

A gyümölcsösök környezetkímélő növényvédelmének helyzete, eredményei és kihívásai

Napjaink fenntartható mezőgazdasági termelésének meghatározó része a fenntartható növényvédelem, amelynek célja az egészségügyi és környezeti kockázat minimalizálása, ugyanakkor a termelőkeny és jövedelmező technológiai megoldások alkalmazása. Ennek megvalósítása csakis átfogó szemléletváltozással, a hatóságok, a gyártók, a forgalmazók, a felhasználók és a termékfogyasztók közös felelősségvállalásával teremthető meg. A fenntartható növényvédelem társadalmi és gazdasági háttérét vizsgálva egymással ellentétes irányú változások figyelhetők meg. Az elmúlt 25 évben a Föld népessége 50%-kal nőtt, ugyanakkor az egy főre jutó művelt területek aránya drasztikusan csökkent (1950-ben az egy főre jutó művelhető terület 0,5 ha volt, 2050-re ez várhatóan csak 0,1 ha lesz). Azaz a mezőgazdaságnak egyre kisebb területen gazdálkodva kell a mennyiségileg és minőségileg is növekvő élelmiszerigényt kielégítenie. Ez pedig csak intenzív technológiák mellett valósítható meg, azonban az emberiség jövője érdekében mindezt a lehető legkörnyezetkímélőbb módon kell végrehajtani úgy, hogy a környező (termelésbe nem vont) területek érintettsége is minimális legyen. Ez olyanfajta kihívást jelent az emberiségtől, amely megvalósítása minden korábbinál nagyobb együttműködést és felelősségvállalást igényel.

Növényvédelem helye a gyümölcstermesztés gyakorlatában

A növényvédelem egy olyan kritikus termesztéstechnológiai elem, amely alkalmazása során egyetlen technológiai hiba is elegendő a kritikus időszakban ahhoz, hogy súlyos termésmennyiségi és -minőségi veszteség következzen be. A növényvédelem kritikusságának elsődlegességét – az egyéb technológiai elemekkel összehasonlításban – a jelentős egészségügyi és környezeti kockázata adja. Az egészségügyi kockázat egyrészt a növényvédő szer gyártóknál, forgalmazóknál és felhasználóknál, másrészt mint növényvédő szer maradék a fogyasztónál jelentkezik. Emellett a növényvédőszer gyártásból, forgalmazásból és kijuttatásából adódó környezeti kockázat (környezetterhelés) is rendkívül széleskörű lehet, érintheti a talajt, a vízforrásokat és a levegőt. Különösen igaz mindez az intenzív és/vagy nagy termelési értéket produkáló ágazatokban, mint pl. az almatermesztésben. Példaként választva egy 65 Ft/kg átlagos gyümölcsfelvásárlási árat és 40 t/ha termést produkáló ültetvényt, az éves árbevétel 2600000 Ft/ha. Évenkénti 14-25 növényvédelmi kezelést feltételezve, a növényvédelem éves költsége megközelítően 500000-1000000 Ft/ha. Ha a teljes éves ráfordítás összege megközelítően 1500000-1700000 Ft/ha, akkor a várható profit 900000-1100000 Ft/ha. Ugyanakkor egyszeri növényvédelmi kezelési hiba (pl. a ventúriás varasodás ill. az almamoly elleni védekezésben) könnyen 10-20%

gyümölcsveszteséghez vezethet. Az egyszeri növényvédelmi kezelés költsége 15000-40000 Ft/ha, viszont a termésveszteségből adódó profitveszteség 15% esetén ennek minimum 10-szerese, (6 t/ha × 65 Ft/kg) 390000 Ft/ha. Azaz a növényvédelem kritikus profitszabályozó helye miatt – különösen az intenzív és/vagy nagy termelési értéket produkáló ágazatokban – megkülönböztetett figyelemben részesül a növénytermesztés technológiai elemei között.

Termesztési és növényvédelmi rendszerek

A peszticid-használat bővülésével, új, korábban nem létező nehézségek kerültek napvilágra. Egyrészt a nem célfelületre jutó növényvédő szerek környezetünkbe jutnak és felhalmozódnak a táplálékláncban (különösen a csúcsragadozók és az ember a legveszélyeztetettebb). Másodsorban a célfelületen maradó vegyi anyagok bomlástermékeinek egy jelentős része visszamaradhat a növényi szerekben, amit fogyasztunk. Mindezen ismeretek a világ mezőgazdaságát arra ösztökélték, hogy a fenntartható gazdálkodás keretein belül minél környezetkímélőbb termesztési és növényvédelmi technológiákat alkalmazzon (1. ábra).

