, amelyet tovább lehet fejleszteni. Amíg a biológiai védekezési szervezetek alkalmazása magas szintet ér el növényházakban, addig más területeken, például szántóföldi növényeknél még bizony bőven van lehetőség előrelépésre. A *Trichogramma* petefürkészek használata a kukoricamoly (*Ostrinia nubilalis*) ellen a sikeres szántóföldi példák egyike. A természetes ellenségek célszervezet-specifikussága környezeti szempontból fontos elem, ugyanakkor kihívás a biopeszticid gyártók számára, mivel a specifikusság szűkebb alkalmazást, így kisebb bevételt és a befektetés lassúbb megtérülését eredményezi. A biológiai védekezési szervezetek kezelése és használata finomhangolást és speciális képességeket igényel, amelyeket leginkább köz- és magánpénz forrású kutatási kezdeményekkel, oktatással és képzéssel érhetünk el (ENDURE 2010c). A pusztá hatékonyasági szempont mellett azonban számos olyan innovatív vizsgálati módszer, eljárás van, amellyel a jelenleg használatos kevésbé sokszínű mikroorganizmus-paletta forrását jelentősen bővíteni tudnánk új taxonokkal (Kohl és mtsai 2011). Az élő biológiai szervezetek előállításán és forgalmazásán túlmenően kibocsájtási környezetüket (táj) és a konkrét kijuttatási növényállományt, valamint termesztési rendszert is figyelembe kell venni hatékonyságuk és optimális használatuk érdekében. Egyre nagyobb az érdeklődés a tájszintű ökológiai folyamatok iránt, amelyek megértésével a térségi integrált védelmet a természetes ellenségek kihasználásával meg tudjuk valósítani. Rusch és munkatársai (2010)



7. ábra. 4. Alapelv – A mechanikai gyomszabályozás egy fő alternatívája a herbicid használatnak

repcés vetésváltásban vizsgálta ezeket a szempontokat.

A gyomnövények esetében, ahol a biológiai védekezési opciók ritkán alkalmazhatóak, számos hatékony agronómiai, mechanikai és fizikai védekezési módszer áll rendelkezésre. Ezek beépíthetők az Integrált Gyomszabályozási Stratégiákba, hogy csökkentsük a gyomnövények hatását és a hagyományos herbicidek hosszú távú túlzott használatát. Ideális esetben az ilyen stratégiák integrálják a megelőzést, vetésváltási és közvetlen kémiai vagy nem-kémiai taktikákat. Számos nem-kémiai közvetlen módszer, mint például a gyomelnyomás téli takarónövényekkel, a „hamis magágy” készítés, preemergens mechanikai beavatkozások, a sűrűbb növényállomány, sorközi kultivátorozás és a sorkezelés herbiciddel vagy precíziós mechanikai eszközzel (7. ábra). Ezek alkalmazása a kukoricára alapozott termesztési rendszerekben és más kapásnövény-nél sikeres volt a hozam veszélyeztetése nélkül (Vasileiadis és mtsai 2011). Továbbra is szükséges a gyombiológia ismeretére és a kultúr-növény-gyomnövény társulások ökológiájára épülő stratégiák kidolgozása, melyek az agrotechnikai, nem-kémiai és kémiai védekezési módszereket egyesítik intelligens alkalmazástechnológiák használatával, továbbá azokat a

helyi körülményekhez adaptálják. A közvetlen nem-kémiai intézkedések nemkívánatos hatásokkal lehetnek a kártevő-gyom-betegség más komponenseire. A növényvédelemben bekövetkező változások tehát a másodlagos károsítók megfigyelését is maguk után vonhatják.

A nem-kémiai alternatívák hatásos használata újfajta gondolkodásmódot követel, amely alternatív módszerek kombinált, szinergista hatásából következik, mert az egyedileg alkalmazott alternatív megoldások nem olyan hatékonyak, vagy alkalmasak, mint a szintetikus peszticidek használata.

3.5. Az 5. Alapelv – peszticid kiválasztás

Az IPM a peszticid-függőség csökkentésére törekszik. Abban az esetben, ha a megelőzés és az alternatív védekezési módszerek önmagukban nem hoznak kielégítő eredményt, akkor a szelektív peszticidek is használhatóak. Ebben a helyzetben válik relevánssá az 5., 6., és 7. Alapelv, amely a peszticid használatot feltételezi. Nélkülözhetetlen a peszticidek megfelelő kiválasztása annak érdekében, hogy csökkentsük a nem kívánatos egészségügyi vagy környezeti hatásokat (beleértve a károsítók szabályozása szempontjából negatív hatásokat is) (8. ábra).

A széles spektrumú inszekticidek nem-célszervezetekre, például az ízeltlábú természetes ellenségekre gyakorolt hatásai jól dokumentáltak. Svájcban az 1970-es évek elején a nem szelektív peszticidek túlzott felhasználása gyümölcsösökben és szőlőültetvényekben majdnem az összes ragadozó atkát felszámolta és akaricid-rezisztenciát eredményezett a takácsatkákban. A takácsatkák kontrollálhatatlan gradációi csak olyan növényvédelmi programmal szabályozhatók, amelyek megőrzik a természetesen előforduló, de visszatelepített ragadozó atkákat (Stäubli 1983). A károsítók elleni biológiai védekezés

összeomlásának minimalizálása és az IPM javítása érdekében a hasznos ízeltlábúakkal kompatibilis termékek előnyben részesítése kívánatos. Különböző online adatbázisok állnak rendelkezésre. Ezek közé tartozik az IOBC Pest Select Databes, az IPM Impact mellékhatások adatbázisa (előfizetéssel érhető el), a Pesticide Action Network – Észak-Amerika (pesticideinfo.org), a Pesticide Properties DataBase, Hertfordshire Egyetem vagy a francia Mezőgazdasági Minisztérium E-phy katalógusa (francia nyelven). A biológiai szervezeteket gyártó és forgalmazó kereskedelmi vállalatok – például a Koppert vagy a Biobest – szintén információkat szolgáltatnak a hasznos ízeltlábúakra gyakorolt peszticid hatásokról. Perzisztens peszticidek esetében ezek alternatívái kerülnek fejlesztésre (Czaja és mtsai 2015; Gerwick és Sparks 2014). A szelektív biopesticidek alkalmazása a kémiai peszticidek helyett különösen kívánatos alternatívák, de az ilyen termékek széles választékát kell még hozzáférhetővé tenni. Vanak már forgalomban bioherbicidek, de számuk



8. ábra. 5. Alapelv – A peszticid-kiválasztás egyik fő kritériuma a méhek védelme

továbbra is alacsony (Cantrell és mtsai 2012). A biopesticidek további fejlesztése hasonló szabályozási korlátokkal szembesül, mint a szintetikus peszticidek, mivel ugyanazon szabályozás hatálya alá esnek (Villaverde és mtsai 2014).

