



MEGGYANTRAKNÓZIS: a kórokozó jellemzése, genetikai
diverzitása és a növényvédelmi technológia kidolgozása

Doktori (PhD) értekezés tézisei

TÓTH ANNAMÁRIA

GÖDÖLLŐ

2017.

A doktori iskola

Megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

Tudományága: Agrártudományok, Növénytermesztési és kertészeti tudományok

Vezetője: Zámboriné dr. Németh Éva

tanszékvezető, egyetemi tanár, DSc

SZIE, Kertészettudományi Kar

Gyógy- és Aromanövények Tanszék

Témavezetők: Dr. Palkovics László

tanszékvezető, egyetemi tanár, DSc

SZIE, Kertészettudományi Kar

Növénykórtani Tanszék

Dr. Petróczy Marietta

adjunktus, PhD

SZIE, Kertészettudományi Kar

Növénykórtani Tanszék

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

Magyarország, mint az Európai Unió egyik fontos meggytermesztője, a világon egyedülálló fajtakinálattal rendelkezik. A 14 ezer ha meggyültetvény 40-70 ezer tonna termést biztosít évente (KSH, 2015). A megfelelő minőségű és mennyiségű gyümölcs előállításához azonban elengedhetetlen ültetvényeink védelme az élettani hatásokkal és a károsítókkal szemben egyaránt. A növényvédelem területén egy, már feledésbe merült kórokozóval kell a termeszítőknek újra szembenézniük. A meggyantraknózis kórokozóját hazánkban elsőként Lehoczky János azonosította és írta le 1957-ben *Gloeosporium fructigenum* Berk. néven. A gomba kártétele és a betegség jelentősége a termésfertőzésben nyilvánul meg. A gyümölcsökön barna színű, fénytelen, besüppedő foltok jelennek meg, amelyekben párás időben, ragacsos, narancssárga színű konídiummassza látható. A fertőzött termések eladhatatlanná válnak. A kórokozóval a korábbi évtizedekben nem kellett számolni növényvédelmi szempontból, egészen a 2006-os járványos fellépéséig. A meggyantraknózis elleni növényvédelmi kezelések nem képezték részét a meggy elleni növényvédelmi technológiának és engedélyezett növényvédő szer is alig volt a kórokozó ellen, így a termeszítőket váratlanul érte a járványszerű fertőzés. A gomba okozta súlyos kártételnek okaira sokan keresték a választ. Befolyásolhatták egyrészt a fajtasortimentben bekövetkezett változások, hiszen a betegség korábban nem okozott számottevő veszteséget, így a nemesítők nem szelektáltak antraknózissal szemben ellenálló fajtákat. Esetleg megjelenhetett a kórokozó új, agresszívebb változata, illetve a kórokozó számára kedvező időjárási körülmények és az inokulum felhalmozódása is hozzájárulhatott a járvány kialakulásához.

A *Colletotrichum* nemzetség világszerte elterjedt, sok fajt foglal magában, melyek között számos, gazdaságilag igen jelentős kórokozót találhatunk. A kultúrnövények széles skáláján antraknózist okozó *Colletotrichum acutatum* J. H. Simmonds kórokozót Simmonds 1965-ben választotta külön a *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. fajtól molekuláris módszerekkel. A legújabb kutatási eredmények alapján, a kórokozót inkább gyűjtőfajnak (vagy más néven: fajkomplexnek) tekintik, mely számos különálló, de egymással igen szoros filogenetikai rokonságot mutató *Colletotrichum* fajt foglal magába. A fajkomplex tagjai morfológiai tulajdonságaikban nagyon hasonlítanak egymásra, ezért a pontos azonosításhoz elengedhetetlen a nukleinsav alapú, lehetőleg több génre vagy régióra kiterjedő, ún. „multilocus”-os vizsgálat.

A meggy antraknóziséval kapcsolatos vizsgálatok több szempontból is aktuálisak. A termeszítők szempontjából legfontosabb a hatékony növényvédő szerek kiválasztása és a növényvédelmi technológia kidolgozása, hiszen a monilíniás kezelések végeztével a

védekezéseket folytatni kell az antraknózis kórokozója ellen. A technológia kidolgozásához elengedhetetlen a kórokozó biológiájának és gazdanövénykörének feltérképezése, valamint a fajták fogékonyságának ismerete. A tudomány számára a kórokozó meghatározásán túl fontos annak diverzitása, morfológiai és molekuláris változékonysága, valamint a fajkomplexen belüli elhelyezkedése.