Napjainkra három fő termesztési/növényvédelmi rendszer alakult ki: a hagyományos (konvencionális), az integrált és az öko (bio), melyek közül az utóbbi kettőt sorolják a fenntartható, környezetkímélő termesztési rendszerekbe a világ valamennyi országában (1. ábra). A környezetkímélő technológiák kiteljesedését akadályozza azonban az, hogy alkalmazásuk költségesebb, nagyobb odafigyelést és szaktudást igényelnek, mint a hagyományos, kémiai anyagokra építő védekezési formák. Mindehhez hozzájárul az is, hogy napjainkban a termelés zömét a kémiai anyagok használata jellemzi és a hatékony biológiai védekezésre épülő komplex technológiák még hiányosak.

Az integrált növényvédelemnek számos megfogalmazása ismert. Ezek közül egy egyszerű, a gyakorlat számára is közvetlenül használható megfogalmazás az, hogy az integrált növényvédelem nem más, mint a károsítók veszélyességi küszöbérték alatt tartása a lehető legkörnyezetkímélőbb módon. Ez a megfogalmazás reprezentálja mindazokat a minimális alapelveket, amelyeket valamennyi növény integrált növényvédelmében el kell érünk. A veszélyességi küszöb az a kártételi ill. károsodási szint, amely fölött gazdaságilag is mérhető kár következik be. Azaz a veszélyességi küszöbértéket ismernünk kell ahhoz, hogy a védekezésünket időzíteni tudjuk. Viszont ha el kell kezdenünk a védekezést, akkor ezt a lehető legkörnyezetkímélőbb módon kell megtennünk. Mi ennek a feltétele? Az, hogy a károsítók elleni nem-kémiai védekezési módszereket (pl. agrotechnikai, mechanikai és fizikai, biológiai és biotechnológiai) együttesen kell alkalmaznunk. A nem-kémiai védekezési módszerek okszerű együttes alkalmazásával elérhetjük azt, hogy pl. a csökken a betegségek inokulumforrása, romlanak a kórokozó, állati kártevő életfeltételei, ugyanakkor javulnak a gazdanövény életfeltételei, sőt a gazdanövény ellenálló-képességét is tudjuk növelni. Mindez együttesen a károsítók elszaporodásának időbeli és térbeli kiteljesedését lassítja.



1. ábra: A mezőgazdasági termesztési irányzatok alapjellemezői
(Forrás: Holb, 2005a)

Egyes károsítóknál ez olyan mértékű, hogy a káresemény soha nem is éri el a veszélyességi küszöbértéket, másoknál viszont erőfeszítéseink ellenére igen. Ez utóbbi esetben a kémiai védekezéshez kell nyúlnunk. Azaz, ha a nem-kémiai védekezési módszerekkel nem sikerül a veszélyességi küszöbérték alá szorítani a károsítót, akkor használhatjuk a kémiai növényvédő szereket. Azonban nem használhatjuk akármelyik kémiai növényvédő szert, csak azokat, amelyek a szigorú humán-egészségügyi és környezetvédelmi szempontoknak megfelelnek pl. a hasznos élő szervezetek kímélik és nem halmozódnak fel (nem perzisztensek) a környezetben. Erre vonatkozó választásunkat segíti, hogy a nemzeti és nemzetközi szabályzatok az integrált termesztésben felhasználható növényvédő szer hatóanyagokat három nagy kategóriába (listába) sorolták (zöld, sárga és piros). A "zöld listás" hatóanyagok közé azok a készítmények kerültek, amelyek felhasználása környezetvédelmi és közegészségügyi szempontból a legkevésbé kifogásolható. A "sárga listás" hatóanyagok meghatározott korlátozások, megjegyzések és technológiai eljárások szerint alkalmazhatók. A "piros listás" készítmények között olyan készítmények találhatók, amelyek alkalmazása tiltott az integrált növényvédelemben; kivételes esetben súlyos növényvédelmi kár elhárítására használható fel, az adott készítmény engedélyezett legalacsonyabb dózisában. Azaz piros készítmény nem illetve kivételesen súlyos növényvédelmi helyzetekben eseti hatósági engedéllyel alkalmazható a hazai növényvédelmi gyakorlatban. A készítmények észszerű kiválasztásán túlmenően arra a kérdésre

is választ kell adnunk, hogy a veszélyességi küszöbértékhez igazítottan mikorra kell időzíteni a védekezéseket. Erre – az integrált növényvédelem kulcspozíciójú eleme – a növényvédelmi előrejelzés (prognosztika) adja meg a választ, aminek segítségével lehetőségünk adódóik a kémiai védekezések számának racionalizálására is.

Az öko (bio) termesztési és növényvédelmi rendszerben rendelkezésre álló lehetőségek sokkal szerényebbek, mint az integrált termesztésben. Az ökotermesztés alapelve a minőségi termék-előállítás a fenntarthatóság és a környezetmegóvás maximális figyelembe vételével. Az ökogazdálkodás általános alapelvei a következőkben foglalhatók össze:

- minőségi élelmiszerek előállítása, melyek mentesek a mesterséges és egészségkárosító szermaradványoktól;
- a talaj termékenységének javítása és fenntartása;
- természetes ökológiai körfolyamatok megőrzése, megújuló erőforrások használata;
- a biológiai sokszínűség megőrzése;
- szintetikus szerek és segédanyagok, ill. genetikailag módosított élőlények és azokból származó anyagok használatának kizárása.