Az olaszországi Emilia-Romagna régió régóta hangsúlyozza ezt az alapvető mezőgazdasági fejlesztési politikájában és jelentős eredményeket ért el az elmúlt 25 évben. Az IPM szabályozása és alkalmazása ebben a régióban mind a peszticid mennyiséget, mind pedig a minőséget úgy kezelte, hogy közben csökkentse az emberi egészségre és környezetre gyakorolt hatásokat, miközben fenntartja a gazdaságilag elfogadható termelést. Az új IPM rendszerben csak az emberi egészségre és környezetre gyakorolt mérsékeltebb hatású peszticidek engedélyezettek. Ennek eredményeként a magas akut toxicitású peszticidek 70–90%-át, a magas krónikus toxicitásúak 40–90%-át kizárták a felhasználásból, és az alkalmazott peszticidek össz mennyisége 20–35%-kal csökkent 1995 és 2005 között (Galassi and Sattin 2014).

Számos létező adatbázis és a biopeszticidek további fejlesztései kínálnak lehetőséget a termékek kiválasztására, amivel minimálisra csökkenthetjük az emberi egészségre, környezetre és a károsítók biológiai szabályozására gyakorolt kockázatot.

3.6. A 6. Alapelv – Csökkentett növényvédőszer-használat

A peszticidek dózisának és alkalmazási gyakoriságának csökkentése és a részleges alkalmazás kihasználása hozzájárul az IPM azon céljához, hogy az emberi egészségre és a környezetre gyakorolt kockázatokat csökkentse vagy minimalizálja. Valójában a nemzeti növényvédelmi tervek elfogadták a peszticidek csökkentett alkalmazását, mint egy általános, hosszabb időtartamot átfogó mennyiségi csökkentést. A mennyiségi csökkenés egyébként automatikusan csökkenő tendenciát mutat, mivel hatékonyabb új készítmények kerülnek alkalmazásra. Ezt elkerülendő, Dánia úttörő szerepet játszott a „kezelési gyakorisági index” kialakításával, amely egyidejűleg veszi figyelembe a felhasználás gyakoriságát és a dózist (Kudsk and Jensen 2014). Bár jelen szerzők a dózisok csökkentését másodlagosnak tekintik a peszticidektől való függőség csökkentésében, kétségtelenül elismerik ezt, mint az

IPM folytonosságának taktikáját, amely más taktikákkal (pl. rezisztens fajták használata, kűszöbértékek alkalmazása a betegségek intenzitásának tekintetében) ésszerűen és jól kombinálható, és előnyösebb, mintha a gyakoriságot kombináljuk fejlett döntéshozatali rendszerekkel. A dóziscsökkentés alkalmazásának egyik kérdőjeles szempontja a károsítók populációiban kialakuló rezisztencia kockázatának a lehetősége, ennek kezelése, amellyel a következő alapelv tárgyalásában foglalkozunk.

A csökkentett peszticidhasználat, mint gyakoriság, feltétel vagy dózis-csökkentés értelemben egy elismert, más lehetőségekkel kombináltan követhető taktika az IPM folytonossága mentén.

3.7. A 7. Alapelv – Anti-rezisztencia stratégiák

A peszticidekkel szemben rezisztens károsítófajok száma növekszik és számos termék hatékonyságát kockáztatja. A rovarkártóvők inszekticidekkel szembeni rezisztenciája a legfontosabb kezdeti hajtóereje volt az IPM fejlesztésének (Stern és mtsai 1959). Jelenleg a rezisztencia kialakulása a legkülönbözőbb károsító csoportok esetére ismeretes. Például, a *Podospaera xanthii* (tökféléken károsító lisztharmat) gombában gyorsan kialakult rezisztencia a demetilálást gátló fungicidekkel (McGrath és mtsai 1996), strobilurinnal (McGrath and Shishkoff 2003) és újabban ciflufenamiddal szemben (Pirondi és mtsai 2014). A rezisztencia kialakulása különösen súlyos kérdés a gyomszabályozásban, mert igen kevés új hatásmódú herbicid áll rendelkezésre (Heap 2014; Duke 2012). A szűk hatásspektrumú herbicid-molekuláktól való túlzott függőség veszélyezteti a hagyományos növénytermesztési rendszerek életképességét, mert változatosságuk térben és időben igen behatárolt.

Napjainkban vita folyik az ajánlottól alacsonyabb peszticid dózis, a sub-letális és hormezis hatás és a peszticidekkel szembeni rezisztencia kialakulása közötti összefüggésekről. Ide kapcsolódik az előbbtől fordított helyzet – magasabb dózisú peszticid használat – amely valószínűleg jelentős mértékben hozzájárul a

peszticid-rezisztens károsító biotípusok kialakulásához. Számos olyan helyzet van, amikor adott esetben az alacsonyabb dózisok ajánlottak anélkül, hogy növelnénk a nem-célt zott rezisztencia kialakulását. Burgonyában a *Pythophthora* elleni védekezésnél számoltak be erről, mindaddig, amíg a károsító előfordulás gyakoriságával, növényfenológiával, a peszticid-érzékenységgel és a lombkorona szerkezetével kapcsolatos információkat figyelembe vették a döntéshozatalban (Cooke és mtsai 2011). Mindenesetre nincs következetes, egyértelmű bizonyíték és konszenzus a növényvédelmi szakemberek között arról, hogy a csökkentett dózis hozzájárul-e a rezisztencia kialakulásához. A szerzők szerint a vita nem pontosan arról folyik, amiről kellene. Figyelembe véve, hogy nincs egyértelmű kapcsolat a peszticid-dózisok és a hatékonyság között, a dózis helyett a hatékonysági szintre kellene összpontosítani (Kudsk 2014). A fenntartható peszticidhasználat új megközelítése egy elvárt védelmi szintre koncentrálna, amely aztán a hatóanyagok biológiai aktivitása, perzisztenciája révén kihat a szelekciós nyomásra.

