

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**VÍZI ÉS TALAJBAN ÉLŐ *PHYTOPHTHORA* FAJOK ELŐFORDULÁSA NYUGAT-
MAGYARORSZÁGON; SZEREPŰK FEKETEDIÓ, MÉZGÁS ÉGER ÉS MADÁRCSERESZNYE
PUSZTULÁSÁBAN**

Sárándi-Kovács Judit

Sopron

2015

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar

Doktori iskola: Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola

Doktori iskolavezető: Prof. Dr. Faragó Sándor

Program: Az erdőgazdálkodás biológiai alapjai (E2)

Programvezető: Prof. Dr. Lakatos Ferenc

Témavezetők: Prof. Dr. Szabó Ilon; Prof. Dr. Lakatos Ferenc

Bevezetés

A *Phytophthora* nemzetségbe tartozó fajok többsége kertészeti, mezőgazdasági kultúrák vagy erdei fák jelentős kórokozója (JAKUCS 1999). A nemzetség fajai a gyökerek, illetve a tő szöveteinek elhalását, a korona kiritkulását, a levelek apróvá válását, sárgulását és száradását okozzák. A hivatalosan leírt taxonok száma jelenleg 106 körüli. Feltehetően a nemzetség további új fajokkal fog bővülni az elkövetkező időszakban, ugyanis számos, már felfedezett, de még hivatalosan nem leírt taxonnal rendelkezünk napjainkban is (ÉRSEK és RIBEIRO 2010). A fajszám növekedését okozhatja az eddig kevésbé kutatott erdei és vizes ökoszisztémák iránti megnövekedett tudományos érdeklődés, és a kertészeti termékek egyre intenzívebb nemzetközi kereskedelme is, melynek következtében részben új hibrid taxonok kialakulására nyílik lehetőség, részben az új növénypusztulások kapcsán addig ismeretlen kórokozót fedezhetnek fel a kutatók (ÉRSEK és RIBEIRO 2010).

Phytophthora fajok okozzák Európa-szerte az éger fajok pusztulását, illetve a szelídgesztenye tintabetegségét. Emellett szerepük bizonyított a mediterrán térségben jelentkező tölgypusztulásban, helyenként a nyugat-európai kocsánytalan tölgy-, illetve bükkpusztulásban, valamint a feketedió és a királydió pusztulásában (HARTMANN és BLANK 1998, JUNG és mtsai 2000, BELISARIO és GALLI 2012).

Hazánkban Magyarországon 1999-ben 12-18 éves mézgás éger állományokban gyűjtött gyökér- és talajmintákból a többi európai országban izolált éger fitoftórákkal azonos fajt mutattak ki. (SZABÓ és mtsai 2000). Az NYME Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet kutatásai alapján mézgás égeren kívül még kocsánytalan tölgyön, csertölgyön és feketedió fordulnak elő *Phytophthora* fajok. A legnagyobb fajgyakoriságot az égeresek talajában találták (9 faj: *P. alni*, *P. plurivora*, *P. gonapodyides*, *P. inundata*, *P. megasperma*, és 4, addig nem leírt faj). Feketediőn a *P. cactorum*, a *P. plurivora* és egy nem leírt faj, kocsánytalan tölgyön a *P. multivora* és a *P. gonapodyides*, míg cseren csak a *P. multivora*-t találták meg (SZABÓ és mtsai 2013). Szórványosan van adat a szelídgesztenye tintabetegségének előfordulásáról is.

A növények *Phytophthora* fertőzéssel szembeni fogékonyságát növelheti a hő stressz, az elárasztás következtében fellépő oxigénhiány, más kórokozók egyidejű támadása, a talaj magas sótartalma, illetve a kötött talaj is. Prediszpozíciót okozhat azonban a szárazság is, mely a megnövekvő gyökér/hajtás aránnyal, vagy a talajba bocsátott aminosavak megnövekvő koncentrációjával lehet összefüggésben. (ERWIN és RIBEIRO 1996)

A *Phytophthora* fajok, mint hemibiotróf kórokozók, elhalt növényi részek kolonizálására nem képesek, így a talajban a gazdanövény hiányában csak rövid ideig képesek fennmaradni (ERWIN és RIBEIRO 1996). A rossz túlélőképességet ellensúlyozandó, fogékony gazdanövény jelenlétében, megfelelő környezeti tényezők esetén kis mennyiségű fertőző anyag is képes hirtelen, nagy mértékben felszaporodni (ERWIN és RIBEIRO 1996).

A betegség hosszabb távolságra történő terjedése talajrészek, növényi részek mozgásával, áradások során, folyókból történő öntözővíz kivétellel és az öntözővíz cirkulálásával és fertőzött, de tünetmentes szaporítóanyag kereskedelmével valósul meg leggyakrabban (GHIMIRE és mtsai 2009, ERWIN és RIBEIRO 1996).

A fitoftóras betegségek elleni integrált védekezés módszerei közé tartozik a prediszpozíciót csökkentő gazdálkodás, a kórokozó behurcolásának megelőzése, foszfát hatóanyagú tápoldatok használata, illetve szükség esetén szisztémikus vagy protektív fungicidek alkalmazása. *Phytophthora* fajok ellen hatásos, biológiai védekezésre alkalmas készítményt állítanak elő *Gliocladium virens*, *Trichoderma harzianum* vagy a *Pythium*

oligandrum felhasználásával (ERWIN ÉS RIBEIRO 1996, JUHÁSOVÁ ÉS BERNADOVIČOVÁ 2004). Mindemellett, mikorrhizált szaporítóanyag ültetése is a védekezés célravezető módja lehet.

Korunk egy jelentős ökológiai és ökonómiai problémája a jövevényfajok egyre növekvő száma. Európában jelenleg a tömlősgombák után az *Oomycota* törzs adja a legtöbb inváziós kórokozó fajt (SANTINI és mtsai 2012). Számuk az 1980 óta eltelt időszakban a korábbi évtizedekben tapasztaltnál képest körülbelül háromszorosára nőtt (SANTINI és mtsai 2012). A *Phytophthora* nemzetség számos inváziós faja a megtámadott erdő ökonómiai és ökológiai fenntarthatóságát is kockára teszi (HANSEN 2008b). Az Európa- és világszerte okozott gazdasági és ökológiai károk miatt lényeges, hogy minél több ismerettel rendelkezünk a hazánk erdeiben is jelen lévő *Phytophthora* fajokról, azok erdővédelmi jelentőségéről és a betegségek kezelésének lehetséges módjairól.

A kutatás kezdetén hipotéziseim a következők voltak:

1. A *Phytophthora* fajok jelenléte a talajban a faállomány egészségi állapotának romlását okozza.
2. Az élővizek változatos *Phytophthora* közösséggel rendelkeznek.
3. Az élővizekben a *Phytophthora* fajok változatosabb genetikai állományúak.
4. A *Phytophthora* fajok előfordulását, a közösségek diverzitását elsősorban a csapadékviszonyok befolyásolják.
5. A *Phytophthora* fajok fásszárúakkal szembeni agresszivitásában szezonális eltérések vannak.
6. Egyes *Phytophthora* fajok ősszel, mások tavasszal gyakoribbak.
7. A réztartalmú növényvédőszeres jól felhasználhatók fitoftóra fertőzés megelőzésére és kezelésére.
8. A mikorrhizált facsémterek ellenállóbbak a talajban élő kórokozók, így a *Phytophthora* fajok fertőzésével szemben.