Vizsgálataink során az alábbi célkitűzéseket fogalmaztuk meg:

- Antraknózis jellegzetes tüneteit mutató termések gyűjtése az ország több pontjáról, különböző gazdanövényekről;
- A kórokozók izolálása és jellemzése morfológiai és tenyészbélyegek alapján;
- A kórokozók azonosítása és jellemzése nukleotid szekvencia alapján (ITS régió, hiszton 3 gén, kalmodulin gén);
- Az 1956-ban megjelent kórokozó összehasonlítása az elmúlt évek meggyantraknózis járványait kiváltó kórokozóval;
- A kórokozó biológiájának vizsgálata (áttelelés, vegetációban történő terjedés);
- Termesztett meggyfajták fogékonyságának vizsgálata *in vitro* körülmények között;
- A növényvédő szerek és temésnövelő anyagok hatékonyságának vizsgálata a kórokozó micéliumnövekedésére és konídiumainak csírázására *in vitro* körülmények között;
- Növényvédelmi technológiák tesztelése és értékelése termőültetvényekben, kis- és nagyparcellás körülmények között.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A növényi részek gyűjtése és tárolása

A fertőzött gyümölcsöket az ország különböző részein gyűjtöttük feliratozott papírzacskókba és a vizsgálatokig hűtőszekrényben, 4 °C hőmérsékleten tároltuk. A vizsgálatokat és az izolálást legkésőbb 4 napon belül elvégeztük.

A tünetmentes meggyleveleket három helyszínen gyűjtöttük a vizsgálatokhoz. Egy lajosmizsei felhagyott ültetvényben három alkalommal gyűjtöttünk tünetmentes leveleket a lombkorona belső és külső részéből egyaránt. Sósikúton és Soponyán egy alkalommal gyűjtöttünk mintát.

A leveleket feliratozott papírzacskókba helyeztük és legkésőbb másnap beállítottuk a kísérletet. Felhasználásig hűtőszekrényben, 4 °C-on tároltuk őket.

A kórokozó jelenlétének vizsgálata tünetmentes leveleken

A vizsgálat során Børve és mtsai. (2010) módszerét követtük. A tünetmentes leveleket 10-10 db-os csoportokra osztottuk, majd felületüket fertőtlenítettük. Fél percig 0,5% hipós oldatban, majd 2 percig 70%-os etanolban áztattuk őket. A fertőtlenítést követően steril vízben 2 percig öblítettük a leveleket, majd lamináris fülkében megszáritottuk őket. A levélmintákat -18 °C-ra fagyasztóba helyeztük, csoportonként külön steril műanyag dobozokba csomagolva. A módszer alapja, hogy a gomba sporulációját fagyasztással indukálhatjuk a leveleken (Børve és mtsai., 2010). Az optimális fagyasztási idő meghatározására különböző ideig hagytuk a fagyasztóban a leveleket: 1, 2, 3, 4 és 5 órán keresztül.

A fagyasztást követően a leveleket nedves kamrába helyeztük és 26 °C-on és mesterséges megvilágítás alatt, fitotronban inkubáltuk azokat. A kórokozó szaporítóképleteinek megjelenését 2 héten keresztül minden nap vizsgáltuk a levelek felszínén.

A kórokozók izolálása táptalajon és a tenyészetek fenntartása

A fertőzött gyümölcsökről és a levelekről – melyeken mesterségesen indukáltuk a sporulációt – steril lándzsátű segítségével konídiumokat emeltünk le lamináris fülke alatt és steril PDA táptalajra helyeztük azokat. A tenyészeteket 24 °C-on, sötétben inkubáltuk. Egy hét elteltével a növekvő tenyészetekből 7 mm átmérőjű dugófúróval a tenyészet széléből micéliummal átszőtt táptalaj korongot emeltünk ki, melyet ismét steril PDA táptalajra helyeztük. Miután az így létrehozott tiszta tenyészetek benőtték a Petri-csészéket 4 °C-on, hűtőszekrényben tároltuk azokat. Az izolátumokat 8-12 hetente oltottuk át, így fenntartva a tenyészeteket a vizsgálatok lezárultáig. A tiszta tenyészeteket a kórokozók jellemzéséhez, a molekuláris azonosításához, a patogenitási teszthez, az *in vitro* növényvédő szerek kísérletekhez használtuk fel.