Természetesen különböző kémiai kombinációkon alapuló taktikák segítenek csökkenteni a rezisztencia kialakulását. Például a különböző hatásmechanizmusú fungicideket kombinálva, a használat időzítése és az osztott kezelés megbízhatóbb rezisztencia kockázat-kezelési stratégiákhoz vezetett (van den Bosch és mtsai 2014a, b). Lehetséges a rezisztencia előfordulásának megfigyelése és figyelembe vétele a döntéshozatalban. Ezt teszi pontosan a korábban már említett EuroBlight hálózat, amely a *Phytophthora infestans* megfigyelését végezve több országra kiterjedő naprakész információkat szolgáltat új rezisztens izolátumokról.

Ha visszalépünk egyet, hogy tágabb képet kapjunk, azt találjuk, hogy a rezisztencia kialakulása növekvő kockázatának kiváltó okai kapcsolatban vannak a túlzott leegyszerűsítéssel és a növénytermesztési rendszer intenzívebbé válásával (pl. a monokultúra túl kevés növényvédelmi „eszközre” támaszkodik). Ez a gyomoknál mutatkozott meg az önmaga utáni termesztés (monokultúra) esetében (Neve és

mtsai 2014). Összpontosítva a gyomokra, Owen és mtsai (2014) arra a következtetésre jutottak, hogy csupán a herbicid-használat módosítása nem nyújtana tartós megoldásokat a gyomok herbicid-rezisztenciájára. De ez valószínűleg igaz a károsítók egész sorára. A rezisztens károsító biotípusok kialakulásának csökkentésére és a peszticidek kereskedelmi élettartamának hosszabbítására a gazdálkodóknak az IPM magasabb szintjére kell törekedniük, fontolóra vehetik a toleráns fajták vagy nem gazdaszervezetek térbeli eloszlását és teljes mértékben kihasználhatják a preventív intézkedéseket (lásd 1. Alapalapelv).

A nem-célt zott rezisztencia-kialakulás növekvő kockázatának kiváltó okait kezelni tudjuk, ha újragondoljuk az eddigi túlzott egyszerűsítést, a termesztési rendszerek túlzott intenzitását.

3.8. A 8. Alapelv – Értékelés

A 8. alapelv arra ösztönzi a gazdálkodókat, hogy értékeljék az általuk elfogadott növényvédelmi beavatkozások, intézkedések megbízhatóságát, amely fontos szempontja a megfelelő gazdálkodásnak. Az érzékeny pont itt az értékelési kritérium. A gazdálkodókkal folytatott interjúk azt mutatták, hogy – a nyereségtől függetlenül – a termésátlag, és a károsítók teljes hiánya, azaz a „tiszta” területek a két indikátora a mezőgazdasági termelők és tanácsadók körében leggyakrabban használt jó növényvédelmi gyakorlatnak (Lamine és mtsai 2009). Ezek a hagyományos értékelési módszerek akadályozhatják az alternatívák fejlesztését. Az IPM-kompatibilis értékelés lefedhetné a több évre, több termelési időszakra kiterjedő (multi-szezonális) hatásokat, rámutatna a termelés és a gazdaságosság egyéb „előnyhátrány” vonatkozásaira, valamint humán egészségügyi és környezeti szempontokra. Új, az IPM-hez adaptált teljesítménykritériumok és viszonyítási standardok integrálhatják ezeket a tényezőket a növénytermelési rendszer és az agro-ökoszisztéma szintjén. Az IPM stratégiák pozitív hatásai nem egy vegetáció alatt jelentkeznek, így a megfelelő értékelés tehát

lefedni a vetésforgó összes növényét, és nem csak egy tenyészidőre. Ez különösen igaz a talaj gyommag készletének kezelésére, a talajlakó kórokozók felszaporodására, a rezisztens kórokozók kifejlődésére, és kiszámíthatatlan kártevő-gradációkra. Ahogyan az a 4. Alapelvben említésre került, a rövid idejű védekezés szintjének elérése egyedül kémiai intézkedésekkel nem az a „standard”, amellyel a „sikert” mérik. Meg kell kezdeni ennek átgondolását és újraértékelését, amely a hozam, a hozamstabilitás és a nyereség értékelését több évre, és a termesztési rendszer egészére terjesztené ki. Lechenet és mtsai (2014) erre a megközelítésre adnak példát a peszticid-felhasználási intenzitás kiértékelésénél a termelési rendszer szintjén, miközben figyelembe vesznek több „előny-hátrány” szempontot. Farm szintű fejlesztési, szaktanácsadási munkák, új mutatók és standardok, teljesítménykritériumok kialakításához vezetnek, amelyeket a gazdálkodók megoszthatnak egymás között.

A növényvédelem fenntarthatósága olyan új értékelési kritériumokat kíván meg, amelyek figyelembe veszik a térben és időben tág értékelést, az előny-hátrány rendszert (mennyiség és minőség közötti kompromisszumokat) és megoszthatók a gazdálkodó szervezetek között.

4. Következtetések

Az Európai Unió a fenntartható peszticid használat irányelvvel elindult abba az irányba, hogy az integrált növényvédelem legyen a fő törekvés. Széleskörű elfogadása a fenntartható növényvédelmi megközelítés igen különböző biofizikai és szocio-ökonómiai gazdálkodási viszonyokra való alkalmazását vonja maga után. A gazdálkodási viszonyok különbözősége mellett az IPM-et végzők különböző agronómiai és ökológiai folyamatokkal szembesülnek, amelyeket figyelembe kell venni, ha a növényvédő szerektől való függőségünk csökkentése a cél. Ilyen sokszínűség alapján teljesen illuzórikus lenne egy univerzális „ez a méret mindenkinek megfelelő” növényvédelem. Ehelyett általános alapelvek megfogalmazása olyan rugalmas lehetőségeket nyújt, amelyeket a

helyi valósághoz tudunk alkalmazni. Ez az oka annak, hogy miért fogalmazzuk meg az integrált növényvédelmet így, általános alapelvek szerint. A nyolc alapelv megfelelő alkalmazása egy eredményre alapozott megközelítéssel sokkal jobb, mint közbülső célokat megfogalmazni, mivel ez helyi adaptációra és kreativitásra mint további előnyre ösztönöz, ugyanakkor környezeti és egészségi előnyöket is hozhat.