A hipotéziseknek megfelelően, az alábbi célokot tűztem ki:

1. Különböző egészségi állapotú erdőállományok talajlakó *Phytophthora* közösségének megismerése, a hosszú ideje sýnlódó állományok egészségi állapot-változásának és *Phytophthora*-közösségének nyomon követése.
2. A Rák-pataokban és a vízgyűjtőjéhez tartozó patakokban élő vízi *Phytophthora* közösség feltárása.
3. A *Phytophthora*-közösségek változásait befolyásoló tényezők vizsgálata. Kimutatható-e szezonális a talajban és az élővizekben előforduló *Phytophthora*-fajösszetétel változásában? Mely tényezők (vízgazdálkodás, hőmérsékleti viszonyok, csapadékviszonyok, pH) befolyásolják az egyes fajok előfordulását a talajban és az élővizekben?
4. A termőhely hatása a kórokozó-gazdanövény kapcsolatokra. Hogyan befolyásolják a kórokozó-gazdanövény kapcsolatot az egyes termőhelyi tényezők a korábban már legyengült, hosszú ideje sýnlódó állományok esetében? Mely termőhelyi tényezők járultak hozzá a friss fertőzések, pusztulások kialakulásához?
5. Az azonosított *Phytophthora* fajok morfológiai és filogenetikai jellemzése, a gyakoribb fajok genetikai változatosságának vizsgálata.
6. A megtalált és azonosított, fontosabb *Phytophthora* fajok patogénitásának vizsgálata az állományalkotó fafajok csemétéin.

7. A védekezési lehetőségek tesztelése, különös tekintettel a foszfit hatóanyagú tápoldat, a rézoxiklorid hatóanyagú fungicid és a mikorrhíza védő hatására.

Anyag és módszer

A terepi vizsgálatok

A terepi vizsgálatok a Dél-Hanságban, Sárvár környékén és Sopron környékén zajlottak. A Dél-Hanságban korábban az Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet dolgozói által már detektált *Phytophthora* fertőzés következtében pusztuló mézgás éger állományban, illetve egy ugyancsak korábbi *Phytophthora* fertőzés következtében sínylődő feketedió állományban jelöltem ki egy-egy, 20-20 sorszámozott fából álló mintaterületet. A vizsgálat célja mindkét mintaterületen a jelölt fák egészségi állapotának nyomon követése, a gyökereiken, gyökérszónájukban előforduló *Phytophthora* fajok felmérése és az adatok korábbiakkal való összevetése volt. Ennek érdekében mindkét területen felmérést végeztem 2011 júniusában és szeptemberében, valamint 2012 júniusában és szeptemberében. A feketedió mintaterületen az egészségi állapot értékelése a koronátünetek alapján történt. Emellett, minden alkalommal, minden fa gyökérszónájának talajából mintát vettem, és a mintaterület közelében húzódó csatorna, valamint a Rábca folyó vizét vizsgáltam vízi csapdázással. A mézgás éger mintaterületen az egészségi állapot felmérés a korona- és a gyökfőtünetek értékelésével is megtörtént. Emellett, minden alkalommal, minden fa gyökérszónájának talajából mintát vettem, és a mintaterület közelében húzódó csatorna vizét vizsgáltam vízi csapdázással. Friss gyökfőtünet észlelése esetén az érintett fáról kéregmintát is gyűjtöttem. A Sárvár 5L és Sárvár 19G erdőrészekben a vizsgálat fő célja a pusztulás okának felderítése volt, így mintaterület kijelölése nem történt meg, mindkét erdőrésztben a teljes erdőrészlet bejárása után, eltérő súlyosságú tüneteket mutató fák esetében történt egészségi állapot felmérés és mintavétel. A Sárvár 5L erdőrészletben a feketedió fák (10 választott fa) egészségi állapotfelméréséhez a koronátüneteket értékeltem. Minden értékelt fa gyökérszónájából talajmintát gyűjtöttem. A Sárvár 19G erdőrészlet madárcseresznye fáinak (hat fa) egészségi állapot felmérése a gyökfőtünetek értékelése alapján történt. A fák gyökérszónájának talajából, illetve a tüneteket mutató gyökerekből mintát vettem, valamint az erdőrészlet határát képező Rába-holtág vizét vizsgáltam vízi csapdázással. Sopron környékén, a Rák-patak vízgyűjtőjén a vizsgálat célja a soproni-hegységben elforduló *Phytophthora* fajok minél teljesebb feltárása, és annak vizsgálata, hogy mi befolyásolja előfordulásukat vagy hiányukat. Ennek érdekében 18 rögzített mintavételi ponton vízi csapdázást végeztem 2011-ben április, május, július, szeptember és október hónapokban, valamint 2012-ben április, május, június, július, augusztus, szeptember és október hónapokban, minden alkalommal a hónap közepén.

Ízolás, fajazonosítás és törzsgyűjtemény fenntartás

A talajmintákból az izolálást levélcspada-módszerrel végeztem. Ehhez 10% NaOCl oldattal fertőtlenített, egészséges babérmeggy és *Rhododendron* leveleket alkalmaztam. A leveleken kialakuló léziókból 5x5 mm-es darabot vágtam ki és helyeztem *Phytophthora*-szelektív agar táptalajra, steril szikével. A kéreg- vagy gyökérmintákat néhány napig naponta váltott desztillált vízben áztattam, hogy a kórokozó növekedését gátló anyagok kioldódjanak a szövetből. Ezután 10% NaOCl oldattal fertőtlenítettem őket, majd az élő és az elhalt szövetrészek határáról kis (5x5mm) darabokat a szelektív táptalajra

helyeztem. A szelektív táptalajra helyezett növényi részeket 20 °C-on, sötétben inkubáltam. A *Phytophthora* fajokra jellemző fehér telepek a táptalajon 2-4 napon belül jelentek meg.

Az izolátumok faji azonosításához klaszikus és molekuláris módszereket is alkalmaztam. A morfológiai bélyegek vizsgálatához a tenyészeteket sárgarépaszeletes táptalajon (BRASIER 1969), 20°C-on, sötétben neveltem. Mértem a növekedési ütemet, feljegyeztem a telepjelleg jellemzőit, valamint a keletkezett mikroszkópi bélyegek méretét és tulajdonságait. A sporangiumképzés indukálására szűrt, nem steril talajoldatot használtam (JEFFERS és ALDWINKLE 1987).