Bár az alapelvek nagyon hasonlóak az integrált termesztés elveivel, mégis számos területen, pl. tápanyag-gazdálkodásban és növényvédelemben sokkal szigorúbb elveket alkalmaz az ökotermesztés, mint az integrált. A tápanyag-gazdálkodásban kizárt valamennyi szintetikus tápanyagforma (pl. műtrágyák) alkalmazása, ami az integrált termesztésben megengedett. Az ökonövényvédelem kizárja valamennyi szintetikus vegyi készítmény használatát. Alapvető növényvédelmi célkitűzés a megelőzés, a rezisztens fajták használata, a növényállomány kondíciójának, egészségi állapotának fenntartása. Ennek érdekében felhasználhatunk mechanikai, fizikai, agrotechnikai, biológiai és biotechnológiai (kivéve GMO) növényvédelmi eszközöket. A kémiai lehetőségek kizárólag a természetben előforduló vegyületekre alapozhatók, pl. a növényi kórokozók esetében az elemi kén, a rézvegyületek, a vas- és a cinkszulfát. A jelentős megszorítások (pl. a szintetikus anyagok kizárása) valamint a mechanikai, fizikai, agrotechnikai, biológiai és biotechnológiai védekezés szerény hatékonysága miatt az ökonövényvédelem hatékonysága kicsi, így a károsítók tömeges felszaporodását nem képes sikeresen megfékezni, ezért a növényvédelem az ökotermesztésben az egyik legsúlyosabb, legtöbb gondot okozó termesztéstechnológiai elem (Holb, 2005).

Hazai növényvédelmi helyzet

A növényvédelem hazai gyakorlata napjainkban ambivalens. Találkozhatunk a hightech növényvédelmi gyakorlatot folytató kiváló és tőkeerős mezőgazdasági vállalkozásokkal, de nem ritka a helytelen növényvédelmi gyakorlatot folytató mezőgazdasági terület, ahol döntően a pénztelenség és/vagy a szaktudáshiány okozza a nehézségeket. Ez utóbbiak a kórokozók inokulumforrásainak felhalmozódásával, az állati kártevők és gyomok jelentékeny elszaporodásával jelentős

növényvédelmi kockázatot jelentenek a megfelelően védett termőterületek számára is.

A hazai gyakorlatban egyre növekvő arányú az integrált termesztési és növényvédelmi programokba becsatlakozó termelők száma, bár a nyugati EU országokhoz viszonyítva még mindig nagyon magas a konvencionális termelői szféra aránya. Ugyanakkor a környezetkímélő termesztésben az öko növénytermesztés területi aránya csekély, 1-1,5 % körüli.

A hazai növényvédőszer-felhasználás szerkezete évtizedek óta megfelel a legfejlettebb EU országok gyakorlatának. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy ugyanazoknak a hatóanyagoknak a használatát közel egyidőben engedélyezik az EU-ban és Magyarországon. Bizonyos szempontból a hazai növényvédelem szigorúbb és szervezettebb, mint az Európai Unió többi országainak szabályozása. Erre tipikus példa a növényvédelmi szakmérnökökre épülő növényvédelmi gyakorlat alkalmazása. Számos nyugati országban ilyen típusú képzési forma nem ismert. Emellett a növényvédő szerek forgalmazási lehetőségeit is szigorúbb rendelkezések szabályozzák, mint az unió legtöbb országában.

Kihívások a növényvédelemben

Ha a növényvédelem kihívásait kellene csokorba gyűjteni, számtalan tényezőt lehetne lajstromba venni. A teljességre azonban itt most nem vállalkozhatunk, ezért mindössze néhány olyan elemet érintünk, amely most vagy a közeljövőben is fogja éreztetni hatását a hazai, ill. az európai növényvédelmi gyakorlatban. Ezek közé sorolható pl. a stagnáló, ill. csökkenő terményárak, az időjárási szélsőségek gyakoriságának növekedése, az új növényi károsítók megjelenése és térnyerése, a fokozódó rezisztencia-veszély és a környezetkímélő növényvédelmi technológia alkalmazási nehézségei.

1) A gyümölcstermesztés növényvédelmi lehetőségeit nagymértékben befolyásolják a termesztett növény produktumainak mindenkori **értékesítési árai** illetve az adott mezőgazdasági vállalkozás piaci pozíciói. Világtendencia a mezőgazdasági és kertészeti alaptermékek árának általános stagnálása, ill. egyes esetekben/országokban csökkenése.