Politikusok és programmenedzserek teremtenek olyan feltételeket a gazdálkodók számára, amelyek elmozdítják őket a hosszú távú IPM folytonosság felé. Néhány európai ország, Németország, Franciaország, Dánia, Svédország, Olaszország vagy Svájc évek óta támogatja az IPM-et. Más európai országok most vezetnek be ezt. Ezekben az országokban nagy kihívást jelent, hogy a gazdálkodási gyakorlatba hogyan tudják átültetni az IPM alapelveket. Lengyelországban Matyjaszczyk (2013) áttekintette az IPM széles körű alkalmazásának kihívásait. Rámutatott arra, hogy az állami szaktanácsadói szolgáltatások megerősítése nagyon fontos és meg kell találni az egyensúlyt az adminisztratív támogatás és a fenntartható gyakorlatokra vonatkozó ajánlások között. Az európai együttműködés érdekében 21 ország hozta létre az ERA-Net C-IPM-t (c-ipm.org.). Ez az új „szervezet” felállítja a finanszírozók hálózatát nemzeti IPM-programok koordinálása érdekében.

A különböző országok különböző stratégiákat alakítanak ki az IPM támogatása érdekében. Az EU 16 tagállamára kiterjedő felmérés során az Egészségügyi és Élelmiszerbiztonsági Főigazgatóság azt találta, hogy 8 ország egyértelmű és határozott nemzeti IPM programot alakított ki (Dachbrodt-Saaydeh 2015), más országok, például Franciaország a peszticidektől való függőség csökkentését célzó nemzeti cselekvési tervébe építette be az IPM-et. Olaszország két szintű IPM-et alakított ki, az egyik az „alap”, amely kötelező, míg a másik a „haladó” és önkéntes (Galassi and Sattin 2014). Ez a megközelítés egy, az IPM folytonosság felé vezető folyamat lépcsőjének tekinthető. Számos ország kultúrnövény specifikus IPM útmutatót dolgoz ki az IOBC

(International Organization for Biological and Integrated Control) integrált természetis útmutatója alapján (Baur és mtsai 2011). Az említett felmérésben 16 tagállamból 14 kidolgozott, vagy tervbe vette ilyen útmutatók kidolgozását (Dachbrodt-Saaydeh 2015). Az európai nemzeti cselekvési tervekben a döntéstámogató rendszerek további fejlesztése és határokon átívelő használata különös figyelmet kapott. Az egyes nemzeti cselekvési tervekben megfogalmazott cél szintén változó. Franciaország a növényvédők szerek felhasznált mennyiségének olyan csökkentését tűzte ki célul, amelyet kezelési gyakorisággal fejez ki. Németország és Svájc kockázatsökkentést említ, Dánia az egészségre gyakorolt hatás- és a környezet-terhelés csökkentését húzza alá. Az IPM-ben, mint fenntartható növényvédelmi gyakorlat alkalmazásában az a meghatározó, hogy lehetővé tegye annak dinamikus, több szereplős, rendszerközpontú, és tudás-intenzív jellegét. Számos IPM cselekvési terv több éves léptékben, több szereplő és intézmény közötti koordinációval dolgozik. A kutatási és szaktanácsadási törekvések ezért egy bizonyos idő múlva hozzák meg a várt eredményt, olyan háttér mellett, amelyben a finanszírozás, az intézmények működése és a képzési kezdeményezések támogatják, kiszolgálják az IPM-et.

A klímaváltozással, a globális kereskedelem felgyorsulásával több bizonytalansági tényezővel kell számolni, továbbá a meglévő károsítók terjedése és az új károsítók megjelenésének gyakorisága is megnő. A klimatikus változásokhoz és a különböző zavaró helyzetekhez történő gyors alkalmazkodó képességünk erősítése egyre fontosabb (Barzman és mtsai 2015); Lamichhane és mtsai 2014b). Az IPM, ha alapelveinek helyi viszonyokhoz történő dinamikus alkalmazásaként értelmezzük (a rövid távú egyedi megoldások helyett), megfelelő adaptációs képesség kialakításához, a szükséges rugalmassági szinthez vezethet. Az ENDURE projekt 15 intézményi partnere írta ezt a cikket, annak érdekében, hogy az Európai Unióban kialakított 8 alapelveit továbbfejlessze. Reméljük, hogy olyan kutatási, oktatási és szaktanácsadási erőfeszítésekhez, azok megtalálásához

nyújt segítséget, amelyek a rugalmas, helyileg adaptálható és gyakorlati IPM gyors és széleskörű terjedését segítik.

Köszönetnyilvánítás

A cikk szerzői megköszönik az ENDURE-európai hálózat 15 tagintézményének e munka támogatását.

A fordítók köszönetet mondanak a *cikk szerzőinek és a kiadónak* (SpringerNature) a fordítás megjelentetéséhez való hozzájárulásukért, valamint *Böszörményi Edének* a fordítás szakmai lektorálásáért.

IRODALOM

- Altieri MA and Nicholls CL** (2003): Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil Tillage Res* 72:203–211. doi:10.1016/S0167-1987(03)00089-8
- Aluja M, Jimenez A, Camino M, Pinero J, Aldana L, Caserjon V and Valdes ME** (1997) Habitat manipulation to reduce papaya fruit fly (Diptera: Tephritidae) damage: orchard design, use of trap crops and border trapping. *J Econ Entomol* 90:1567–1576. doi:10.1093/jee/90.6.
- Bartoli C, Lamichhane JR, Berge O, Guilbaud C, Varvaro L, Balestra GM, Vinatzer BA and Morris CE** (2014): A framework to gauge the epidemic potential of plant pathogens in environmental reservoirs: the example of kiwifruit canker. *Mol Plant Pathol* 16:137–49. doi: 10.1111/mpp.12167
- Barzman MS, Bertschinger L, Dachbrodt-Saaydeh S, Graf B, Jensen JE, Jorgensen LN, Kudsk P, Messéan A, Moonen AC, Ratnadass A, Sarah JL and Sattin M** (2014): IPM policy, research and implementation: European initiatives. In: Peshin R, Pimentel D (eds) *Integrated pest management, experiences with implementation, global overview*, vol 4. Springer; London, 415–428
- Barzman M, Lamichhane JR, Booij K, Boonekamp P, Desneux N, Huber L, Kudsk P, Langrell SRH, Ratnadass A, Ricci P, Sarah J-L and Messean A** (2015): Research and development priorities in the face of climate change and rapidly evolving pests. *Sustain Agr Rev* 17 (in press)
- Baumgartner K, Steenwerth KL and Veilleux L** (2008): Cover-crop systems affect weed communities in a California vineyard. *Weed Sci* 56: 596–605. doi:10.1614/WS-07-181.1
- Baur R, Wijnands F and Malavolta C** (2011): *Integrated Production – Objectives, Principles and Technical Guidelines*. IOBC/WPRS Bulletin, Special Issue

