

Doktori értekezés tézisei

AMPELOMYCES HIPERPARAZITÁK LISZTHARMATGOMBÁKBAN:
GAZDAGOMBA-SPECIALIZÁCIÓ, INTRACELLULÁRIS
TERMŐTESTKÉPZÉS ÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁS

Pintye Alexandra

Biológia Doktori Iskola

Iskolavezető: Prof. Erdei Anna, az MTA rendes tagja

Kísérletes Növénybiológia Doktori Program

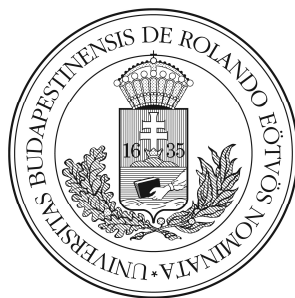
Programvezető: Prof. Szigeti Zoltán

Témavezetők: Dr. Kiss Levente, Igazgató, MTA ATK NÖVI, DSc

Dr. habil. Kovács M. Gábor, egy. adjunktus, ELTE TTK,

Biológiai Intézet Növény szervezettani Tanszék

Eötvös Lóránd Tudományegyetem



Készült az MTA ATK Növényvédelmi Intézetben

Budapest

2012

I. Bevezetés és célkitűzések

A liztharmatgombák (Erysiphales, Ascomycota) a gazdasági szempontból legjelentősebb károkat okozó növénykórokozók közé tartoznak. Legismertebb élősködők, hiperparazitáik az *Ampelomyces* nemzetségbe tartozó piknídiumot képező tömlősgombák. A legújabb szakirodalomban is vitatott kérdés, hogy vajon a különböző fajokból izolált *Ampelomyces*-törzsek eredeti gazdagombáik szűken specializálódott hiperparazitáinak vagy nagyszámú gazdagombafaj generalista élősködőinek tekinthetőek-e. Korábbi munkák során laboratóriumunkban igazolást nyert, hogy a tavasszal járványt okozó almaliztharmatból izolálható *Ampelomyces*ek nrDNA ITS-szekvenciáik alapján elkülönülnek az ősszel fertőző liztharmatgombafajokból származó, szimpatrikusan jelenlevő *Ampelomyces*ektől (Szentiványi és mtsai 2005). A gazdagomba-specializációt a Szentiványi és mtsai (2005) által felvetett hipotézissel, vagyis a hiperparaziták populációi között fellépő időbeli izolációval kapcsolatban vizsgáltuk. Továbbá a specializációval összefüggésben egy általunk kiválasztott, gazdaságilag jelentős gazdagombafajból, a szőlőliztharmatból izolálható törzsek genetikai változékonyságát is tanulmányoztuk.

Az *Ampelomyces*ek intracelluláris paraziták, melyek a gazdagombáik konídiumtartósejtjeiben képezik ivartalan termőtesteiket. Egyes szerzők szerint az *Ampelomyces*-törzsek piknídium-képzése a liztharmatgombák micéliumának belsejében olyan morfo-fiziológiai tulajdonság, mely alapul szolgálhat a fajon belüli csoportok elkülönítéséhez (pl. Park és mtsai 2010). A specializáció kérdéskörének feltárása mellett kutatásokat folytattunk az *Ampelomyces*ek piknídium-lokalizációs tulajdonságainak megismerése érdekében.

A szőlőliztharmat az egyik legfontosabb betegség a szőlőtermesztésben világszerte, és napjainkban elsősorban fungicidekkel védekeznek ellene. Biológiai védekezési módszerekkel, pl. *Ampelomyces* tartalmú termékek megfelelő felhasználásával csökkenteni lehetne a kijutatott vegyszerek mennyiségét. Az eddig forgalomba hozott, *Ampelomyces* hiperparazitákat tartalmazó biofungicideket kivétel nélkül a liztharmatgombák ivartalan fejlődési alakja ellen alkalmazzák. A szőlőliztharmat esetében ugyanakkor az ivaros fejlődési alak játssza a legfontosabb szerepet a kórokozó áttelelésében, ezáltal a tavaszi fertőzések elindításában. Munkánk során egy újszerű stratégia alapján megvizsgáltuk, vajon eredményesen alkalmazhatók-e az *Ampelomyces*ek a szőlőliztharmat áttelelő, ivaros alakja ellen a gyakorlati növényvédelemben.