A morfológiai és tenyészbélyegek megállapítása és értékelése

A fertőzött terméseken megfigyeltük a kórokozók ivartalan szaporító képleteit, az acervuluszokat és a bennük képződő konídiumokat. A fertőzött részekről, ahol a kórokozók szaporító képletei megjelentek, lándzsátűvel emeltük le a konídiumokat és citoplaszt mikroszkóp segítségével 100-100 konídium hosszúságát és átmérőjét mértük meg.

A tenyészeteket 24 °C-on, sötétben tartottuk a vizsgálat végéig. Az izolátumok tiszta tenyészetein négynaponta, két egymással derékszöget bezáró átmérőt mértünk. Az értékekből kiszámítottuk az egyes izolátumok növekedési ütemét (mm/24h). A tenyészbélyegek leírása során vizsgáltuk a tenyészetek színét, a tenyészet mintázottságát, a tenyészetek alakját és szélét.

Molekuláris biológiai vizsgálatok

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

Az ITS régió vizsgálatára az ITS5 és NL4 (White és mtsai., 1990; O'Donnell, 1993) primereket használtuk fel. A hiszton 3 gén vizsgálatához a C.A.Histone3.for és a C.A.Histone3.rev primereket (Crous és mtsai., 2004), a kalmodulin gén vizsgálatához a CA_CAL1 - CA_CAL2 primerpárt használtuk (O'Donnell és mtsai., 2000).

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. Egyes esetekben a tisztított PCR-terméket pGEM-T Easy vektorba ligáltuk. Transzformáláshoz az *Escherichia coli* DH 5-*a* és JM 109 törzset használtuk. A minipreparátum készítése és az insert beépülésének ellenőrzése után a mintákat Quantum Prep Plasmid Miniprep Kittel (BIO-RAD) a gyártó utasításait követve tisztítottuk. Szekvencia meghatározásra 10 µl tisztított rekombináns plazmidot küldtünk Szegedre a BAY-GEN Növénygenomikai, Humán Biotechnológiai és Bioenergiái Intézetbe. A szekvencia azonosításához az NCBI adatbázist illetve annak BLAST programját használtuk fel. A filogenetikai elemzéseket a BEAST v2.3.2. (Bayesian Evolutionary Analysis Sampling Trees) programcsomag segítségével végeztük (Drummond és mtsai., 2012).

A növényvédő szerek és termésmnövelő anyagok hatásának vizsgálata *in vitro* körülmények között

A hatásvizsgálatok során a növényvédő szereket és termésmnövelő anyagokat gyakorlati dózisban és annak tízszeres hígításában teszteltük. A vizsgálatokat mérgezett agarlemez módszerrel végeztük. A készítményeket előre elkészített, steril, kézmeleg PDA táptalajhoz kevertük, majd Petri-csészékbe töltöttük. A megszilárdult táptalaj közepére helyeztük a kórokozó növekvő, tiszta tenyészetének széléből származó, micéliummal átszőtt táptalajkorongot. Minden esetben készítettünk hatóanyagot nem tartalmazó kontroll lemezeket is. A vizsgálatokat 4 ismétlésben végeztük. A Petri-csészéket sötétben, 24 °C-on inkubáltuk. Az eredményeket akkor értékeltük, amikor a kontroll tenyészet már teljesen benőtte a Petri-csészéket.

A konídium szuszpenzió elkészítéséhez a tiszta tenyészetekben megjelenő narancssárgás konídium masszából konídiumokat szuszpendáltunk steril desztillált vízben, majd Bürker-kamra segítségével 6×10^2 db/ml konídium koncentrációt állítottunk be. A mérgezett agarlemezek közepére 500 µl-t pipettáztunk, majd szélesztettük. A kezeletlen kontroll esetében a konídiumokat hatóanyagot nem tartalmazó PDA táptalaj felületén szélesztettük. A kísérletet szintén 4

ismétlésben állítottuk be. A lemezeket sötétben, 24 °C-on inkubáltuk. A kísérletet a telepek megszámlálásával 48-72 óra elteltével értékeltük, amikor a kontroll esetében a konídiumok csírázásnak indultak.

3. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Tünetek és gazdanövénykör

A mintagyűjtést követően 55 alkalommal izoláltunk antraknózist előidéző kórokozót. Az izolátumok nagy részét meggyről (35 db gyümölcsökről, 7 db levelekről) gyűjtöttük, de bevontunk a vizsgálatokba más gazdanövények (alma, áfonya, banán, cseresznye, füge, húsos som, paradicsom, szamóca, szőlő) gyümölcséről származó mintákat is.

A fertőzött meggy és cseresznye epidermiszén először apró barna, fénytelen foltok jelentek meg, amelyek néhány nap alatt 1-2 cm átmérőjűre növekedtek. Ezek a tünetek megegyeznek a Lehoczky (1957) által leírtakkal. Szamócán a fent említettekkel megegyező tünetek alakultak ki, ahogy azt Leandro és mtsai. (2001) is leírják. Arzanlou és Torbati (2013) húsos som termésein hozzánk hasonlóan az érőfélben lévő gyümölcsökön, gyakran a kocsány felőli részen kialakuló fénytelen, barna, szabálytalan alakú foltokat figyeltek meg. Az áfonya gyümölcsökön barna, enyhén vizenyős, besüppedő foltok alakultak ki. Talgø és mtsai. (2007) szerint azonban az antranózisos foltok szárazak. A fügéken barna besüppedő, száraz foltok jelentek meg. El-Gholl és Alfieri (1994), valamint Choi és mtsai. (2013) barna, szabálytalan alakú léziókat figyelt meg füge terméseken. A kórokozó nem csak a gyümölcsökben okozhat tüneteket, hanem tárolás során is jelentős kártétel léphet fel. A tárolt almákon kialakult tünetek megegyeztek Mari és mtsai. (2012) által jellemzettekkel.

Molekuláris azonosítás

Az ITS régió, a hiszton 3 gén és a kalmodulin gén szekvenciái alapján izolátumaink kettő kivételével a *Colletotrichum acutatum* fajkomplex tagjai. A magyar izolátumok (az A37 (paradicsom) és A39 (banán) izolátumok kivételével) három fajhoz tartoznak a fajkomplexen belül. A *C. godetiae* fajhoz tartoznak a meggyről, cseresznyéről, szamócáról, bársonyosi húsos somról, almáról, szőlőről származó izolátumok. Az áfonyáról, fügéről, kecskeméti húsos somról származó izolátumok a *C. fioriniae* faj izolátumaival állnak a legközelebbi rokonságban. Ezek az izolátumok a tenyészbélyegeik alapján is jól elkülönültek a többi izolátumtól, mert lilás színanyagot termeltek a táptalajon. Három meggyről és három szamócáról származó izolátum a legnagyobb hasonlóságot a *C. nymphaeae* fajjal mutatta. Az 1956-ból származó A0 jelzésű

izolátum az ITS régió vizsgálata alapján a *C. nymphaeae* és *C. chrysanthemi* fajokkal mutat közeli rokonságot. Azonban a hiszton 3 és kalmodulin gén szekvenciái alapján – a többi meggyről származó izolátumhoz hasonlóan – a *C. godetiae* fajjal áll legközelebbi rokonságban.

A meggyantraknózis kórokozójának biológiája

Bizonyítottuk, hogy a gyümölcsmúmiákon és terméskocsányokon túl a rügpikkelyeken is áttelel a kórokozó. Cseresznye rügpikkelyein Børve és Stensvand (2006) és Burak és Eris (2008) írták le a gomba áttelelését.

A lajosmizsei és a soponyai meggyültetvényekből származó, tünetmentes leveleken kimutattuk a meggyantraknózis kórokozójának jelenlétét. A leveleken 9-12 (átlagosan 10) nap inkubációt követően jelent meg a jellegzetes, narancssárgás színű konídiummassza a levelek színi és fonáki oldalán egyaránt. Külföldi kutatók is igazolták már a látens levélfertőzést citrom (Zulfiqar és mtsai., 1996), szamóca (Leandro és mtsai., 2001; Mertely és Legard, 2004), szeder (Yoshida és Shirata, 1999), alma (Crusius és mtsai., 2002) és cseresznye (Børve és mtsai., 2010) esetében.