- Been TH, Schomaker CH and Molendijk LPG** (2005): NemaDecide: a decision support system for the management of potato cyst nematodes. In: Haverkort AJ, Struik PC (eds) *Potato in progress : science meets practice*. Wageningen Academic Publishers; Wageningen, 154–167
- Benbrook CM, Groth E, Halloran JM, Hansen M and Marquardt S** (1996): Pest management at the crossroads. Consumers Union, Yonkers, NY, 272
- BLW** (Bundesamt für Landwirtschaft) (2013): *Agrarbericht 2012*: Published by Bundesamt für Landwirtschaft, Bern, Switzerland
- Busi R, Vila-Aiub MM, Beckie HJ, Gaines TA, Goggin DE, Kaundun SS, Lacoste M, Neve P, Nissen SJ, Norsworthy JK, Renton M, Shaner DL, Tranel PJ, Wright T, Yu Q and Powles SB** (2013): Herbicide-resistant weeds: from research and knowledge to future needs. *Evol Appl* 6:1218–1221. doi:10.1111/eva.12098
- Cantrell CL, Dayan FE and Duke SO** (2012): Natural products as sources for new pesticides. *J Nat Prod* 75:121–1242. doi:10.1021/np300024u
- Cook SM, Khan ZR and Pickett JA** (2007): The use of push–pull strategies in integrated pest management. *Annu Rev Entomol* 52:375–400. doi:10.1146/annurev.ento.52.110405.091407
- Cooke LR, Schepers HTAM, Hermansen A, Bain RAJ, Bradshaw NJ, Ritchie F, Shaw DS, Evenhuis A, Kessel GJT, Wander JGN, Andersson B, Hansen JG, Hannukkala A, Nærstad R and Nielsen BJ** (2011): Epidemiology and integrated control of potato late blight in Europe. *Potato Res* 54:83–222. doi:10.1007/s11540-011-9187-0
- Costanzo A** (2014): Increasing crop species and genetic diversity in organic wheat systems to improve weed reduction and yield. Dissertation, Scuola Superiore Sant’Anna, Pisa, Italy
- Crowder DW and Jabbour R** (2014): Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: current status and future challenges. *Biol Control*, 75:8–17. doi:10.1016/j.biocontrol.2013.10.010
- Czaja K, Góralczyk K, Struciński P, Hernik A, Korcz W, Minorczyk M, Łyczewska M and Ludwicki JK** (2015): Biopesticides—towards increased consumer safety in the European Union. *Pest Manag Sci* 71:3–6. doi:10.1002/ps.3829
- Dachbrodt-Saaydeh S** (2015): The policy perspective how EU Member States promote IPM implementation? Paper given at IPM innovation in Europe, Poznan, Poland January 15–17, 2015; www.pureipm.eu/node/431
- DGAL** (Direction Générale de l’Alimentation du Ministère de l’agriculture, de l’agroalimentaire et de la forêt) (2014): Note de suivi 2014; – Tendances du recours aux produits phytosanitaires de 2008 à 2013. http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/121009_Note_de_suivi_2012_cle0a995a.pdf. Accessed 10 Feb 2015
- Duke SO** (2012): Why have no new herbicid modes of action appeared in recent years? *Pest Manag Sci* 68:505–512. doi:10.1002/ps.2333
- ENDURE** (2010a): Policy Brief No. 2—the potential role of supermarket procurement strategies as drivers of IPM. ENDURE Publication, www.endure-network.eu/content/download/5964/45027/file/Policy%20Brief%202.pdf Accessed 10 Feb 2015
- ENDURE** (2010b): Policy Brief No. 1—implementing IPM: a gradual path involving many stakeholders. ENDURE Publication, www.endure-network.eu/content/download/5963/45024/file/Policy%20Brief%201.pdf. Accessed 10 Feb 2015
- ENDURE** (2010c): Policy Brief No. 3—biocontrol opportunities in the implementation of Integrated Pest Management. ENDURE Publication, www.endure-network.eu/content/download/5965/45030/file/Policy%20Brief%203.pdf Accessed 10 Feb 2015
- Fernandez-Aparicio M, Amri M, Kharrat M and Rubiales D** (2010): Intercropping reduces *Mycosphaerella pinodes* severity and delays upward progress on the pea plant. *Crop Prot* 29:744–750. doi:10.1016/j.cropro.2010.02.013
- Fourie JC** (2010): Soilmanagement in the Breede River Valley wine grape region, South Africa. 1. Cover crop performance and weed control. *S Afr J Enol Vitic* 31:14–21
- Freier B, Zornbach W, Vilich V and Fink H** (2012): Das Modellvorhaben, demonstrationsbetriebe integrierter pflanzenschutz ist erfolgreich angelaufen. 58. Dtsch pflanzenschutztagung, vol 438. Julius-Kühn-Archiv, Braunschweig, 280
- Galassi T and Sattin M** (2014): Experiences with implementation and adoption of integrated pestmanagement in Italy. In: Peshin R, Pimentel D (eds) *Integrated pest management, experiences with implementation, global overview*, vol 4. Springer, London, 487–512
- Gao X, Wu M, Xu R, Wang X, Pan R, Kim HJ and Liao H** (2014): Root interactions in a maize/soybean intercropping system control soybean soil-borne disease, Red crown Rot. *PLoS ONE* 9(5), e95031. doi:10.1371/journal.pone.0095031
- Gerwick BC and Sparks TC** (2014): Natural products for pest control: an analysis of their role, value and future. *Pest Manag Sci* 70:1169–1185. doi:10.1002/ps.3744
- Gray ME, Levine E and Oloumi-Sadeghi H** (1998): Adaptation to crop rotation: western and northern