A molekuláris vizsgálatokhoz a tenyészeteket steril celofánlappal lefedett PDA táptalajon, 20°C-on, sötétben neveltem. A riboszomális DNS ITS1-5.8S-ITS2 szakaszát szaporítottam fel ITS4 és ITS6 primer pár (COOKE és mtsai 1997) segítségével. A 8-10. kládokba (BLAIR és mtsai 2008) tartozó izolátumok szükségessé tették a translation elongation factor 1 alpha (TEF1a) gén szekvenálását is. Ehhez a EF1A-for és EF1A-rev (KROON és mtsai 2004) primer párt használtam. A PCR reakcióhoz a REDEExtract N-Amp Plant Kit (Sigma-Aldrich), illetve a PHIRE Plant Direct PCR Kit (Thermo Scientific; „Direct Protocol”) vegyszercsomagokat alkalmaztam, a gyártói utasítás szerint. A szekvenálás a EUROFIN laboratóriumában (Ebersberg, Németország) történt. A szekvenciák javításához, szerkesztéséhez a GeneRunner, ClustalX, SequenceScanner szoftvereket használtam, majd a szekvenciákhoz homológokat az NCBI GenBank adatbázisban, BLASTN szoftver segítségével kerestem.

A *Phytophthora*-ként azonosított izolátumokból a későbbi vizsgálatokhoz rendelkezésre 400 darabból álló törzsgyűjteményt hoztam létre. A *Phytophthora* törzseket ferde agaron (PDA) hűtőszekrényben, 7-10 °C közötti hőmérsékleten tartom fenn, állapotukat rendszeresen ellenőrzöm, és növekedési erélytől függően körülbelül félévente oltom át. A disszertáció elkészítéséhez 351 törzset használtam fel.

Részletes morfológiai vizsgálatok

Részletes morfológiai jellemzésbe igyekeztem minden megtalált *Phytophthora* faj 10-10, vagy, ha ennél kevesebb izolátumot gyűjtöttem, minden rendelkezésre álló törzsének egy-egy tenyészetét. A tenyészeteket a morfológiai vizsgálatnál ismertetett módon állítottam elő. A mikroszkópi vizsgálatot addig folytattam, amíg minden, a fajra jellemző képletet nem sikerült statisztikailag kiértékelhető mennyiségben lemérnem, vagy legkésőbb egy hónapig. A megfigyelt képletek jellegzetességeit rögzítettem, méreteikből minimum, maximum és átlag adatokat számítottam a Microsoft Office Excel 2010 szoftver segítségével.

Patogenitásvizsgálatok

Feketedió cseméték mesterséges fertőzése

A fertőzés két időpontban történt. Az első fertőzéshez a 2011 szeptemberében Kapuvár 10 A állományból izolált 202a azonosítójú *P. plurivora*, és a 2011 júniusában ugyanabból az állományból izolált 174/2 azonosítójú *P. cactorum* törzseket használtam. A kórokozókat PDA táptalajon 20°C-on, sötétben tenyésztettem ki; a felhasználáskor 14 naposak voltak. A felhasznált feketedió cseméték 3,5 hónaposak voltak. Közvetlenül kelés után átültetésre kerültek, ezután 10 literes konténerben nőttek. A teszt során törzsenként 8 csemétét és 8 kontroll csemétét használtam fel. A fertőzés kivitelezése 2012. szeptember 8-án történt. Törzsszubszeles módszerrel vizsgáltam a kórokozó törzsek patogenitását. A csemétéket szükség szerint öntöztem. Áttelelésük egy fagymentes, zárt kamrában történt. A kísérlet kiértékelése 10 hónap inkubáció után, 2013 júliusában történt. A kiértékelés során a

hajtás hosszát (cm), a gyökfő átmérőjét (mm), a gyökérzet hosszát (cm) és szélességét (mm), a keletkezett kéregnekrózis hosszát (mm) és szélességét (mm) mértem és a hajtás és a gyökérzet egészségi állapotát értékeltem egy-egy ötfokozatú skála alapján. A második fertőzés 2013. május 8-án történt. Ekkor a 202a azonosítójú *P. plurivora*, a 174/2 azonosítójú *P. cactorum* és a 141/2 azonosítójú *P. polonica* (Gyűjtve: Sárvár, 2011. június, feketedió állomány) törzsek 14 napos, 20°C-on, sötétben, PDA táptalajon nőtt tenyészetével történt a fertőzés. A fertőzött csemetek egy évesek voltak, kórokozó törzsenként 15 csemetét és 15 kontroll csemetét használtam fel a kísérletekhez. A fertőzés módszere törzsszébzés volt. A csemetékét szükség esetén öntöztem, egyébként természetes viszonyok között tartottam fenn 2013. októberig. A kiértékelés során a hajtás állapotát értékeltem, és a hajtás hosszát (cm), a gyökfő átmérőjét (mm), a kialakult nekrózis hosszát (mm) és szélességét (mm) mértem.

A mézgas éger csemetek fertőzése

Négy faj, *P.alni*, *P. taxon raspberry*, *P. inundata* és *P. lacustris* patogenitását vizsgáltam. A felhasznált törzsek a 2011-es gyűjtésből származnak. A négy, mézgas éger állomány talajából származó törzs mellett egy patakvízből származó *P. gonapodyides* törzset is felhasználtam a kísérlethez. Fajonként egy törzset választottam a fertőzéshez inokulum forrásként. A felhasznált telepek 14 naposak voltak, PDA-n nőttek 20°C-os, sötét termosztátban, 90 mm átmérőjű Petri-csészékben. A csemetek a fertőzéskor egy évesek voltak, 2,5 l térfogatú konténerekbe 2013 márciusában kerültek átültetésre. A konténerekben használt talajt levélsapda-módszer segítségével ellenőriztem, és *Phytophthora*-mentesnek bizonyult. Izolátumonként 18+18 csemetét, és 17 kontroll csemetét használtam fel. A fertőzés 2013. április 26-án és 27-én történt. Törzsenként 18 csemete esetében törzsfertőzéses módszert alkalmaztam. Ugyancsak törzsenként 18 csemete esetében talajfertőzés történt. A csemetékét 2013. szeptemberig természetes körülmények között tartottam fel, amikor szükségesnek bizonyult, öntöztem őket. 5 hónap inkubációs idő után kiértékeltem a skálák alapján a gyökérzet és a hajtás egészségi állapotát, megmértem minden csemete esetében a hajtás hosszát (cm), a gyökfő átmérőjét (mm), a gyökérzet hosszát (cm), szélességét (mm), a törzsfertőzött egyedek esetében a kialakult kéregnekrózis hosszát (mm) és szélességét (mm). Ezután ellipszoid képlet segítségével számítottam a nekrózisok területét (mm²).

Madárcseresznye csemetek mesterséges fertőzése

A patogenitásvizsgálat a homokos fizikai talajféleség madárcseresznye csemetek egészségi állapotára gyakorolt hatását is tesztelte, vályog fizikai féleségű talaj hatásával összevetve. A felhasználás előtti levélsapdázás alapján, mindkét ültetőközeg *Phytophthora* fajoktól mentes volt. A fertőzéshez a 207/1 azonosítójú *P. plurivora* (izolálva: Sárvár, madárcseresznye fa gyökérvonájának talaja, 2012. március) és a 210/2 azonosítószámú *P. polonica* (izolálva: Sárvár, madárcseresznye fa gyökérvonájának talaja, 2012. március) törzsek tenyészeit használtam fel. A tenyészetek PDA-n nőttek, 20 °C-on, sötétben. A fertőzéskor 14 naposak voltak, és teljesen benőtték a rendelkezésükre álló agar felszínét. A fertőzési kísérlethez két éves madárcseresznye csemetékét használtam fel, amelyeket 2013 márciusában ültettem át 2,5 l térfogatú műanyag konténerekbe. A fertőzés talajfertőzéssel és törzsszébzéssel is megtörtént. A csemetékét szükség esetén öntöztem, egyébként természetes körülmények között tartottam fenn. 13 hét inkubációs idő eltelté után a kiértékelés során mértem a hajtás hosszát (cm), a gyökfő átmérőjét (mm), a gyökérzet hosszát (cm), a

gyökérzet szélességét (mm), a nekrozis hosszát és szélességét (mm), melyekből területet számoltam (mm²). A hajtás és a gyökérzet egészségi állapotát skála alapján értékeltem.

