



MAGYARORSZÁGON ELŐFORDULÓ
MONILINIA FAJOK BIOLÓGIAI DIVERZITÁSA
ÉS FUNGICID ÉRZÉKENYSÉGE

Doktori (PhD) értekezés tézisei

LANTOS ANNA LÍVIA

GÖDÖLLŐ

2016.

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Zámboriné dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy és Aromanövények Tanszék

Témavezető: Dr. Petróczy Marietta
adjunktus, PhD
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Növénykórtani Tanszék

1. A jelölt a Szent István Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

A monilíniás betegség világszerte a csonthéjasok és almatermésűek termesztésének gazdaságilag meghatározó tényezője. A fertőzés következtében kialakuló virágelhalás és gyümölcsrothadás súlyosan veszélyezteti az azévi termésmennyiséget, míg a hajtáselhalás és a fertőzés továbbterjedése következtében kialakuló rákos sebek az évek során a fák kondíciójának fokozatos leromlását, más tényezőkkel együtt pedig a fák pusztulását okozhatják. Napjainkig a magyarországi ültetvényekben öt *Monilinia* faj kártétele ismert, közülük kettő az utóbbi évtizedben került hazánkba.

A *Monilinia laxa* és *Monilinia fructigena* őshonos kórokozók Európában, az ellenük történő védekezés módszerei régóta kidolgozottak. Az elmúlt években azonban a növényvédelmi technológiák következetes alkalmazása mellett is gyakran járványszerűen károsított a *M. laxa* kórokozó az ország különböző termesztőközeteiben. Egyes feltételezések szerint a faj új, agresszívebb törzsei, patotípusai jelentek meg (Rozsnyai és Vajna 2001), amelyek a korábbiaktól eltérően nem csak a meggyvirágok tömeges elhalásáért felelősek, hanem kajszin és egyes szilvafajtákon is rendszeresen járványos fertőzést okoznak. A különösen fogékony gazdanövények körének bővülése mellett a kórokozó növényvédő szerekre való érzékenysége is változóban van. Az utóbbi években több speciális hatáshelyű készítménnyel szemben ellenálló *M. laxa* és *M. fructigena* szubpopulációk alakultak ki (Szódi és mtsai. 2008, Fazekas 2014).

A birs specifikus kórokozója, a *Monilinia linhartiana* szintén őshonos hazánk területén, elnevezését Linhart Györgyről a neves magyar botanikusról és mikológusról kapta. Jellegzetes tüneteit már az 1930-as években megfigyelték Magyarországon (Glits 2000), viszont a kórokozó az utóbbi időben ritkábban jelent meg. A birs termőterületének növekedésével a kórokozó ismételten elterjedt a hazai ültetvényekben, amely akár súlyos kártétel kialakulásával fenyegethet, hiszen a mediterrán régióban esetenként 90–95%-os termésvesztésről is beszámolnak.

A *Monilinia fructicola* faj kártételét a hazai ültetvényekben először 2006-ban bizonyították (Kiss 2007). A gomba az utóbbi tíz évben az Európai Unió területén széles körben elterjedt, így 2014-ben megszűnt karantén státusza (Plant 2014), viszont hazai gyakoriságáról nem végeztek felméréseket. Elterjedése a hazai ültetvényekben a növényvédelmi technológia módosítását is maga után vonhatja, ahogyan ez a mediterrán területeken is történt.

Olaszországban, Spanyolországban és Görögországban a termésérés időszakában fungicid kezelések váltak szükségessé a gyümölcsök megóvása érdekében (Ogawa és mtsai. 1995).

A *Monilinia polystroma* faj 2008-ban egy újfehértói almaültetvény hajtásainak elhalását okozta (Petróczy és Palkovics 2009). Hazánkban ez volt az egyetlen alkalom, amikor ennek a fajnak a károsítását figyelték meg. Azonban az utóbbi években Európa számos országában kimutatták károsítását csonthéjas és almatermésű gyümölcsökön egyaránt. Olaszországban jelenleg az almatermésűek gyümölcseit leggyakrabban fertőző *Monilinia* faj (Martini és mtsai. 2014).

A moniliniás betegségekkel kapcsolatos vizsgálatok több szempontból is aktuálisak. Az ültetvényben jelen lévő fajok ismerete elengedhetetlen, hiszen meghatározzák a betegségek elleni védekezés módszereit. Jelenleg a *Monilinia* fajok gyakorisága Európa-szerte változóban van. A *Monilinia fructicola* és *Monilinia polystroma* fajok hazai elterjedésével a kórokozók gazdanövényköre, a gazdanövény fajok és fajták fogékonysága, az okozott tünetek és a szükséges növényvédelmi technológia is módosulhat.