- corn rootworms respond uniquely to a cultural practice. *Recent Res Dev in Ent* 2:19–31
- Günter M** and **Pasquier D** (2008): Verwirrungstechnik im weinbau—eine Erfolgsgeschichte. *Schweiz Zeitschr Obst u Weinbau* 21: 4–6
- Hatcher PE** and **Melander B** (2003): Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Res* 43:303–322. doi:10.1046/j.1365-3180.2003.00352.x
- Haverkort A**, **Boonekamp PM**, **Hutten R**, **Jacobsen E**, **Kessel G**, **Visser R** and **Van der Vossen E** (2008): Societal costs of late blight in potato and prospects of durable resistance through cisgenic modification. *Potato Res* 51:47–57. doi:10.1007/s11540-008-9089-y
- Heap I-** (2014): The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. www.weedscience.org Accessed 18 Oct 2014
- Horticultural Development Company** (2012): The SCEPTRE project and SOLA programme. *HDC Soft Fruit Rev* 2011/2012; 5
- International Plant Protection Convention** (2010): International Standards for Phytosanitary Measures No. 5. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Jensen JE** (2015): Perspectives on the implementation of IPMin EU—the advisory perspective. Paper given at IPM innovation in Europe, Poznan, Poland January 15–17, 2015; www.pure-ipm.eu/node/430
- Kandhai MC**, **Booij CJH** and **Van der Fels-Klerx HJ** (2011): Expert study to select indicators of the occurrence of emerging mycotoxin hazards. *Risk Anal* 31:160–170. doi:10.1111/j.1539-6924.2010.01486.x
- Keller M**, **Gutjahr C**, **Mohring J**, **Weis M**, **Sokefeld M** and **Gerhards R** (2014): Estimating economic thresholds for site-specific weed control using manual weed counts and sensor technology: an example based on three winter wheat trials. *Pest Manag Sci* 70:200–211. doi:10.1002/ps.3545
- Khan ZR**, **Midega CAO**, **Bruce TJA**, **Hooper AM** and **Pickett JA** (2010): Exploiting phytochemicals for developing a “push–pull” crop protection strategy for cereal farmers in Africa. *J Exp Bot* 61:4185–4196. doi:10.1093/jxb/erq229
- Kohl J**, **Postma J**, **Nicot P**, **Ruocco M** and **Blum B** (2011): Stepwise screening of microorganisms for commercial use in biological control of plantpathogenic fungi and bacteria. *Biol Control* 57:1–12. doi:10.1016/j.biocontrol.2010.12.004
- Kudsk P** (2014): Reduced herbicide doses: present and future in Proceedings 26th German Conference on Weed Biology and Weed Control, 37–44 10.5073/jka.2014.443.003
- Kudsk P** and **Jensen JE** (2014): Experiences with implementation and adoption of integrated pest management in Denmark. In: Peshin R, Pimentel D (eds) *Integrated pest management, experiences with implementation, global overview*, vol 4. Springer, London, 467–486
- Lamichhane JR** (2014): *Xanthomonas arboricola* diseases of stone fruit, almond and walnut trees: progress toward understanding and management. *Plant Dis* 98:1600–1610. doi:10.1094/PDIS-08-14-0831-FE
- Lamichhane JR**, **Fabi A**, **Ridolfi R** and **Varvaro L** (2013): Epidemiological study of hazelnut bacterial blight in central Italy by using laboratory analysis and geostatistics. *PLoS ONE* 8, e56298
- Lamichhane JR**, **Barzman M**, **Booij K**, **Boonekamp P**, **Desneux N**, **Huber L**, **Kudsk P**, **Langrell SRH**, **Ratnadass A**, **Ricci P**, **Sarah JL** and **Messean A** (2014b): Robust cropping systems to tackle pests under climate change. A review. *Agron Sustain Dev* 34 10.1007/s13593-014-0275-9
- Lamichhane JR**, **Varvaro L**, **Parisi L**, **Audergon JM** and **Morris CE** (2014b): Disease and frost damage of woody plants caused by *Pseudomonas syringae*: seeing the forest for the trees. *Adv Agron* 126:235–295. doi:10.1016/B978-0-12-800132-5.00004-3
- Lamine C** (2011): Transition pathways towards a robust ecologization of agriculture and the need for system redesign cases from organic farming and IPM. *J Rural Stud* 27:209–219. doi:10.1016/j.jrurstud.2011.02.001
- Lamine C**, **Barbier M**, **Buurma J**, **Blanc J**, **Haynes I** and **Noe E** (2009): Societal assessment of current and novel low input crop protection strategies. Phase 2. http://www.endure-network.eu/content/download/5455/42963/file/ENDURE_DR3.11-validate.pdf. Accessed 10 Feb 2015
- LEAF** (2013): *Integrated Pest Management: what is IPM and what do the new guidelines cover?* www.leafuk.org/resources/000/844/287/IPM_What_is_IPM1.pdf Accessed 10 Feb 2015
- Lechenet M**, **Bretagnolle V**, **Bockstaller C**, **Boissinot F**, **Petit MS**, **Petit S** and **Munier-Jolain NM** (2014): Reconciling pesticide reduction with economic and Environmental Sustainability in arable farming. *PLoS ONE* 9(6), e97922. doi:10.1371/journal.pone.0097922
- Lefebvre M**, **Langrell SRH** and **Gomez y Paloma S** (2014): Incentives and policies for integrated pest management in Europe: a review. *Agron Sustain Dev*. doi:10.1007/s13593-014-0237-2
- Levay N**, **Terpo I**, **Kiss J** and **Toepfer S** (2014): Quantifying inter-field movements of the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)—a