Az alábbiakban ismertetett kutatómunka során tehát a következő négy fő kérdésre kerestük a választ:

1. A különböző lisztharmatgombafajokból izolált *Ampelomyces*-törzsek eredeti gazdagombáik szűken specializálódott hiperparazitáinak vagy nagyszámú gazdagombafaj generalista élősködőinek tekinthetők-e?

Ezt a kérdést az alábbi összefüggésekben vizsgáltuk:

1.1. Az nrDNS ITS szekvenciák és mikroszatellit-markerek alapján van-e különbség az őszei és tavasszal izolálható *Ampelomyces*-törzsek között? Szabadföldi keresztfertőzési kísérletek során kimutathatók-e a gazdagomba-specializáció jelei e törzsek esetén?

1.2. Szőlőlisztharmatból, mint gazdasági jelentősége miatt kiválasztott gazdagombafajból izolálható *Ampelomyces*-törzsek mennyire különülnek el egymástól és más gazdagombákból izolált törzsektől ITS- és az aktin gén *act1*- régiójának szekvenciái alapján?

2. Törzs-specifikus-e vagy inkább a gazdagombák morfo-fiziológiai tulajdonságai által meghatározott az egyes *Ampelomyces*-törzsek termőtestképzése a lisztharmatgombák micéliumának belsejében? Más szavakkal: jellemezhető-e a törzsek egy szembetűnő, és a szakirodalomban vitatott jelentőségű tulajdonságuk, mégpedig piknidiomaiknak a gazdagomba-micélium belsejében történő lokalizációja alapján?

3. Hogyan fejlődik az *Ampelomyces* hiperparaziták intracelluláris micéliuma a lisztharmatgombák egy nemrég leírt különleges sporulációs formája, a mikrociklikus konídiumképzés esetében?

4. Hogyan alkalmazhatók az *Ampelomyces* hiperparaziták a szőlőlisztharmat elleni biológiai védekezésben az ivaros termőtestek elleni felhasználás során?

E problémakörön belül az alábbi kérdések mentén dolgoztunk:

4.1. Milyen tulajdonságok alapján szelektálhatók a gyakorlatban alkalmazható *Ampelomyces*-törzsek?

4.2. Hatékonyak-e az őszei szőlőültetvényekben kijuttatott törzsek a szőlőlisztharmat elleni védekezés szempontjából?

II. Anyag és módszer

Az *Ampelomyces* hiperparaziták izolálása és fenntartása

A **mintavétel** során 2007. szeptember és 2009. október között lisztharmatos leveleket gyűjtöttünk be természetben és vadon élő, fás szárú és légyszárú növényekről egyaránt. Elsősorban fertőzött alma- (*Malus domestica*), ördögcérna- (*Lycium halimifolium*) és szőlőleveleket (*Vitis vinifera*) gyűjtöttünk. A mintákat a lisztharmatgombák meghatározása, és a telepekből *Ampelomyces* hiperparaziták izolálása érdekében sztereomikroszkóppal vizsgáltuk tovább. Az **izolálás** során a begyűjtött lisztharmatos levelekről, sztereomikroszkóp alatt egy-egy fiatal, őzbarna piknidiumot emeltünk le steril üvegtűvel, majd antibiotikummal (5% kloramfenikollal) kiegészített malátás Czapek-Dox (MCzD) táptalajra helyeztük.

DNS-kivonás

A DNS-kivonást a DNeasy Plant Mini Kit csomag (Qiagen, Németország) felhasználásával, a gyártó cég által megadott utasítások szerint végeztük az *Ampelomyces*ek táptalajon növő tenyészeiből, ill. a hiperparaziták piknidiumait tartalmazó lisztharmatos levelekből.

