

SZŐLŐ-LEVÉL

A TOKAJI BORVIDÉK SZŐLÉSZETI ÉS BORÁSZATI KUTATÓINTÉZET
ELEKTRONIKUS FOLYÓIRATÁNAK MÁJUS HAVI SZÁMA

FELAVATTUK
TOKAJ-HEGYALJA
SZŐLŐINEK
FAJTAGYŰJTEMÉNYÉT

MILYEN SZEREPE LEHET
A KIS RNS-EKNEK
AZ ASZÚSODÁSBAN?

AZ EUTÍPÁS
TŐKEELHALÁS

A 2014. ÁPRILISI
IDŐJÁRÁS



EZ TÖRTÉNT ÁPRILISBAN

Bihari Zoltán

Vége áprilisban áprilishoz méltó időjárásban részesülhettünk. Volt eső is-bár nem sok, és napsütés, lehűlés egyaránt. Talán kicsit lelassult a szőlő hirtelen beindult fejlődése. Ebben a hónapban intézetünk munkatársaival tanulmányi úton vettünk részt Klosterneuburgban. Az osztrák intézetben az ottani borminősítési, minőségellenőrzési és kutatási munkával ismerkedtünk.

Áprilisban a legfontosabb esemény az intézet életében az volt, hogy átadtuk a fajtagyűjteményt. <https://www.youtube.com/watch?v=KgB5YZ5PwPA> Ez tényleg egy látványos mérföldkő, ami egy fontos vállalásunk teljesülését jelenti. Erről bővebben is írunk.

Megépítettünk egy garázst, melyben az új traktor és a szükséges talajművelő eszközök is jól elférnek. Nem szép, de legalább praktikus! Az intézet gépparkja korábban egy „robi kapa” volt. Minden szükséges munkát bémunkával végeztettünk el. Most a vásárolt traktornak és a művelő szerszámoknak köszönhetően magunk is el tudunk végezni számos munkát. A garázs pedig jó szolgálatot tesz ezen eszközök védelméhez.

Az 1960-70-es években bebútorozott irodáinkban jelentősebb felújítást végeztünk. A retró bútorok sajátos hangulatot árasztottak, de végtelen lepusztultságukkal inkább szégyenfoltjai voltak az intézetnek. Az új berendezés nem csak szebb, de használhatóbb is lesz.

Az intézet szomszédságában lakik Berecz Stéphanie. Hogy miért érdekes ez? Ő kapta az idén a borászok borásza kitüntető címet. Gratulálunk neki! Tokaj-Hegyalja hírnevét minden apró és nem apró esemény erősíti, és hiszünk benne, hogy ilyen borásztehetségektől fogja nemzetközileg is elnyerni a rangját a borvidék. Egy „szolgálati titkot” is elárulhatok ennek kapcsán: Számos alkalommal végeztünk már vak kóstolást borászokkal, de Stéphanie nyújtotta eddig a legkitűnőbb

eredményt az ízek felismerésében. Természetesen ettől még nem készítené feltétlenül jó borokat, de ő készíti! A „borászok barátja” különdíj díjazottja is feltétlen elismerést érdemel: Mészáros Gabriella, aki Tokaj-Hegyalja nagy barátja, és nagyon sokat tesz a magyar borok megismertetéséért.

Intézetünk bele kezd egy oktatási programba. Tartós munkanélkülieket képezünk át/ki szőlőmunkássá. A tanfolyam 126 óra elméletből és 296 óra gyakorlatból áll. A májusban elkezdődő oktatás augusztusban ér véget. Várhatóan 20 fővel indulunk. Tokaj-Hegyalja egyik legnagyobb problémája a munkanélküliség, de ugyanakkor egyben a szakember hiány is. Furcsa ez a kettősség, hiszen ha valaki jól képzett, nyelveket beszélő munkaerőt keres, azt legtöbbször a borvidéken kívülről kell ide csábítani. Másrészt a helyben lakók számára nagyon nehéz az elhelyezkedés. Ez igaz az egyetemet végzettekre és a képzetlenekre is. Az elkövetkező évben ezen a helyzeten változtatni kell, remélhetően megbízható szőlőmunkásokat képezünk majd, akik kapnak elhelyezkedési lehetőséget. Intézetünk látja el a Világörökség gondoksági feladatát is, így kiemelt feladat a térség munkaerő megtartó képességének növelése. A Világörökség esélyt biztosít a szőlő-borból élők, a turizmus számára, de önmagában ez még nem elegendő! A borvidék végein (Szerencs, Abaújszántó, Sátoraljaújhely) a nem szennyező ipar megerősítése kulcsfontosságú. Ezért is üdvözlendőek azok a hírek, melyek új ipari beruházásokról szólnak. Fontos, hogy a világörökséget sem látványában, sem szennyezés formájában nem szabad, hogy negatívan befolyásolják az új létesítmények!

A 2014 ÁPRILISI IDŐJÁRÁS

Fischinger Renáta

A szélsőségesen enyhe tél után a márciusi hónap középhőmérséklete még a korábbiaknál is nagyobb mértékben, az országosan mért adatok alapján 4, 5 fokkal haladta meg a sokévi átlagot. Ugyanakkor az átlagosnál kevesebb csapadék esett, a talaj felső rétegei erősen kiszáradtak, ami sok helyen késleltette az elvetett magok kelését.

A szélsőségesen száraznak mondható, enyhe kora tavasz után, április közepére hőmérséklet szempontjából igazi tavaszi időjárás alakult ki. Becslések szerint az 50 cm-es mélységig 30-40% alá csökkent a talaj nedvességtartalma. Az 50-100 cm-es mélységben viszont még mindig 60-70% közötti a nedvességtartalom. Ezek a talajviszonyok ugyan kedveznek az aktuális kézi és gépi szőlőmunkáknak, viszont a tavaszi vetésű talajtakaró, és egyéb kultúrnövények kelését nagyban hátráltatják.

Az áprilisi csapadékmennyiség (összesen 3,6 mm) nagymértékben elmarad a borvidéken megszokott átlagtól (43 mm), valamint a 2013-ban mért értékektől (45 mm). A havi csapadék majdnem fele egy napon, április 6-án hullott.

A hőmérséklet nem egyenletesen, de emelkedett a hónapban, (leghidegebb nap április 10, kicsivel fagypont felett 0,7°C volt). Szerencsére nem olyan extrém mértékben, mint 2013-ban (2013 április 30. a legmelegebb nap 29,5°C-al) az éven a legmelegebb áprilisi nap 24.-e volt 23,6°C-al. Mindezekkel együtt is átlagosnak mondható, az ötven éves középhőmérséklettől (11,5°C) alig tér el a 2014-es mért átlag: (12,8°C).

A melegedés, és a napos idő megtette a hatását, a szőlő is szépen fejlődésnek indult. A rügyfakadás az intézeti területeken a hónap első hetében 6-7 nap leforgása alatt megtörtént, szinte az összes fajtánál. Ez a tavalyi fakadás intenzitásához képest kiegyenlítettebb volt.