Növényvédő szerek és termésnövelő anyagok hatékonysága

A mérgezett agarlemez módszer alkalmasnak bizonyult a növényvédő szerekkel és a termésnövelő anyagokkal végzett hatásvizsgálatok elvégzésére laboratóriumi körülmények között. A növényvédő szerek micélium növekedésre és konídium csírázásra gyakorolt hatását megfigyelve megállapítottuk, hogy az *in vitro* vizsgálatokban a triazol származékok a leghatékonyabbak a meggyantraknózis kórokozója ellen. Freemann és mtsai. (1997) a propikonazol és a difenokonazol, Adaskaveg és Förster (2000) valamint Schilder (2002) a fenbukonazol, Paredes és Muñoz (2002) a propikonazol és a hexakonazol hatóanyagokat használták eredményesen kísérleteikben ebből a hatóanyag csoportból. Freemann és mtsai. (1997) laboratóriumi vizsgálatokat végezve, a proklorázt találták a leghatékonyabbnak a *C. acutatum sensu lato* ellen, amit a mi eredményeink is igazolnak, hiszen a prokloráz hatóanyagú Mirage 45EC mind a micélium növekedésére, mind a konídiumok csírázására fungicid hatásúnak bizonyult. Adaskaveg és Förster (2000), valamint Schilder (2002) hatásvizsgálataikban a fozetil-AI (Alette), kaptán (Captan), benomil (Benlate), klórtalonil (Bravo), ziram (Ziram), fenbukonazol (Indar 75WP), miklobutanil (Rally 40WP), tiofanát-metil (Topsin 75WP), azoxistrobin (Abound) és piraklostrobin (Cabrio) hatóanyagokkal érték el a legjobb eredményeket. Laboratóriumi vizsgálataink során mi is felhasználtuk a kaptánt, klórtalonilt, miklobutanilt, tiofanát-metilt és az azoxistrobint, azonban ezek a hatóanyagok nem minden izolátum esetében rendelkeztek gombaölő hatással. Schilder és mtsai. (2001) a strobilurinokat hatékonynak tartják a gyümölcsöt fertőző

Colletotrichum fajok ellen. Saját vizsgálataink eredményei ezt nem támasztják alá, hiszen mind az azoxistrobin, mind a trifloxistrobin tartalmú mérgezett agarlemezekon növekedésnek indult az izolátumok többsége. Glits (2000) szerint alkalmas a védekezésre a mankoceb hatóanyag is, amely vizsgálatainkban szintén jó hatásfokkal bírt a kórokozó ellen. Alkalmasnak találtuk még a következő hatóanyag-kombinációkat is: trifloxistrobin+tebukonazol, fluopyram+tebukonazol. A réz tartalmú hatóanyagok közül gyakorlati dózisban a tribázikus rézszulfát és a rézoxiklorid bizonyult hatékonynak. Külföldön is rendelkezésre állnak ilyen fungicidek a *Colletotrichum* fajok ellen (Waller, 1992). A kontakt készítmények hatása tízszeres hígításban jelentősen lecsökken, ezért a gombaölő szereknél fokozottan figyelni kell a dozírozásra és a megfelelő növényvédő szer borítottság elérésére.

A növényvédő szernek nem minősülő, termésnövelő anyagok közül a Sergomil gyakorlati dózisban 89%-ban gátolta a kórokozó micéliumnövekedését. Ez a készítmény szüret előtti csapadékos időjárás esetén is használható, mert nem rendelkezik élelmezés-egészségügyi várakozási idővel.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Hazánkban elsőként azonosítottuk a *Colletotrichum acutatum* fajkomplexebe tartozó *C. fioriniae* fajt áfonya és füge, valamint a *C. godetiae* fajt szőlő termésekről.
2. Európában a *C. acutatum sensu lato* új gazdanövényeként írtuk le a húsos somot és a világon elsőként határoztuk meg a fajkomplexeen belüli hovatartozását (*C. godetiae*).
3. Hazánkban elsőként határoztuk meg több gyümölcsfaj antraknózisát kiváltó kórokozó *C. acutatum* fajkomplexeen belüli hovatartozását (meggy, cseresznye, alma, húsos som, szőlő – *C. godetiae*, meggy, szamóca – *C. nymphaeae*, füge, áfonya, húsos som – *C. fioriniae*), valamint molekuláris módszerrel azonosítottuk az 1950-es években meggyantraknózist kiváltó kórokozót.
4. A világon elsőként közöltünk szekvencia adatokat a *C. acutatum* fajkomplex tagjának kalmodulin génjéből, valamint hazánkban elsőként közöltünk szekvencia adatokat a *C. acutatum* fajkomplex tagjának hiszton 3 génjéből.
5. A világon elsőként bizonyítottuk meggy gazdanövényen a kórokozó áttelelését a rügypikkelyeken, valamint elsőként mutattuk ki a kórokozó látens jelenlétét a meggylevelék belső szöveteiben a vegetációs időszakban.