Az nrDNS ITS- és az *act1*-régiók felszaporítása polimeráz-lánreakcióval és szekvenálása

A polimeráz-lánreakció (PCR) során a teljes genomi DNS-ből az ITS1F (Gardens és Bruns 1993) és ITS4 (White és mtsai 1990) primerpárral szaporítottuk fel az nrDNS ITS-régióját. A PCR amplifikációt az *act1*-régió esetében az Act-1 és Act5ra (Voigt és Wöstemeyer 2000) primerpárokkal végeztük. A felszaporított DNS-szakaszokat a PCR-hez használt primerek alkalmazásával szekvenáltuk. A szekvenálási reakció termékének elektroforézisét szolgáltató laborban (MTA SzBK), ABI 3100-as készüléken végezték. A kapott elektroforegramokat a Staden programcsomaggal (Staden 2000) ellenőriztük és javítottuk.

Molekuláris filogenetikai vizsgálatok

A tavasszal és ősszel izolált *Ampelomyces* hiperparaziták ITS-szekvenciáinak illesztését és filogenetikai elemzését az ELTE Növényismereti Tanszékén Dr. Kovács M. Gábor végezte el a Multalin (Corpet 1988) és a PAUP 4.0b10 programcsomag (Swofford 2003) használatával.

A szőlőlisztharmatból izolált *Ampelomycesek* genetikai változékonyságának vizsgálatát célzó munkában az ITS-szekvenciák illesztését a MAFFT program 6-os verziójával (Kato és mtsai 2009), az *act1*-szekvenciákat a PRANK program PRANKSTER (Löytynoja és Goldman 2008) felületén illesztettük, majd egyes javításokhoz a ProSeq2.9 programot (Filatov 2002) használtuk. A megfelelő nukleotid szubsztitúciós modellt a jModelTest 0.1.1 (Posada 2008) program AIC (Akaike information criterion) beállítását alkalmazva választottuk ki. A filogenetikai számításokat a PhyML 3.0 (Guindon és Gascuel 2003) program online verziójával végeztük. Egy további, Bayesian (MCMC) elemzést is végeztünk a MrBayes 3.1.2 (Ronquist és Huelsenbeck 2003) (Computational Biology Service Unit at Cornell University, <http://cbsuapps.tc.cornell.edu/index.aspx>) programmal.

A piknídium-lokalizáció tanulmányozása során felhasznált törzsek kiválasztását megelőző ITS-szekvencia elemzést az előző bekezdésben bemutatott módszerek szerint végeztük.

Mikroszatellit-vizsgálatok

Öt, fluoreszcensen jelölt primerpárt használtunk (AQmalus3, AQmalus4, AQmalus8, AQmalus10, AQmalus11), melyeket almalisztharmatból izolálható *Ampelomyces*-törzsekre fejlesztettek ki (Harvey 2006). A mikroszatellitek elválasztását 8%-os denaturáló poliakrilamid gélben végeztük, majd a géleket FMBIO II szkennelrel digitalizáltuk. Az öt lókuszon belül az egyes allélok meglétét vagy hiányát az egyes mintákban bináris adatok formájában rögzítettük. Az adathalmazból a TREECON programcsomag felhasználásával (Van de Peer és De Wachter 1994), Nei és Li koeficiense alapján UPGMA módszert alkalmazva, dendrogramot állítottunk elő.