Az új fajok megismerése mellett elengedhetetlen az őshonos fajok populációnak nyomon követése is. Csonthéjas kultúrákban szükséges a moniliniás betegség kórokozói ellen a vegyszeres védekezés, így kiemelkedően fontos a fungicidek hatékonyságának megőrzése. Korábbi kutatások kimutattak ellenálló populációkat hazánkban, viszont rezisztens populációk egyelőre nem jelentek meg. Vizsgálataink során ezt a monitoring munkát folytattuk hatékony és fenntartható védekezési technológiák fejlesztése érdekében.

Vizsgálataink során az alábbi célkitűzéseket fogalmazzuk meg:

- A moniliniás betegséget okozó fajok hazai dominanciájának meghatározása Magyarország számos természetközvetének bevonásával;
- A *Monilinia* fajok által okozott tünetek megfigyelése és fertőzött minták begyűjtése;
- A fajok azonosítása morfológiai és tenyészbélyegek alapján, valamint molekuláris módszerekkel;
- A fajok rokonsági viszonyainak vizsgálata genetikai állományuk jellegzetes régióinak szekvenciái alapján (ITS régió, β -tubulin gén, 14 α -demetiláz gén);
- A kórokozók fungicid érzékenységének vizsgálata mérgezett agarlemez módszer segítségével;
- A rezisztencia kialakulásáért felelős mutációk molekuláris biológiai vizsgálata.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

***Monilinia* fajok gyakoriságának felmérése**

A *Monilinia* fajok dominanciájának felméréséhez Magyarország teljes területét lefedő gyümölcsstermesztő régiókból gyűjtöttünk fertőzött növényi részeket. A minták üzemi növényvédelem alatt álló területekről vagy szakszerű növényvédelemben nem részesülő területekről származtak. Egy helyszínről lehetőség szerint 1–5 hajtást vagy termést vizsgáltunk. A kórokozót izoláltuk, majd klasszikus mikológiai és molekuláris módszerekkel azonosítottuk őket. Érd-Elvira majorban, Sós-kúton és Soroksáron a *Monilinia fructicola* tavaszi virágfertőzésének bizonyítására irányuló kísérleteket is végeztünk.

A *Monilinia* fajok dominanciájának vizsgálatakor a 3 év adatait évekre lebontva és együttesen is elemeztük, figyelembe véve, hogy az izolátum milyen növényi részről származik, valamint vizsgáltuk az egyes termesztő körzetek között megfigyelhető különbségeket is. Eltéréseket kerestünk az üzemi növényvédelem alatt álló valamint, növényvédelmi kezelésben nem részesülő területek *Monilinia* populációi között.

Kórokozók izolálása és tenyészetek fenntartása

Moniliniás betegség tipikus tüneteit mutató növényi részeket gyűjtöttünk be Magyarországon különböző területeiről, ültetvényekből, házi kertekből, valamint közterületekről 2013–2015 között. A begyűjtött növényi részeket sztereomikroszkóppal vizsgáltuk szaporító képleteket keresve a fertőzött részekben. Az exogén sztrómákról steril lándzsátú segítségével konídiumokat emeltünk le és PDA táptalajra helyeztük őket. 3 nap elteltével tiszta tenyészeteket hoztunk létre belőlük és bizonyítottuk megbetegítőképeségüket. Az izolátumokat hűtőszekrényben, 4 °C-on tároltuk és kéthavonta végzett áttöltéssel a vizsgálatok végéig fenntartottuk azokat.

Morfológiai és tenyészbélyegek megállapítása

A morfológiai bélyegek vizsgálatakor feljegyeztük a fertőzött növényi részekben képződő sztrómák színét, méretét és képződésük helyét. Citoplaszt mikroszkóp alatt vizsgáltuk a konídiumláncok szerkezetét, a konídiumok morfológiáját. A *Monilinia linhartiana* esetében mintánként 20-20 diszjunktör méretét és alakját, valamint mintánként 100-100 konídium szélességét és hosszúságát μm pontossággal megmértük.

A tenyészbélyegek vizsgálatakor burgonya dextróz agar (PDA) táptalajon állapítottuk meg a tenyészet alapszínét, szerkezetét, alakját, mintázottságát, növekedési ütemét (mm/nap) és a felületén képződő légmicélium és konídiumtömeg mennyiségét. A *M. linhartiana* izolátumok esetén PDA táptalaj mellett Leonian maláta agar és maláta kivonat agar táptalajokon is megfigyeltük a kórokozó tenyészeinek morfológiáját.

