

MIKROSZKOPIKUS GOMBÁK HADRENDBE ÁLLÍTÁSA



Gombákkal a gyomok ellen? Elsőre talán sokan elírásnak vélik e felvetést, pedig a gyomnövények természetes ellenségeinek felhasználása a biológiai védekezés terén évtizedek óta vizsgált téma. Napjaink kutatásai is azt igazolják, hogy eredményes lehet a gyomokkal szembeni harc a rajtuk megtalálható kórokozó gombák segítségével, bár a jelenlegi módszerek körében csak szerény szerep jut a mikoherbicideknek. Holott ezeknek a természetben is jelen lévő mikroszkopikus méretű gombáknak a felhasználásával praktikus, biztonságos és környezetkímélő módon lehetne a gyomszabályozást – legalább részben – elvégezni.

Kultúrnövényeink termésvesztéseiben meghatározó szerepük van a gyomnövényeknek, ennek körülbelüli mértéke mintegy 10 százalékos. Az általuk okozott károsodások több formában érvényesülnek: a tápanyagért és vízárt folytatott versengés (kompetíció) a kultúrnövényekkel, bőséges magtermelés, amely jelentősen növeli a talaj gyommagkészletét, a termés minőségének rontása (például szorult gabonaszemek), de a vetőmagvak tisztításának nehézségeire, költségeire is gondolhatunk. A ma alapvetően követett integrált gyomszabályozás – ismertebb néven a gyomirtás – rendszerében megkülönböztetünk mechanikai, fizikai, kémiai és biológiai védekezési lehetőségeket.

A herbicidek népszerűsége

A gyomirtó szerek a fél évszázadra visszanyúló bevezetésüket követően népszerűvé váltak, s a kémiai védelem mind a mai napig a gyomszabályozás fő eszköze. A herbicidek (*herba*: 'fű, növény, gyom'; *caedere, cecidi, caesus*: 'megöl', s ebből: *-cid*: 'ölő') sikerre nem véletlen, hiszen e szerek viszonylag olcsók, megbízható eredményeket hoznak (néhányuk hatékonyságához azonban a kijuttatást követően csapadék szükséges), és a teljesítményük is rendszerint állandó.

Am nem tagadhatók negatív hatásai, amelyek veszélyesebbek lehetnek az élő környezetünkre nézve. Példaként említhető a szerek elsodródásának kockázata, s ezzel egy másik, például a szomszédos kultúrát káro-



Hólyagos képletek az Ustilago trichophora üszöggombával fertőzött közönséges kakaslábfűn

sítják, esetleg a vegyszermaradék megjelenése a termésben, fennmaradása a talajban, továbbá szennyezője lehet a természetes vizeinknek, valamint kialakulhatnak herbicid-rezisztens egyedek, majd a hatóanyagra ellenálló teljes gyompopulációk. Ez csupán néhány tényező, mely további vizsgálatokra készítette a kutatókat, hogy újragondolják a herbicidek alkalmazásának előnyeit és a bennük rejlő kockázatokat. Az előzők tükrében egyre sürgetőbb a készletes egyéb, alternatív megoldások kidolgozására. Így ötlött fel a gondolat a biológiai védekezésen be-

lül a növényi kórokozók gyomnövények elleni felhasználására, amely egyfajta potenciális lehetőséget ad a környezetkímélő védekezésre.

A természetes úton, biológiai védekezésre felhasználható mikroorganizmusokat, illetve azok bioaktív vegyületeit már több évtizede vizsgálják annak érdekében, hogy felválthassák velük a szintetikus hatóanyagú növényvédő szereket. Több esetben a megfelelő hatékonyság hiánya, olykor az egyetlen szántóföldi teljesítményük következtében nem kerültek be a növényvédelem piacára. Manapság a technológia fejlődése és a sok alapkuta-

tásból származó ismeret birtokában egyre inkább pozitív irányba változik a biológiai növényvédők szereke – a bioherbicidek – megítélése. Noha a mikroorganizmusokat világ-szerte egyre nagyobb arányban használják fel ilyen célra, részesedésük a teljes növényvédőszer-piaci forgalomban azonban máig nagyon csekély. Közülük a *miko-herbicidek* olyan készítmények, melyek hatóanyaga valamelyik fitopatogén gomba (maga a mikroherbicid kifejezés a görög *mükosz*: 'gomba' szóból eredeztethető, s ebből a *miko-* jelentése: 'gombával kapcsolatos').