Mikoparazita-tesztek

A piknídium-lokalizációs vizsgálatokban lisztharmatgombákkal mesterségesen fertőzött dohány-, uborka-, paradicsom-, árpa-, és szőlőnövényeket használtunk fel. A leveleket a hiperparaziták 10^5 - 10^6 konídium/ml koncentrációjú szuszpenziójával permetezzük le. A cserepes növényeket és a szőlőleveleket tartalmazó Petri-csészéket egyaránt 20°C-os klímakamrába helyeztük nyolc-tíz napra. A mikoparazita-tesztekben tíz jól sporuláló *Ampelomyces* törzset használtunk, melyeket az ITS-régió vizsgálata alapján választottunk ki. Vizsgálatokhoz kezelésként három levélről, és levelenként három hiperparazitával fertőzött lisztharmattelepből mikroszkópos preparátumot készítettünk Shin és La (1993) módszere

szerint. A preparátumokat Olympus BX51 típusú fénymikroszkóppal vizsgáltuk. Az intracellulárisan képződött piknídiumok pozícióját feljegyeztük, az alapján, hogy hányadik konídiumtartó sejtben képződtek az ivartalan termőtestek. Preparátumonként legalább 30 piknídium adatait jegyeztük fel. A mikroszkópos vizsgálatok során nyert adatokat UPGMA módszerrel elemeztük a SYN-TAX2000 programcsomaggal (Podani 2001). Az adatok egy további elemzését Dr. Holb Imre végezte el a Debreceni Egyetemen.

A piknídium-lokalizációs vizsgálatokhoz további mikoparazita-teszteket is végeztünk, lizstharmentos dohány- és szőlőlevelekkel. A leveleket Petri-csészébe helyeztük és lepermeteztük a hiperparaziták szuszpenziójával, majd ezt követően ecseteléssel letördeltük a lizstharmentepeken képződött konídiumtartókat.

Az *Ampelomyces* hiperparaziták intracelluláris micéliumának fejlődését a mikrociklikus konídiumtartókban összesen hat lizstharमतombafajban (a dohányt fertőző *Golovinomyces orontii*, az uborkát fertőző *Podosphaera xanthii*, a paradicsomot fertőző *Oidium neolycopersici*, a szőlőt fertőző *Erysiphe necator*, az almát fertőző *P. leucotricha* és a petúniát fertőző *O. longipes* esetében) vizsgáltuk.

Szabadföldi keresztfertőzési kísérletek

A hiperparaziták vitatott gazdagomba-specializációjának vizsgálatához tavasszal lizstharमतall erősen fertőzött almafára becserepezett, *G. orontii* ill. *P. xanthii* lizstharमतombákkal mesterségesen megfertőzött dohány, ill. uborkanövényeket helyeztünk ki. Ősszel lizstharmentos ördögcérna cserjék közvetlen közelébe helyeztünk ki ugyanilyen csapdanövényeket. A szőlőlizstharमतból izolálható hiperparaziták specializációjának vizsgálatához lizstharमतall mesterségesen fertőzött szőlőnövényeket helyeztünk ki Budapest egy pontján, 2009 augusztusában. A csapdanövények leveleit 14-20 nappal kihelyezésüket követően behoztuk a laboratóriumba, sztereomikroszkóp alatt megvizsgáltuk, és az *Ampelomyces*-piknídiumok jelenléte esetén izoláltuk a hiperparazitákat.

Szőlőlizstharमत elleni biológiai védekezésben felhasználható törzsek tesztelése

Harminckét törzs **növekedési ütemének** és **sporuláló micélium-felületének** meghatározását azonos korú, 15, 20, ill. 25°C-on tartott tenyészetek alapján végeztük. Az **intracelluláris sporuláció** mértékét a kiválasztott törzsekből készített konídium-szuszenziókkal kezelt, vízen úsztatott lizstharmentos szőlőleveleken vizsgáltuk. A 32 törzs közül e vizsgálatok alapján szelektált RS1-a törzs mikoparazita tulajdonságait ősszel hazai és olasz **szőlőültetvényekben**

összehasonlítottuk a kereskedelmi forgalomban lévő AQ10 termék tulajdonságaival. Szőlőültetvényenként 2 x 2 szőlőtőkét kezeltünk összesen 2-2 liter, kb. $1-5 \times 10^6$ konídium/ml koncentrációjú szuszpenzióval szüret után, majd a kezeléseket két hét múlva megismételtük. A kipermetezett hiperparaziták megtelepedését sztereomikroszkóppal vizsgáltuk a lisztharmatos leveleken, 10-14 nappal a kezeléseket követően. Tavasszal, rügyfakadást követően hetente ellenőriztük az aszkospórák fertőzések tüneteinek megjelenését és ezek számának alakulását. Az adatok statisztikai elemzését az olaszországi Katolikus Egyetem (Università Cattolica del Sacro Cuore) Entomológiai és Növénykórtani Intézetében végezték el.