2) Az **időjárási körülmények** mindig meghatározó szempontját képezték a növényvédelem alkalmazástechnikai és kijuttatás időzítési vonatkozásában. Az elmúlt időszakban az időjárási szélsőségek jelentősebb termesztési és növényvédelmi nehézségeket okoztak. Példaként említhetők az enyhébb telek, a késő tavaszi fagyok, a szélsőséges csapadékeloszlás egyes évjáratokban. Ennek eredményeként egyes károsítók jelentős mértékben felszaporodnak és agresszíven jelentkeznek, míg mások a megszokottnál sokkal kisebb számban vagy egyáltalán nem jelennek meg. Ez a megszokottnál sokkal flexibilisebb, az adott ökológiai környezethez is sokkal inkább alkalmazkodó növényvédelmi technológiát igényel, ellentétben az évek során jól megszokott és bevált növényvédelmi technológiai gyakorlattal.

3) Komoly technológiai nehézségeket és termesztési költségnövekedést jelent egyes új, eddig a hazai termesztési gyakorlatban nem ismert **növényi kórokozók és állati kártevők behurcolása** és azok sikeres adaptálódása. Ezek közül az elmúlt két évtizedben példaként említhető a gyümölcsstermesztésben az almatermésűek tüzelhalása (*Erwinia amylovora*), a keleti cseresznyelégység (*Rhagoletis cingulata*), az amerikai monília (*Monilinia fructicola*). E károsítók elleni védekezés új, eddig nem ismert növényvédelmi technológiai megoldásokat kíván meg a termelőktől, és súlyosbító tényező, hogy egyes esetekben (pl. *Erwinia amylovora*) a hatékony vegyszeres védekezés lehetőségei sem adóttak.

Egyre gyakoribb jelenség, hogy egyes őshonos károsítók súlyosabb kártételével is számolnunk kell. Ennek oka lehet, hogy a környezetkímélő technológiák során alkalmazott szelektív növényvédő szerek nem gyérítik eléggé az egyébként másodlagos ill. harmadlagos károsítóként fellépő fajokat, így azok a szokottnál sokkal nagyobb számban lépnek fel és a számuk gyérítésére rendelkezésre álló környezetkímélő lehetőségek nem kielégítőek. De találkozhatunk a károsítók biológiai jellemzőinek változásával is egyes ökológiai térségekben. Az alma ventúriás varasodásánál végzett debreceni székhelyű holland-magyar kutatásaink például igazolták, hogy az ivaros áttelelési forma mellett az ivartalan áttelelési forma is szerepet kap a kórokozó életciklusában enyhébb hazai teleket követően, amely a növényvédelmi technológiában is változásokat eredményezett (pl. Holb et al., 2004, 2005a).

4) A kémiai növényvédelem térnyerésével és a kémiai anyagok rendszeres gyakori használatával a károsító populációk egyes egyedei alkalmazkodnak a kijuttatott kémiai hatóanyagokhoz és ún. **rezisztens károsító egyedek** szelektálódnak ki. A kiszelektálódott egyedek populációja a továbbiakban kis érzékenységet mutat az adott hatóanyaggal szemben, de az sem ritka, hogy az adott a hatóanyaggal már nem is lehet őket elpusztítani. Ez a tény a kémiai növényvédelmet arra kényszeríti, hogy állandóan újabb és újabb hatásmechanizmusú készítményeket jelentessen meg a védekezésben. Ez egyfajta soha véget nem érő harcot szül a károsító és a szakember között. A kémiai növényvédelem első alkalmazása óta újabb és újabb peszticid hatóanyagoknál tapasztalnak jelentős vagy teljes hatáscsökkenést. A peszticid-rezisztencia megelőzésére és kivédésére sok esetben tettek kísérletet. Az eredmények mára igazolják, hogy a rezisztencia kialakulás megakadályozásához/csökkentéséhez komplex stratégiai eljárás szükséges. Különösen veszélyeztetettek a specifikus, egy hatáshelyű, felszívódó peszticidek. Általánosan a következő stratégiák javasolhatók a peszticid-rezisztencia elkerülésére.