LÉPÉSRŐL LÉPÉSRE

A mikroherbicidek vizsgálatában először a szántóföldi kultúrák fontosabb gyomnövényeinek azon egyedeit gyűjtjük be, melyek gombás betegségeket mutatnak. Ezután a kórokozóból kizárólag a vizsgálandó fajt tartalmazó, tiszta izolátumot hozunk létre, mely alapjául szolgál a későbbiekben a tenyésztési vizsgálatoknak (tápközeg, pH, tenyésztési hőmérséklet feltételeinek optimalizálása, a megvilágítás és a spóraképződés kapcsolatának feltárása). A tiszta tenyészet kinyerését követően azt az adott faj taxonómiája alapján elfogadott hagyományos morfológiai vizsgálatnak kell alávetni. Amennyiben az alakítási jellemzők szerint nem vagyunk képesek teljes bizonyossággal meghatározni a fajt, úgy molekuláris biológiai módszerek felhasználása is szükségessé válhat. A begyűjtött növényeken megfigyelt tünetek súlyossága alapján el kell döntenünk, hogy a gombafajok között van-e olyan, mely a célgazdanövénye(ke)n súlyos károkat képes előidézni, s alkalmas az egyes növénycsaládok gyomjai ellen a hatékony biológiai védekezés megteremtésére.

Ekkor kezdődik a munka leghosszadalmasabb része, hiszen a különböző mesterséges fertőzéses technikákat laboratóriumi körülmények között és in situ (a növény- és gyomkultúrában) egyaránt alávetjük gazda-parazita vizsgálatnak, azaz teszteljük, hogy alkalmas-e az adott kórokozó potenciális mikroherbicidnek, gyomirtó hatású gombának. Amennyiben a provokációs kezelések nyomán kellő hatékonyságot tapasztalunk, pontosan jellemezni kell, hogy a fertőzőanyag (inokulum) milyen koncentrációja mellett milyen tünetek jelennek meg, illetve milyen mértékben befolyásolja a kórokozó jelenléte a gyomnövény szaporodását. Ezt követően kompetíciós vizsgálatokra térünk rá, mely az adott kultúrnövény és az egészséges, valamint a megbetegített gyomnövények közötti összefüggéseket tárja fel.

A hosszú és időigényes alaputatások végeztével juthatunk csak el a legfontosabb lépéshez: meg kell határozni, hogy a kiválasztott fitopatogén (növényt fertőző kórokozó) gombafaj mennyire biztonságosan alkalmazható egy-egy kultúrnövény mint gazdanövény tekintetében. Azok a gombafajok ugyanis, melyek a természetben a növényt, a rokon kultúrnövényeket s egyéb flóraelemeket veszélyeztethetik, nem jöhetnek számításba bioherbicidként.

A mikroherbicidek kijuttatására két különböző stratégia létezik: míg a klasszikus módszer esetén helyidegen patogén kórokozó organizmust használnak fel, az augmentatív kezelés esetében tulajdonképpen egy felerősítő határról van szó, amikor is a gyomfaj őshonos kórokozójának egyedszámát növeljük meg mesterséges tenyésztéssel és kipermetezéssel. A klasszikus módszer esetén az invazív gyomnövények szabályozása érdekében a védekezésre felhasználható organizmusok kisebb populációit juttatjuk ki a gyomnövényvel fertőzött területen, majd a későbbiekben ez a kezdeti állomány fog felszaporodni, továbbterjedni és a terület egészét megfertőzni.

A szabályozásra használt szervezeteket csak szakaszosan bocsátjuk ki nagy mennyiségben a területre mindaddig, amíg az egész gyompopuláció elnyomását el nem érjük. E kijuttatási módszer nagyon hasonlít a kémiai herbicidek alkalmazásához, azonban a szintetikus hatóanyag helyett ekkor a gombafajnak a fertőzést kialakító képleteit (ivartalan spóra, ivaros spóra, micéliumdarab) permetezzük a gyomnövények felületére nagy dózisú oldat formájában.

Például az üszög-és rozsdagombák

A biológiai úton végzett gyomszabályozás terén a legsürgetőbb feladat elsősorban a nagy területen elterjedt és nagy gazdasági kárt okozó fajok elleni védekezés kutatása. Egy-egy bioherbicid sikerének előfeltétele, hogy csak a célgomnövényt fertőzze meg, azon súlyos betegséget váltson ki, illetve képes legyen az adott környezeti feltételek mellett fennmaradni, szaporodni és továbbterjedni. Az ilyen tulajdonságú fajok nagyrészt a rozsdagombák, üszöggombák és az egyéb, levélen károsító, nekrotikus tüneteket kiváltó gombák közül

kerülnek ki. A Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karának Növényvédelmi Intézetében több ilyen fajjal kapcsolatban folynak párhuzamos vizsgálatok.

Az egyik vizsgálatba vont üszöggombafaj a közönséges kakaslábű (Echinochloa crus-galli) megtalálható Ustilago trichophora. A kakaslábű főleg a kapásnövényekben, kertekben, szőlőkben és gyümölcsösökben szaporodhat fel, de minden természetes kultúrában felléphet. Veszélyes faj, hiszen a felmérések alapján szántóföldjeink második legjelentősebb gyomnövénye a területi borítottság szempontjából. Amennyiben fertőzött a kakaslábűvel ezzel az üszöggombával, úgy a virágzatában, valamint a szárán és a levelein is hólyagszerű kinövések alakulhatnak ki, melyek mérete akár a 10 centiméter nagyságot is elérheti, főleg a szár esetén.