III. Eredmények és következtetések

1. Az *Ampelomyces* hiperparaziták időbeli izolációja

A feltételezett időbeli izoláció igazolása érdekében több mint 700 új *Ampelomyces*-törzset izoláltunk almát, ill. sok más növényfajt megbetegítő lisztharmatgombafajokból. Mikroszatellit-régiók vizsgálatán és ITS-szekvenciákra alapuló eredményeink igazolták a tavasszal és az ősszel izolálható törzsek közötti genetikai differenciálódást. Szabadföldi és *in vitro* kísérleteink kimutatták, hogy ennek oka nem lehet a törzsek gazdagomba-specializációja. Egy másik magyarázat az lehet, hogy az almalisztharmat áttelelése és tavasszal kezdődő életciklusa eltér a legtöbb lisztharmatgombáétól, így az ebben terjedő *Ampelomyces* törzsek időben izolálódnak a főként ősszel terjedő törzsektől. Az almalisztharmat rügyfakadás után fertőzi a gazdanövényét, főképpen tavasszal okoz járványokat. Ezzel szemben a lisztharmatgombafajok többsége a vegetáció során később kezdi életciklusát, ezért viszonylag kicsi az esélye annak, hogy a tavasszal megjelenő *Ampelomyces*-törzsek keveredjenek más törzsekkel (Szentiványi és mtsai 2005). Az ITS-szekvenciában és a mikroszatellit-régiókban kimutatott elkülönülés miatt feltételezhetően az „almalisztharmat-haplotípusokba” tartozó *Ampelomyces*ek egy kriptikus fajt képviselnek, melyek azonban nem jellemezhetőek szigorú gazdagomba-specializációval (Kiss és mtsai 2011).

2. Szőlőlisztharmatból izolált *Ampelomyces*-törzsek genetikai változékonysága

ITS- és *act1*-szekvenciák alapján is kimutattuk, hogy a szőlőlisztharmatból izolált hiperparaziták az *Ampelomyces*eken belül eddig elkülönített öt csoportból („kládból”)

négyben megjelentek, tehát genetikailag eltérő törzsek képesek parazitálni ezt a gazdagombafajt. Szabadföldi kísérletekkel is alátámasztottuk, hogy kimutathatóak a szőlőlisztharmatból olyan *Ampelomyces*ek, melyek ITS- és aktin gén szekvenciái megegyeznek más lisztharmatgombafajokból származó törzsekével, tehát ebben az esetben sincs szó szigorú gazdagomba-specializációról (Pintye és mtsai 2012).

3. Az *Ampelomyces*ek intracelluláris sporulációja

3.1. Píknídium-lokalizáció

Az *Ampelomyces*ek intracelluláris sporulációjával kapcsolatban végzett kísérletekkel öt különböző lisztharmatgombafajban vizsgáltuk tíz törzs morfo-fiziológiai tulajdonságait. Az *in vitro* kísérleteink során megállapítottuk, hogy a píknídium-lokalizációt, vagyis az ivartalan termőtestek kialakulásának a helyét a konídiumtartókon belül, ellentétben az irodalmi adatokkal (pl. Park és mtsai 2010), elsősorban a gazdagombafaj morfo-fiziológiai tulajdonságai határozzák meg. Azonban bizonyos lisztharmatgombafajoknál egyes esetekben az adott *Ampelomyces*-törzstől is függ a píknídiumok pozíciója. Továbbá a píknídium-lokalizációs vizsgálatok során elvégzett számos sikeres mikoparazita teszt is alátámasztja, hogy *in vitro* körülmények között, a genetikailag különböző *Ampelomyces*ek képesek a gazdagombáiktól eltérő, más lisztharmatgombafajokat is parazitálni.