- Central European field study. *Cereal Res. Commun.* doi:10.1556/CRC.2014.0020
- Levine E** and **Oloumi-Sadeghi H** (1996): Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) larval injury to corn grown for seed production following soybeans grown for seed production. *J Econ Entomol* 89:1010–1016. doi:10.1093/jee/89.4.1010
- Levine E**, **Spencer JL**, **Isard SA**, **Onstad DW** and **Gray ME** (2002): Adaptation of the western corn rootworm to crop rotation: evolution of a new strain in response to a management practice. *Am Entomol Soc Trans* 48:94–107. doi:10.1093/ae/48.2.94
- Mathijs E** (2003): Social capital and farmers' willingness to adopt countryside stewardship schemes. *Outlook on Agric* 32:13–16
- Matyjaszczyk E** (2013): Plant protection in Poland on the eve of obligatory integrated pest management implementation. *Pest Manag Sci* 69:991–995. doi:10.1002/ps.3578
- McDougall P** (2013): R&D trends for chemical crop protection products and the position of the European Market. A consultancy study undertaken for ECPA. www.ecpa.eu/information-page/regulatoryaffairs/publications-regulatory-affairs
- McGrath MT** and **Shishkoff N** (2003): First report of the cucurbit powdery mildew fungus (*Podosphaera xanthii*) resistant to strobilurin fungicides in the United States. *Plant Dis* 87:1007. doi:10.1094/PDIS.2003.87.8.1007A
- McGrath MT**, **Staniszewska H** and **Shishkoff N** (1996): Fungicide sensitivity of *Sphaerotheca fuliginea* populations in the United States. *Plant Dis* 80:697–703
- Melander B**, **Munier-Jolain N**, **Charles R**, **Wirth J**, **Schwarz J**, **van der Weide R**, **Bonin L**, **Jensen PK** and **Kudsk P** (2012): European perspectives on the adoption of non-chemical weed management in reduced tillage systems for arable crops. *Weed Technol* 127:231–240. doi:10.1614/WT-D-12-00066.1
- Nave S**, **Jacquet F** and **Jeuffroy MH** (2013): Why wheat farmers could reduce chemical inputs: evidence from social, economic, and agronomic analysis. *Agron Sustain Dev* 33:795–807. doi:10.1007/s13593-013-0144-y
- Neve P**, **Busi R**, **Renton M** and **Vila-Auib MM** (2014): Expanding the ecoevolutionary context of herbicide resistance research. *Pest Manag Sci* 70:1385–1393. doi:10.1002/ps.3757
- Norris RF** (2005): Ecological bases of interactions between weeds and organisms in other pest categories. *Weed Sci* 53:909–913. doi:10.1614/WS-04-048R1.1
- Owen MDK**, **Beckie HJ**, **Leeson JY**, **Norsworthy JK** and **Steckeld LE** (2014): Integrated pest management and weed management in the United States and Canada. *Pest Manag Sci*. doi:10.1002/ps.3928
- Papp Komáromi J**, **Terpó I** and **Tokaji M** (2007): Working together—farmer field schools in Hungary. *Pestic News* 78:8–9
- Paredes D**, **Cayuela L** and **Campos M** (2013): Synergistic effects of ground cover and adjacent vegetation on natural enemies of olive insect pests. *Agric Ecosyst Environ* 173:72–80. doi:10.1016/j.agee.2013.04.016
- Peters M**, **Freier B**, **Goltermann S** and **Holst F** (2013): Use of checklists and a scoring system for evaluation of IPM implementation on demonstration farms. *Future IPM in Europe. Book of Abstracts*. <http://futureipm.eu/Abstracts> Accessed 10 Feb 2015
- Pillet E** (2014): Réseau DEPHY-FERME: synthèse des premiers résultats à l'échelle nationale. APCA, 48 pages http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/2014_Synthese_Resultats_DEPHY_cle848968.pdf Accessed 10 Feb 2015
- Pirondi A**, **Nanni IM**, **Brunelli A** and **Collina M** (2014): First report of resistance to cyflufenamid in *Podosphaera xanthii*, causal agent of powdery mildew, from melon and zucchini fields in Italy. *Plant Dis* 98: 1581. doi:10.1094/PDIS-02-14-0210-PDN
- PURE** (2013): PURE 2nd Annual Newsletter. http://www.pure-ipm.eu/sites/default/files/content/files/Annual%20Newsletter_nb2.pdf. Accessed 10 Feb 2015
- Raboin LM**, **Ramanantsoanirina A**, **Dusserre J**, **Razasolofonahary F**, **Tharreau D**, **Lannou C** and **Sester M** (2012): Two-component cultivar mixtures reduce rice blast epidemics in an upland agrosystem. *Plant Pathol* 61:1103–1111. doi:10.1111/j.1365-3059.2012.02602.x
- Racca P**, **Kleinhenz B**, **Zeuner T**, **Keil B**, **Tschöpe B** and **Jung J** (2011): Decision support systems in agriculture: administration of weather data, use of geographic information systems (GIS) and validation methods in crop protection warning service. In: Jao C (ed) *Efficient Decision Support Systems-Practice and Challenges From Current to Future*, InTech, 331–354
- Ratnadass A** and **Barzman MS** (2014): Ecological intensification for crop protection. In: Ozier Lafontaine H, Lesueur Jannoyer M (eds) *Sustainable agriculture reviews 14: agroecology and global change*. Springer, Heidelberg, 53–81
- Ratnadass A**, **Fernandes P**, **Avelino J** and **Habib R** (2012): Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. *Agron Sustain Dev* 32:273–303. doi:10.1007/s13593-011-0022-4
- Rusch A**, **Valantin-Morison M**, **Sarthou JP** and **Roger-Estrade J** (2010): Integrating crop and landscape