A hónap végére a korai fajták, mint a zéta és a sárgamuskotály már 6-10 lomblevelés állapotban volt, míg a később érő furmint

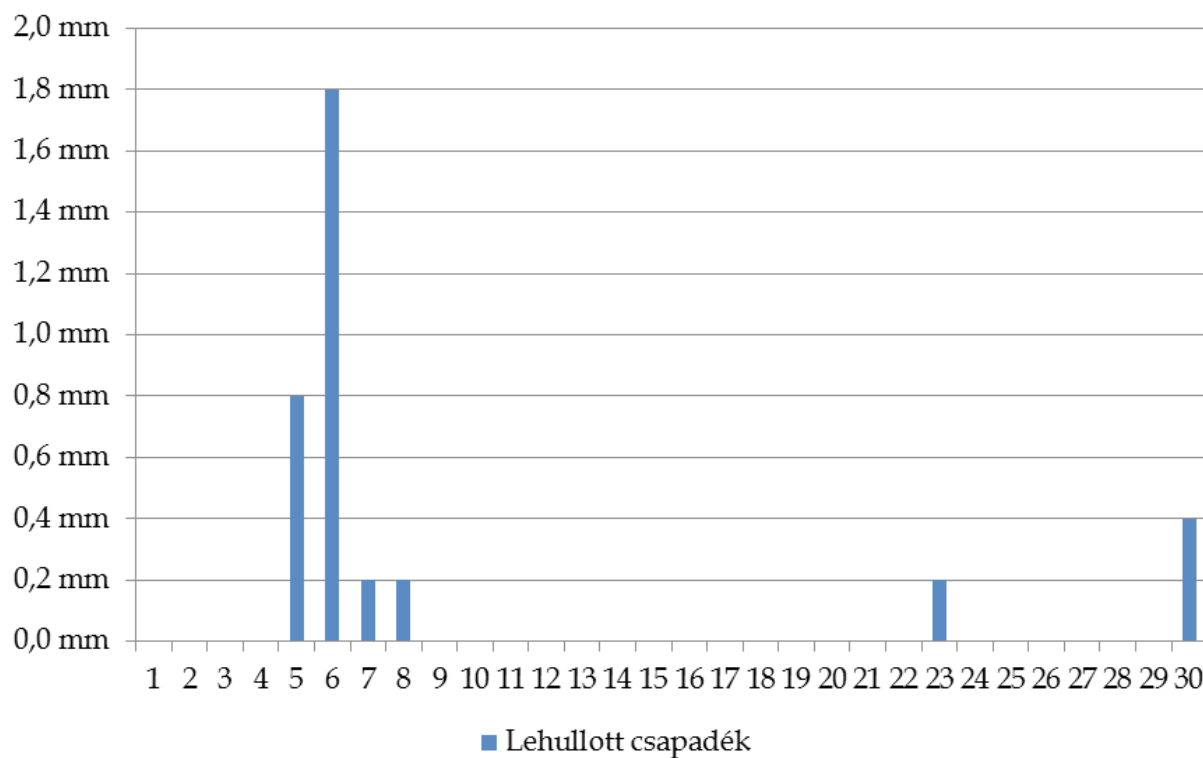
és hárslevelű fajták csak 4, maximum 7 lomblevelés állapotban.

Az időjárás miatt a lisztharmat veszélyt jelentett, emiatt 8-10 lomblevelés állapotban érdemes volt megejteni az első permetezést.

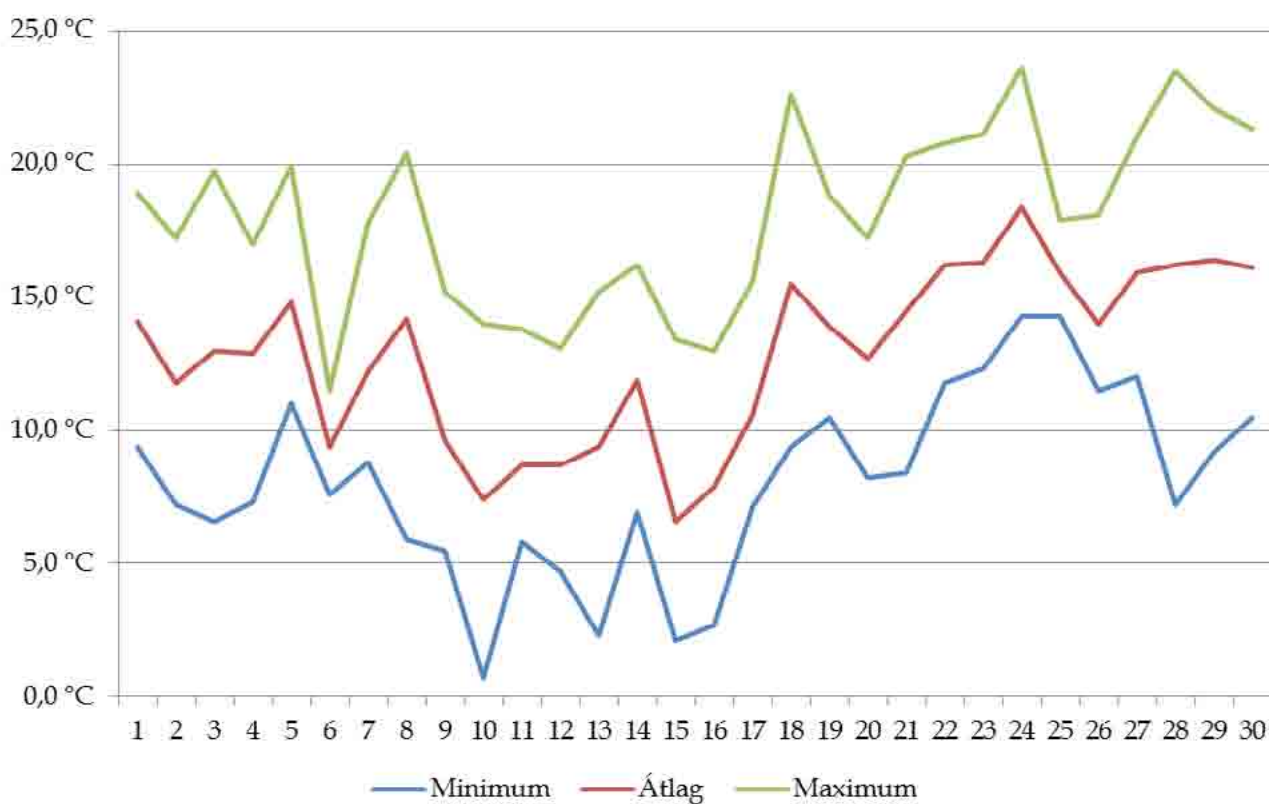
Az április havi jellemzés a tarcali kutatóintézet (TSZBK) területén, a Bakonyi dűlőben lévő meteorológiai állomás mérései, a met.hu által szolgáltatott adatok, a régiós hidrometeorológiai jelentések, valamint az intézet 1950-től gyűjtött évi meteorológiai adatai alapján készült.



1.kép T607-es Hárslevelű klón a Bakonyi dűlőben (2014.04.30.)