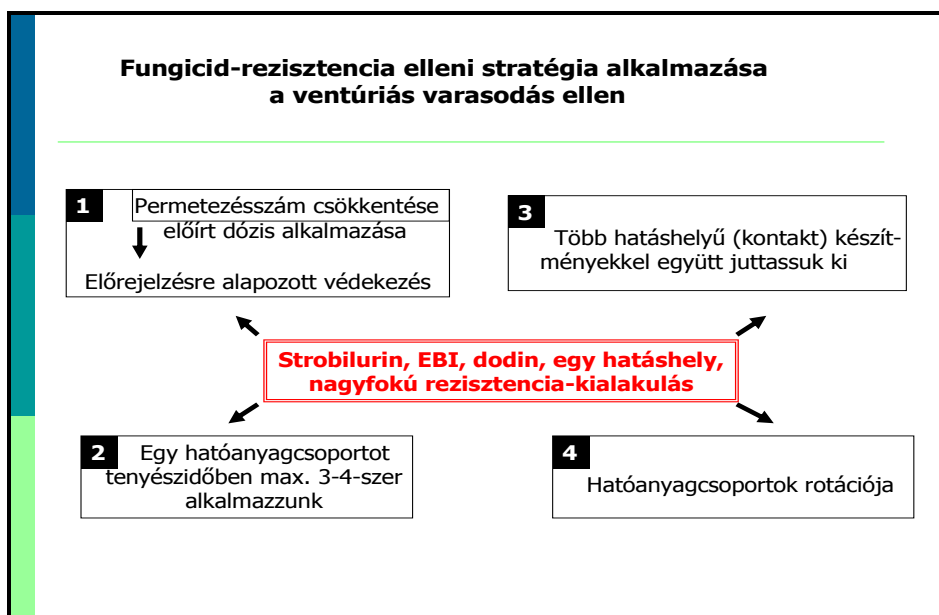
- A szelekciós nyomást ne növeljük. Minél kevesebbet permetezzünk. Ne csak kémiai eljárásokat alkalmazzunk a károsító elleni védekezésben.
- A készítmények túl-, ill. alul-dozírozását kerüljük.
- Kerüljük azonos hatóanyagcsoport gyakori és egyoldalú alkalmazását.
- A hatóanyagcsoportok rotációszerű alkalmazásánál vegyük figyelembe, hogy olyan hatóanyagcsoportokat is alkalmazzunk, amelyek több hatáshelyűek.

Az eredményes rezisztencia-ellenes stratégia megoldáshoz több szakmai szervezetet is életre hívtak, amelyeket főbb peszticid-csoportonként alkottak

meg (pl. fungicidekre a FRAC = Fungicide Resistance Action Committee, inszekticidekre az IRAC = Insecticide Resistance Action Committee, a herbicidekre a HRAC = Herbicide Resistance Action Committee). Ezek a szakmai szervezetek az előbbi általános szabályozáson túl specifikusan károsítókra adják javaslataikat és pl. maximálják egyes hatóanyagcsoportok kijuttatását a tenyészidőben.

Számos esetben a peszticid-rezisztencia ellenes stratégiák betartása önmagában nem elegendő ahhoz, hogy egy hatóanyagcsoportot meg tudjunk védeni a rezisztencia kialakulásától. Erre eklatáns példa az almatermesztésben a ventúriás varasodás elleni kémiai védekezésben alkalmazott rezisztencia-ellenes stratégia gyakorlata (2. ábra). A kórokozó elleni védekezésben használható hatékony hatóanyagcsoportok döntő többsége maximum 4-szer használható a tenyészidőben a FRAC szabályozása szerint. Viszont csapadékos évjáratban fogékony almafajtán a termelő rendelkezésre álló hatóanyagcsoportok FRAC szabály szerinti használata mellett nincs módja annyiszor permetezni, ahányszor azt a kórokozó fertőzési jellemzői megkívánák. Ez egyértelműen kórokozóval szembeni rezisztencia-kialakulását segíti elő egyes hatóanyagcsoportoknál (pl. EBI fungicidek, strobilurinok).

A peszticid-rezisztencia kialakulását eredményezi az EU „cut of criteria” szabályozásában fellelhető növényvédő szer visszavonási rendszer is, hiszen szűkül a választható hatóanyagok köre, ezzel a termelő kényszerpályára kerül, és még többször fogja használni az azonos hatóanyagokat a tenyészidőben, mint a jelenlegi jogi szabályozás mellett. Ezzel a termelőknek ajánlott eddigi **rezisztencia-ellenes** stratégia megvalósíthatatlanná válhat, és egyértelműen fokozódik a rezisztencia veszély.



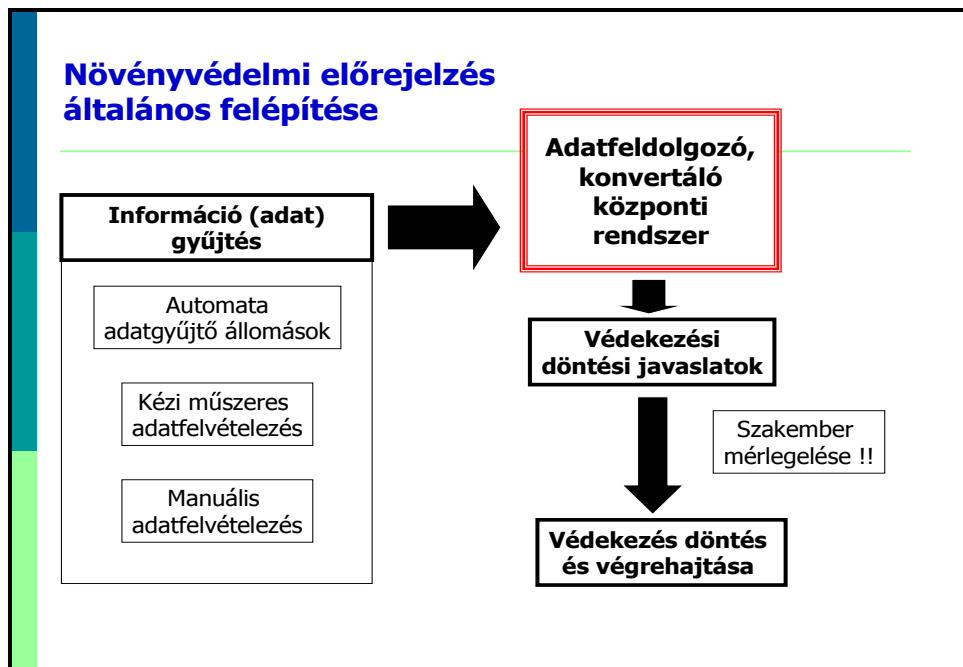
2. ábra: A FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) rezisztencia ellenes stratégia alkalmazása az alma ventúriás varasodás ellen (Forrás: Holb, 2002)