A fungicidek érzékenységének vizsgálata

Az izolátumok fungicid érzékenységének megállapítására mérgezett agarlemezes módszert választottunk. A csonthéjas kultúrákból izolált *Monilinia* fajok érzékenységét 7 hatóanyag jelenlétében vizsgáltuk, míg a *Monilinia linhartiana* izolátumaira további 15 hatóanyag vagy hatóanyag kombináció hatékonyságát teszteltük. A boszkalid (Spiegel és Strammler 2006), piraklostrobin (Chen és mtsai. 2013), tiofanát-metil (Ma és mtsai. 2003, 2005) és tebukonazol (May-De Mio és mtsai. 2011) hatóanyagok esetében az ún. elválasztó koncentrációt alkalmaztuk. A ciprodinil, fenhexamid és penkonazol hatóanyagok, valamint a *M. linhartiana* kapcsán vizsgált készítmények esetén a gyakorlati dózist, valamint a gyakorlati dózis tízszeres hígításában adtuk a táptalajhoz. Izolátumonként 3 ismétlést végeztünk. Az eredményeket akkor értékeltük, amikor a kontroll tenyészetek benőtték a Petri-csészét. Két, egymásra merőleges irányban mm pontossággal mértük meg a tenyészet átmérőjét, majd a kontroll tenyészetekkel összevetve gátlási százalékot számítottunk (May-De Mio és mtsai. 2011).

Molekuláris biológiai módszerek

A molekuláris vizsgálatokhoz az izolátumok örökítőanyagát CTAB (cetiltrimetil-ammónium-bromid) módszer segítségével vontuk ki (Maniatis és mtsai. 1989), majd kloroform és izoamil alkohol 24:1 arányú elegyének felhasználásával tisztítottuk (Gell és mtsai. 2007).

A *Monilinia* fajok genomjának több szakaszát polimeráz lánreakcióval megsokszoroztuk. Az ITS régió vizsgálatára az ITS5 és NL4 (White és mtsai. 1990, Kurtzman és Robnett 1997) primereket használtuk fel, a polimorf régió alapján történő azonosításhoz az UniMon primerpárt (Petróczy és mtsai. 2012). A 14 α -demetiláz enzim génjének vizsgálata során három primerpárt használtunk, melyek Luo és Schnabel (2008) tanulmányában szerepelnek. A *tub2* és *cytb* gének vizsgálatára saját tervezésű primereket készítettünk.

A PCR eredményességét gélelektroforézissel ellenőriztük, amely során 1%-os agaróz gélben futtattuk a PCR termékeket. A PCR terméket a PCR High Purification Kittel (Roche,

Németország) tisztítottuk ki a gyártó utasításait követve. Végső koncentrációját spektrofotométerrel ellenőriztük. A fragmentumokat a BaseClear B.V. (Leiden, Hollandia) céghez küldtük el direkt szekvencia meghatározásra, izolátumonként három ismétlésben.

A szekvenciákat az NCBI adatbázis BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) programcsomagjával ellenőriztük (Altschul és mtsai. 1990). A szekvenciák sokszoros illesztését a MAFFT 7 program segítségével végeztük L-INS-i módszerrel. Az interspecifikus és intraspecifikus diverzitást a CLUSTAL O (1.2.1) többszörös szekvencia illesztésének alkalmazásával számítottuk (Sievers és mtsai. 2011). A filogenetikai elemzéseket a BEAST v2.3.2 programcsomag segítségével végeztük (Drummond és mtsai. 2012).

A rezisztencia molekuláris hátterének elemzése

A fungicidekkel szemben mutatott rezisztencia molekuláris hátterének vizsgálata során a *tub2*, *cyp51* és *cybt* gének szekvencia sorrendjét vizsgáltuk. A génekben olyan mutációkat kerestünk, amelyek felelősek lehetnek a hatóanyag kötődési helyének megváltozásáért, ezáltal érzékenységcsökkenést vagy rezisztenciát alakítanak ki. A vizsgálatokhoz az izolátumokat agarlemezen mutatott érzékenységük alapján választottuk ki. Az adott készítményre érzékeny és ellenálló izolátumok DNS szekvenciáit hasonlítottuk össze, külön figyelmet fordítva az irodalmakban szereplő rezisztenciát kialakító változások jelenlétének vizsgálatára.

3. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

***Monilinia* fajok dominanciája csonthéjasokon**

Három év alatt összesen 556 alkalommal izoláltunk *Monilinia* fajt csonthéjas gazdanövényekről, valamint néhány alkalommal almatermésű gazdanövényekről. Tavasszal az elhalt hajtásokról kizárólag a *Monilinia laxa* fajt izoláltuk. Vizsgálataink során nem tapasztaltuk a *M. fructicola* virágfertőzését, feltehetően azért, mert országunk időjárása a virágzás időszakában még hűvös a kórokozó számára (Kimura 1962, Harada 1977), azonban a telek enyhülésével és a tavaszi átlagos középhőmérséklet emelkedésével ez hosszú távon megváltozhat.

Eredményeink alapján hazánkban, egy átlagos évben a *M. laxa* faj a termések megbetegedések feléért felelős. A *M. fructicola* és *M. fructigena* károsítására 15-30%-ban számíthatunk évjárattól függően, a *M. polystroma* azonban igen ritka. Eredményeink és a szakirodalom ismerete alapján (De Cal és mtsai. 2014, Poniatowska és mtsai. 2013, Martini és

mtsai. 2014, Papavasileiou és mtsai. 2015) hazánkban a *M. fructicola* és a *M. polystroma* fajok kártételének növekedésére számíthatunk. A *M. linhartiana* kórokozót 4 alkalommal izoláltuk hazánkban birshajtásokról.

Monilinia fajok azonosítása

A *M. laxa* és *M. fructicola*, valamint a *M. fructigena* és *M. polystroma* exogén sztrómáinak mérete és színe hasonló (van Leeuwen és mtsai. 2002), vizsgálataink során mi sem tudtuk a fajokat egyértelműen meghatározni csupán ezen tulajdonságok alapján. A *M. linhartiana* kórokozónak megfigyeléseink szerint nincsenek exogén sztrómái, a konídiumláncok a levelek felszínén jönnek létre bevonat formájában.

A *M. linhartiana* kórokozó a konídiumláncok szerkezete alapján is elkülöníthető a *Junctoriae* alcsoportba tartozó fajoktól. Mikroszkóp segítségével megfigyeltük a konídiumok között található diszjunkturákat, melyeket már Woronin (1888) is említ.

A *M. laxa*, *M. fructigena*, *M. fructicola* tenyészbélyegei megegyeznek az irodalmakban szereplő jellemzőkkel (Byrde és Willetts 1977, Barta 1991, OEPP/EPPO 2009). Az általunk gyűjtött *M. polystroma* izolátumok tenyészbélyegei, van Leeuwen és mtsai. (2002) Japánból származó izolátumainak tenyészbélyegeire hasonlítanak a leginkább. A *M. linhartiana* kórokozó tenyészbélyegeiről kevés irodalmi forrás áll rendelkezésre (Berkhout 1923, Moral és mtsai. 2011), tapasztalataink részben megegyeznek az általuk leírt jellemzőkkel, viszont sztromatikus képletek megjelenését figyeltük meg a tenyészetekben.

A molekuláris azonosítás során a multiplex PCR módszer (Petróczy és mtsai. 2012) az irodalmakban szereplő hosszúságú termékeket emelte ki a fajokból: *Monilinia laxa* fajtól 341 bp-t, *M. fructigena* fajtól 360 bp-t, *M. fructicola* fajtól 537 bp-t és *M. polystroma* fajtól 476 bp-t. A *M. linhartiana* kórokozó polimorf régiójának hosszát vizsgálatunk során elsőként határoztuk meg, mind a négy izolátum esetében 342 bp hosszúságú volt.

Monilinia fajok fungicid érzékenysége

A fenhexamid és penkonazol készítmények fungicid hatást biztosítottak minden izolátum esetén. A ciprodinil a *M. fructicola* és *M. linhartiana* izolátumait megfelelően gátolta, viszont a *M. laxa* izolátumok 25%-a, *M. fructigena* izolátumok 89%-a és mindkét *M. polystroma* izolátum csökkent érzékenységgel rendelkezett. A boszkalid hatóanyagok jelentétében az összes izolátum fejlődésnek indult, a fajok átlagos gátlása egyik esetben sem érte el a 40%-ot.

A *M. fructicola* izolátumok 19%-a, a *M. laxa* izolátumok 21%-a, a *M. linhartiana* izolátumok közül 2 db, a *M. fructigena* izolátumok és a *M. polystroma* izolátumok közül 1-1 db alacsony szintű tiofanát-metil rezisztenciával rendelkezett. Kizárólag a *M. fructicola* izolátumok között voltak olyanok, amelyek magas szintű rezisztenciával rendelkeztek (összesen 69%-uk). A magas szintű rezisztenciával rendelkező izolátumok β -tubulin génjében elsőként mutattuk ki hazánkban az E198A pontmutáció jelenlétét. Az alacsony rezisztenciával rendelkező izolátumok β -tubulin génjében viszont nem találtunk olyan változást, amely kialakíthatja az ellenállóságot. Arra a következtetésre jutottunk, hogy amennyiben pontmutáció áll a hatékonyság csökkenés hátterében, akkor az a gén vége felé, az általunk nem vizsgált szakaszon található.