1. ábra Áprilisi csapadék napi bontásban



2. ábra Áprilisi léghőmérséklet napi bontásban

FELAVATTUK TOKAJ-HEGYALJA SZŐLŐINEK FAJTAGYŰJTEMÉNYÉT

Balling Péter

Április első hetében avattuk fel Tarcsl határában, a Tokaj-hegyaljai Murat-völgy dűlőben a Tokaji Borvidék Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet szőlő fajtagyűjteményét. A jeles eseményen számos érdeklődő is részt vett, ugyanakkor Feldman Zsolt, a vidékfejlesztési tárca agrárgazdaságért felelős helyettes államtitkára és Prácser Miklós, a Tokaji Borvidék Hegyközségi Tanácsának elnöke, valamint az intézet igazgatója dr. Bihari Zoltán mondott köszöntő beszédet.

Feldman Zsolt a rendezvényen, első felszólalóként méltatta az intézet célkitűzéseit, amivel a jelenkor és a jövő kihívásaira is választ kereső munkát folytatnak. A kutatóintézetben új kísérleteket, tudományos tevékenységet végeznek, amely alapján sokkal hatékonyabb és eredményesebb lehet a szőlőtermesztés, ami a kiváló tokaji bornak az alapja – mondta a helyettes államtitkár. Mint köszöntőjéből kiderült, a Vidékfejlesztési Minisztérium

továbbra is kiemelt „ügyként” kezeli Tokaj-Hegyalját, amely a nemzetközi piacon a hazai borok zászlóshajója kell, hogy legyen, mert az nem csak a tokaji borrégiónak kedvez, hanem a többi borvidéknek is előnyére válik.

Prácser Miklós a Tokaji Borvidék Hegyközségi Tanácsának elnöke köszöntötte a jelenlévőket, majd utalt arra, hogy egyértelműen érezhető, hogy megpezsztült az élet a történelmi borvidéken, melynek jele egyebek mellett a kutatóintézet újraindítása, az új borvidéki rendtartás, és az, hogy a kormány 2013. decemberi határozata alapján jelentős fejlesztések kezdődhetnek meg a térség településein. Prácser Miklós szolt arról is, hogy a szőlészek, borászok abban bíznak, hogy a kutatóintézet a jövőben közelebb kerül hozzájuk, az alkalmazott kutatásokkal, fejlesztésekkel érdekeiket, ugyanakkor a borvidék érdekeit is szolgálja.



Végül dr. Bihari Zoltán az intézet igazgatója is beszédet tartott az avatási ceremónián. Az igazgató úr elmondta, hogy az új fajtagyűjtemény már a harmadik nekifutás a borvidéken, a korábbi kezdeményezések nyomán telepített fajtagyűjteményeket sajnálatosan felszámolták. Reményei szerint ez a jelenlegi ültetvény lehet az utolsó, amely már tartósan szolgálhatja a kutatások széles skáláját, kezdve az élettaniaktól a nemesítési kísérletekig. Dr. Bihari Zoltán azt is megjegyezte, hogy ugyanakkor nem csak funkcionalitással kell tekinteni a fajtagyűjteményre, hanem ez egyfajta szimbólum is arra a szándékra és összefogásra, amely több szinten irányul a Tokaji Borvidék fejlesztésére és régi hírnevének a felélesztésére. Ennek egyik leglényegesebb állomása lehet a Murat-völgy dűlőben, lé-

nyegében a régi királyi birtok, a Szarvas-dűlő szomszédságban megvalósult ültetvény, amely fontos kutatások sorát indítja majd el, kezdve a vírusmentes klónok felhasználásától az alkalmazott fajták, alanyok újraértékeléséig -mondta el a kutatóintézet igazgatója.

A beszédekert követően Feldman Zsolt és dr. Bihari Zoltán az avatási ceremónia részeként ünnepélyesen átvágta a fajtagyűjtemény kapuját körbefonó magyar trikolor szalagot, és egy-egy darabot emlékül megőrzésre elhelyeztek. Az esemény záróakkordjaként a gyűjtemény előtti területen egy állófogadás keretein belül a jelenlévők megköszönhatták a Kutatóintézetben készült különböző fajtaborokat (Furmint, Sárgamuskotály, Kövérszőlő), az aszúborokat és a Borpárlatot is.



Az *Eutypa lata* által termelt eutypin toxikus vegyület és hatásai, az eutipás tőkeelhalás

Kovács Csilla, Peles Ferenc, Sándor Erzsébet

Az *Eutypa lata* ((Pers.) Tul. & C. Tul.) (syn: *Eutypa armeniacae* (Hans. & M.V. Carter), a *Diatrypaceae* családba tartozó növénypatogén tömlősgomba (Szécsi et al., 2003), mely a szőlő tőkebetegségek kialakításában résztvevő egyik legjelentősebb kórokozó. A patogén anamorf alakját *Libertella blepharis*-nak nevezik.

AZ EUTYPA LATA OKOZTA EUTÍPÁS ELHALÁS TÜNETEI

Az Eutipás rákot leggyakrabban az *E. lata* faj okozza (Dula 2012). Az egy évnél idősebb, általában (4-5 éves) tőkéken jelenik meg a betegség. A betegség terjedését a szél által szállított konídiumok segítik elő (Lehoczky és Moller 1979). Egyes vizsgálatok alapján legintenzívebb fertőzőképességgel az őszi időszakban rendelkezik a gomba (Ramos et al. 1975). A fertőzést általában 1-3 évig tartó lappangási időszak követi. A kéreggel nem rendelkező fás szöveten fekete színű sztróma (termőréteg) alakul ki. A betegség azokon a területeken gyakori, ahol az éves csapadékmennyiség meghaladja a 250 mm-t (Bertsch et al. 2012), Vajna (1983) szerint 350 mm-t. Lehoczky és Moller (1979) kutatásukban bizonyították, hogy Magyarország éves csapadékmennyisége és eloszlása hozzájárulhatott ahhoz, hogy a betegség a magyarországi szőlőültetvények többségében az 1970-es években jellemző volt. A vizsgálataik alapján az alföldi szőlészetekben kisebb mértékű volt a betegség előfordulása.

A kórokozó a tőkék elpusztításával jelentős termésveszteséget eredményez.

Az *E. lata*-t számos országban megtalálták már: Ausztrália, Brazília (Paradela et al. 1993), Kanada, Izrael, Líbia, Mexikó, Új-Zéland, Dél-Afrika, valamint Egyesült Államok (Kalifornia, Oregon, Washington,

Michigan, New York), és Európa számos országa (Carter, 1991). Carter (1991) a szőlő fás tőkerészén azonosította a fajt.

Ausztráliában a betegség kialakításában az *Eutypa lata* fajon kívül más fajokat is leírtak: *Eutypella microtheca*, *Eutypella citricola*, *Diatrypella vulgaris* (Trouillas et al. 2011).

A betegség tipikus tünete a kordonkar jellegzetes, ék alakú, zónált, nekrotikus elhalása, mely a fás részek keresztmetszeti képen jól megfigyelhető, továbbá a satnya hajtások és a leveleken megjelenő klorotikus pontok (1. kép).

A lombozati tünetek általában tavasszal jelentkeznek. A satnya hajtások később terméketlen, kicsi fürtöket eredményeznek (Lehoczky és Moller 1979).