Bár elsősorban nem tudományos eredmény, de a gyakorlati növényvédelem számára mégis jelentős, hogy kidolgoztunk a kórokozó elleni hatékony, hazánkban alkalmazható növényvédelmi technológiát.

5. IDÉZETT IRODALMAK

1. Adaskaveg, J.E. and Förster, H. (2000): Occurrence and management of anthracnose epidemics caused by *Colletotrichum* species on tree fruit crops in California. In: Prusky, D., Freeman, S. and Dickman, M. B. (eds.), *Colletotrichum: Host Specificity, Pathology, and Host-Pathogen Interaction*, The American Phytopathological Society. St. Paul MN. 317–336.
2. Arzanlou, M. and Torbati, M. (2013): Phenotypic and molecular characterization of *Colletotrichum acutatum*, the casual agent of anthracnose disease on *Cornus mas* in Iran. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 46 (7): 518–525.
3. Børve, J. and Stensvand, A. (2006): *Colletotrichum acutatum* overwinters on sweet cherry buds. *Plant Disease*, 11: 1452–1456.
4. Børve, J., Djønné, R.T. and Stensvand, A. (2010): *Colletotrichum acutatum* occurs asymptotically on sweet cherry leaves. *European Journal of Plant Pathology*, 3: 325–332.
5. Burak, M. and Eris, A. (2008): Anthracnose - an emerging disease on sweet cherry. *International Cherry Symposium (5.) (2005) (Bursa, Turkey)*, *Acta Horticulturae*, 0567–7572; 795.
6. Choi, I.Y., Park, J.H., Cho, S.E. and Shin, H.D. (2013): First Confirmed Report of Anthracnose Fruit Rot Caused by *Colletotrichum gloeosporioides* on Common Fig in Korea. *Plant Disease*, 97 (8): 1119.
7. Crous, P.W., Groenewald, J.Z., Risède, J-M, Simoneau, P. and Hywel-Jones, N.L. (2004): *Calonectria* species and their *Cylindrocladium* anamorphs: species with sphaeropedunculate vesicles. *Studies in Mycology*, 50: 415–430.
8. Crusius, L.U., Forcelini, C.A., Sanhueza, R.M.V. and Fernandes, J.M.C. (2002): Epidemiology of apple leaf spot. *Fitopatologia brasileira*, 27: 65–70.
9. Drummond, A.J., Suchard, M.A., Xie, D. and Rambaut, A. (2012): Bayesian phylogenetics with BEAUti and the BEAST 1.7 *Molecular Biology And Evolution* 29: 1969–1973.
10. El-Gholl, N.E. and Alfieri, S.A. Jr. (1994): *Colletotrichum* Leaf and Fruit Spot of Fig, *Ficus carica* L.1. *Plant Pathology Circular*, 365.