- management into new crop protection strategies to enhance biological control of oilseed rape insect pests. In: IngridW(ed) Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests. Springer, New York, 415–448. doi:10.1007/978-90-481-3983-5_17
- Saghai Maroof MA, Webster RK and Allard RW** (1983): Evolution of resistance to scald, powdery mildew, and net blotch in barley composite cross II populations. *Theor Appl Genet* 66:279–283. doi:10.1007/BF00251159
- Samietz J and Höhn H** (2010): Nachhaltig regulieren. *UFA-Revue* 10:54–55
- Samietz J, Graf B, Höhn H, Schaub L, Höpli HU and Raza-vi E** (2011): Web based decision support for sustainable pest management in fruit orchards: development of the Swiss system SOPRA. In: Jao C (ed) Efficient Decision Support Systems-Practice and Challenges From Current to Future, InTech, 373–388
- Sapoukhina N, Paillard S, Dedyrver F and Vallavieille-Pope C** (2013): Quantitative plant resistance in cultivar mixtures: wheat stripe rust as a modeling case study. *New Phytol* 200:888–897. doi:10.1111/nph.12413
- Sattin M, Zanin G and Berti A** (1992): Case history for weed competition/population ecology: vetleaf (Abitilon theophrasti) in corn (*Zea mays*). *Weed Technol* 6:213–219
- Schenk A, Hunziker M and Kienast F** (2007): Factors influencing the acceptance of nature conservation measures—a qualitative study in Switzerland. *J Environ Manag* 83:66–79. doi:10.1016/j.jenvman.2006.01.010
- Sikora K, Verstappen E, Mendes O, Schoen C, Ristaino J and Bonants P** (2012): A universal microarray detection method for identification of multiple phytophthora spp. using padlock probes. *Phytopathol* 6: 635–645. doi:10.1094/PHYTO-11-11-0309
- Snoeijer SS, Pérez-García A, Joosten MHJ and De Wit PJGM** (2000): Theeffect of nitrogen on disease development and gene expression in bacterial and fungal plant pathogens. *Eur J Plant Pathol* 106:493–506, <http://link.springer.com/content/pdf/10.1023%2FA%3A1008720704105.pdf>
- Sojka RE, Karlen DL and Busscher WJ** (1991): A conservation tillage research update from the coastal-plain soil and water conservation research center of South Carolina—a review of previous research. *Soil Tillage Res* 21:361–376, <http://naldc.nal.usda.gov/naldc/download.xhtml?id=10758&content=PDF>
- Stäubli A** (1983): Le fruit d'une harmonie entre l'homme et la nature. *Rev Suisse Vitic Arboric Hortic* 15:317–318
- Stern VM, Smith RF, van den Bosch R and Hagen KS** (1959): The integrated control concept. *Hilgardia* 29:81–101, <http://ucanr.edu/repository/fileaccess.cfm?article=152499&p=RNIYON>
- Szalai M, Kiss J and Toepfer S** (2014): Simulating crop rotation strategies with a spatiotemporal lattice model to improve legislation for the management of the maize pest *Diabrotica virgifera virgifera*. *Agric Syst* 124:39–50. doi:10.1016/j.agry.2013.10.009
- Underwood W, Melotto M and He SY** (2007): Role of plant stomata in bacterial invasion. *Cell Microbiol* 9:1621–1629
- Union E** (2009a): Directive 2009/128/EC of the European parliament and of the council of 21 October 2009 establishing a framework for community action to achieve the sustainable use of pesticides. *Off J Eur Union* 52:71–86, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2009:309:TOC>
- Union E** (2009b): Regulation (EC) No 1107/2009 of the European parliament and of the council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing council directives 79/117/EEC and 91/414/EEC. *Off J Eur Union* 52:1–50, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2009:309:TOC>
- van den Bosch F, Oliver R, van den Berg F and Paveley ND** (2014a): Governing principles can guide fungicide resistance management tactics. *Annu Rev Phytopathol* 52:9.1–9.21
- van den Bosch F, Paveley ND, van den Berg F, Hobelen P and Oliver R** (2014b): Mixtures as a fungicide resistance management tactic. *Phytopath* 104:1264–1273. doi:10.1094/PHYTO-04-14-0121-RVW
- Van derWolf JM, Van der Zouwen PS and Van der Heijden L** (2013): Flower infection of Brassica oleracea with *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* results in high levels of seed infection. *Eur J Plant Pathol* 136:103–111. doi:10.1007/s10658-012-0141-z
- Van Gent-Pelzer MPE, Krijger M and Bonants P** (2010): Improved real-time PCR assay for detection of quarantine potato pathogen *Synchytrium endobioticum* in zonal centrifuge extracts from soil and plants. *Eur J Plant Pathol* 126:129–133. doi:10.1007/s10658-009-9522-3
- Vasileiadis VP, Sattin M, Otto S, Veres A, Pálkás Z, Ban R, Pons X, Kudsk P, van der Weide R, Czembor E, Moonen AC and Kiss J** (2011): Crop protection in European maize-based cropping systems: current practices and recommendations for innovative integrated pest management. *Agric Syst* 104:533–540, <http://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:agsys:v:104:y:2011:i:7:p:533-540>

- Vasileiadis VP, Moonen AC, Sattin M, Otto S, Pons X, Kudsk P, Veres A, Dorner Z, Van derWeide R, Marraccini E, Pelzer E, Angevin F and Kiss J** (2013): Sustainability of European maize-based cropping systems: economic, environmental and social assessment of current and proposed innovative IPM-based systems. *Eur J Agron* 48:1–11. doi:10.1016/j.eja.2013.02.001
- Villaverde JJ, Sevilla-Morán B, Sandín-España P, López-Gotí C and Alonso-Prados JL** (2014): Biopesticides in the framework of the European pesticide regulation (EC) No. 1107/2009. *Pest Manag Sci* 70:2–5. doi:10.1002/ps.3663
- Walter AM** (1996): Temporal and spatial stability of weeds. In: Brown H (ed) *Proceedings Second International Weed Control Congress*, 125–130
- Zhu YY, Chen HR, Fan JH, Wang YY, Li Y, Chen JB, Fan JX, Yang SS, Hu LP, Leung H, Mew TW, Teng PS, Wang ZH and Mundt CC** (2000): Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406:718–722. doi:10.1038/35021046

EIGHT PRINCIPLES OF INTEGRATED PEST MANAGEMENT

J. Kiss, Angéla Zanker and I. Eke

Szent István University – Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Plant Protection Institute, 2100 Gödöllő, Páter Károly street. 1.

Hungarian translation of the paper by Barzman, M; Barberi, P; Birch, N; Boonekamp, P; Dachbrodt-Saaydeh, S; Graf, B; Hommel, B; Jensen, J.E; Kiss, J; Kudsk, P; Lamichane, J.M; Messean, A; Moonen, C; Ratnadass, A; Ricci, P; Sarah, J.L; Sattin, M. (2015): Eight principles of Integrated Pest Management. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 1199-1215. DOI:10.1007/s13593-015-0327-9

The use of pesticides made it possible to increase yields, simplify cropping systems, and forego more complicated crop protection strategies. Over-reliance on chemical control, however, is associated with contamination of ecosystems and undesirable health effects. The future of crop production is now also threatened by emergence of pest resistance and declining availability of active substances. There is therefore a need to design cropping systems less dependent on synthetic pesticides. Consequently, the European Union requires the application of eight principles (P) of Integrated Pest Management that fit within sustainable farm management. Here, we propose to farmers, advisors, and researchers a dynamic and flexible approach that accounts for the diversity of farming situations and the complexities of agroecosystems and that can improve the resilience of cropping systems and our capacity to adapt crop protection to local realities. For each principle (P), we suggest that (P1) the design of inherently robust cropping systems using a combination of agronomic levers is key to prevention. (P2) Local availability of monitoring, warning, and forecasting systems is a reality to contend with. (P3) The decision-making process can integrate cropping system factors to develop longer-term strategies. (P4) The combination of non-chemical methods that may be individually less efficient than pesticides can generate valuable synergies. (P5) Development of new biological agents and products and the use of existing databases offer options for the selection of products minimizing impact on health, the environment, and biological regulation of pests. (P6) Reduced pesticide use can be effectively combined with other tactics. (P7) Addressing the root causes of pesticide resistance is the best way to find sustainable crop protection solutions. And (P8) integration of multi-season effects and trade-offs in evaluation criteria will help develop sustainable solutions.

Keywords: Alternatives, Europe, Integrated pest management, Pesticides, Resilient cropping system, Sustainable agriculture, Systems approach