1. kép Az Eutipás elhalás tünetei a Furmint hajtásán (a-c és e), levelén (g-h), a fás részen (f) és a virágzaton (d) (fotó: Xie Hongtao)

AZ EUTYPA LATA GAZDANÖVÉNYEI

Az *Eutypa* fajok fő gazdanövénye a kajsziarack (Carter 1957) és a szőlő (Carter és Price 1973, Kasimatis és Moller 1978). A kajsziarack rákosodását okozó fajt először Hansford és Carter írták le Dél-Ausztrália területén (Carter 1957). Carter (1957) cikkében említést tesz arról, hogy a betegséget Ausztráliában már az 1935 körüli években is ismerték. Lehoczy és Moller (1979), továbbá Vajna László (1983) Magyarország mellett több országot is említ, ahol a kajsziat támadó betegséget megtalálták (Új-Zéland, USA, Franciaország, Svájc, Dél-Afrika, Spanyolország, Görögország, Olaszország).

Moller és Carter (1977) az Egyesült Államokban és Kanada Ontario tartományában *V. vinifera* ültetvényben vizsgálták a szőlőtőkén jelentkező rákos sebek kialakulását és az azt követő elhalást. Eredményeik alapján nem a *Phomopsis viticola* fajok, hanem az *Eutypa* fajok okozták a tüneteket ezeken a területeken.

Az *Eutypa* lata-t kajsziin kívül más gyümölcsfák is kimutatták: cseresznye, meggy, dió (Carter és Talbot 1974), mandula, oliva, alma, szilva (Carter 1960, Lehoczy és Moller 1979, Munkvold 2001).

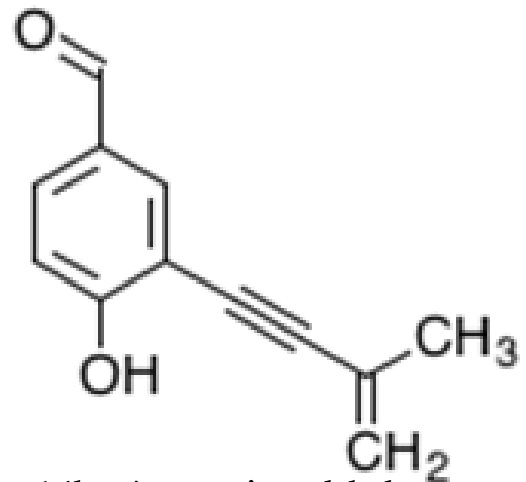
A kajsziarack esetén tünetként „mézgásodás” (gummosis) jelenik meg. A szőlőn előfordul a torzult, satnya lombzat, a kajsziánál azonban ez nem jellemző (Munkvold 2001). Előfordulhat azonban, hogy néhány ágon satnyulnak a hajtások, és később a levelek, ott a szállítószövetek vízszállítása összeomlik.

EUTYPA LATA ÁLTAL TERMELT EUTYPIN TOXIKUS VEGYÜLET ÉS HATÁSAI

Az *Eutypa* lata többféle másodlagos anyagcsereterméket termel. Ezek között megtalálható az acetilén, továbbá több heterociklusos vegyület is. A gomba fitotoxicitása bizonyítottan különböző rokon vegyületek termelésével hozható összefüggésbe, melyek eltérő toxicitást mutatnak a növényi sejtekben.

A kórokozó által kiválasztott fitotoxikus

vegyület az eutypin 1, mely egy 4-hidroxi-3-(3-metil-but-3-én-1-ínil)-benzaldehyd (Jiménez-Teja et al. 2006, Bertsch et al. 2012, Andolfi et al. 2011) (1.ábra). A toxint a kimetszett levelekből és a protoplasztokból mutatták ki (Tey-Rulh et al. 1991, Jiménez-Teja et al. 2006).



1.ábra Az eutypin molekula (Perrin-Cherieux et al., 2004)

Az eutypin 1 gyenge sav jelleget és lipofil tulajdonságot mutat. A növényi sejtekbe általában passzív diffúzió segítségével jut be és hajlamos a citoplazmában felhalmozódni (Amborabé et al. 2001, Jiménez-Teja et al. 2006). A toxin a mitokondriális légzés és az energia felhasználás egyensúlyát módosítja a növényi sejtekben (Deswarte et al. 1996a,b, Fallot et al. 1997). A magas toxinkoncentráció nagymértékben befolyásolja az elektrontranszportot. Az eutypin 1 alacsonyabb koncentrációban lineáris összefüggést mutat az oxidációs ráta valamint a membránpotenciál között, hasonlóan más protonofór vegyülethez (pl. karbonil cianid m-klorofenilhidrazon-CCCP) (Jiménez-Teja et al. 2006). A toxin diszszociált formájának membránon keresztüli átjutása potenciálfüggő. Több (Deswarte et al. 1996a, Fallot et al. 1997, Jiménez-Teja et al. 2006) arra a következtetésre jutottak, hogy a toxin szétkapcsolja a mitokondriális foszforilációt és csökkenti az ADP/O arányt, így a ciklikus protonofór mechanizmus miatt, a szőlő sejtjeibe nagy mennyiségű proton áramlik.

A tőkék keresztmetszetén látható V-alakú elhalást (1.f. kép) a csökkent ADP/O arány okozza (Jiménez-Teja et al. 2006, Andolfi et al. 2011). A betegség ezen jellegzetes tünetének kialakulása az eutypin 1 jelenlétének köszönhető. A szőlősejtekben az eutypin 1 képes eutypin 2 (4-hidroxil-3-(3-metilbut-3-én-1-iril) benzil alkohol) vegyületté metabolizálódni. Ez a vegyület azonban nem mutat toxikus hatást a szőlőre, mert nincs protonofór tulajdonsága (Jiménez-Teja et al. 2006). A szövetekben az eutypin képes NADPH-t felhasználó enzimatis reakciókban eutypin 2 molekulává redukálódni. Az ebben a folyamatban résztvevő az eutypin reduktáz enzimnek valószínűleg fontos szerepe van az eutypin 1 detoxifikációjában (Colrat et al, 1999a,b, Afifi et al. 2004).

VÉDEKEZÉSI LEHETŐSÉG

Hatékony védekezési lehetőség jelenleg nincs a betegségre, azonban számos kísérlet folyik az antagonista tulajdonságokkal rendelkező gombákkal (*Trichoderma* fajok). Jelenleg még csak az ültetvényekre vonatkozó higiénias követelmények betartásával lehet védekezni. Amennyiben Eutipás tőkeelhalás tüneteit észlelik a szőlőültetvényben, a fertőzés továbbterjedésének megakadályozása érdekében a beteg tőkét teljesen el kell távolítani, majd el kell égetni. Ezen felül ajánlott a tőkék metszését a kórokozó szaporodásának kedvezőtlen téli, enyhébb időszakban, március 1-ig elvégezni.

A metszési sebek védelmére a speciális sebkezelő készítmények alkalmazása is megoldást jelenthet.

