



Labancz Hoffmann Éva
fejlesztőmérnök

Gyomirtószer-rezisztencia – Versenyfutás az idővel

Egyre több tudományos munka, szakmai előadás, ismeretterjesztő cikk foglalkozik hazánkban is a növényvédőszer-rezisztencia kérdéskörével, mely problémával a növényvédelem mindhárom fő szakterülete (gyom, rovar, gomba) egyaránt érintett. Az ALS-gátlókra rezisztens fenyércirok, a piretroid rezisztens repcefénybogár, a strobilurin rezisztens szőlőliszttharmat megjelenése is továbbgondolásra ösztönzi mind a növényvédő szer gyártókat, mind a gazdákat.

A rezisztencia kezelése tulajdonképpen versenyhelyzet ember és károsító között (legyen az rovar, gomba vagy gyom). Ki alkalmazkodik jobban a megváltozott körülményekhez?

Túlzás nélkül állíthatom, hogy neheztelt terepen küzdünk. A gazdáknak meg kell felelni a törvényi előírásoknak, a globális klímaváltozásból adódó újabb kihívásoknak, szem előtt kell tartani a talajok védelmét, az integrált növényvédelmet és mindemelett fő cél a gazdaságos termelés. Olyan elvek, szabályok közt kell működni, amelyek sokszor szembe mennek egymással. Ezenfelül az érvényben lévő növényvédőszer-engedélyezési rendszer következtében egyre kevesebb az aktív hatóanyag, hatóanyagcsoport, miáltal szűkül a rothálható, eltérő hatásmechanizmusú hatóanyagok száma is.

A REZISZTENS GYOMOK PROBLÉMAKÖRÉT EGY-KÉT HAZAI PÉLDÁN KERESZTÜL SZERETNÉM ÉRZÉKELTETNI

A rezisztens gyomok közül hazánkban a legnagyobb „karriert” a szulfonil-karbamidokkal szemben ellenálló fenyércirok (*Sorghum halepense*) futotta be. Tolna megyéből 15 éve érkezett az első jelzés, hogy a foramszulfuronnal, illetve a nikoszulfuronnal végzett kezelést követően a fenyércirok életben maradt. Az elmúlt másfél évtized elegendő volt ahhoz, hogy több megyében is az egyik legnagyobb kihívást jelentse a rezisztens fenyércirok jelenléte a gazdáknak. Továbbá az a tény sem megnyugtató, hogy Olaszországban és a határainkhoz közel Szerbiában is megjelent a speciális egyszikű irtókkal szemben rezisztens fenyércirok, illetve a tengerentúlon a glifozát rezisztens fenyércirok, előrevetítve a várható további kihívásokat.

Nemcsak a szántóföldi kultúrák, hanem az ültetvények is érintettek a herbicidrezisztenciával, hiszen az ültetvényekben kialakuló

monokultúrás gyomviszonyok és az egyoldalú gyomirtó szer használat fokozottan kedvez a rezisztens biotípusok megjelenésének. A Balatonboglári borvidéken négy éve Vukovics László hívta fel a figyelmet arra, hogy az eddig jól megszokott glifozát hatóanyag hatástalan a betyárkóró (*Conyza canadensis*) ellen. A glifozát rezisztencia azóta bizonyításra is került, és a helyzet jelentőségét mutatja, hogy a probléma a kisebb szőlősgazdák számára is jól ismert.

Bár már a fenti két példa is elegendő ahhoz, hogy észleljük a potenciális fenyegetettséget, a teljesség kedvéért még egy tanulságos hazai példát kívánok ismertetni. Dél-Baranya térségéből érkezett jelzés, hogy az olasz szerbtövist (*Xanthium italicum*) és a karcsú disznóparéjt (*Amaranthus powelii*) az eddig megszokott ALS-gátló hatóanyag-tartalmú készítmények nem irtják megfelelően. Az életben maradt, magot érlelő gyomnövényekből magot gyűjtöttek, majd tenyészedényes vizsgálatokkal igazolták mindkét gyomnövény esetében az imazamox és a tifenszulfuron-metil rezisztenciát. Az ALS-gátlóra rezisztens olasz szerbtövis ellen szójabab egyedül a tartamhatással nem rendelkező bentazon maradt, mint potenciálisan bevethető hatóanyag. A rezisztens biotípus egyelőre jól lokalizálható Kölked-Béda térségére, viszont kiemelt figyelmet kell fordítani arra, hogy gyommag a térségből ne kerüljön ki sem művelőeszközzel, sem szennyezett vetőmag formájában.