Kocsánytalan tölgy csemeték mesterséges fertőzése

A fertőzéshez három, a Soproni-hegység patakjaiból gyűjtött faj (*P. plurivora*, *P. gonapodyides*, *P. lacustris*) egy-egy törzsét használtam fel. A felhasznált törzsek tenyésztési PDA-n, 20 °C-on, sötétben nőttek, 90 mm átmérőjű sugársteril Petri-csészékben. Akkor kerültek felhasználásra, amikor mind teljesen benőtték a rendelkezésre álló táptalaj felületét. A felhasznált csemeték 2012 tavaszán átültetésre kerültek egy kísérleti területre. A kétéves kocsánytalan tölgy csemeték fertőzése 2013 májusában történt. A törzsfertőzéshez törzsenként hét csemetét használtam fel. A csemeték szabadföldben nőttek. A talajfertőzéshez használt csemetéket 2013 márciusában 2,5 liter térfogatú műanyag konténerekbe ültettem át. A konténerekben használt ültetőközeg *Phytophthora*-mentességét a levélsapda módszer bizonyította. A gyökérfertőzéshez szintén kórokozó törzsenként hét csemetét, és hét kontroll csemetét használtunk. A csemetéket a későbbiek folyamán, amikor szükséges volt, öntöztem, de ezt leszámítva, természetes körülmények között tartottam fenn az októberi kiértékelésig. A kiértékelés során a törzsfertőzött csemeték esetében értékeltem a skála alapján a hajtás egészségi állapotát, mértem a hajtás hosszát (cm), a gyökfő átmérőjét (mm), és a kialakult kéregnekrozis hosszát és szélességét (mm). Utóbbiakból az ellipszis-képlet alapján számoltam a nekrozis területét (mm²). A gyökérfertőzött csemeték esetében a hajtás és a gyökérzet állapotának értékelése a fenti skálák alapján történt. Egyidejűleg, a hajtás hosszát (cm), a gyökfő átmérőjét (mm), a gyökérzet hosszát (cm) és szélességét (mm) mértem.

Védekezési lehetőségek vizsgálata

A mikorrhiza kapcsolat, a foszfát hatóanyagú tápoldatok és a réz hatóanyagú fungicidek betegségre gyakorolt hatását, illetve a tápoldatok és a fungicidek mikorrhizára gyakorolt hatását vizsgáltuk 40 nem mikorrhizált és 40 mikorrhizált csemete felhasználásával. A mikorrhizálást a Sarkpont Zrt. végezte egy, a *Scleroderma* nemzetséghez tartozó, ektomikorrhiza-képző faj termőtestének talajba morzsolásával. 2012. június 3-án a csemeték egy részét megfertőztük egy *Phytophthora cambivora* törzs tiszta tenyészetével. A tenyészet elszaporítása PDA táptalajon, 20 °C-on, sötétben történt. A fertőzéshez 10 napos tenyészeteket használtam fel. Talajfertőzést, és a csemeték egy részénél törzsszebzést is végeztem (2012 május). 2012. június 10-én elvégeztük a tápszeres és fungicides kezeléseket. Foszfátos tápszerként a Fosfitex FR 5%-os oldatát alkalmaztuk, 50 ml/csemete dózisban. Réz hatóanyagú fungicidként a Rézoxiklorid 50 WP 0,2%-os oldatát használtuk, 50 ml/csemete adagban. Nem mikorrhizált csemeték közül, 10 db-ot megfertőztünk (ötöt csak talajon keresztül, ötöt talajon és töseben keresztül is), és a későbbiekben nem kezeltük. 10 db-ot megfertőztünk (ötöt csak talajon keresztül, ötöt talajon és töseben keresztül is), majd foszfát hatóanyaggal permeteztünk, 10 db-ot megfertőztünk (ötöt csak talajon keresztül, ötöt talajon és töseben keresztül is), majd réz-oxiklorid hatóanyagú fungiciddal permeteztünk, 10 db-ot pedig nem fertőzött kontrollként hagytunk. A mikorrhizált csemeték közül 10 db-ot megfertőztünk (ötöt csak talajon keresztül, ötöt talajon és töseben keresztül is), és nem kezeltünk a továbbiakban. 10 db-ot nem fertőztünk meg, ám foszfát hatóanyagú tápoldattal permeteztünk, 10 db-ot nem fertőztünk meg, ám réz-oxiklorid hatóanyagú fungiciddal permeteztünk, 10 db-ot pedig kezeletlen kontrollként hagytunk. A csemeték állapotát folyamatosan ellenőriztem, szükség esetén a csemetéket

öntöztem. A kísérletet 2013 júniusában fejeztem be, amikor biometria és állapotjelző adatokat vettem fel és mikroszkópos vizsgálattal ellenőriztem a mikorrhiza állapotát.

Adatelemzés

A mintavételek elégségségének vizsgálatára, az egyes mintavételek diverzitásának összehasonlítására, valamint a PCA elemzések elvégzéséhez a PAST 3.05 programot használtam. Az egészségi állapot adatsorok összehasonlítására, valamint a patogenitástervek és a védekezési lehetőségek vizsgálata eredményeinek kiértékeléséhez a STATISTICA ver. 11 programot használták, alapstatisztikákat, paraméteres és nem paraméteres próbákat végeztem. Az ITS és TEF1A törzsfák szerkesztéséhez a MEGA 5.0.2 és a Topali v2.5 szoftvereket, a fajok közötti és fajokon belüli genetikai távolságok számításához és a genetikai diverzitás becsléséhez a MEGA 5.2.2 szoftvert használtam.

Az eredmények összefoglalása

Az erdőállományokban előforduló Phytophthora fajok és jelentőségük az állományok egészségi állapotjának változásában

Mézgás éger mintaterület

Míg a fák gyökfőjén csak alkalmanként jelent meg friss *Phytophthora* fertőzésre utaló folyás, a fák koronájában a jellemző hervadásos tünetek folyamatosan jelentkeztek. Ezek alapján az állomány egészségi állapota a 2012 júniusában ($p=0,006145$) és szeptemberében ($p=0,002195$) szignifikánsan rosszabb volt, mint 2011 júniusában. A területről kilenc *Phytophthora* faj került elő: *P. alni multiformis*, *P. lacustris*, *P. taxon raspberry*, *P. inundata*, *P. plurivora*, *P. polonica*, *Phytophthora sp. oaksoil*, *Phytophthora taxon hungarica* és *P. gonapodyides*. *P. lacustris* minden alkalommal jelen volt, *P. taxon raspberry* és *P. inundata* két alkalommal volt izolálható, a többi faj egy-egy alkalommal jelent csak meg detektálható mennyiségben, a talajban.