IRODALOM

- Afifi M., Monje M.C., Legrand V., Roustan J.P. 2004. Metabolisation of eutypine by plant tissues: An HPLC determination. *Anal. Chim. Acta*, 513: 21–27.
- Amborabé, B.E., Fleurat-Lessard, P., Bonmort, J.-Roustan, J. P., Roblin, G. 2001. Effects of eutypine, a toxin from *Eutypa lata*, on plant cell plasma membrane: possible subsequent implication in disease development. *Plant Physiology and Biochemistry*, 39. 1: 51-58.
- Andolfi A., Mugnai L., Luque J., Surico G., Cimmino A., Evidente, A. 2011. Phytotoxins produced by fungi associated with grapevine trunk diseases. *Toxins*, 3: 1569-1605.
- Bertsch C., Ramírez-Suero M., Magnin-Robert M., Larignon P., Chong J., Abou-Mansour E., Spagnolo A., Clément C., Fontaine F. 2012. Grapevine trunk diseases: complex and still poorly understood. *Plant Pathology*, 62. 2: 243-265.
- Carter M.V. 1957. *Eutypa armeniacae* Hansf. & Carter, sp. nov., an air borne vascular pathogen of *Prunus armeniaca* L. in southern Australia. *Australian J. Botany* 5: 21-35.
- Carter M.V. 1960. Further studies on *Eutypa armeniacae* Hansf. et Carter. *Australian Journal of Agricultural Research*, 11: 498-504.
- Carter M.V. 1991. The status of *Eutypa lata* as a pathogen. *International Mycological Institute, Phytopathological Paper No. 32*.
- Carter M.V., Talbot P.H.B. 1974. *Eutypa armeniacae*. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. 436: 1-2.
- Carter M.V., Price T.V. 1973. *Eutypa armeniacae* associated with vascular disease in grapevine and barberry. *Australasian Plant Pathology Society Newsletter*, 2. 4: 27.
- Colrat S., Deswarte C., Latche A., Klæbe A., Bouzayen M., Fallot J., Roustan J.P. 1999a. Enzymic detoxification of eutypine, a toxin from *Eutypa lata*, by *Vitis vinifera* cells. Partial purification of an NADPH-dependent aldehyde reductase. *Planta*, 207: 544–550.
- Colrat S., Latche A., Guis M., Pech J.C., Bouzayen M., Fallot J., Roustan J.P. 1999b. Purification and characterization of a NADPH-dependent aldehyde reductase from Mung Bean that detoxifies eutypine, a toxin from *Eutypa lata*. *Plant Physiology*, 119: 621–626.
- Deswarte C., Canut H., Klæbe A., Roustain J.P., Fallot J. 1996a. Transport, cytoplasmic accumulation, and mechanism of action of the toxic eutypine in *Vitis vinifera* cell. *Journal of Plant Pathology*, 149: 336–342.
- Deswarte C., Eychenne J., Davy de Virville J., Roustan J., Moreau F. Fallot J. 1996b. Protonophoric activity of eutypine, a toxin from *Eutypa lata*, in plant mitochondria. *Archives of Biochemistry Biophysics*, 334:

- 200–205.
- Dula B.né. 2012. Kordonkar-elhalást és korai tőkepusztulást okozó betegségek. In: Dula B.-Kürti A.-Rác I. (szerk.): Diagnosztikai és szőlővédelmi kézikönyv. 76-87.
- Fallot J., Deswarte C., Dalmayrac S., Colrat S., Roustan J.P. 1997. L'Eutypiose de la vigne: Isolement d'une molécule synthétisée par *Eutypa lata* et toxique pour la vigne. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III. 320: 149–158.
- Jiménez-Teja D., Hernández-Galán R., Gonzáles Collado I. 2006. Metabolites from *Eutypa* species that are pathogens on grapes. Natural Product Reports, Review, 23: 108-116.
- Kasimatis A.N., Moller W.J. 1978. *Eutypa* fungus causes grapevine dieback. California Agriculture, 32. 5: 8-9.
- Larignon P., Dubos B. 1997. Fungi associated with esca disease in grapevine. European Journal of Plant Pathology, 103: 147–157.
- Lehoczky J., Moller W.J. 1979. Eutipás rák és tőkeelhalás, a szőlő Magyarországon most felismert súlyos betegsége. Horticultural Science, 11/2 Moller W.J., Carter M.V. 1977. Evidence that *Eutypa armeniacae* is the cause of pruning wound cankers and dieback previously attributed to *Phomopsis viticola* in grapevines. Proceedings of the American Phytopathological Society, 4: 222.
- Munkvold G. P. 2001. *Eutypa* dieback of grapevine and apricot. Online. Plant Health Progress. (doi:10.1094/PHP-2001-0219-01-DG.).
- Paradela-Filho O., Ribeiro I.J.A., Braga F.G., Nogueira E.M.C., Pesce G., Kuniyuki H., Fossa E., Rodrigues N.J., Feichtenberger E. 1993. *Eutypa lata*, the agent of grape decline in Sao Paulo state. Summa Phytopathologica 19: 86-89.
- Perrin-Cherieux S., Abou-Mansour E., Tabacchi R. 2004. Synthesis and activity of grape wood phytotoxins and related compounds. Phytopathology Mediterranea, 43: 83–86.
- Ramos D.E., Moller W.J., English H. 1975. Subceptibility of apricot tree pruning wounds to infection by *Eutypa armeniacae*. Pathology, 65: 1359-1364.
- Szécsi Á., Érsek T., Varga J.: A gombák filogenetikai rendszerezése. In: Mikológia. 2003.
- Szerk. Jakucs E., Vajna L. Budapest, Agroinform Kiadó, 71-132.
- Tey-Rulh P., Philippe I., Renaud J.M., Tsoupras G., De Angelis P., Roustan J.P., Fallot J., Tabacchi R. 1991. Eutypine, a phytotoxin produced by *Eutypa lata*, the causal agent of dying-arm disease of grapevine. Phytochemistry 30: 471-473.
- Trouillas F.P., Pitt W.M., Sosnowski M.R., Huang R., Peduto F., Loschiavo A., Savocchia S., Scott E.S., Gubler W.D. 2011. Taxonomy and DNA phylogeny of Diatrypaceae associated with *Vitis vinifera* and other woody plants in Australia. Fungal Diversity, 49: 203-223.
- Vajna L. 1983. Eutipás ágrákosodás. In: A gyümölcsfák korai elhalását okozó gombás betegségek. Budapest, Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, 174.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program” című kiemelt projekt keretei között valósult meg. A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú, valamint a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0007 számú projekt is támogatta. Sándor Erzsébet munkáját a Debreceni Egyetem belső kutatási pályázata támogatta. A kutatások a COST FA1303 keretében zajlottak.

MILYEN SZEREPE LEHET A KIS RNS-EKNEK AZ ASZÚSODÁSBAN?

Szójka Anikó-Sándor Erzsébet

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar

Élelmiszertudományi Intézet

aniko.szojka@gmail.com

A *Botrytis cinerea* nevű gomba rettegett ellenség a világ szinte minden táján. Több mint 200 gazdasági szempontból fontos növényfajt képes megtámadni és azokon a szürkerothadás nevű betegséget kiváltani, ezáltal óriási termésvesztést és hatalmas anyagi károkat okozva. A fertőzés megelőzése és kezelése nem egyszerű feladat. A védekezés főként kemikáliákkal történik, azonban a gomba nagyfokú genetikai változékonysága miatt gyorsan kialakulnak a rezisztens törzsek.