Az evolúciós versenyt csak abban a helyzetben nyerhetjük meg, ha ismerjük az ellenfelet, ebben az esetben a hajlamosító tényezőket, és ennek megfelelően próbáljuk lehetőség szerint megelőzni, de nagy valószínűség szerint csak elodázni a törvényszerűen bekövetkezendő folyamatot. A következőkben ismerjük meg a versenyfűtársat.

MIT JELENT A REZISZTENCIA?

A rezisztens gyom fogalma nem egyenlő a nehezen irtható, veszélyes, nagy gazdasági kárral fenyegető gyomfaj fogalmával.

A rezisztencia (ellenálló képesség) általánosságban az élőlények azon tulajdonsága, amelynek révén az őket érő káros hatásokat kivédi, közömbösíti. A herbicidrezisztencia egyoldalú herbicidnyomás hatására egy faj populációiban kialakuló azon öröklődő tulajdonság, melynek köszönhetően az eddig érzékeny gyomnövények ellenállónak válnak az adott herbiciddel, vagy azonos hatásmechanizmusú herbicidcsoportokkal szemben.

HOGYAN ALAKUL KI A REZISZTENCIA?

A rezisztenciát nem a herbicidek alakítják ki, a növényekben bekövetkező spontán mutáció természetes evolúciós folyamat. A herbicidrezisztencia kialakulása növeli az adott növény túlélési esélyeit, ezáltal alkalmazkodik a növény egy kellemetlen körülményhez, ami ebben az esetben a gyomirtó szeres kezelés. A herbicidrezisztens növények túlélnek a kezelést, virágot, majd termést hoznak. A rezisztenssé vált gyomnövény egyedeket rezisztens biotípusnak nevezzük. Idővel egy-egy rezisztens növényből először kevert, majd később rezisztens állomány alakulhat ki.

A HERBICIDREZISZTENCIA TÍPUSAI

A herbicidrezisztencia osztályozásában nem egységes a szakirodalom. A hatáshely (target-site) rezisztencia fogalmát viszont azonosan kezelik a világon, talán mert ez a legkönnyebben azonosítható rezisztenciátípus.

A szisztémikus herbicidek a kijuttatást követően a gyomnövényben felszívódnak, transzlokálódnak, majd eljutva a hatáskifejtés helyéhez, a célszerekkel kapcsolatba lépnek. A herbicid aktív hatóanyaga, azáltal, hogy az enzimhez kapcsolódik, blokkolja annak működését, és közvetve gátolja a különböző életfolyamatokat.

Ha ez a folyamat valahol sérül egy örökletes változás következtében, akkor kialakul a rezisztens gyomnövény. A rezisztenciának a legegyszerűbb és a legjobban detektálható formája a hatáshely (target-site) rezisztencia, amikor is az adott hatóanyag hatásának helyén következik be a módosulás. A gyomnövények genetikai anyaga természetes mutációval változhat. A mutáció – akár egy nukleotidcsere következtében – megváltozott szerkezetű enzim-molekulát eredményezhet, amelynek következtében a hatóanyag már nem tud kapcsolódni az enzimhez. Így az eddig hatékony herbicid elveszíti a hatását, képes a gyomnövény életben maradni és tovább szaporodni.

Az ALS-gátlókkal szemben kialakult rezisztenciának is ez az egyik alapja. Az amerikai kontinensen a glifozátrezisztens gyomnövények nagyszámú megjelenése is hatáshely-rezisztenciára vezethető vissza. A tengerentúlon glifozátrezisztens transzgenikus növények termesztése engedélyezett, így a monokultúrában termesztett kukoricában, mind a gyapotban, egyaránt az állománykezelést glifozátra alapozzák. (Pontosabban alapozták, a glifozátrezisztens gyomnövények megjelenéséig.)

A hatáshely-rezisztencia megjelenésének egyértelműen kedvez a monokultúrás termesztés, az azonos hatásmechanizmusú hatóanyagok rendszeres alkalmazása és a szisztémikus herbicidekre alapozott gyomirtási technológia. Magyarországon a már a bevezetésben említett szulfonil-karbamidokkal szemben ellenálló fenylécirkot is egy monokultúrás kukoricatáblában találták meg, ahol a mintagyűjtést megelőző hét évben a kukoricát nikoszulfuron hatóanyagú készítménnyel gyomirtották. A későbbi vizsgálatok alapján bebizonyosodott, hogy a túlélő fenylécirkok foramszulfuron és rimszulfuron hatóanyagokkal szemben egyaránt rezisztensek. Ezt hívják keresztrezisztenciának. Keresztrezisztencia esetén egy

gyompopuláció rezisztens két vagy több különböző kemikáliával szemben, amelyeknek vagy azonos a hatáshelye, vagy ugyanaz az enzimszisztéma bont le. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy nem elég, ha a gazda másik hatóanyagra vált, hanem hatóanyagcsoportot kell váltania ahhoz, hogy megfelelő hatékonyságot kapjon.