Feketedió mintaterületek

A Dél-Hanságban *Phytophthora* fertőzésre utaló egyértelmű tünetet a fák törzsén, gyökfőjén nem találtam; gyökérbetegségekre utaló hervadásos tünetek azonban folyamatosan megfigyelhetők voltak a mintaterületen. A felmérés első évében szignifikáns mértékben romlott ($p=0,023000$), második évében stagnált a fák egészségi állapota. *P. plurivora* és *P. cactorum* volt jelen a fák gyökérszónájában. A *P. plurivora* minden mintavételezőskor azonosítható volt, míg *P. cactorum* csak 2011 júniusában és 2012 szeptemberében volt jelen detektálható mennyiségben, a talajban.

Sárváron az érintett erdőrészt körülbelül 50%-án jelentkeztek gyökérfertőzésre utaló közepesen súlyos vagy súlyos hervadásos tünetek. A fák törzsén *Phytophthora* fertőzésre utaló seb vagy folyás nem jelent meg. Minden vizsgált faegyed gyökérszónájából sikerült *Phytophthora* faj jelenlétét kimutatni. A gyűjtött húsz törzs faji megoszlása a következő volt: 2 *Pythium sp.*, 2 *Phytophthora polonica*, 1 *Phytophthora cactorum* és 15 *Phytophthora plurivora*.

Madárcseresznye fák pusztulása Sárváron

A terepi bejárás során az elegyes állományban a 12 éves madárcseresznye fák esetében körülbelül 50%-os mortalitás volt megfigyelhető. A még élő fák jelentős aránya is fertőzöttnek bizonyult. A pusztuló fák esetében hajtáselhalás jelent meg, illetve a pusztuló vagy elpusztult fák tövén mézgefolyással kísért rákos sebek jelentek meg. Egy gyűjtött

gyökérmintából és öt talajmintából sikerült *Phytophthora* faj jelenlétét kimutatni (8 izolátum). Az azonosított fajok: *P. plurivora* (3 izolátum) és *P. polonica* (5 izolátum) voltak. *Vízi csapdázás a Rák-patak vízgyűjtőjén*

A monitoring két éve a fajtelitődési görbe alapján elégségesnek bizonyult a patakokban élő fajok felderítésére. A két év folyamán 123 *Phytophthora* és 7 *Pythium* izolátumot azonosítottam. Az izolálás mindkét évben júliusban volt a legsikeresebb. A gyűjtött *Phytophthora* törzsek 50,41%-a *P. gonapodyides*, 36,59%-a *P. lacustris*, 12,2%-a *P. plurivora* és 0,81%-a *P. pseudosyringae*. Míg a *P. lacustris* évszaktól függetlenül előfordult a vizekben, *P. gonapodyides* inkább tavasszal és kora nyáron, *P. plurivora* pedig inkább nyáron és ősszel jelent meg. *P. pseudosyringae*-t egyetlen alkalommal, 2011 októberében izoláltam.

A Phytophthora közösségek változásait befolyásoló tényezők

Mézőgás éger mintaterület

A területen a fajkészlet változásaiban szezonális eltérések nem figyelhetők meg. A diverzitás-indexek illetve a Rényi-féle diverzitásrendezés alapján a 2011. júniusi és a 2012. szeptemberi mintavételek voltak a legdiverzebbek. Köztük szignifikáns eltérés a diverzitás profilok és a Shannon-index alapján nincs, míg a Simpson-index alapján a júniusi mintavétel szignifikánsan diverzebb. A *P. lacustris* dominanciájával jellemezhető 2011. szeptemberi és 2012. júniusi mintavételek alkotnak emellett egy kevésbé diverz csoportot. Szezonális változások a populációk diverzitásában sem figyelhetők meg. A Bray-Curtis index alapján végzett klaszteranalízis a 2011 és 2012 éveket különíti el nagy statisztikai valószínűséggel. Szezonális változásokat ez az elemzés sem mutatott ki.

A dél-hansági feketedió mintaterület

A mintavételek fajlistái alapján szezonális változások nem jelentek meg. A diverzitás indexek és a Rényi-féle diverzitás rendezés alapján a 2012 szeptemberi és a 2011 júniusi mintavételek bizonyultak a legdiverzebbnek. Köztük szignifikáns eltérés nincs; viszont a diverzitás profilok alapján szignifikánsan diverzebbek, mint a *P. plurivora* jelenlétével jellemezhető 2011. szeptemberi és 2012. júniusi mintavételek. Szezonális változások tehát a populációk diverzitásában sem figyelhetők meg. A Bray-Curtis index alapján történt klaszteranalízis alátámasztja a diverzitásindexek alapján látottakat: szezonális változásokat ez az elemzés sem mutat ki, szignifikánsan elkülöníti viszont a két diverzebb (2011. június, 2012. szeptember), és a két másik mintavételt.

Sopron környéke

A Soproni-hegyvidéken végzett csapdázás fajlistái alapján szezonális változásokra következtethetünk. Elkülönül a *P. gonapodyides* dominanciájával jellemezhető tavaszi-kora nyári és a *P. lacustris* és *P. plurivora* jelenlétével jellemezhető nyári-őszi időszak. A diverzitás-indexek és a diverzitás-rendezés alapján a 2011. júliusi és 2012. szeptemberi, egymástól nem szignifikánsan eltérő, magas diverzitású mintavételek különülnek el a többi, szignifikánsan alacsonyabb diverzitásútól. Szezonális változások a diverzitásban nem figyelhetők meg. A Bray-Curtis index alapján végzett klaszteranalízis mindkét korábbi sejtést alátámasztja: külön csoportba kerül a két magas diverzitású mintavétel, míg a többi, alacsonyabb diverzitású mintavétel elkülönül egy tavaszi-kora nyári és egy nyári-őszi csoportra. A Soproni-hegyvidék patakjainak vizsgálata tehát szezonális változásokat mutatott ki a *Phytophthora* fajok előfordulásában.

Időjárási és vízgazdálkodási tényezők szerepe a Phytophthora közösségek alakulásában

A főkomponens analízis és a korreláció-vizsgálat eredményeképp megállapítható, hogy a *Phytophthora* fajok előfordulását, illetve hiányát döntően a havi és előző havi csapadékmennyiség adatok, kisebb mértékben az előző havi átlaghőmérséklet, vízmélység és vízhőmérséklet adatok befolyásolták a Soproni-hegyvidéken, a 2012. év adatsora alapján.

A Dél-Hanságban *P. plurivora* és *P. cactorum* jelenlétét vagy hiányát befolyásolták környezeti tényezők. A főkomponens-analízis alapján döntően a havi és a vizsgálatot megelőző havi csapadékmennyiség, valamint a felmérést megelőző télen a fagyos és téli napok száma befolyásolta az előfordulásukat. Kiseb mértékben a havi minimum hőmérséklet és a felmérést megelőző hónap átlaghőmérséklete is korrelált a fajok előfordulásával.