5) A **környezetkímélő termesztés és növényvédelem** sikeres alkalmazása az előbbieken felvázolt peszticid-rezisztencia elleni stratégia nehézségeire is gyógyírt jelenthetne, amellyel a vegyszeres növényvédelem egyéb környezet-terhelési és humán-egészségügyi vonatkozásaiban is döntő szerepet játszik.

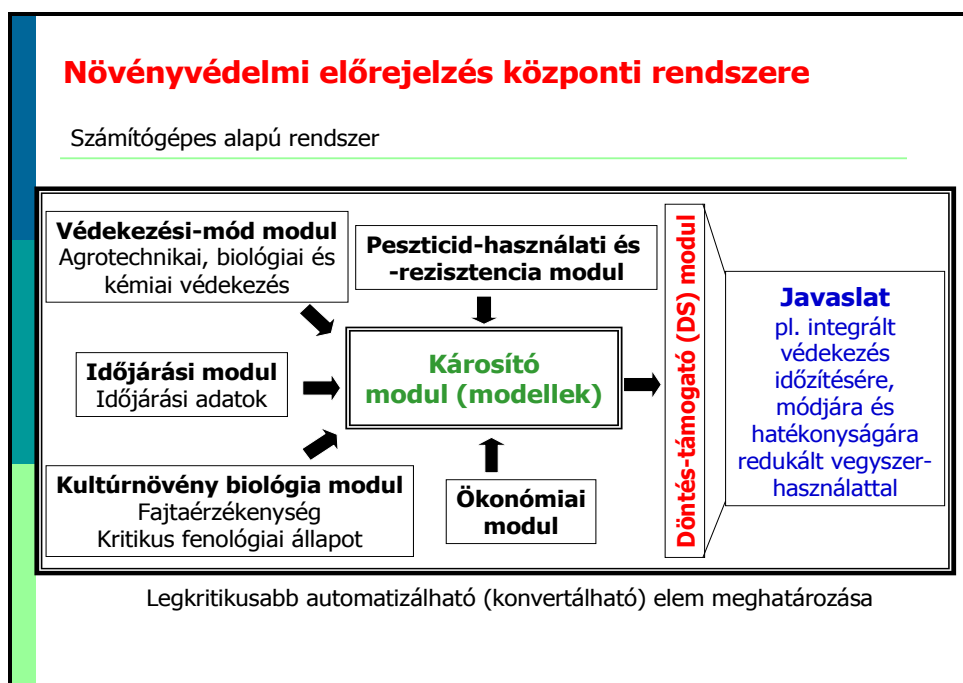
A fentiekben vázolt integrált és ökotermesztési különbségek is igazolják, hogy a rendelkezésre álló környezetkímélő – de főként öko – termesztési módszerek hatékonysága kicsi, és különösen a növényvédelemben súlyos a helyzet, ahol az ökonövényvédelmi lehetőségek nem, vagy csak nehezen tudnak versenyezni a hatékony, konvencionális kémiai módszerekkel (pl. Holb 2005ab, 2008).