Mindezek ellenére van a Földön néhány olyan terület, ahol áldásként tekintenek a *Botrytis* megjelenésére. Ilyenek például a Rajna és a Mosel völgyének egyes dűlői, Sauternes vagy a Loire és a mi Tokaj-Hegyaljánk. A valószínűsége igen csekély, mégis, ha minden feltétel teljesül, a kórokozó gomba „csodát” művel a szőlőszemekkel. Ezt az áldásos tevékenységet nevezzük nemes rothadásnak vagy a Tokaj-Hegyalján aszúsodásnak. Az ok, hogy egy területen a *Botrytis cinerea* nemes rothadást okoz a szomszédos dűlőben pedig a szürkerothadás pusztít egyelőre nem tisztázott. W. R. Jarvis a „*Botrytis* and *Botrytis* species: taxonomy, physiology, and pathogenicity” (1957) című könyvében összegyűjti a korai megfigyelések és vizsgálatok alapján levont következtetéseket, miszerint a szürkerothadás illetve a nemesrothadás során (i) az ellentétes minőségi változásokért a *Botrytis cinerea* különböző patogenitással rendelkező törzsei felelősek, (ii) a mustok eltérő összetétele különböző *Botrytis* izolátumoknak tulajdonítható, (iii) morfológiailag elkülöníthető *Botrytis cinerea* törzsek izolálhatók szőlőről.

A *Botrytis cinerea* törzsek molekuláris biológiai módszerekkel történő karakterizálása csak jóval később, mintegy 40 évvel a könyv

megjelenése után kezdődött, amikor Giraud és munkatársai (1997) felfedezték, hogy a Champagne régióból (Franciaország) származó törzsek eltérő mértékben hordoznak a genomjukban bizonyos transzpozonokat (mobilis genetikai elemek). Ezeknek megfelelően két rejtett, vagy testvérfajt véltek felfedezni. Számos további vizsgálat következett (Fournier és munkatársai, 2002; Fournier és munkatársai, 2003; Ahmed és Hamada, 2005; Giraud és munkatársai, 2008; Fekete és munkatársai, 2012) melyek sorra alátámasztották, hogy két genetikailag elkülönülő fajról van szó. Fournier és munkatársai 2005-ben a *Botrytis cinerea*-t testvérfajok komplexeként írták le, mely két rejtett fajt foglal magába: I. csoport (*B. pseudocinerea*) és II. csoport (*B. cinerea sensu stricto*). A két csoport mind genetikai sokféleségében, fertőzőképességében és fungicidekkel szembeni ellenálló képességében különbözik egymástól.

A közelmúltban sok rejtett gombafajt fedeztek fel, melyek egymás mellett fordulnak elő, elkülönülésük oka nem a fizikai távolság, hanem kromoszómaszám változás vagy erőteljes mutáció (szimpatrikus fajképződés). Megfigyelhetők eltérések a rejtett fajok fenológiájában, vagyis életfolyamatiban is. Ezek a fajok kissé eltérő környezeti igényűek lehetnek, különbözhet az ökológiai niche-ük. Előfordulhat, hogy ugyanazon növényt fertőzik, azonban annak különböző szerveire specializálódtak. A megfelelő védekezési stratégia megválasztásának érdekében a mezőgazdasági szempontból fontos növényeket fertőző gombák rejtett fajainak azonosítása és azok ökológiai specializációjának meghatározása elengedhetetlen.

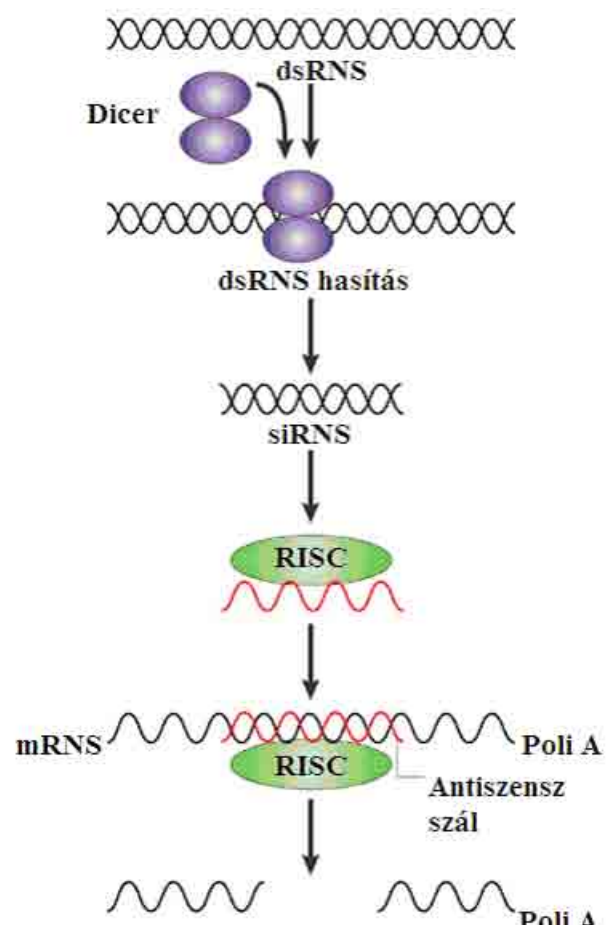
A genetikai sokféleség és a rothadás

típusának összefüggéseit Fournier és munkatársai vizsgálták és eredményeiket 2013-ban megjelent, igen szellemes „Dr Jekyll and Mr Hyde fungus” című cikkükben taglalják. Három francia régióból származó, szürkerothadásos és nemes rothadásos szimptomákat hordozó szőlőszemekről izolált, különböző populációkba tartozó törzseket vizsgáltak. A populáció struktúrája a földrajzi viszonyokhoz igazodott nem pedig a kialakult kórképekhez. Ennek alapján azt a következtetést vonták le, hogy a nemes rothadást nem egy bizonyos *Botrytis cinerea* törzs okozza, annak kialakulását nagymértékben a mikro-klimatikus viszonyoktól tették függővé. Magyar Ildikó „Borászati mikrobiológia” című könyvében (2010) leírja, hogy az aszúsodás feltételei ritkán bármely borvidéken előfordulhatnak, de csak néhány területen ismétlődnek meg az évjáratok jelentős részében. Három alapvető feltételt határoz meg: (i) a szőlőt teljes érésében érje a gombafertőzést indukáló nedves időjárás, (ii) a bogyóknak épeknek és sérülésmenteseknek kell lenniük, (iii) a néhány napos nedves, párárs, csapadékos időjárás után egy hosszú, száraz periódus következzen. Ezek mellett alapvető fontosságú a szőlő fajtája. A túl vékony és sérülékeny bogyóhéj, a tömött fürt és a korai érésű fajták a szürkerothadás kialakulásának kedveznek.