A termőhely hatása a kórokozó-gazdanövény kapcsolatokra

Dél-Hanság

A módosított Ellenberg-index értékei alapján a klimatikus feltételek a területen 2000-2005 között kissé javultak, majd 2005-2012 között folyamatosan romlottak. A 2012. évre vonatkozó érték volt a vizsgált időszakban a legrosszabb. A talajvízszint a területen folyamatosan csökken. A 2011-2012 hidrológiai év maximális talajvízszint értéke is alacsonyabb volt, mint a megelőző évek minimum értékei. Mindez feltehetően a fák egészségi állapotának romlásához vezetett, melyek így kevésbé voltak képesek tolerálni a nagy esőzések után felszaporodó fitofitórák kártételét.

Sárvár

Az Ellenberg-index értékei alapján a klimatikus feltételek romlása Sárvár térségében nem mutatható ki. Ezzel szemben a talajvízszint lassú, de fokozatos csökkenése kimutatható az elmúlt öt évben. Ez, illetve a madárcezesznye fák esetében a kedvezőtlen talajfeltételek vezethettek a fák legyengüléséhez. A térségben tapasztalható magas nyári csapadékmennyiségek, illetve ezek következtében a Rába folyó áradásai a *Phytophthora* fajok felszaporodásához vezethettek. A legyengült fák feltehetően fogékonyabbá váltak a kórokozókkal szemben, illetve nem tudták tolerálni a gyökérgusztulást.

Az azonosított fajok jellemzése

A morfológiai és filogenetikai jellemzés

Mind a részletes morfológiai vizsgálat, mind az ITS és TEF1A szakaszok alapján készített Maximum likelihood-, Maximum parsimony- és Bayesian Inference törzsfák alátámasztották a fajazonosítás BLAST-olás során kapott eredményeit. Kérdés mindössze a két Sárvár 5L feketedió állomány talajából származó *P. polonica* izolátummal kapcsolatban merült fel. ezek esetében ugyanis – bár minden vizsgálat alátámasztja, hogy *P. polonica*-k – a többi gyűjtött *P. polonica* törzstől nagymértékben (160 bp) különböznek az ITS szakasz szekvenciája alapján.

A gyakoribb fajok genetikai diverzitása

P. cactorum

Az ITS szakasz alapján két allél fordult elő, melyek a 792 bp hosszú szakaszon egy bázisban különböztek (611. pozíció, A/G).

P. plurivora

Az ITS gén 762 bp hosszú szakaszán talált négy variábilis hely alapján négy allélt sikerült elkülöníteni. A négy allél közül a leggyakoribbnak az A1 bizonyult. Ez előfordult a kapuvári feketedió mintaterületen, a Sárvár 5L feketedió állományban és a Soproni-hegységben is. Az A2 allél csak a Soproni-hegységben fordult elő. Az A3 allél Sopron környékén volt a gyakoribb, emellett a Sárvár 19G erdőrészletben is előfordult. Az A4 allél volt a második leggyakoribb. Ez a két feketedió állományban fordult elő.

P. gonapodyides

Az ITS gén 820 bp hosszú vizsgált szakaszán öt variábilis hely fordult elő, melyek alapján hét allélt lehetett elkülöníteni. A hét allél közül A2 volt a leggyakoribb. A második leggyakoribb az A5 allél, míg a többi allélt egy-egy izolátum képviseli. Minden allél a Soproni-hegység vízfolyásaiból származott.

P. lacustris

Ez a faj bizonyult a legváltozatosabbnak az ITS szakasz alapján. A vizsgált 821 bp hosszú szakaszon hat variábilis hely alapján tizenegy allélt lehetett elkülöníteni. A legtöbb allélt egy-egy gyűjtött izolátum képviseli. A leggyakoribbak az A10 és az A6 allélok, mindkettő a mézgás éger mintaterület talajában is és a Soproni-hegység patakjaiban is előfordult. A *P. lacustris* egyformán változatosnak bizonyult Sopron környékén és a Hanságban is. A tizenegy allél közül három mindkét mintavételi területen előfordult, míg négy csak a soproni patakok vizében, négy pedig csak a Dél-Hanságban, a mintaterület talajában volt megtalálható.

P. polonica

Az ITS szekvenciák vizsgált, 839 bp hosszú szakaszán tíz variábilis hely alapján négy allélt lehetett elkülöníteni. Hármát a Sárvár 19G erdőrészlet pusztuló madárcezesznyeinek talajából, a negyediket a mézgás éger mintaterület talajából gyűjtöttem.

A Phytophthora fajok erdővédelmi szerepének vizsgálata: a patogenitásvizsgálatok eredményei

Feketedió csemetéek mesterséges fertőzése

Mindhárom vizsgált *Phytophthora* faj képes volt nektrózisokat létrehozni a csemetéek törzsén, bár a kezelés időtartama alatt a csemetéek tünetmentesek maradtak. Az őszi fertőzés során a *P. plurivora* kissé agresszívebbnek bizonyult a csemetékekkel szemben, mint a *P. cactorum* ($p=0,049883$). Ezzel szemben tavasszal a *P. cactorum* szignifikánsan nagyobb nektrózisokat okozott, mint a *P. plurivora* vagy a *P. polonica* ($p=0,000444$ mindkét esetben). A *P. plurivora* által okozott és a *P. polonica* által okozott nektrózisok területe azonban nem tért el egymástól szignifikánsan ($p=0,967417$). Az őszi és a tavaszi fertőzés során kialakult nektrózisok területe között *P. plurivora* esetében nem tapasztalható szignifikáns különbség ($p=0,149276$). *P. cactorum* estében azonban a tavaszi fertőzés során szignifikánsan nagyobb területű nektrózisok alakultak ki ($p=0,000370$).

Mézgás éger csemetéek fertőzése

A talajfertőzési kísérlet során, a kísérlet időtartama alatt két, *P. alni*-val fertőzött csemete pusztult el. A gyökérzetben jelentkező tünetek súlyossága alapján elmondható, hogy csak a *P. gonapodyides*-szel fertőzött csemetéek gyökérzete nem károsodott szignifikáns mértékben a kontrollhoz képest ($p=0,149700$). A legsúlyosabb kárt a *P. alni* okozta. Ennél kisebb arányú elhalást okozott a *P. lacustris*. Ezt követi a *P. taxon raspberry*, és végül a *P. inundata* által okozott kár. A sebfertőzési kísérlet során négy, *P. alni*-val fertőzött csemete

pusztult el. Valamennyi vizsgált faj patogénnek bizonyult a mézgás éger csemetékkel szemben. Agresszivitás tekintetében a felhasznált izolátumok „sorrendje” megegyezett a gyökérfertőzésnél tapasztaltakkal. Annak ellenére, hogy csak a törzs sebzésével végeztem a kísérletet, szignifikáns különbségek adódtak a kezelési csoportok között a gyökérzet egészségi állapotában. A gyökérzet is a *P. alni*-val fertőzött csemeték esetében károsodott a legnagyobb mértékben. A kontroll csemeték gyökérzetéhez képest, a *P. lacustris* is szignifikáns gyökérpusztulás tokozott ($p=0,017700$).

