





MIKROSZKÓPIKUS VINCELLÉREK

A szőlő fás részeinek pusztulásával járó megbetegedés világszerte, így Magyarországon is egyre nagyobb károkat okoz a természetben. Mind több szakember a filoxéra európai megjelenéséhez hasonló súlyos és veszélyes kórként emlegeti. Nem kíméli a történelmi borvidégeinket sem, Tokaj-Hegyalján 2016-ra 5,8 százalékra emelkedett a betegség tüneteit mutató tőkék aránya.

Atőkeelhalást először 1895-ben Kaliforniában dokumentálták. Franciaországban 1898-ban L. Ravaz azonosította a betegséget, melyet franciául „folletage”-nak írt le. A pusztító kórt a borostás réteggomba (*Stereum hirsutum*) és a parázstapló (*Phellinus igniarius*) nevű gombák jelenlétével hozták összefüggésbe. Magát a betegséget angol neve – *Grapevine Trunk Diseases* – után rövidítve gyakran csak GTD-nek említik.

Jelentősebb kutatások a betegséggel kapcsolatban csupán az 1950-es évektől kezdődtek. W. B. Hewitt 1957-ben igazolta, hogy a megtámadott tőkék nem minden évben mutatják a vegetatív szerveken is jól megfigyelhető sajátos tüneteket. A betegség terjedése az utóbbi 10–15 évben hatalmas méreteket öltött, megjelenési formája és típusa borvidékenként, országonként eltérő lehet.

A szőlő leggyakoribb tőkebetegségei közé sorolják a világszerte *esca* néven ismert betegségkomplexet, a Petri-betegséget, az *Eutypa*-, a *Botryosphaeria*- és a *Phomopsis*-fajok okozta elhalásokat, valamint a feketekordonkarellhalást (BDA). A cikk elején említett GTD-ről ma már tudjuk, hogy a tünetek kialakulása – a szőlőt érintő többi betegségtől eltérően – nem csupán egy kórokozóra, egyetlen patogén mikroorganizmusra vezethető vissza, hanem komplex betegség, melynek fellépésében többféle kórokozó gomba is részt vehet, emellett szerepe lehet a környezeti hatásoknak (időjárási tényezőknek,

mikroklimatikus és domborzati viszonyoknak) ugyancsak. A védekezést nehezíti, hogy jelenleg nem ismerünk a betegséggel szemben ellenálló szőlőfajtát, illetve nincs az Európai Unió által engedélyezett, hatásos növényvédőszer sem ellene. Korábban a nátrium-arzenitet alkalmazták a GTD ellen, azonban rákkeltő és a környezetre gyakorolt káros hatása miatt ezt a hatóanyagot betiltották. A védekezés jó részt így csak a megelőzésre (egészséges szaporítóanyaggal való telepítés, metszési se-

beken keresztüli fertőzés megakadályozása stb.) korlátozódik.

Ránó a kórokozóra

Magyarországi borvidékeken a tőkeelhalás kialakulásáért felelőssé tehető kórokozók előfordulásáról nagyon kevés adatunk van. A Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karának Élelmiszertudományi Intézetében 2013-ban kezdődő kutatásunk során célul tűztük ki, hogy a Tokaj-hegyaljai borvidéken felmérjük a megbetegedés mértékét és azonosítsuk a lehetséges kórokozókat különböző fajtájú (Furmint, Hárslevelű, Zéta) és eltérő korú szőlőültetvényben, helyi szakemberek bevonásával. A vizsgálatba vont tokaji ültetvényeken 2013 és 2015 között a tőkeelhalást okozó patogén gombák közül a legnagyobb arányban a tőkék kordonkarának felső részében. Az időjárási adatok megfigyelésével



összefüggéseket kerestünk a tünetek megjelenése és az időjárás alakulása között.

Tokaji vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy az eltérő talajok nagymértékben befolyásolják a szőlőtőkék fás részeinek elhalását okozó kórokozókkal való fertőződés gyakoriságát. Eszerint löszön nagyobb mértékben jelent meg a betegség, mint az erdőtalaj eredetű lejtőhordalékos talaj esetében. A tőkék kora is meghatározó a korhadásos tünetek fellépésében: az idősebb ültetvényekben mérhetően gyakrabban ütötte fel a fejét a szőlő fás részeinek betegsége, mint a fiatal telepítésekben, különböző fajták és talajok esetén is. A betegség kialakulását befolyásolták a terepviszonyok is. Azt tapasztaltuk, hogy lejtős területeken kevésbé volt jellemző a GTD, mint síkabb vagy mikroteraszos területeken. Ez utóbbiak esetében ugyanis az ültetvény kialakítása nem kedvez a víz gyors elfolyásának, ami kedvező körülményeket biztosíthat a kórokozók elszaporodásához.