3.2. Mikoparazitizmus a lisztharmatgombák mikrociklikus konídiumtartóiban

Az általunk vizsgált hat lisztharmatgombafaj mindegyikében megállapítottuk, hogy életciklusukban megjelenik a mikrociklikus konídiumképzés (Kiss és mtsai 2010, Pintye és mtsai 2011) és a hiperparazita be tud hatolni a speciális módon képződött konídiumtartókba is, valamint ezekben termőtesteket is tud képezni. A normál módon lezajló életciklushoz hasonlóan alakulnak ki az intracelluláris termőtestek, de a mikrociklikus konídiumtartók parazitizmusával gyorsabban indulhat meg píknídiumképzés, mint egy teljes telep parazitizmusáé során.

4. *Ampelomyces* hiperparaziták felhasználása a szőlőlisztharmat elleni biológiai védekezésben

A biológiai védekezéssel kapcsolatos *in vitro* kísérleteink során kimutattuk, hogy a gyakorlatban is alkalmazható *Ampelomyces*-törzsek kiválasztásánál elsősorban az *in vitro* sporuláció mértéke a meghatározó. Szabadföldi kísérleteink során csökkentettük az áttelelő lisztharmatgomba-termőtestek számát, ezáltal a hiperparazitával kezelt területeken a tavaszi

járvány kezdeti szakaszában a lisztharmatfertőzés kisebb mértékű volt, és időben eltolódott a kezeletlen területekhez képest. Az eltolódás következtében a szőlőbogyók el tudtak érni egy olyan fejlődési stádiumot, melyben ontogenetikus rezisztenciával rendelkeztek a lisztharmatfertőzéssel szemben (Gadoury és mtsai 2003), tehát a betegség kisebb kárt okozott a termésekben. A sikeres biológiai védekezési kísérleteink továbbá azt is alátámasztják, az előző pontokban bemutatott eredményekhez hasonlóan, hogy nincs szó szigorú gazdagombaspecializációról az *Ampelomyces* esetében, mert a leghatékonyabbnak bizonyult RS1-a törzset rózsa- és nem szőlőlisztharmatból izoláltuk. Tehát a biológiai védekezésben felhasználható *Ampelomyces*-törzs kiválasztásánál valójában nem az eredeti gazdagombafaj, hanem a törzsek *in vitro* sporulációs és növekedési paraméterei valamint mikoparazita tulajdonságai a lényegesek.

IV. Hivatkozások

- Corpet F. 1988. *Nuc. Acids Res.* 16: 10881-10890.
Filatov DA 2002. *Mol. Ecol. Notes* 2: 621-624.
Gadoury DM *et al.* 2003. *Phytopathology* 93: 547-555.
Gardes M & Bruns TD 1993. *Mol. Ecol.* 2: 113-118.
Guindon S & Gascuel O 2003. *Syst. Biol.* 52: 696-704.
Harvey, N. G. 2006. *Mol. Ecol. Notes* 6: 1188-1190.
Katoh K *et al.* 2009 *Methods Mol. Biol.* 537: 39-64.
Kiss L *et al.* 2011. *Mol. Ecol.* 20: 1492-1507.
Kiss L *et al.* 2010. *Eur. J. Plant Pathol.* 126: 445-451.
Löytynoja A & Goldman N 2008. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102: 10557-10562.
Park M-J *et al.* *Fungal Biol.* 114: 235-247.
Pintye A *et al.* 2011. *Mycoscience* 52: 213-216.
Pintye A *et al.* 2012. *Phytopathology* 102: 707-716.
Podani J 2001. Users Manual. Scientia, Budapest.
Posada D 2008. *Mol. Biol. Evol.* 25:1253-1256.
Ronquist F & Huelsenbeck JP 2003. *Bioinformatics* 19: 1572-1574.
Shin H-D & LA Y 1993. *Mycotaxon* 46: 445-451.
Staden R. *et al.* 2000. *Methods Mol. Biol.* 132: 115-130.
Swofford DL 2003 Sinauer Associates, Sunderland, MA.
Szentiványi O *et al.* 2005. *Mycol. Res.* 109: 429-438.
Van de Peer Y & De Wachter Y 1994. *Biosciences* 10: 569-70.
Voigt K & Wöstemeyer J 2000. *Microbiol. Res.* 155: 179-195.
White TJ *et al.* 1990. PCR protocols. A Guide to Methods and Applications. Academic Press, San Diego