11. Freeman, S., Nizani, Y., Dotan, S., Even, S. and Sando, T. (1997): Control of *Colletotrichum acutatum* in strawberry under laboratory, greenhouse, and field conditions. *Plant Disease*, 81: 749–752.
12. 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.
13. Glits M. (2000): Meggy. 201–210 p. In: Glits M. és Folk Gy. (szerk.): *Kertészeti Növénykórtan*. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 559.
14. Központi Statisztikai Hivatal, KSH (2015): https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn006b.html Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: meggy termőterület. Lekérdezés időpontja: 2017.01.31.
15. Leandro, L.F.S., Gleason, M.L., Nutter, F.W., Jr., Wegulo, S.N. and Dixon, P.M. (2001): Germination and sporulation of *Colletotrichum acutatum* on symptomless strawberry leaves. *Phytopathology*, 91: 659–664.
16. Lehoczky J. (1957): A meggy glöosporiózisének hazai előfordulása. *Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Évkönyve*. XIX/2, 1–15. Mezőgazdasági Kiadó.
17. Maniatis, T., Sambrook, J. and Fritsch, E.F. (1989): *Molecular cloning: A laboratory manual*. - Cold Spring Laboratory, Cold Spring Harbor, New York. 1–250.
18. Mari, M., Guidarelli, M., Martini, C. and Spadoni, A. (2012): First report of *Colletotrichum acutatum* causing bitter rot on apple in Italy. *Plant Disease*, 96 (1): 144.2–144.2.
19. Mertely, J.C. and Legard, D.E. (2004): Detection, isolation, and pathogenicity of *Colletotrichum* spp. From strawberry petioles. *Plant Disease*, 88: 407–412.
20. O'Donnell, K. (1993): *Fusarium* and its near relatives, pp. 225–233. In: Reynolds, D.R., and Taylor, J.W. (Eds.). *The Fungal Holomorph: Mitotic, Meiotic and Pleomorphic Speciation in Fungal Systemics*. CAB International, Wallingford, UK.
21. O'Donnell, K., Nirenberg, H.I., Aoki, T. and Cigelnik, E. (2000): A multigene phylogeny of the *Gibberella fujikuroi* species complex: Detection of additional phylogenetically distinct species. *Mycoscience*, 41: 61–78.
22. Paredes, B.S.G. and Muñoz, F.R. (2002): Effect of different fungicides in the control of *Colletotrichum acutatum*, casual agent of anthracnose crown rot in strawberry plants. *Crop Protection*, 21: 11–15.
23. Schilder, A.M.C., Gillett, J.M. and Sysak, R.W. (2001): Evaluation of fungicides for control of anthracnose fruit rot of blueberries *Fungicide and Infanticide Tests 2001: SMF5*, [<http://www.scisoc.org/online/FNtests/2001/top.htm>]
24. Schilder, A.M.C. (2002): Small fruit fungicides. In: *Fruit Spraying Calendar of Michigan State University Extension Bulletin*. Michigan State University. East Lansing, MI. 95–105.

25. Simmonds, J. H. (1965): A study of the species of *Colletotrichum* causing ripe fruit rots in Queensland. Queensland Journal of Agriculture Science, 22: 437–459.
26. Talgø, V., Aamot, H.U., Strømeng, G.M., Klemsdal, S.S. and Stensvand, A. (2007): *Glomerella acutata* on highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in Norway. Online. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2007-0509-01-RS
27. Waller, J.M. (1992): *Colletotrichum* diseases of perennial and other cash crops. In: Prusky, D., Freeman, S. and Dickman, M. B. (eds.), *Colletotrichum: Host Specificity, Pathology, and Host-Pathogen Interaction*, The American Phytopathological Society. St. Paul MN. 167–185.
28. White, T.J., Bruns, T., Lee, S. and Taylor J. (1990): Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: PCR Protocols: a guide to methods and applications (Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, eds). Academic Press, San Diego, USA. 315–322.
29. Yoshida, S. and Shirata, A. (1999): The mulberry anthracnose fungus, *Colletotrichum acutatum*, overwinters on a mulberry tree. Annals of the Phytopathological Society of Japan, 65: 274–280.
30. Zulfiqar, M., Brlansky, R.H. and Timmer, L.W. (1996): Infection of flower and vegetative tissues of citrus by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*. Mycologia, 88: 121–128.

6. PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Az értekezés témakörében megjelent publikációk jegyzéke

Impakt faktoros folyóiratcikkek

Tóth A., Petróczy M. és Palkovics L. (2017): First report of *Colletotrichum acutatum sensu lato* through the occurrence of *C. godetiae* on cornelian cherry (*Cornus mas*) in Europe. Plant Disease. Posted online: 2017. 01. 17. IF: 3,192

Lektorált folyóiratban megjelent közlemények

Tóth A., Petróczy M., Hegedűs M., Nagy G. és Palkovics L. (2013): *Colletotrichum acutatum* a meggyantraknózis okozója Magyarországon és a növényvédő szerek hatékonysága a kórokozóval szemben. Növényvédelem 49 (7), 309-318.

Tóth A., Petróczy M. és Palkovics L. (2017): *Colletotrichum godetiae* okozta antraknózis húsos somon. Növényvédelem, in press.

Egyéb tudományos cikkek

Petróczy M., **Tóth A.** és Palkovics L. (2011): A meggyantraknózis járványos fellépése hazánkban. Zöldség-Gyümölcs Piac és Technológia 15(1), 11-12.

Tóth A., Petróczy M. és Palkovics L. (2011): A meggyantraknózis azonosítása és a védekezés lehetőségei. Kertészet és Szőlészet 60(11), 15-16.