A piraklostrobin hatóanyag jelenlétében a *M. laxa* izolátumok 44%-a, a *M. fructigena* izolátumok fele és az összes *M. fructigena* izolátum fejlődésnek indult. Korábbi vizsgálataink során az azoxistrobin csökkent hatékonyságát is kimutattuk. A strobilurin rezisztencia a citokróm B gén pontmutációi következtében alakul ki az aszkuszos gombáknál, viszont - hasonlóan a korábbi *Monilinia* fajokon végzett kutatásokhoz (Luo és mtsai. 2010, Miessner és Stammler 2010) - a citokróm B génben nem találtuk meg a F129L, G137R, G143A mutációk egyikét sem.

A *M. laxa* izolátumok 65%-a, a *M. fructigena* izolátumok 46%-a a *M. fructicola* izolátumok 38%-a, valamint 2 db *M. linhartiana* és 1 db *M. polystroma* izolátum rendelkezik tebukonazol ellenállósággal. A 14 α -demetiláz enzim promóter régiójában, valamint teljes génjében nem találtunk olyan változást, amely felelős lehet az érzékenység csökkenésért. Elképzelhetőnek tartjuk azt is, hogy az érzékenység csökkenésért felelős változás nem itt jön létre, hanem az ABC transzporter génekben.

A *M. linhartiana* kórokozó ellen eredményeink alapján a következő hatóanyagok használatát javasoljuk: boszkalid+piraklostrobin, fludioxonil+ciprodinil, iprodion, kaptán, mankoceb, miklobutanil, prokloráz, propineb, tebukonazol+trifloxistrobin. A réztartalmú készítmények (réz(I)oxid, rézhidroxid, rézoxiklorid, tribázikus rézsulfát) gyakorlati dózisban megfelelően gátolták a kórokozó fejlődését, viszont hatékonyságuk tízszeres hígításban lecsökkent, így ezen készítmények kijuttatáskor fokozottan ügyelni kell a megfelelő borítottság elérésére és a dózis precíz beállítására.

A jövőben a monília betegség elleni védekezés során várhatóan a természetőknek további kihívásokkal kell majd szembenézniük. A fajok dominanciájának átrendeződésével, a *M. fructicola* tavaszi fertőzésének megjelenésével, vagy további rezisztens szubpopulációk hazánkba kerülésével vagy hazai kialakulásával, a későbbiekben szükségessé válhat a

növényvédelmi technológia átalakítása. Az Észak-Amerikát (Amiri és mtsai. 2010, Chen és mtsai. 2013) követően Európában is megjelentek a multirezisztens *Monilinia* populációk (Egüen és mtsai. 2016). Vizsgálataink alapján a hazai *Monilinia* populációk a legtöbb engedélyezett hatóanyagra továbbra is érzékenyek, esetleg kisebb érzékenységsökkenés alakult ki egyes szubpopulációkban. Eredményeink alapján hazánkban kizárólag a tiofanát-metil hatóanyagra rezisztens szubpopulációk találhatóak, mely a jelenlegi termesztési és védekezési technológiák mellett csak mérsékelt veszélyt jelent a hazai almatermesztés és csonthéjas termesztő ágazatra. A növényvédő szerek megfontolt és következetes alkalmazásával a jövőben is megőrizhetjük azok hatékonyságát, így biztosítva a megfelelő mennyiségű és minőségű hazai gyümölcs előállítását a fogyasztók számára.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Átfogó felmérést végeztünk a hazai *Monilinia* fajok dominancia viszonyairól. Korábbi adatokhoz viszonyítva a *Monilinia* fajok dominanciájának változását, a *Monilinia fructicola* faj jelentőségének növekedését figyeltük meg.
2. A *Monilinia laxa* új tünetét figyeltük meg kajszi gazdanövényen, a hajtásnövekedés lezárulta után a vesszők fertőződését és elhalását.
3. Hazánkban elsőként azonosítottuk a *Monilinia polystroma* fajt csonthéjas gazdanövényről és érett alma gyümölcsökről. Hazánkban elsőként izoláltuk a *Monilinia fructicola* fajt meggy gazdanövényről.
4. Újabb adatokat közöltünk a birs moniliniás betegségének kórokozójáról: hazánkban elsőként jellemeztük a *Monilinia linhartiana* kórokozó morfológiai és tenyészbélyegeit, valamint elsőként végeztünk fungicid érzékenységi vizsgálatokat a gomba izolátumaival.
5. Elsőként mutattuk ki hazánkban *Monilinia* izolátumok növényvédő szer rezisztenciáját, valamint bizonyítottuk annak molekuláris hátterét. A *Monilinia fructicola* faj egyes szubpopulációi rezisztensek a benzimidazolokra, amely a β -tubulin E198A pontmutációjának következtében alakul ki.
6. A világon elsőként közöltünk szekvencia adatot a *Monilinia linhartiana* β -tubulin és 28S rDNS génjéből, a *Monilinia polystroma* β -tubulin és 28S rDNS génjének bizonyos szakaszaiból, a *Monilinia laxa*, *Monilinia fructigena*, *Monilinia polystroma* és *Monilinia linhartiana* fajok *cyp51* génjéből, valamint a *Monilinia linhartiana* egy polimorf régiójából. Hazánkban elsőként közöltünk szekvencia adatot a *Monilinia linhartiana* ITS régiójából.