Miután bebizonyosodott, hogy ugyanazon *Botrytis cinerea* törzsek képesek előidézni a szőlőszemek szürkerothadását és nemes rothadását, a választ máshol kellett keresni. David Baulcombe 2013-ban megjelent közleménye új perspektívából közelíti meg a kérdést. Feltételezésének alapja a gazdapatogén kölcsönhatás és egy abban szerepet játszó, újonnan azonosított végrehajtó vagy más néven effektor molekula. A gazdapatogén fegyverkezési verseny több szinten zajlik. Az első szintnek a növények részéről a patogének felszínén lévő mintázatok (PAMP) felismeréséért felelős receptorok összessége tekinthető. A kórokozó gomba jelenlétében a receptorok aktiválódása különböző biokémiai változásokat eredményez a fertőzött növényi sejtekben és azok környezetében, melyeknek célja a támadó kórokozó visszaszorítása. Természetesen a másik fél, a növénypatogén gomba is rendelkezik bizonyos ellen-védelmi rendszerrel, olyan patogén-eredetű effektorokkal, melyek blokkolják a fent említett növényi

receptorokat. Ezt követi a növények egy második receptor készlete, melynek megfelelően a kórokozók is prezentálnak további ellen-védelmi mechanizmusokat. Korábban úgy vélték, hogy a kórokozó effektorok kémiai összetételüket tekintve fehéjék, nemrégiben azonban felfedezték az effektorok egy másik csoportját, melyek nukleinsav természetűek, pontosabban RNS-ek (Weiberg és munkatársai, 2013). Ezek a molekulák jellemzően 20-24 nukleotid hosszúságú mikro RNS-ek (miRNS) és kis interferáló RNS-ek (siRNS), melyek a kis RNS-ek (sRNS-ek) csoportjába tartoznak. A feltételezés szerint az, hogy a *Botrytis cinerea* szürkerothadást vagy nemes rothadást okoz, ezeknek a molekuláknak a szabályozásától függhet.

Az kis RNS-ek feladata a géncsendesítés (gene silencing), amely az eukarióta szervezetekben a gének expresszióját képes gátolni. A géncsendesítés egyik mechanizmusa a



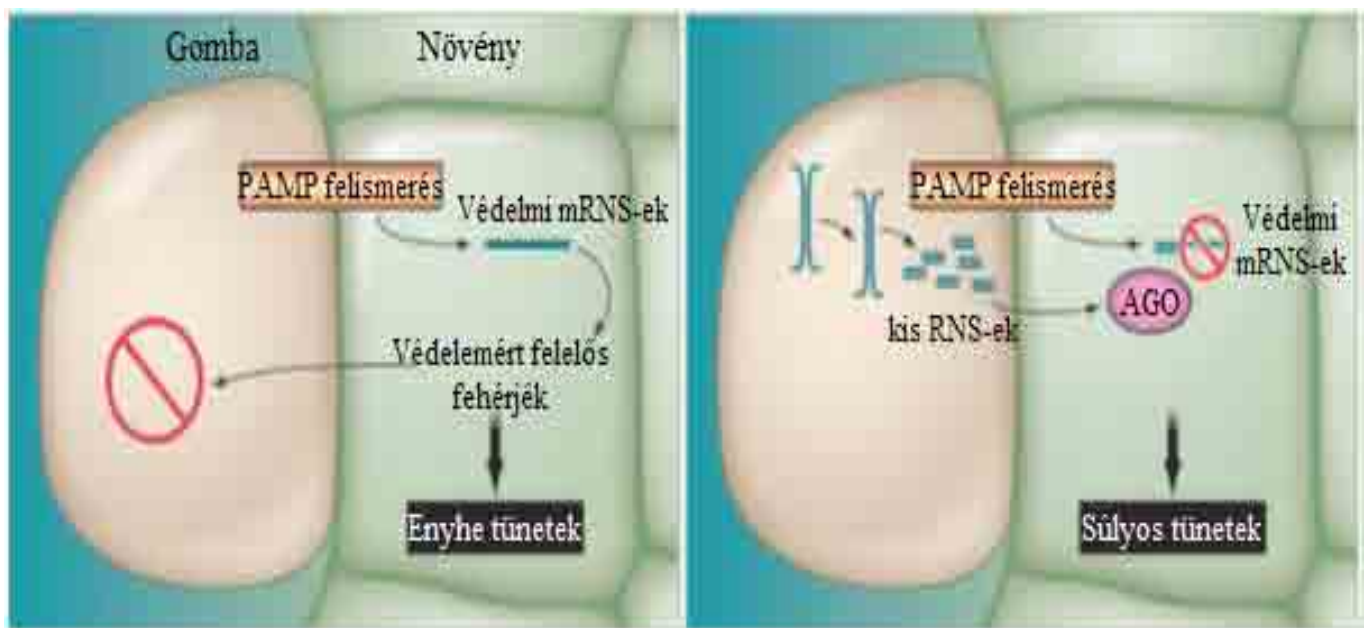
1.ábra siRNS alapú géncsendesítési folyamat (Waterhouse és Helliwell, 2003)

következésképpen játszódik le: (1) a duplaszálú RNS-eket a DICER enzimkomplex siRNS-ekre hasítja. (2) A siRNS-ek a géncsen-desítés végrehajtó komplexébe, a RISC (RNA-induced silencing complex) endonukleáz komplexbe épülnek be, ahol egyszálúvá alakulnak. (3) A RISC a továbbiakban felismeri és elhasítja a beépült siRNS-sel komplementer szekvenciát tartalmazó mRNS-eket (hírvivő molekula a fehérjeszintézis során) (1. ábra). Így a hírvivő RNS-ekről (mRNS) nem történik fehérje átírás, tehát nem termelődnek például a patogén gombával szembeni védekezésben szerepet játszó fehérjék.

A növényekben a siRNS-ek elsősorban a vírusokkal szembeni védekezésben vesznek részt. A genomban a siRNS-eken kívül jelen lévő egyszálú miRNS molekulák komplementer részeik révén szintén kettősszálú szerkezetűek lesznek, és szintén szabályozó funkcióval rendelkeznek. Ezek az eukariótákból leírt, nem

kódoló miRNS-ek, a MIR génekről keletkeznek, és a saját gének működését szabályozzák (fejlődési mintázat) (Xie és munkatársai, 2004). Működésük során szintén kötődnek az RNS indukálta géncsen-desítő fehérje komplexhez (RISC) és a velük komplementer hírvivő RNS-t a RISC komplexben található Argonaute (AGO) fehérje elhasítja. Ennek következtében az mRNS degradálódik, így nem képződhet róla fehérje (Song és munkatársai, 2004).