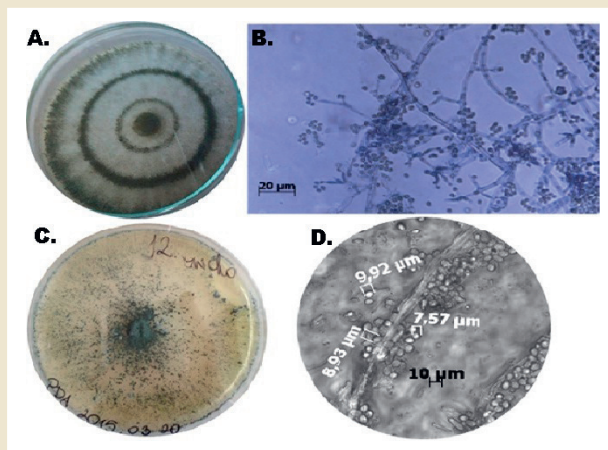
A kutatás során jellegzetes tüneteket mutató – ilyen például a „tigriscsíkos levelek” megjelenése – és tünetmentes tőkéket egyaránt megvizsgáltunk. Az utóbbiakból vett mintákkal, a gombák tenyésztése során felfigyeltünk egy érdekes zöld színű gombára, mely a kísérletiünk során többször is véletlenszerűen ránőtt a korábban izolált kórokozókra. Ezt látva mikroszkóppal morfológiailag és genetikailag (a DNS elkülönítésével) is azonosítottuk a „társbérlet”, s megállapítottuk, hogy ez a gomba nem más, mint az egyik leggyakoribb talajlakó fonalas gomba, egy *Trichoderma*. Az ebbe a nemzetségbe tartozó fajok természetes körülmények között szinte mindenhol megtalálhatók a fás, illetve a korhadó növényi részekben, intenzív növekedést 25 és 30 Celsius-fok közötti hőmérsékleten mutatnak.

Manapság a legszélesebb körben alkalmazott növekedést serkentő, kondicionáló és természetes ellenálló képiséget elősegítő talajlakó gombáknak számítanak. Erre alapozva – más kutatók korábbi tapasztalatainak figyelembevételével – laboratóriumi és szabad-

földi kísérleteket kezdtünk el a gomba esetleges biológiai védekezésben nyújtott szerepének tisztázására.

Szintetikus vegyszer vagy biofungicid?

Korábban, más megbetegedések esetén is megfogalmazódott már, hogy a szintetikus növényvédő szerek az emberek egészségét és a környezetet egyaránt károsítják. Az Európai Parlament 2009/128/EC irányelve is megfogalmazza az egészségünket mérgező peszticidek használatának csökkentését. Az útmutatás ezenkívül több alternatív megoldást is ajánl az integrált növényvédelem kiépítésére vonatkozóan, valamint jó néhány intézkedést rögzít a biológiai védekezéssel kapcsolatos lehetőségekről.



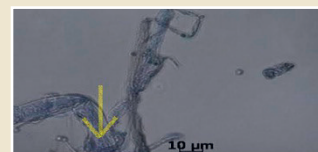
Trichoderma sp. morfológiája: tenyészetek burgonya-dextróz agar táptalajon (A, C), spórái (B, D, 40-szeres nagyításban)

Eszerint a növényi betegségeket kiváltó kórokozók ellen olyan, biológiai hatóanyagokat tartalmazó biopeszticidek alkalmazását lenne kívánatos előtérbe helyezni, amelyek nemcsak a környezetet kímélik, hanem az emberek egészségét sem veszélyeztetik. Ilyenek a növényi kórokozó gombák ellen hatékony biofungicidek, amelyek – pusztító hatásuk mellett – hozzájárulhatnak a talaj termelékenységének növeléséhez is. Az sem mellékes, hogy fokozhatják a fenn tartható mezőgazdaság megvalósítását, hiszen gazdaságos és hatékony megoldást jelenthetnek a kórokozók ellen.

A jól bevált biopeszticidek közé sorolhatjuk a *Trichoderma*-fajokat is, hiszen mikoparazitaként képesek más, a mezőgazdaság számára káros növényi

kórokozó gombákat elpusztítani, így hatékonyan alkalmazhatók egyes növényi betegségek – köztük a szőlő fás betegségeit okozó kórokozók – ellen is. A felhasználásukkal létrehozott készítményekben hatóanyagként egy vagy több biokontroll törzs szaporító képletei, azaz spórái jelennek meg. E természetes szerek telepítéskor, az ültetés előtt kijuttatva kolonizálnak leghatékonyabban a szőlőtőkékben, de később, a metszési munkák elvégzését követően a sebek védelmére is alkalmazhatók, így gátolható a betegséget okozó gombák bejutása a fás szövetbe.

Alkalmazták már oltványiskolákban, valamint idősebb szőlőültetvényekben is. Kutatók bizonyították, hogy például a *Trichoderma harzianum* törzsek elősegítették az oltványok gyökeresedését, emellett a kezelések hatására a fás



Trichoderma harzianum rátekeredése a patogén gombafonalaira

betegségek közül az esca okozta tőkebetegség megjelenési gyakorisága is csökkent.

Napjainkra a *Trichoderma*-készítmények Ázsiában, Európában, Dél- és Közép-Amerikában, Ausztráliában, Új-Zélandon és Észak-Amerika területein is elterjedtek.

Sejtfalbontók

A *Trichoderma* nemzetségnek a biológiai védekezésben nyújtott szerepüket korábban már több kutató is leírta. Biopeszticidként számos fajt alkalmaztak már, a készítményekben leginkább ismert fajok: a *Trichoderma asperellum*, a *Trichoderma harzianum*, a *Trichoderma longibrachiatum*, a *Trichoderma virens*, a *Trichoderma viride* és a *Trichoderma atroviride*.

A *Trichoderma*-fajok képesek antibiotikumok és sejtfalbontó enzimek termelésére is, melyeknek köszönhetően elpusztítják a patogének sejtjeit. Laboratóriumban, különböző tápanyagokat (glükóz, ásványi sók, vitaminok stb.) tartalmazó táptalajokon változatos színű (fehértől a zöld színű) spórák (konídiumok) termelésére képesek. Megfelelő körülmények

között a spórák koncentrikus körökbe rendeződve vagy elszórtan helyezkednek el a táptalajokon. A tenyészetek jellemzőinek – szín, alak, méret – vizuális úton történő megfigyelésén kívül Zeiss típusú sztereomikroszkóppal a gombafonalak (hifa), valamint a spórák alakja és mérete is jól tanulmányozható.

le 1932-ben. Kutatócsoportunk a biopesticidok hatékonyságának teszteléséhez a *Trichoderma*-fajok micéliumának növekedését eltérő hőmérsékleten vizsgálta – így határoztuk meg, mely tenyészetek képesek leginkább gyors növekedésre hazai éghajlati viszonyok között. Kompetíciós képességük vizs-

lőnböző faj (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*) kijuttatása történt meghatározott 10^7 sejt/milliliter koncentrációban, spóra szuszpenzióban. A készítményből a metszési sebek felületére – annak nagyságától függően – egyszer vagy kétszer fújunk, permeztünk. A laboratóriumi körülmények között különböző hőmérsékleten végzett vizsgálataink szerint több izolátumunk alacsony hőmérsékleten is erőteljes növekedést mutatott, sőt spórákat képezett, vagyis a tél végi, kora tavaszi metszés időszakában szintén kijuttathatók, közvetlenül a fás részek eltávolítása után, ami egy nagyon fontos szempont.

A kezelést követően a fás szövetben folyamatosan, évről-évre nyomon követjük a mikoparazita törzsek jelenlétét. Sikerként mondható el, hogy a kezelést követően már tíz hónappal és évekkel később is ki tudtuk mutatni a szőlőtőke fás szövetéből a kijuttatott *Trichoderma*-fajokat. Emellett jótékony hatásként a kórokozók visszaszorítását, valamint a növények zöld hajtásainak intenzívebb növekedését tapasztaltuk.

Napjainkban a termelők számára igen nagy problémát jelentő fás betegségek ellen lehetséges megoldás lehetne a *Trichoderma*-készítmények alkalmazása, hiszen a használt növényvédő szereknek bizonyítottan egészségkárosító hatásuk van. A növényi betegségek ellen nagyobb hangsúlyt kellene fordítani a biológiai védekezésre, amelyhez segítséget nyújthat a ragadozó, azaz mikoparazita gombák, a *Trichoderma* alkalmazása.

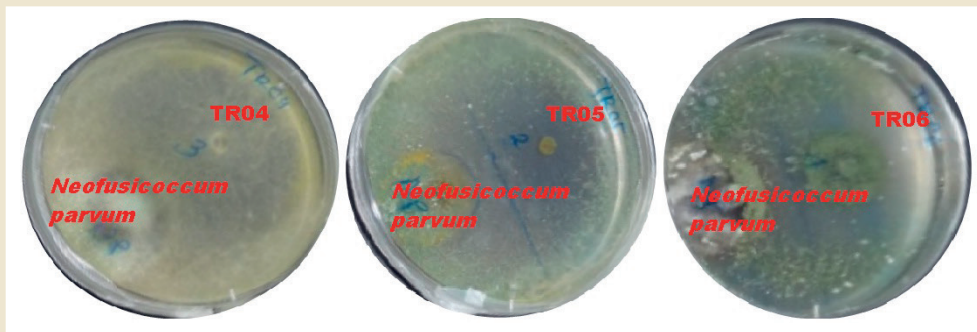
Vizsgálataink – remélhetőleg – hozzájárulnak a szőlőültetvényekben egyre inkább terjedő és egyre nagyobb problémát jelentő betegség alaposabb megismeréséhez és a hazánkban előforduló patogén gombák azonosításához. A talált, hazai éghajlati viszonyokhoz jól alkalmazkodott *Trichoderma* sp. törzsek pozitív hatást fejthetnek ki a növények növekedésében, valamint a betegséget okozó kórokozók visszaszorításában.

KOVÁCS CSILLA

(Az írás az MTA Természettudományi Kutatóközpont és az Élet és Tudomány közös cikkpályázatán dicséretben részesült – A szerk.)



Trichoderma harzianum (TR04, TR05) és *Trichoderma orientale* (TR06) izolátumok mikoparazita képessége a *Diplodia seriata* kórokozóval szemben



Trichoderma harzianum (TR04, TR05) és *Trichoderma orientale* izolátumok (TR06) mikoparazita képessége *Neofusicoccum parvum* kórokozóval szemben (A SZERZŐ FELVÉTELEI)

A kórokozók elpusztításán túl ezek a mikroszkopikus méretű gombák elősegítik a növény növekedését, fejlődését és a tápanyagfelvételét is. A talaj kémhatásának megváltoztatásában, savanyításában való részvételükről számos kutató írt már. Megállapították, hogy a *Trichoderma*-fajok képesek túlélni akár a szélsőséges körülményeket is. Mi több, ellenállnak a növényvédő szereknek!

A növénybe bejutva gyorsan szaporodnak, miközben gátolják konkurenciájuk, a kórokozók terjedését. Hogyan teszik ezt? A *Trichoderma* először rátekeredik a parazitált gomba fonalaira, szívókaként működő appresszóriumot fejleszt, valamint sejtfalbontó enzimet, például kitináz termel – ezzel a „fegyvergyűttessel” pusztítja el a patogén sejtet.

A „ragadozó gomba” fás betegséget okozó gombákkal szembeni kompetíciós képességét először Weindling írta

gálatát laboratóriumi körülmények (*in vitro*) között, Petri-csészében végeztük el. Két 3 napos GTD-kórokozó (*Diplodia seriata*, *Neofusicoccum parvum*) ellen teszteltük a talált *Trichoderma*-törzseket.

Minden tenyészet esetén megvizsgáltuk a biológiai védekezésben való alkalmazásuk lehetőségét, ehhez a Biokontroll-Index (BCI) értéket határoztuk meg. A BCI-érték a Petri-csészén elhelyezkedő *Trichoderma* gomba által elfoglalt terület nagyságának, valamint a *Trichoderma* és a kórokozó által együttesen elfoglalt, benőtt terület nagyságának hányadosa. Nos, a BCI-érték 100 százalék volt minden egyes vizsgált törzs esetén, vagyis a *Trichoderma*-tenyészetek túlnőtték a kórokozókat a Petri-csészében.

Az ültetvényen

Szabadföldi körülmények (*in vivo*) között metszést követően, a sebek kezelésére alkalmaztuk törzseinket. Két kü-