5. IDÉZETT IRODALMAK

1. Altschul SF, Gish W, Miller W, Myers EW and Lipman DJ. (1990): Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, 215(3): 403–10.
2. van Leeuwen GCM, Baayen RP and Jeger MJ (2001): Pest risk assessment for the countries of the European Union (as PRA area) on *Monilinia fructicola*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 31(4): 481–487.
3. Woronin MS (1880): "Die Sklerotienkrankheit der Vaccinienbeere," *Mem. de V 'Acad, de St Petersburg, Serie 7*: 46.
4. Byrde RJW and Willets HJ (1977): *The brown rot fungi of fruit. Their biology and control*. Pergamon Press. Oxford. 156–377.
5. Batra LR (1991): *World species of Monilinia (Fungi): Their ecology, biosystematics and control*. *Mycologia Memoir*, 16: 135.
6. OEPP/EPPO (2009): *Monilinia fructicola*. *OEPP/EPPO Bulletin* 39: 337–343.
7. Berkhout CM (1923): *De Schimmelgeslachten Monilia, Oidium, Oospora en Torula*. Doctorate Thesis, Published by University of Utrecht. 12–35.
8. Moral J, Muñoz-Díez CC, Cabello D, Arquero O, Lovera M, Benítez MJ and Trapero A (2011): Characterization of monilia disease caused by *Monilinia linhartiana* on quince in southern Spain. *Plant Pathology*, 60: 1128–1139.
9. Amiri A, Brannen PM and Schnabel G (2010): Reduced sensitivity in *Monilinia fructicola* field isolates from South Carolina and Georgia to respiration inhibitor fungicides. *Plant Disease*, 94: 737–743.
10. Chen F, Liu X, Chen S, Schnabel E and Schnabel G (2013): Characterization of *Monilinia fructicola* strains resistant to both propiconazole and boscalid. *Plant Disease*, 97:645–651.
11. De Cal A, Egüen B and Melgarejo P (2014): Vegetative compatibility groups and sexual reproduction among Spanish *Monilinia fructicola* isolates obtained from peach and nectarine orchards, but not *Monilinia laxa*. *Fungal Biology*, 118(5-6): 484–494.
12. Drummond AJ, Suchard MA, Xie D and Rambaut A (2012): Bayesian phylogenetics with BEAUti and the BEAST 1.7 *Molecular Biology And Evolution* 29: 1969–1973.