A *Puccinia lagenophorae* rozsdagomba telepei közönséges aggófűn





A *Puccinia xanthii* rozsdagomba telepei
bojtorján szerbtövísen (A SZERZŐ FELVÉTELEI)

A hólyagok érési fázisuk után felszakadnak és kibocsátják az üszögspórák tömegét, melyek a további fertőzésért felelősek. A megfertőzött növényegyek alacsonyabbak az egészséges társaikhoz képest, illetve gyengébben bokrosodnak, kevesebb virágot hoznak, így kevesebb maggal, következésképp kevesebb utódgyommal számolhatunk.

A rozsdagombák esetében két gyomfaj került fókuszba a növényvizsgálataink során. Az első a bojtorján szerbtövis (*Xanthium strumarium*) volt, melynek rozsdagombája a *Puccinia xanthii*. A szerbtövisfajokra ugyancsak a kapásnövények között való megjelenés a jellemző, így főleg napraforgóban és kukoricában okozhatnak komolyabb gyomosodást. A kórokozó hatására a szerbtövislevelek fonáki részén ovális spóratelepek (pusztulák) alakulnak ki, de a száron is megjelennek, különböző duzzanatokat képezve. Ezek mentén a gyom borszövege idővel felhasad, s a rozsdagomba elszórja a szaporodásához szükséges spóráit, végül nagyfokú levélszáradás következik be a sérülések nyomán.

az említett növényrészekén súlyos elváltozások figyelhetők meg, valamint a későbbi szöveti elhalás következtében a növény zöldtömege mintegy a felére csökkenhet.

Előnyök és hátrányok

A mikroherbicidek egyik nagy előnye, hogy nem kell számolnunk szermaradványokkal, ebből adódóan kíméli a környezetet, s nincs a kijuttatását követően élelmezés- és munkaegészségügyi várakozási idő. A gyomnövények részéről nem alakul ki rezisztencia, ellentétben a herbicid-rezisztencia eseteivel. A kifejlesztésük költsége mindössze egyötöde a kémiai gyomirtó szerkének, bizonyos esetekben pedig a kémiai herbicidekkel is kiegészíthetők, mivel nincs káros kölcsönhatás, ugyanakkor a kombinációval nőhet a védekezés eredményessége. Megfelelő előkészítéssel kijuttatásuk egyszerű, hagyományos permetezőgépekkel is megoldható. A mikroherbicidek a többi védekezési módszer (mechanikai, agrotechnikai, fizikai, kémiai) jó kiegészítői lehetnek.

Azzal is számolni kell azonban, hogy a mikroherbicidek kijuttatását követően az első tünetek megjelenéséig akár több hét is eltelhet, tehát hatáskifejtésük lassabb a herbicidekéénél. Azt is tudjuk, hogy a mesterséges fertőzést követően a gyomokon a betegség kialakulása nagyban függ a környezeti tényezőktől (páratartalom, csapadék, hőmérséklet), így a módszer megbízhatósága kérdéses lehet. Ráadásul a fajspecifikusság miatt általában csak egy-egy gyomnövényfaj ellen alkalmazhatók. S akkor még nem szóltunk arról, hogy a biopreparátumok eltarthatósága viszonylag rövid.

A gyomnövények elleni biológiai védekezésben a növényi kórokozók kutatásának, illetve alkalmazásuknak még van hová fejlődnie. A legnagyobb nehézséget az okozza, hogy a kémiai herbicidek hatóanyagait képező molekulák sokaságával ellentétben a biológiai védekezésben kizárólag csak azt a néhány kórokozót használhatjuk fel, melyek az evolúció folyamán az adott gyomfajokon a természetes kiválogatódás során jelentek meg. A jövőre nézve fontos feladat lesz gyomnövények és kórokozók egymásra hatásának rendszerszerű biológiai megismerése, akár a gének szintjén is. Ennek birtokában optimális körülmények között teremthetünk egyensúlyt a nemkívánatos gyomnövények részleges visszaszorításában vagy a gyomok inváziós hajlamának csökkentésében.

A biológiai gyomszabályozás széleskörűen kutatott területein mostanáig kiemelkedő eredmények leginkább a rét-legelők és a vízinövény-tárulások esetében születtek, a szántóföldi ökoszisztémákra vonatkozóan kevésbé. Így még hosszú időt igényelhet a gyomnövény elleni biopreparátumok beépítése a gyomszabályozás összetett rendszerébe. Ugyanakkor a precíziós növényvédelmet biztosító gépi permetező-rendszerek (pontos műholdas helymeghatározással járó gyomnövényfoltok kezelésének lehetősége) már ma biztosíthatják a gyomnövényfajhoz igazodó foltkezeléseket biopreparátummal.

TÓTH TAMÁS