Petróczy M., **Tóth A.** és Palkovics L. (2011): A meggyantraknózis ötven éve – és napjainkban. Mezőhír XV(IV) Növényvédelmi melléklet 44-45.

Tóth A., Petróczy M. és Palkovics L. (2012): A meggy antraknózisa. Őstermelő XVI. évf., 2. szám, 72-73.

Tóth A., Petróczy M., Hegedűs M., Nagy G. és Palkovics L. (2013): A 2012-es vizsgálatok eredményei a meggyantraknózis kórokozójával kapcsolatban. Őstermelő, XVII. évf. 2. szám. p.: 49-50.

Tóth A., Petróczy M., Koncz L., Nagy G. és Palkovics L. (2013): A meggyantraknózis ellen. Kertészet és Szőlészet 62(33), 12.

Konferencia proceeding közlemények („full paper”)

Tóth A., Petróczy M., Hegedűs M., Nagy G., Ágoston J. és Palkovics L. (2012): A növényvédelmi technológia fejlesztése a meggyantraknózis kórokozója ellen. Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban (XXIX.), Budapest, 2012. november 27. p.: 75-84.

Tóth A., Petróczy M., Hegedűs M., Nagy G., Lovász Cs., Ágoston J. and Palkovics, L. (2012): Development of plant protection technology against sour cherry anthracnose. 6th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen, October 17-18, p. 54-59.

Tóth A., Petróczy M. and Palkovics L. (2013): Antifungal activity of essential oils against the pathogen of sour cherry anthracnose. Schedule II. International Conference in Krakow. Episteme. p. 389-396. ISSN 1895-2241.

Konferencia összefoglalók („abstract”)

Tóth A., Petróczy M. és Palkovics L. (2011): A meggyantraknózis járványos fellépése hazánkban, a kórokozó azonosítása, jellemzése és a védekezés lehetőségei. 57. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, február 21-22. p35.

Tóth A., Petróczy M. és Palkovics L. (2011): A meggyantraknózis járványos fellépése hazánkban, a kórokozó azonosítása, jellemzése és a védekezés lehetőségei. „Tudós diákok az életminőség javításáért” BCE-Élelmiszertudományi Kar, Kertészettudományi Kar, Tehetségnap, Budapest, május 11.

Tóth A., Salamon P., Petróczy M., Hegedűs M., Ádám A., Nagygyörgy E. és Palkovics L. (2012): *Colletotrichum acutatum* izolátumok morfológiai és molekuláris jellemzése. 58. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, február 21-22. p42.

Csömör Zs., **Tóth A.**, Petróczy M. és Palkovics L. (2012): A *Colletotrichum acutatum* első megjelenése húsos som termésén. 58. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, február 21-22. p55.

Tóth A., Petróczy M., Ujvári P. és Palkovics L. (2013): A *Colletotrichum acutatum* előfordulása tünetmentes meggy leveleken. 59. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, február 19-20. p67.

Tóth A., Petróczy M. és Palkovics L. (2014): A meggyantraknózis kórokozójának azonosítása 50 évvel ezelőtti formalinban tartósított gyümölcsökből. 60. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, február 18-19. p60.

M. Petróczy, **A. Tóth** and L. Palkovics (2011): Anthracnose of sour cherry in Hungary: identification and characterization of the pathogen and control. 4th Congress of European Microbiologists, June 26-30, 2011, Geneva –Switzerland.

Tóth A., Petróczy M., Nagy G. and Palkovics L. (2013): Essential oils in plant protection and postharvest control of *Colletotrichum acutatum*. 2nd International Symposium on Discovery and Development of Innovative Strategies for Postharvest Disease Management. Abstract Book. p.: 71.

Az értekezés témaköréhez nem, vagy nem közvetlenül kapcsolódó publikációk jegyzéke

Impakt faktoros folyóiratcikkek

Végh A., **Tóth A.**, Zámbo Á., Borsos G. és Palkovics L. (2014): First Report of Bacterial Bark Canker of Walnut Caused by *Brenneria nigrifluens* in Hungary. Plant Disease 98 (7), 988. IF: 3,02

Lektorált folyóiratban megjelent közlemények

Végh A., **Tóth A.**, Zámbo Á., Borsos G. és Palkovics L. (2013): A dió (*Juglans regia* L.) kéregrepedése, feketefolyása: új baktériumos betegség Magyarországon. Növényvédelem 49 (9), 397- 401.