13. Egüen B, Melgarejo P and De Cal A (2016): The effect of fungicide resistance on the structure of *Monilinia laxa* populations in Spanish peach and nectarine orchards. *European Journal of Plant Pathology*. DOI 10.1007/s10658-016-0871-4
14. Fazekas MÉ (2014): *Monilinia* gombafajok genetikai variabilitásának, járványbiológiájának, az ellenük való védekezés lehetőségeinek és fungicid-rezisztencia vizsgálatának egyes aspektusai. Doktori (PhD) értekezés, Debrecen: 33–37.
15. Gell I, Larena I and Melgarejo P (2007): Genetic Diversity in *Monilinia laxa* Populations in Peach Orchards in Spain. *Journal of Phytopathology*, 155: 549–556.
16. Harada Y (1977): Studies on the Japanese species of *Monilinia* (*Sclerotinia*aeae). *Fac. Agric. Hirosaki Univ. Bulletin*, 27: 30–109.
17. Kimura J (1962): Studies on the Monilia disease of the apple caused by *Sclerotinia mali* Takahashi. *Aomori Apple Exp. Stn. Bull*, 6: 1–87.
18. Kiss A (2007): Új *Monilia* faj veszélyezteti a gyümölcsösöket. *Agrofórum*, 18(8): 34–35.
19. Kurtzman CP and Robnett CJ. (1997): Identification of clinically important ascomycetous yeasts based on nucleotide divergence in the 5' end of the large-subunit (26S) ribosomal DNA gene. *Journal of Clinical Microbiology*, 35(5): 1216–23.
20. Luo CX and Schnabel G (2008): The cytochrome P450 lanosterol 14- α demethylase gene is a demethylation inhibitor fungicide re-sistance determinant in *Monilinia fructicola* field isolates from Georgia. *Applied and Environmental Microbiology*, 74: 359-366.
21. Luo CX, Hu MJ, Jin X, Yin LF, Bryson PK and Schnabelb G (2010): An intron in the cytochrome b gene of *Monilinia fructicola* mitigates the risk of resistance development to QoI fungicides. *Pest Management Science*, 66: 1308–1315.
22. Ma ZH, Yoshimura MA and Michailides TJ (2003): Identification and characterization of benzimidazole resistance in *Monilinia fructicola* from stone fruit orchards in California. *Applied and Environmental Microbiology*, 69:7145–7152.
23. Ma ZH, Yoshimura MA, Holtz BA and Michailides TJ (2005): Characterization and PCR-based detection of benzimidazole-resistant isolates of *Monilinia laxa* in California. *Pest Management Science*, 61:449–457.

24. Maniatis T, Sambrook J and Fritsch EF (1989): Molecular cloning: A laboratory manual.- Cold Spring Laboratory, Cold Spring Harbor, New York. 1–250.
25. Martini C, Lantos A, Di Francesco A, Guidarelli M, Baraldi E and Mari M (2014): *Monilinia* spp. causing brown rot of pome and stone fruits in Italy. 11th Conference of the European Foundation for Plant Pathology. Kraków, 2014. szeptember 8–13: 170.
26. May-De Mio L, Luo Y and Michailides T (2011): Sensitivity of *Monilinia fructicola* from Brazil to tebuconazole, azoxystrobin, and thiophanate-methyl and implications for disease management. *Plant Disease*, 95: 821–827.
27. Miessner S and Stammler G (2010): *Monilinia laxa*, *M. fructigena* and *M. fructicola*: Risk estimation of resistance to QoI fungicides and identification of species with cytochrome b gene sequences. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 117 (4): 162–167.
28. Ogawa JM, Zehr EI and Biggs AR (1995): Brown rot. In: Ogawa JM, Zehr EI, Bird GW, Ritchie DF, Uriu K and Uyemoto JK (Eds.), *Compendium of Stone Fruit Diseases*. St. Paul, MN: APS Press. 7-10.
29. Papavasileiou A, Testempasis S, Michailides TJ and Karaoglanidis GS (2015a): Frequency of brown rot fungi on blossoms and fruit in stone fruit orchards in Greece. *Plant Pathology*, 64 (2): 416–424.
30. Petróczy M and Palkovics L (2009): First report of *Monilia polystroma* on apple in Hungary. *European Journal of Plant Pathology*, 125: 343–7.
31. Petróczy M, Szigethy A and Palkovics L (2012): *Monilinia* species in Hungary: morphology, culture characteristics and molecular analysis. *Trees-Struct Funct*, 26: 153–164.
32. Plant (2014): Plant Health: Commission updates rules to better protect Europe's crops and forests from harmful pests and diseases. http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/dyna/enews/enews.cfm?al_id=1459. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: Plant Health: Commission updates rules to better protect Europe's crops. Lekérdezés időpontja: 2016.02.25.
33. Poniatowska A, Michalecka M and Bielenin A (2013): Characteristic of *Monilinia* spp. fungi causing brown rot of pome and stone fruits in Poland. *European Journal of Plant Pathology*, 135(4): 855–865.
34. Rozsnyai Zs és Vajna L (2001): *Monilinia* járvány a csonthéjas ültetvényekben. *Kertészet és szőlészet*, 29: 8–10.

35. Sievers F, Wilm A, Dineen DG, Gibson TJ, Karplus K, Li W, Lopez R, McWilliam H, Remmert M, Söding J, Thompson JD and Higgins D (2011): Fast scalable generation of high-quality protein multiple sequence alignments using Clustal Omega *Molecular Systems Biology*, 7: 539 doi:10.1038/msb.2011.75
36. Spiegel J and Stammer G (2006): Baseline sensitivity of *Monilinia laxa* and *M. fructigena* to pyraclostrobin and boscalid. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 113(5): 199–206.
37. Szódi SZ, Major G, Komjáti H és Turóczy Gy (2008): Monília izolátumok fungicid érzékenységének vizsgálata. *Növényvédelem*, 44 (10): 505–511.
38. White TJ, Bruns T, Lee S and Taylor J (1990): Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR Protocols: a guide to methods and applications*. Academic Press. New York. USA. 315–322.

6. PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Az értekezés témakörében megjelent publikációk jegyzéke

Impakt faktoros folyóiratcikkek

Lantos A, Petróczy M, Oláh R and Palkovics L (2016): Characterization of *Monilinia linhartiana* isolates. Journal of Plant Pathology, in press, IF: 0,6

Martini C, **Lantos A**, Di Francesco A, Guidareli M, D'Aquino S and Baraldi E (2014): First Report of Asiatic Brown rot caused by *Monilinia polystroma* on Peach in Italy. Plant Disease. 98 (11):1585. IF: 3,020

Martini C, Di Francesco A, **Lantos A** and Mari M (2015): First Report of Asiatic Brown rot (*Monilinia polystroma*) and Brown rot (*Monilinia fructicola*) on Pears in Italy. Plant Disease. 99 (4):556. IF: 3,020

Lektorált folyóiratban megjelent közlemények

Lantos A, Petróczy M, Erdélyi É és Palkovics L (2013): *Monilinia laxa* és *Monilinia fructicola* izolátumok fungicidekkel szembeni érzékenysége. Növényvédelem 49 (7): 297-304.

Egyéb tudományos cikkek

Petróczy M, **Lantos A** és Palkovics L (2012): Csonthéjas növényeink moníliás betegsége. Őstermelő. 16 (2):70-71.

Petróczy M, **Lantos A** és Palkovics L (2014): Veszélyes növénybetegségek II. (12/6.) Gyümölcsstermő növények moniliniás betegségei. Agrofórum 25 (1): 48-53.

Lantos A, Petróczy M és Palkovics L (2016): A birs moniliniás betegsége. Agrofórum Extra 63: 54-56.

Konferencia proceeding közlemények („full paper”)

Lantos A, Petróczy M és Palkovics L (2015): *Monilinia* fajok hazai elterjedése. Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban (XXXII.) Budapest, 2015. november 25. 70-78.

Konferencia összefoglalók („abstract”)

Lantos A, Petróczy M és Palkovics L (2013): *Monilinia laxa* és *Monilinia fructicola* izolátumok fungicidekkel szembeni érzékenysége. Növényvédelmi Tudományos Napok. 2013. február. 19-20: 66.

Lantos A (2013): *Monilinia laxa* és *Monilinia fructicola* izolátumok fungicid rezisztenciája. XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Agrártudományi Szekció, Konferenciakötet. 2013. április. 3-5:281.

Lantos A, Petróczy M, Papp Á és Palkovics L (2014): *Monilinia linhartiana* izolátumok jellemzése és fungicidek in vitro hatékonysága a kórokozó ellen. Növényvédelmi Tudományos Napok. 2014. február. 18-19: 64.

Martini C, **Lantos A**, Di Francesco A, Beda E, Guidarelli M, Baraldi E and Mari M (2014): Una nuova specie di *Monilinia* minaccia le produzioni italiane di drupacee e pomacee. XX Convegno nazionale di Micologia. Bologna. 2014. 09. 15-16:26.

Martini C, **Lantos A**, Di Francesco A, Guidarelli M, Baraldi E and Mari M (2014): *Monilinia* spp. causing brown rot of pome and stone fruits in Italy. 11th Conference of the European Foundation for Plant Pathology. Kraków, Szeptember 8–13:170.

Lantos A, Martini C, Petróczy M, Palkovics L (2015): *Monilinia* fajok elterjedése magyarországi és olaszországi csonthéjas ültetvényekben. Növényvédelmi Tudományos Napok. 2015. február. 17-18: 93.

Lantos A, Hartmann K, Martini C, Petróczy M és Palkovics L (2016): Hazai *Monilinia* fajok benzimidazol és triazol érzékenysége. Növényvédelmi Tudományos Napok. 2016. február. 16-17: 58.

Az értekezés témaköréhez nem, vagy nem közvetlenül kapcsolódó publikációk jegyzéke

Lektorált folyóiratban megjelent közlemények

Lantos A és **Lantos A** (2011): A téli kézbenoltás a díszfaiskolában. Kertgazdaság. 43 (3): 50-56.

Egyéb tudományos cikkek

Lantos A és **Lantos A** (2012): Télvégi kézbenoltások. Kertészet és szőlészet. 61 (4): 20-22.