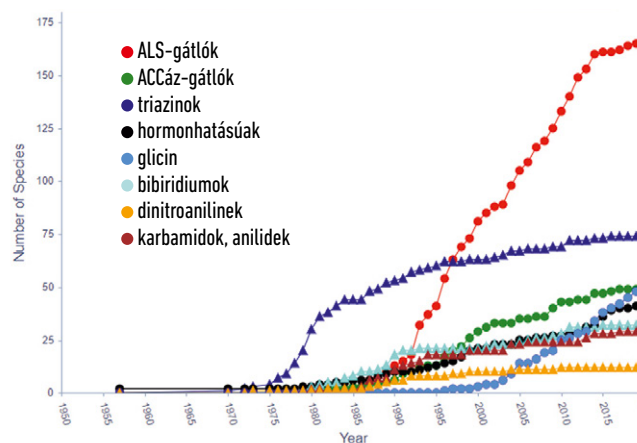
A hatáshely-rezisztencia esetében a pontmutáció hatására a rezisztens gyombiotípus egyik pillanatról a másikra alakul át ellenállónak a herbiciddel szemben és a herbicid hatástalanná válik.

A nem hatáshely (non-target-site) rezisztencia az, ahol nem a hatáshelyen következik be az elsődleges változás. Ebben az esetben a herbicidekkel szembeni érzékenység csökkenése fokozatosan következik be. Ez több okra vezethető vissza, gátlódhat a hatóanyag felszívódása, a növényen belüli szállítódása, vagy a leggyakoribb folyamat, hogy az ellenálló gyomok fokozott anyagcserével rendelkeznek, és lebontják a hatóanyag molekulát, mielőtt az kifejthetné a hatását (metabolikus rezisztencia). A herbicidkezelést követően a szerre érzékeny növény elpusztul, de azok az egyedek, amelyek fokozott anyagcserével rendelkeznek, képesek a gyomirtó szert lebontani.

Általában a metabolikus rezisztenciával rendelkező gyomon a herbicidkezelést követően a gyomirtószercsoportra jellemző tünetek ugyan először megjelennek, de idővel a kezelt gyomok túlélnek a kezelést, és magot érlelnek.

Ennek a rezisztenciátípusnak egyértelműen kedvez az előírtnál alacsonyabb dózisok használata, valamint a rosszul időzített, megkésett kezelés. A gyakorlatban viszonylag gyakran alkalmazott osztott kezelés is a metabolikus rezisztencia kialakulásához vezethet.

1. ábra: a különböző herbicidcsoportokban a rezisztens gyomok számának időbeni növekedése HEAP (2020) nyomán <http://weedsience.org>



MI BEFOLYÁSOLJA A REZISZTENCIA KIALAKULÁSÁT?

A rezisztencia kialakulását nagyban befolyásolja a gyomnövény genetikailag meghatározott túlélési stratégiája. Minél nagyobb a magmennyiség, annál nagyobb a rezisztenciát kialakító mutációk esélye. Amennyiben a magok rövid ideig őrzik meg életképességüket a talajban, az is a rezisztencia kialakulásának esélyét növeli, mivel a talaj gyommagkészlete erős pufferhatást gyakorolhat, ami késlelteti a rezisztencia kialakulásának mértékét. Rövid életképességű magoknál a pufferhatás mértéke csökken.

TÁMOGATÓK

HORSCH
Mezőgazdaság szervenéllyel

proteus

CORTEVA
agriscience

SUMIAGRO

A fenti tulajdonságok alapján nagy általánosságban kijelenthető, hogy a gyomok közül a magról kelő egyszikűekben alakul ki a legkönnyebben rezisztencia, mivel genetikailag változékonyak, nagy maghozammal rendelkeznek és a talajban hamar, pár év alatt elvesztik csírázókéességüket.

A rezisztencia kialakulását befolyásolja a növényvédő szer szelekciós nyomása is. A perzisztens készítményeknél, illetve a szisztémikus készítményeknél nagyobb, mint a nem perzisztens és kontakt hatású gyomirtó szereknél. Továbbá meghatározó a rezisztencia kezdeti gyakorisága is, ami az ALS-gátló készítmények esetében a legnagyobb.

MILYEN JELEKBŐL KÖVETKEZTETHETÜNK A REZISZTENS BIOTÍPUS MEGJELENÉSÉRE?

- A rezisztencia kialakulására az alábbi tényezők utalhatnak:
- Amennyiben a gyomirtás időzítése megfelelő volt, de hatása elmaradt az előző évektől, és a kezelést követően az alkalmazott készítmény spektrumába tartozó gyomfajt hagyott meg, akkor felmerülhet egy rezisztens biotípus megjelenése az adott területen.
 - További figyelmet érdemel, ha a kezelt területen szabálytalan formájú gyomfoltok maradnak.
 - Fokozott veszélyt jelent, ha több éven át azonos hatásmechanizmusú herbicidet alkalmazunk.

Rezisztencia gyanújakor célszerű azonnal az illetékes megyei Növény- és Talajvédelmi Hatósággal felvenni a kapcsolatot, ahol segítséget tudnak nyújtani a rezisztenciagyánú megerősítésében vagy kizárásában, valamint a további célirányos lépések meghatározásában.

2. ábra: védekezés a herbicidrezisztencia kialakulásával szemben

Észszerű vetésváltás, monokultúra elkerülése
Kombinációkban eltérő hatásmechanizmusú hatóanyagok használata
Lehetőleg szisztémikus hatóanyagkontakt hatóanyaggal való kombinálása
Előírt dózisok betartása
Szerrotáció
Gyommagmentes vetőmag
Integrált gyomszabályozásban rejlő lehetőségeket használjuk ki

HOGYAN VEHETJÜK FEL A HARCOT?

- Rövid válasz: az integrált gyomszabályozás alkalmazásával. A gyomszabályozásban biológiai módszerek még csak nagyon szűkösen állnak rendelkezésre, de az agrotechnikai és mechanikai módszerek alkalmazása elengedhetetlen.
- Agrotechnikai módszerekhez tartozik a megfelelő vetésforgó alkalmazása. Fontos a jó versenyképességű fajták vetése, továbbá lehet próbálkozni a vetésideő és a vetőmagmennyiség változtatásával is.
- Mechanikai módszerekhez tartozik a talajművelés. A forgatás nélküli talajművelésre való átállás – a talajra gyakorolt pozitív hatása mellett – fokozza a rezisztencia kialakulásának kockázatát.
- A rezisztencia kialakulása elkerülhető, vagy késleltethető eltérő hatásmechanizmusú gyomirtó szerek tankkeverékben vagy gyári keverékben való kijuttatásával.
- Fokozott figyelmet kell fordítani a rezisztens szaporító képletek továbbterjedésének megakadályozására is.

ELGONDOKODTATÓ

Szakirodalmi adatok alapján az ALS-gátló készítmények három-öt évi rendszeres használatának következtében megjelenhetnek rezisztens biotípusok egy-egy gyompopulációban. Hogy mennyire nem légből kapott ez a 3-5 éves adat, azt alátámasztja, hogy az első ALS-gátlókra rezisztens biotípust 5 évvel az első ALS-gátló hatóanyag bevezetését követően az USA-ban mutatták ki.

Ha gyorsan átfutjuk, hogy ALS-gátló készítményt milyen kultúrákban lehet alkalmazni, mindjárt érezhetjük ennek a veszélyét. ALS-gátló készítményt alkalmazhatunk kalászosokban, kukoricában, imidazolinon- (IMI) és tribenuron-metil- (SU) ellenálló napraforgóban, burgonyában, szójában, repcében és cukorrépában egyaránt. Innen kezdve elgondolkodtató, hogy mennyire valósul meg a hatóanyagcsoport rotáció? A gyomirtó szer választásánál figyelembe vesszük a készítmény árát, a hatásspektrumát, az esetleges fajtaérzékenységet, a talajviszonyokat stb. Kérdés, hogy a rezisztencia kialakulásának szempontja a készítményválasztás során egyáltalán megjelenik-e?

VÉGSŐ KONKLÚZIÓ

Murphy ide vonatkozó törvénye alapján „ami kialakulhat az ki is alakul”. A továbbiakban a kérdés az, hogy milyen sikerrel tudjuk felvenni a versenyt, mennyire tudunk figyelni a jelenlegi készítményeinkre, milyen gyorsan tudunk reagálni egy adott problémára, és hogyan tudjuk lokalizálni a problémát.

Labant-Hoffmann Éva
fejlesztőmérnök, Növénypatyka Kft.

/A sorozat az Dr. Ujvárosi Miklós Gyomismereti Társaság szakmai támogatásával valósul meg./