Madárcseresznye csemeték mesterséges fertőzése

A kísérlet során összesen kilenc csemete pusztult el; ezek közül 4 a homokos-vályog, *P. polonica*-val fertőzött, 4 a homokos-vályog, *P. plurivora*-val fertőzött, 1 pedig a vályog, *P. polonica*-val fertőzött csoportba tartozott. A gyökérzet hossza, gyökérzet szélessége, gyökérzet állapota és hajtás állapota adatsorok esetében egyöntetűen elmondható, hogy a helyi, homokos vályog talajba ültetett, *P. polonica*-val fertőzött csemeték állapota volt a legrosszabb, míg a *P. plurivora*-val fertőzött, vályog talajba ültetett csemetéké alig különbözött a kontroll csemeték állapotától. A gyökérzet hosszúsága adatsorok esetében az egyes csoportok közötti szignifikáns eltérést a talajtípus nem, csak a kórokozó magyarázza ($p=0,001281$). A gyökérzet állapota adatsorok esetében, a talajtípus ($p=0,015300$) és a kórokozó ($p=0,000000$) is szignifikáns mértékű eltérést okozott a kezelési csoportok között. A gyökérzet szélessége adatsor esetében szintén a kórokozó ($p=0,002000$) és a talaj hatása ($p=0,000000$) is szignifikánsnak bizonyult. A hajtás állapota adatsorok esetében csak a talaj hatása bizonyult szignifikánsnak ($p=0,000000$), míg a kialakult nekrotízis területe adatsor esetén csak a kórokozó hatása volt szignifikáns ($p=0,000000$).

Kocsánytalan tölgy csemeték mesterséges fertőzése

A talajfertőzési kísérlet ideje alatt egy, *P. plurivora*-val fertőzött csemete pusztult el. A t-teszték alapján, a vizsgált *P. lacustris* ($p=0,044359$) és *P. gonapodyides* ($p=0,003923$) törzs szignifikáns mértékben csökkentette a gyökérzet szélességét a nem fertőzött kontroll csemetékéhez képest. A *P. plurivora* szintén csökkentette a gyökérzet szélességét, de a különbség a kontroll csemetékkel összevetve, nem szignifikáns ($p=0,069455$). A vizsgált törzsek okozta gyökérvárosítás a gyökérszélesség adatok alapján nem különbözik szignifikáns mértékben. A gyökérzet állapota adatsor esetében. A Mann-Whitney U-teszt páronkénti összehasonlításai alapján, mindhárom *Phytophthora* faj szignifikáns mértékben rontotta a csemeték gyökérzetének állapotát (*P. plurivora*-kontrol: $p=0,007992$, *P. gonapodyides*-kontrol: $0,000666$, *P. lacustris*-kontrol: $p=0,042624$); míg az egyes fajok hatása között nem volt szignifikáns eltérés kimutatható. A sebfertőzési kísérlet során két csemete pusztult el. Mindkettő *P. plurivora*-val volt inokulálva. A nekrotízisok területe alapján, a kontroll csemetékétől szignifikánsan eltér mindhárom fertőzött csoport. A *P. plurivora* okozta a legnagyobb területű nekrotízisokat ($p=0,006061$), ennél kisebb, közel azonos területű nekrotízisokat okozott a *P. lacustris* ($p=0,006061$) és a *P. gonapodyides* ($p=0,004040$). A *P. plurivora* a *P. gonapodyides*-nél szignifikánsan nagyobb területű nekrotízisokat okozott ($p=0,040093$). A *P. plurivora* - *P. lacustris*, illetve a *P. lacustris*-*P. gonapodyides* törzsek által okozott nekrotízisok területe között nem volt kimutatható szignifikáns különbség. A hajtás állapota, hajtás hossza és gyökőfő átmérője adatsorok esetében szignifikáns különbség nem volt kimutatható a kezelési csoportok között.

A védekezési lehetőségek vizsgálata

A mikorrhizált csemetek esetében a foszfittal történt kezelés nem károsította a mikorrhizáltságot, de a rézoxikloriddal kezelt csemetek esetében a mikorrhizáltság az átlagosnál gyengébb lett. A mikorrhizált, megfertőzött csemetek közül egy sem pusztult el, miközben a nem mikorrhizáltak több mint 10%-a elpusztult. A mikorrhizált csemetek gyökérzete minden esetben egészséges, tünetmentes volt, míg a nem mikorrhizáltak esetében sok a ritka, részben vagy teljesen elhalt gyökérzetű csemete. A nem mikorrhizált, fertőzött csemetek esetében a foszfittal kezelték mind életben maradtak, míg a rézoxikloriddal kezelték több mint 30%-a elpusztult. A leginkább javasolható védekezési mód a mérések és megfigyelések alapján a mikorrhizált csemetek ültetése. Javasolható még a foszfit hatóanyaggal történő kezelés is. Legkevésbé ajánlott a réz-oxikloridos permetezés.

Tézisek

1. Mézgas éger állományból vizsgálataim során a *P. alni ssp. multiformis*, *P. lacustris*, *P. gonapodyides*, *P. inundata*, *P. taxon raspberry*, *P. sp. oaksoil*, *P. sp. hungarica*, *P. plurivora* és *P. polonica* taxonokat azonosítottam. *P. polonica* hazai előfordulását csak egy OTKA kutatási jelentés említi eddig (BAKONYI 2011).
2. Feketedió állományokból három *Phytophthora* fajt azonosítottam: *P. cactorum*, *P. polonica* és *P. plurivora*. *P. polonica* esetében, pusztuló feketedió állomány talajából, ez az első előfordulási adat.
3. Pusztuló madárcseresznye fák gyökeréből és gyökérszójának talajából – a fafaj új kórokozójaként – *P. polonica*-t és *P. plurivora*-t azonosítottam.
4. Erdei patakok vizéből az alábbi *Phytophthora* fajokat azonosítottam: *P. gonapodyides*, *P. lacustris*, *P. plurivora*, *P. pseudosyringae*. Valamennyi faj esetében szezonális változások figyelhetők meg (5.16 ábra). Bár az izolálás sikeressége a havi csapadékmennyiségen múlt, a *P. gonapodyides*, *P. lacustris* és *P. plurivora* előfordulását a havi és a mintavételt megelőző havi átlaghőmérséklet, a havi legmagasabb és legalacsonyabb hőmérséklet és a vízhőmérséklet befolyásolta ($p=0,341577$).
5. A Dél-Hanságban a *Phytophthora* fajok előfordulását a következő környezeti tényezők befolyásolták: a havi és a megelőző havi csapadék mennyisége, a megelőző tél fagyos és téli napjainak száma, a havi átlaghőmérséklet, a megelőző havi átlaghőmérséklet és a nyári és hőségnapok száma, a havi és megelőző havi talajvízszint ($p=0,356348$ a hőmérsékleti komponensek esetében, $p=-0,370230$ a csapadékviszonyok, $p=-0,192925$ a talajvízszint adatok esetében).
6. ITS szekvenciák alapján Magyarországra nézve *P. plurivora* esetében kettő, *P. gonapodyides* esetében négy, *P. lacustris* esetében tíz új allélt találtam.
7. Igazoltam a gyűjtött *P. plurivora*, *P. cactorum* és *P. polonica* izolátumok patogenitását feketedió csemetékkel szemben. *P. polonica* esetében feketedióra vonatkozóan ez az első adat. Szezonális eltéréseket találtam a *P. cactorum* feketedióval szembeni agresszivitásában.
8. Igazoltam *P. plurivora* és *P. polonica* patogenitását madárcseresznye csemetékkel szemben. Mindkét kórokozó faj esetében ez az első adat. A *P. polonica*-madárcseresznye kapcsolatban, igazoltam a termőhely jelentős hatását a betegség kimenetelére.
9. Igazoltam a gyűjtött *P. plurivora*, *P. lacustris* és *P. gonapodyides* izolátumok patogenitását kocsánytalan tölgy csemetékkel szemben.