Az integrált termesztési rendszerben engedélyezett hatékony kémiai növényvédő szerek száma szerény, amelyet súlyosbít az utóbbi időszak készítmény visszavonásai is. A kémiai védekezést helyettesítő növényvédelmi módszerek alkalmazása korlátozott, amely döntően azok kis biológiai hatékonyságára vagy a módszerek költségességére vezethető vissza. Az integrált termesztésben a kémiai védekezés hatékonyságát szolgáló prognosztika kulcsszerepet játszik az integrált növényvédelem sikerében, azonban a precíz előrejelzésre épített növényvédelmi gyakorlat csak kevés hazai kertészeti vállalkozásban lelhető fel. Napjaink növényvédelmi előrejelzése már elektronikus szenzorokhoz és számítógépes adatfeldolgozási rendszerekhez kapcsolódik. Ennek pozitív jelei láthatók a hazai élelmiszer-termesztői gyakorlatban is, de a jelenlegi nyugat-európai kutatói és termelői gyakorlatot ezen a téren nem éri el. Nyugat-Európában ún. növényvédelmi előrejelzési rendszerek működnek (3. ábra), amelyek központi része több alegységből, modulokból épül fel (4. ábra). A modulok „lelke” alkalmazott matematikai modelleket és algoritmusokat tartalmaz, természetesen biológiai információkra, szenzorok detektálásaira és adatfelvételezésekre alapozottan. A modulok akkor működnek jól, ha ezek az alapinformációk kellőképpen precízek. Debrecenben végzett kutatómunkánk során a nyugat-európai növényvédelmi előrejelzési rendszereket fejlesztettük tovább a gyümölcsstermesztésben, egyrészt több feltáratlan biológiai alapinformáció beillesztésével, másrészt a modulok környezetkímélő rendszerekre – pl. ökotermesztési feltételekre – történő specializációjával (pl. Holb et al., 2005b; 2011; Holb 2009).

Az ökotermesztésben a növényvédelem számos nehézséggel küzd. Legsúlyosabb problémát az jelenti, hogy a legjelentősebb kórokozók és állati ártevők ellen nincs megfelelően hatékony készítmény ill. védekezési módszer. Például a növénykórokozó gombák elleni védekezés döntően a kis biológiai hatékonyságú kén- és rézkészítményekre alapozódik. Ráadásul az elmúlt években a réz által okozott környezeti terhelés miatt, a rézkészítmények számos nyugat-európai országban visszavonásra kerültek, vagy használatukat jelentősen korlátozzák. A rézkészítmények európai ökotermesztésben történő helyettesítését a debreceni székhelyű EU-s kutatási eredményeink tették lehetővé (pl. Holb és Heijne, 2001; Holb et al., 2003, Holb és Schnabel, 2005).



3. ábra: A növényvédelmi előrejelzés általános felépítése (Forrás: Holb, 2005a)



4. ábra: A növényvédelmi előrejelzés központi (modulokból felépülő) rendszere (Forrás: Holb, 2005a)

Az állati kártevők elleni ökonövényvédelemben sem kedvezőbb a helyzet, ahol néhány kiváló biológiai preparátum jelenti a védekezés alapját, azonban ezek hatékonysága jelentősen alulmarad a hagyományos rovarölő szerekhez képest. Jelenlegi ökonövényvédelmi lehetőségek még rendkívüli termelői kockázatot jelentenek, így az ökotermesztés csak jelentős fejlesztést követően lehet olyan széleskörű termesztési koncepció, amelyre oly módon lehet az élelmiszer-ellátást építeni, mint napjainkban az integrált termesztés produktumaira.

Pozitív irányultságot jelent a környezetkímélő növényvédelemben az, hogy az elmúlt évek kutatási eredményeink kapcsán is egyre több és egyre hatékonyabb nem-kémiai növényvédelmi módszer lát napvilágot pl. a gyümölcsstermesztésben (pl. Holb, 2005b, 2006, 2013; Holb et al., 2014, Holb és Scherm, 2007). A hagyományosan kémiai növényvédelemre alapozott mamutvállalatok is a környezetkímélő növényvédő szerek gyártása felé fordulnak és egyre nagyobb arányú a biológiai preparátumok gyártása is.

Mindenképpen kiemelendő, hogy az elmúlt évtizedekben a sejt és molekuláris szintű biológiai kutatások valamint a kémiai analitikai kutatások számos eredménye sikeresen beépült, sőt esszenciális részévé vált, a környezetkímélő növényvédelmi gyakorlatnak. Ennek kiváló példái i) a károsítókra ellenálló/toleráns növényfajták mind nagyobb száma, vagy ii) egyes rovarcsoportok elleni védekezésben használt feromonok széleskörű elterjedése, mint pl. előrejelző csapdák a növényvédelmi prognosztikában, és mint pl. légtértelítési technika a védekezésben.

Jövőbeni kilátások

A kutatásban egyre inkább a sejt és molekuláris biológiai szintű növényvédelmi kutatások térnyerése tapasztalható és az alaptudományokkal való szorosabb összekapcsolódás a jellemző. A világ növényvédelmi vonatkozású intézeteiben (egyetemek, kutatóhelyek) két fő irányt fogalmaznak meg: az egyik a termelői problémák közvetlen megoldására irányuló rövid- és középtávú alkalmazott kutatások, a másik az inkább elméleti kérdések megoldására irányuló hosszabbtávú alapkutatási szintű kutatás, ahol a munkahipotézis megoldásában a károsító szervezet/gazdanövény/környezet kapcsolatának alapkérdései merülnek fel és sok esetben a vizsgált károsító szervezet leginkább biológiai modellszerzetként van jelen a kutatásban.