V. A tézisek alapjául szolgáló publikációk

Teljes terjedelmű cikkek

Pintye, A., Bereczky, Zs., Kovács, G.M., Xu, X., Legler, S.E., Váczy, Z., Váczy, K.Zs., Caffi, T., Rossi, V., Kiss, L. No indication of strict host associations in a widespread mycoparasite: Grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*) is attacked by phylogenetically diverse *Ampelomyces* strains in the field. *Phytopathology* 102: 707-716. **IF: 2,428**

Kiss, L., Pintye, A., Kovács, G.M., Jankovics, T., Fontaine, M., Harvey, N., Xu, X., Nicot, P.C., Bardin, M., Shykoff, J.A., Giraud, T. 2011. Temporal isolation explains host-related genetic differentiation in a group of widespread mycoparasitic fungi. *Molecular Ecology* 20: 1492–1507. **IF: 6,457**

Kiss, L., Pintye, A., Zséli, G., Jankovics, T., Szentiványi, O., Hafez, Y.M., Cook, R.T.A. 2010. Microcyclic conidiogenesis in powdery mildews and its association with intracellular parasitism by *Ampelomyces*. *European Journal of Plant Pathology* 126: 445–451. **IF: 1,575**

Rövid közlemény

Pintye, A., Legler, S.E., Kiss, L. 2011. New records of microcyclic conidiogenesis in some powdery mildew fungi. *Mycoscience* 52: 213–216. **IF: 0,774**

Konferencia – összefoglalók

Legler, S.E., Caffi, T., Kiss, L., Pintye, A., Rossi, V. 2011. Methods for screening new *Ampelomyces* strains to be used as biocontrol agents against grapevine powdery mildew. *IOBC/wprs Bulletin* 67: 149-154.

Pintye, A., Kiss, L. 2010. Microcyclic conidiogenesis, a recently discovered sporulation mechanism in powdery mildews. *International Mycological Congress 9 (IMC9) – SIG Meeting Lecture* (abstract)

Kiss, L., Pintye, A., Kovács, G.M., Fontaine, M.C., Shykoff, J.A., Giraud T., et al. 2010. Temporal isolation in the fungal world: Isolation in time explains host-related genetic differentiation in a group of widespread mycoparasitic fungi. *International Mycological Congress 9 (IMC9) Poster* (abstract)

Kiss, L., Pintye, A., Caffi, T., Legler, S.E., Bohár, Gy., Rossi, V. 2010. Attacking sessile targets rather than expanding ones: A strategy for using *Ampelomyces* mycoparasites as biocontrol agents of grapevine powdery mildew. *International Mycological Congress 9 (IMC9) Poster* (abstract)

Legler, S.E., Caffi, T., Kiss L., Pintye A., V. Rossi. 2009. Screening of *Ampelomyces* strains as candidate agents for the biological control of grapevine powdery mildew. *XV Convegno Nazionale Societa Italiana di Patologia Vegetale (SIPAV)*. Poster (abstract)

Legler, S.E., Caffi, T., Kiss, L., Pintye, A., Rossi, V. 2009. Methods for screening new *Ampelomyces* strains to be used as biocontrol agents against grapevine powdery mildew. *IOBC/WPRS OILB/SROP European Meeting of the Working Group Integrated Protection and Production in Viticulture*. Lecture (abstract)