10. A védekezési kísérlet során alkalmazott dózisban, a réz-oxiklorid hatóanyagú fungicid – szemben a gyártói útmutatóval – a szelídesztenye tintabetegsége ellen nem hatásos. A mikorrhiza kapcsolatot a réz-oxiklorid viszont károsítja, míg a foszfit nem.
11. *P. hydropathica*-t és *P. gallica*-t izoláltam egy dél-hansági csatornából. Ez a két *Phytophthora* faj első magyarországi adata.

Publikációs jegyzék

Közlemények

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2013): Occurrence and Diversity of Soilborne Phytophthoras in a Declining Black Walnut Stand in Hungary. Acta Silvatica & Lignaria Hungarica 9 (2013):57-69.

SÁRÁNDI-KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I.: Post-epidemic Situation of a Previously *Phytophthora alni* Infected Common Alder Stand. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica (in press.)

SÁRÁNDI-KOVÁCS, J., NAGY, L., LAKATOS, F., SÍPOS, Gy.: Sudden *Phytophthora* dieback of wild cherry trees in northwest-Hungary. Forest Pathology (submitted)

Konferenciakiadványban történő megjelenés

KOVÁCS, J. (2011): *Phytophthora* fajok szerepe az erdei fák egészségi állapotában. In: Lakatos, F., Polgár, A., Kerényi-Nagy, V. (Szerk.): Tudományos Doktorandusz Konferencia – Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar - Konferenciakötet, PALATIA Nyomda és Kiadó Kft, 2011: 177-180. ISBN:978-963-334-013-4.

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., EGYED, K., SZABÓ, I. (2011): *Phytophthora* infection in a sweet chestnut orchard in South-Transdanubia, Hungary. IUFRO 2011 WP 7. 02. 02. Meeting: Global change and forest diseases: new threats, new strategies. Cantabria, Spain, 23-28. May 2011. Abstracts book Ed. JAVIER-DIEZ, J., MARTINEZ-ÁLVAREZ, P., ROMERALO, C., Palencia, 2011: 101.

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2011) :*Phytophthora* species in the decline of black walnut (*Juglans nigra* L.) stands. In: COST Action FP0801 Management Committee and Working Groups Meeting, 21-22. November 2011 Budapest. Programme and Abstracts (2011): 36.

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2011): *Phytophthora* fajok szerepe a feketedió pusztulásában. In.: Lakatos, F. and Szabó, Z. (Szerk., 2011): Kari Tudományos Konferencia- A konferencia előadásainak és posztereinek kivonat :61.

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2012): Seasonal variation of inoculum density and species composition of soilborne Phytophthoras in an infected black walnut stand in Hungary. In.: 6th IUFRO Meeting Working Party 7.02.09 Phytophthora in Forest and Natural Ecosystems Meeting Abstracts Córdoba (Spain) 9th-14th Sept 2012:42.

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2012): *Phytophthora* fajok szerepe a feketedió pusztulásában. In: Kőmives, T., Haltrich, A., Molnár, J. (Szerk.): 58. Növényvédelmi Tudományos Napok, RePRINT Kft. Budapest, ISBN 963 8131 071: 54 .

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2012): The Role of *Phytophthora* Species in the Decline of Black Walnut stands. International Scientific Conference on Sustainable Development and Ecological Footprint, 26-27. March 2012, Sopron, Hungary, Proceedings of the conference (Ed.: Neményi, M., Heil, B., Kovács, A. J., Facskó, F.), University of West-Hungary Press, ISBN: 978-963-334-047-9, Sopron, 2012.

SÁRÁNDI-KOVÁCS, J., Lakatos, F., Szabó, I. (2014): *Phytophthora* fajok vizsgálata egy pusztuló mézgás éger állományban. In: Horváth, J., Haltrich, A., Molnár, J. (szerk.): Növényvédelmi Tudományos Napok 2014. Magyar Növényvédelmi Társaság, Budapest, ISBN 0231 2956.

Konferencia poszterek és előadások

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., EGYED, K., SZABÓ, I. (2011): *Phytophthora* infection in a sweet chestnut orchard in South-Transdanubia, Hungary. IUFRO 2011 WP 7. 02. 02. Meeting: Global change and forest diseases: new threats, new strategies. Cantabria, Spain, 23-28. May 2011.

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2011): *Phytophthora* species in the decline of black walnut (*Juglans nigra* L.) stands. In: COST Action FP0801 Management Committee and Working Groups Meeting, 21-22 November 2011 Budapest.

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2011): *Phytophthora* fajok szerepe a feketedió pusztulásában. Kari Tudományos Konferencia, Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Sopron, 2011.

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2012): Seasonal variation of inoculum density and species composition of soilborne *Phytophthora*s in an infected black walnut stand in Hungary. 6th IUFRO Meeting Working Party 7.02.09 *Phytophthora* in Forest and Natural Ecosystems, Córdoba (Spain), 9-14. September 2012. KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2012): The Role of *Phytophthora* Species in the Decline of Black Walnut stands. International Scientific Conference on Sustainable Development and Ecological Footprint, 26-27. March 2012, Sopron, Hungary.

KOVÁCS, J. (2011): *Phytophthora* fajok szerepe az erdei fák egészségi állapotában. Tudományos Doktorandusz Konferencia – Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Sopron, 2011. április 13.

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2012): *Phytophthora* fajok szerepe a feketedió pusztulásában. 58. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 2012. február 21.

KOVÁCS, J., LAKATOS, F., SZABÓ, I. (2012): Seasonal variation of inoculum density and species composition of soilborne *Phytophthora*s in an infected black walnut stand in Hungary. In.: 6th IUFRO Meeting Working Party 7.02.09 *Phytophthora* in Forest and Natural Ecosystems, Córdoba (Spain) 11. September 2012.

KOVÁCS, J. (2012): Studies about *Phytophthora* species of Hungarian forest ecosystems. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Birmensdorf, Switzerland, 7th November 2012.

SÁRÁNDI-KOVÁCS, J., Lakatos, F., Szabó, I. (2014): *Phytophthora* fajok vizsgálata egy pusztuló mézgás éger állományban. 60. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 2014. február 18.