A számos ökológiai, gazdasági és társadalmi kihívás miatt, a gyakorlati növényvédelem sokkal erőteljesebb szakmai kreativitást fog igényelni a jövőben, és sokkal inkább el kell majd szakadnia a vegyszeres növényvédelmi koncepciótól. Sokkal több nem-kémiai védekezési lehetőséggel és az egyéb termesztéstechnológiai elemek hatékonyabb kihasználásával kell majd a növényvédelmi technológiák kidolgozásánál gondolkodnunk. Nagyon fontos szerepet fog kapni az adott ökológiai mikrokörnyezetre adaptált növényvédelmi módszerek/ lehetőségek kihasználása. Egyre inkább egy komplexitásában tért nyelő környezetóvó növényvédelemé a jövő, amely a technikai-technológiai újdonságok messzemenő kihasználására kell, hogy felépüljön. Számolni kell a nem-kémiai eszközökre

építő növényvédelem térnyerésével, valamint a precíziós előrejelző és döntéstámogató rendszerek elterjedésével, de fontosabb szerepet fog kapni a jövőben a növényvédő szerek rezisztencia monitoringja is, melyek kutatási és fejlesztési bázisait debreceni kutatási programjainkban a jövőben is képviseltetjük.

Hosszú távú, megbízható növényvédelmi jövőképet a jelenlegi termesztési és gazdasági helyzetben különösen kritikus megfogalmazni. A hosszú távú trend azonban az, hogy a növényvédelem továbbra is a fenntartható gazdálkodási modellt kell, hogy kövesse. Ez az elkövetkező időszakban is a kémiai eredetű szintetikus peszticidek fokozatos visszaszorulását és a nem-kémiai növényvédelmi eszközök fokozatos térnyerését kell, hogy eredményezze.

Irodalom

- Holb I (szerk.) Az alma ventúriás varasodása. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, pp. 144. (2002)
- Holb I (szerk.) A gyümölcsösök és a szőlő ökológiai növényvédelme. Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 343. (2005a)
- Holb IJ Effect of pruning on apple scab in organic apple production. PLANT DISEASE 89: 611-618 (2005b)
- Holb IJ Effect of six sanitation treatments on leaf litter density, ascospore production of *Venturia inaequalis* and scab incidence in integrated and organic apple orchards. EUROPEAN JOURNAL OF PLANT PATHOLOGY 115 (3): 293-307 (2006)
- Holb IJ Timing of first and last sprays against apple scab combined with leaf removal and pruning in organic apple production. CROP PROTECTION 27: 814-822 (2008)
- Holb IJ Fungal disease management in environmentally friendly apple production. A review ADV SUSTAIN AGRIC 2: 219-293 (2009)
- Holb I J, Effect of sanitation treatments on leaf litter density and leaf spot incidence in integrated and organic sour cherry orchards. PLANT DISEASE 97: 891-896. (2013)
- Holb IJ, Balla B, Abonyi F, Fazekas M, Lakatos P, Gall J M Development and evaluation of a model for management of brown rot in organic apple orchards. EUROPEAN JOURNAL OF PLANT PATHOLOGY 129: 469-483. (2011)
- Holb IJ, de Jong PF, Heijne B Efficacy and phytotoxicity of lime sulphur in organic apple production. ANNALS OF APPLIED BIOLOGY 142: 225-233. (2003)
- Holb IJ, Heijne B Evaluating primary scab control in organic apple production. GARTENBAUWISSENSCHAFT 66: 254-261. (2001)
- Holb IJ, Heijne B, Jeger MJ Overwintering of conidia of *Venturia inaequalis* and the contribution to early epidemics of apple scab. PLANT DISEASE 88: 751-757. (2004)

- Holb IJ, Heijne B, Jeger MJ The widespread occurrence of overwintered conidial inoculum of *Venturia inaequalis* on shoots and buds in organic and integrated apple orchards across the Netherlands. *EUROPEAN JOURNAL OF PLANT PATHOLOGY* 111: 157-168. (2005a)
- Holb IJ, Heijne B, Withagen JCM, Gáll JM, Jeger MJ Analysis of summer epidemic progress of apple scab in different apple production systems in the Netherlands and Hungary. *PHYTOPATHOLOGY* 95: 1001-1020. (2005b)
- Holb IJ, Scherm H Temporal dynamics of brown rot in different apple management systems and importance of dropped fruit for disease development. *PHYTOPATHOLOGY* 97: pp. 1104-1111. (2007)
- Holb IJ, Schnabel G Comparison of fungicide treatments combined with sanitation practices on brown rot blossom blight incidence, phytotoxicity, and yield for organic sour cherry production. *PLANT DISEASE* 89: 1164-1170. (2005)
- Holb IJ, Vasileiadis VP, Vámos A Effect of sanitation treatment and cultivar on saprophytic development of *Blumeriella jaapii* in integrated and organic sour cherry orchards. *AUSTRALASIAN PLANT PATHOLOGY* 43:439-446. (2014)