A kis RNS-ek megtalálhatók különböző gombákban is, köztük számos növényi kórokozóban. Eddig azonban nem volt világos, hogy hogyan szabályozzák a gazda-patogén kölcsönhatást. Weiberg és munkatársai (2013) megállapították, hogy több mint 800 kis RNS indukálódik és termelődik a gombában, miközben a *Botrytis cinerea* fertőzi a növényi sejteket. Szekvencia analízisek alapján 73-ról feltételezik, hogy képes „elcsendesíteni” a gazdaszervezetben található komplementer



2.ábra A betegség progressziója sRNS-ek hiányában és jelenlétében. Amikor a sRNS-ek blokkolják a gazda szervezet védelmi mechanizmusáért felelős mRNS kifejeződését annak hasításával, a gazda szervezet védekezési képessége gyengül és a kialakuló kór súlyos, ez a szürkerothadás. Abban az esetben, ha a sRNS-ek nincsenek jelen a fertőzés-kor, a gazda szervezet ellenállóbb a fertőzéssel szemben és a tünetek enyhék, akárcsak a nemes rothadás során.

hírvivő RNS-eket, melyekről képződő fehérjék közül több is szerepet játszik a védekezésben. Ezekben az esetekben a kis RNS-ek a gazda szervezet AGO nukleázához kötődve indukálják a hírvivő RNS-ek hasítását. Ezt bizonyítja, hogy amikor a védekezésben részt vevő, feltételezett célgének kifejeződését kísérletileg gátlták, a növény a gombafertőzéssel szemben fokozott érzékenységet mutatott. Valószínű tehát, hogy a gombában termelődő kis RNS-ek képesek a géncsendesítés mechanizmusán keresztül megakadályozni a gazdaszervezet védekezéseért felelős génjeinek kifejeződését, vagyis nem termelődnek a gombafertőzés elleni védekezésben szerepet játszó fehérjék. Így a növény kevésbé képes ellenállni a gomba támadásának. A feltételezések további bizonyítéka, hogy az AGO hiánymutáns növények, amelyekben hiányzik tehát a géncsendesítés folyamatában kulcsfontosságú nukleáz, kevésbé fogékonyak a fertőzéssel szemben. Egy másik esetben a kutatócsoport a kis RNS-ek képződéseért felelős DICER enzim génjét üttette ki a gomba genomból, ekkor szintén csökkent a növények fogékonysága (2. ábra).

A szürkerothadás során a *Botrytis cinerea* kis RNS-ei segítségével képes tehát elcsendesíteni a növényi sejtek védekezéseért felelős géneket, ezzel csökkentve a gazda szervezet immunitását. Egyértelműen sokkal többet kell kideríteni a gombák és a növények közt zajló RNS alapú kommunikációról. Ez nagyon fontos az aszúsodás jobb megértésének érdekében is. Tudjuk, hogy a nemes rothadás titkát nem egy speciális *Botrytis* törzs rejti. A rettegett gomba, mely megannyi kárt okoz, megfelelő mikro-klimatikus körülmények közt a szőlőszemek borászati értelemben vett, nagymértékű minőségjavulását eredményezi. Az ok továbbra sem tisztázott, azonban a kis RNS-ek hatását kiküszöbölő vizsgálatok során tapasztalt enyhe, a nemes rothadásra jellemző tünetek alapján a kis RNS-ek mennyiségi szabályozásának és a gazda szervezetbe való átjutásának vizsgálata jó célpontja a további kutatásoknak.

Ezen felül további vizsgálatok szükségesek annak megállapítására, hogy van-e a növényeknek olyan védekezési mechanizmusa, ami blokkolja az átadott kis RNS molekulákat, valamint, hogy a kis RNS-ek kutatása során szerzett információk felhasználhatók-e a védekezési és gazdálkodási stratégiák fejlesztésére.

Irodalom

- Baulcombe D. 2013. Small RNA – the secret of noble rot. *Science*, 342: 45–46.
- Fekete É., Fekete E., Irinyi L., Karaffa L., Árnayasi M., Asadollahi M., Sándor E. 2012. Genetic diversity of a *Botrytis cinerea* cryptic species complex in Hungary. *Microbiological Research* 167: 283–291.
- Fournier E.-Giraud, T.-Brygoo Y. 2005. Partition of the *Botrytis cinerea* complex in France using multiple gene genealogies. *Mycologia*. 97: 1251–1267.
- Fournier E., Giraud T.-Loiseau A., Vautrin D., Estoup A., Solignac M., Cornuet J.M., Brygoo Y. 2002. Characterization of nine polymorphic microsatellite loci in the fungus *Botrytis cinerea* (Ascomycota). *Molecular Ecology Notes*, 2: 253–255.
- Fournie, E., Gladieux P., Giraud T. 2013. The 'Dr Jekyll and Mr Hyde fungus': noble rot versus gray mold symptoms of *Botrytis cinerea* on grapes. *Evolutionary Applications*, 6: 960–969. doi: 10.1111/eva.12079.
- Fournier E., Levis C., Fortini D., Leroux P., Giraud T., Brygoo Y. 2003. Characterisation of Bc-hch, the *Botrytis cinerea* homolog of the *Neurospora crassa* het-c vegetative incompatibility locus and its use as a population marker. *Mycologia*, 95: 943–951.
- Giraud T., Fortini D., Levis C., Brygoo Y. 1997. RFLP markers show genetic recombination in *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) and transposable elements reveal two sympatric species. *Molecular Biology and Evolution*, 14: 1177–1185.
- Giraud T., Refregier G., Le Gac M., de Vienne D.M., Hood M.E. 2008. Speciation in fungi. *Fungal Genetics and Biology*, 45: 791–802.
- Jarvis W. R. 1977. *Botryotinia and Botrytis Species: Taxonomy, Physiology and Pathogenicity*. Research Branch, Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada,
- Magyar I. 2010. Borászati mikrobiológia. Budapest, Mezőgazda Kiadó,
- Waterhouse P.M., Helliwell C.A. 2003. Exploring plant genomes by RNA-

- induced gene silencing. *Nature Reviews Genetics* 4: 29-38
- Song J., Smith S.K., Hannon G.J., Joshua-Tor L. (2004): Crystal Structure of Argonaute and Its Implications for RISC Slicer Activity. *Science*, 305: 1434-1437.
- Weiberg A., Wang M., Lin F.M., Zhao H., Zhang Z., Kaloshian I., Huang H.D., Jin H. 2013. Fungal small RNAs suppress plant immunity by hijacking host RNA interference pathways. *Science*, 342: 118-123
- Xie Z., Johansen L.K., Gustafson A.M., Kasschau K.D., Lellis A.D., Zilberman D., Jacobsen S.E., Carrington J.C. 2004. Genetic and functional diversification of small RNA pathways in plants. *PLoS Biol*, 2: 642-652.

A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



IMPRESSZUM

Kiadja: Tokaji Borvidék Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet

Elérhetőség: 3915 Tarcál, Könyves Kálmán út 54., Pf. 8.

Telefon/fax: 06 47 380148

Felelős szerkesztő: Dr. Bihari Zoltán

Szerkesztő: Berecz Ágnes

Amennyiben nem szeretné többet kapni a hírlevelet, vagy éppen ellenkezőleg,
mások számára is elérhetővé szeretné tenni, akkor írjon egy levelet a következő címre:
info@tarcalkutato.hu

Mindenkit biztatunk arra, hogy ha olyan információja, híre van, amit szeretne közhírré tenni,
küldje be hozzánk és a hírlevélben megjelentetjük.



VIDÉKFEJLESZTÉSI
MINISZTERIUM



TOKAJI BORVIDÉK
Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet