

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**A kőrisek új betegsége, a *Hymenoscyphus fraxineus* által okozott
hajtáspusztulás terjedésének, növekedésének, patogenitásának
vizsgálata**

Nagy László

Sopron

2016

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 program (E2)

Programvezető: Prof. Dr. Lakatos Ferenc

Témavezetők: Dr. Tuba Katalin; Dr. Molnár Miklós

1. Bevezetés

A szinte egész Európában elterjedt magas kőrist (*Fraxinus excelsior* L.) az 1990-es években egy addig ismeretlen kórokozó támadta meg. 2006-ban *Chalara fraxinea* néven új fajként került leírásra a magas kőris hajtáspusztulások betegségét okozó konidiumos gombafaj. A kórokozót egyre több országban azonosították és napjainkra Európában az egyik legfontosabb erdővédelmi problémává vált. A fertőzés mértéke, a betegség terjedése oly jelentős, hogy megkérdőjelezi a gazdaságilag fontos, értékes faanyagot adó magas kőris jövőbeni termesztését, valamint jelentős ökológiai szerepe miatt problémák léphetnek fel egyes erdőtársulások – pl. tölgy-kőris-szil ligeterdők, sziklaerdők, törmeléklejtő erdők stb. –, erdei ökoszisztémák működésében.

Azóta bebizonyosodott, hogy a kórokozó nem csak a magas kőrist támadja meg, és pusztítja. Újabb vizsgálatok során kiderült, hogy a magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* Vahl. subsp. *danubialis* Pouzar.) is fogékony a kórokozóra, valamint az észak-amerikai elterjedésű fekete kőris (*Fraxinus nigra* Marshall.) és az amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall.) is. Napjainkra a virágos kőris (*Fraxinus ornus* L.) természetes úton történő megfertőződése is bizonyított.

A hatalmas mértékű, Európa szerte jelentkező kőrispusztulás ellenére úgy tűnik, hogy a magas kőris egyedek kis hányada képes túlélni a fertőzést akár olyan földrajzi helyeken is, ahol nagymértékben károsodik a fák többsége. A természetesen előforduló rezisztencia ad némi reményt a magas kőris védelme szempontjából, és lehetőséget biztosít a rezisztenciára való nemesítésre.

Ennek megfelelően munkám legfőbb célja a hazánk erdőállományaiban is megjelent kőris hajtáspusztulások betegséggel kapcsolatos ökológiai és növényvédelmi ismeretek bővítése volt.

2. Célkitűzések

Kutatásaim elején az alábbi célokat tűztem ki:

1. A kórokozó előfordulásának, terjedésének vizsgálata különböző termőhelyi adottságú és eltérő faállomány-szerkezeti tulajdonságokkal jellemezhető magas kőris faállományokban, valamint a kőris hajtáspusztulások betegség miatt bekövetkező, faállomány szintű egészségi állapot-változás nyomon követése.
2. Laboratóriumi körülmények között a kórokozó különböző származású izolátumaiból nevelt tenyészetek növekedési tulajdonságainak vizsgálata,

valamint összefüggés feltárása a tenyészetek növekedése és színe, valamint származása között.

3. Laboratóriumi körülmények között különböző hatóanyag tartalmú gombaölő szerek hatásának vizsgálata a kórokozó tenyészetek növekedésére.
4. Magyarország erdőállományaiban fellelhető kőris fajok – magas kőris, magyar kőris, virágos kőris, amerikai kőris – csemetéin végzett mesterséges fertőzést követően, a természetes úton történő fertőzés lehetőségét nem kizárva a hazai kórokozó törzsek patogenitásának vizsgálata, és a kőris fajok kórokozóval szembeni fogékonyságának meghatározása.

Hipotéziseim a következők voltak:

1. A *H. fraxineus* kórokozó a magas kőris – egyed és faállomány szinten történő – egészségi állapotának romlását okozza.
2. A kórokozó a magas kőrist a termőhelyi adottságoktól függetlenül betegíti meg.
3. Különböző származási helyről begyűjtött gomba izolátumokból nevelt tenyészetek eltérő minőségi (szín) és mennyiségi (méret, növekedési erély) tulajdonságokkal jellemezhetők.
4. Egyes gombaölő szerek alkalmazásával a kórokozó növekedése befolyásolható, ezáltal a terjedése mérsékelhető.
5. A *H. fraxineus* kórokozó a magas kőrisen túl más kőris fajokat is képes megbetegíteni, amelyeknek eltérő a fogékonysága ezzel a kórokozóval szemben.

3. Anyag és módszer

Kőrispusztulás vizsgálata magas kőris faállományokban

A vizsgálat a Szombathelyi Erdészeti Zrt. Sárvári Igazgatósága által kezelt erdőterületen, 16 erdőrésztlet magas kőris faállományában történt 2010-2015. közötti időszakban. A vizsgálat célja különböző klimatikus és termőhelyi viszonyok mellett tenyésző, és eltérő faállomány-szerkezeti tulajdonságokkal jellemezhető magas kőris faállományokban az egyes években bekövetkező egészségi állapot-változások, illetve a kőris hajtáspusztulás betegségnek az egymást követő években történő terjedésének megfigyelése volt. A Sárvár 6 H erdőrésztletben a magas kőris mellett megtalálható az amerikai kőris, ennek egészségi állapota is évente, július-augusztus hónapokban rögzítésre került.

Természetes mag eredetű magas kóris faállományú erdőrészekben az egymástól kb. 15-20 m távolságra lévő 2 m átmérőjű körben található, véletlenül kiválasztott újulat csoportokban 3-4 egymás mellett lévő egyed egészségi állapotának a felmérésére került sor, erdőrészenként összesen 25 facsoport 100 egyedén. Mesterséges magas kóris erdősitések, valamint idősebb állományok vizsgálatakor minden 5. sorban 20-20 egymás mellett lévő egyeden, összesen minden egyes erdőrészletben évente 100-100 növényen. A betegség felmérése a jellemző tünetek szemrevételezésével történt. Az egyes tünetek felmérése során az alábbi tünetekkel jellemezhető egészségi állapot kategóriák kerültek elkülönítésre: **0.:** Látszólag egészséges, tünetmentes egyed, koronaelhalás mértéke 0-10%.; **1.:** Gyengén fertőzött egyed: első tünetek, vagy maximum előző évi tünetek, a koronaelhalás mértéke 11-25%.; **2.:** Erősen fertőzött egyed: több évre visszavezethető tünetek, a koronaelhalás mértéke 26-75%. Gyenge vízajtás képzés figyelhető meg.; **3.:** Pusztuló állapotban lévő egyed: a koronapusztulás mértéke 75% feletti, nagyon jelentős vízajtásképzés figyelhető meg.; **4.:** Elpusztult egyed.

A kórokozó növekedési erélyének vizsgálata

A vizsgálat célja a különböző nyugat-dunántúli helyszínekről származó *H. fraxineus* izolátumok közötti növekedési különbségek megállapítása, a növekedési erély és a származási hely, valamint a tenyészetek színe és a növekedési erély közötti összefüggések keresése volt. A vizsgálathoz a kórokozó 39 db izolátuma került felhasználásra. Minden gomba izolátumból 2-2 tenyészetet lett kioltva Petri-csészékbe. A tenyészetek 20 °C hőmérsékleten, sötétben, burgonya-glükóz agar (PDA) táptalajon nőttek, a területük milliméter-papír segítségével lett mérve három alkalommal. Az első mérésre a tenyészetek 25 napos korában, a másodikra 30 nappal később, a harmadikra a tenyészetek 250 napos korában került sor. A mért terület adatokból napi növekedési ütemet számítottam (mm²/nap). A tenyészetek színét a Kowalski és Bartnik (2010) háromfokozatú skála szerint értékelttem.

A kórokozó elleni védekezési lehetőségek vizsgálata

A védekezési kísérletek célja a kórokozó tenyészetek növekedésének gátlása, illetve elpusztítása volt laboratóriumi körülmények között. Az erős növekedésű, sárvári származású 196/19. sorszámú tenyészetet maláta kivonatú táptalajra oltottam. A vizsgálat 6 ismétléses volt, a tenyészetekből hatóanyagokként 6-6-6 db maláta kivonatú táptalajt készítettem, valamint 6 kontroll tenyészetet. A kísérlethez három gombaölő hatóanyagot – ciprodinil, iprodion, fenhexamid – használtam fel,

amelyeket a tenyészetekre azok 1 hetes korában gyógyszerészeti adagoló segítségével permeteztem ki. A vizsgálatban felhasznált tenyészeteket állandó 24 °C hőmérsékleten, sötétben tároltam.

A táptalajokra oltott kórokozó permetezéséhez a gombaölő hatóanyagok mennyiségét a felhasznált növényvédő szerek használati utasításában megjelölt mennyiségéből számoltam: ennek megfelelően a kísérlet során 1 mg ciprodinilt, 1,5 µl iprodiont és 1 µl fenhexamidot juttattam ki. A kijuttatást követően naponta figyeltem a kórokozó tenyészetek növekedési erélyét, és összevettem a kontroll táptalajokra oltott tenyészetek növekedésével. A tenyészetek területét milliméter-papír segítségével mértem három alkalommal. Az első mérésre a hatóanyag kipermetezés napján, a másodikra a hatóanyagok kijuttatását követő harmadik napon, a harmadikra pedig újabb három nap múlva került sor. A mért terület adatokból következtettem az egyes hatóanyagok kórokozó növekedésére gyakorolt hatására.

Patogenitási vizsgálat

A vizsgálat célja a hazánk klimatikus viszonyai között elforduló különböző kőris fajoknak a kórokozóval szembeni fogékonyságának a vizsgálata, a kőris fajok fogékonysági sorrendjének a felállítása volt.

2010-ben a kórokozó patogenitásának megismerése céljából mesterséges fertőzési vizsgálatot kezdtem meg a Szombathelyi Erdészeti Zrt. Bejegyertyánosi csemetekertjében, amelyet egy éves csemetéken végeztem el. A 2010. és 2011. években elvégzett mesterséges fertőzések során a sárvári származású 196/18 és a 196/21 azonosítójú, erős növekedésű *C. fraxinea* törzseket, 2014-ben pedig a kapuvári származású, szintén erős növekedésű 196/8 azonosítójú és a 196/21 azonosítójú *C. fraxinea* törzseket használtam. A vizsgálat során fafajonként 10-10 fertőzés mentes kontroll csemetét hagytam.

A második, 2011. évi mesterséges fertőzést követő években a magas kőris és a magyar kőris csemetéken nem végeztem újabb fertőzést, mivel a természetes úton történő fertőződést már nem lehetett kizárni. Valamennyi korábban megfertőzött virágos kőris és amerikai kőris csemetén 2014-ben a fertőzést újra megismételtem, a magas kőris, illetve a magyar kőris csemetéken csak a jellemző tüneteket rögzítettem. 2016-ban valamennyi kőris faj megfertőzött és kontroll egyedein egyaránt elvégeztem a tünetek újabb felvételezését.

A mesterséges fertőzések során a törzssebzés módszerét alkalmaztam. A megjelent tünetek értékelésére a megfertőzött egyedek hajtásain a hervadás mértékét, valamint a hajtáselhalás mértékét rögzítettem, és az egyes egyedek fertőzöttségének osztályozásakor az alábbi tünetekkel jellemezhető kategóriákat különítettem el: **1.: Tünetmentes**, látszólag egészséges egyed.; **2.: Gyengén fertőzött** egyed: a

fertőzés évében megjelent, vagy előző évi tünetek.; **3.:** Erősen fertőzött egyed: több évre visszavezethető tünetek.; **4.:** Elpusztult egyed.

4. Eredmények összefoglalása

Körispusztulás-felmérés eredményei

Az egyes erdőrészekben eltérő mértékben mutatható ki szignifikáns különbség az évenként felmért egészségi állapot adatok között. Az elvégzett tesztek eredményéből következik, hogy az évek múlásával egyre nagyobb mértékű szignifikáns eltérés jelentkezett a faállományok egészségi állapota.

A faállományok a köris hajtáspusztulás betegsége okozta tünetek 2015. évi mértéke alapján három jól megkülönböztethető csoportba sorolhatók. Az első csoportba tartozó faállományokban nincsenek pusztuló állapotban lévő, illetve elpusztult egyedek. A tünetmentes egyedek aránya 72-90% között volt megfigyelhető. Az ide tartozó erdőrészek magas köris állományai a köris hajtáspusztulás betegséggel a legkevésbé voltak fertőzöttek. A második csoportba sorolható faállományokban már néhány százalékban találhatók pusztuló állapotban lévő, illetve elpusztult egyedek is, illetve a tünetmentes és a 25% alatti koronapusztulással jellemezhető egyedek együttes aránya 75% körüli, csak a tünetmentes egyedek aránya 31-51% között volt. Az ide sorolható erdőrészek faállományai közepes mértékben fertőzöttek a köris hajtáspusztulás betegséggel. A harmadik csoportba tartozó faállományok 2015. évi egészségi állapotának leromlása már nagyon előrehaladott állapotban volt. A pusztuló állapotban lévő, illetve elpusztult egyedek aránya 19-41% közötti, a 25% alatti koronapusztulással jellemezhető egyedek aránya csak 18-38% közötti értéket mutatott, a tünetmentes egyedek aránya 10-16% között volt. Az azonos csoportba sorolható faállományok 2015. évi egészségi állapota között nem volt szignifikáns különbség ($p=1,000$).

A köris hajtáspusztulás tüneteinek mértéke szerint három csoportba sorolt erdőrészek faállomány-szerkezeti tulajdonságai és termőhelyüket meghatározó tényezői nagy változatosságot mutatnak. Az első csoportba tartozó faállományok kora 5-25 év, míg a magas köris elegyaránya 20-30% közötti tartományban van. Az ide sorolt erdőrészek genetikai talajtípusa, és a termőréteg vastagsága is különböző. A második csoportba sorolt faállományok kora 11-84 év között van, a magas köris elegyaránya pedig 60-100% között. A termőhelyi tényezők változatossága itt is megfigyelhető. A harmadik csoportba kerültek a köris hajtáspusztulással leginkább érintett erdőrészek. Az ide sorolt erdőrészek faállományainak kora

10-29 év között van, a magas kőrís elegyaránya 5-60% közötti. A genetikai talajtípus és a termőréteg vastagság ezen csoportban is változatos. A hidrológiai viszonyok tekintetében sem különbözött a három csoport.

A három különböző csoportba sorolt erdőrésztetek faállományaiban végzett egészségügyi állapot vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy a kőrís hajtáspusztulás tüneteinek megjelenése, mértéke, a faállomány fertőzöttsége nincs összefüggésben a faállomány korával, a magas kőrís elegyarányával, a hidrológiai adottsággal, a genetikai talajtípussal, valamint a termőréteg vastagsággal.

A Sárvár 6 H erdőrészletben 35% elegyarányban előforduló amerikai kőrís annak ellenére sem fogékony a *H. fraxineus* kórokozó általi fertőzésre, hogy az erdőrészletben az amerikai kőrís egyedek között szórtan fertőzött magas kőrís egyedek találhatóak.

A kórokozó növekedési erélyének vizsgálata

A tenyészetek növekedési vizsgálatai alátámasztották a kórokozó hazai előfordulási helyein belüli nagy változékonyságát, mind a növekedési erély, mind a szín tekintetében.

A két ismétléses vizsgálatban az egyes időszakokban mért, és átlagolt tenyészet méreteket növekvő sorrendbe állítottam mindhárom növekedési szakasz vonatkozásában. Az egyes tenyészetek egymáshoz viszonyított növekedési erélye változatos volt, az abszolút növekedési méretek tekintetében az egyes növekedési szakaszokban a tenyészetek eltérő helyet foglalnak el. Az első növekedési szakasztól kezdődően azonban már a teljes vizsgált szakasz tartamában megfigyelhető, hogy egyes tenyészetek agresszívebb ütemben, míg mások gyengébben növekedtek. A teljes növekedési szakasz vonatkozásában három növekedési erélyt különítettem el: gyenge növekedésű tenyészetek területe 3500 mm² területnél kisebb volt, a közepes növekedésűek a 3500-5000 mm² közöttiek, míg az erős növekedésűek területe 5000 mm² feletti volt.

A tenyészetek a legnagyobb mértékben az első növekedési szakaszban, míg a legkisebb mértékben a harmadik ütemben növekedtek, illetve a harmadik növekedési szakaszban volt a legkevésbé eltérő az egyes tenyészetek növekedése közötti növekedési differencia.

Egyes tenyészetek a vizsgálat kezdetétől fogva lassú növekedést produkáltak, addig mások határozottan erőteljesebben növekedtek, és ezen tulajdonságukat megtartották a teljes vizsgált időszakban. Voltak azonban olyan tenyészetek, amelyek a kezdeti lassú növekedés után gyorsabban fejlődtek, míg mások növekedése ezzel ellentétesen történt, azaz a kezdeti gyors növekedést lassulás követte.

Szignifikáns különbség ($R = -0,509$; $p = 0,000$) volt kimutatható a különböző színskálával jellemezhető tenyészetek növekedése között. Az „A” jelű színskálával jellemezhető, vagyis a fehér színű tenyészetek nőttek ugyanazon idő alatt a legnagyobbra, a „B” jelű színskálával jellemezhető, vagyis a narancsszínű tenyészetek nőttek az „A” jelű tenyészeteknél kisebbre, míg a „C” jelű színskálával jellemezhető, vagyis a barna színű tenyészetek fejlődtek a legkisebb méretűre.

A kapuvári és a bakonyi származású tenyészeteknél egy származáson belül eltérő színű tenyészetek fejlődtek ki. A sárvári és a homorúdi tenyészetek viszont határozottan egy fajta színnel jellemezhetők. A származási hely és a növekedési erély közötti összefüggést alátámasztotta a növekedés és a szín közötti összefüggés megállapítása is.

Szignifikáns különbség ($p = 0,003$) mutatkozott a különböző földrajzi helyekről származó tenyészetek mérete között is. A homorúdi (csak barna színűek) származású tenyészeteknek volt a legkisebb a növekedési erélye, majd sorrendben következtek a kapuvári, a bakonyi származásúak, míg legerőteljesebb növekedést a sárvári (csak fehér színűek) származású tenyészetek mutatták.

A kórokozó elleni védekezési vizsgálat eredményei

A ciprodinil hatóanyaggal kezelt tenyészetek kipermetezést követő három napon még nagyon gyenge eréllyel növekedtek, majd a kórokozó növekedése rövidesen leállt. A harmadik területmérés idejére a tenyészetek egyértelműen eliminálódtak, a micéliumok csak a leoltott agar darabokon voltak láthatóak. Az iprodion is gátolta a kórokozót, már a 2. területméréskor a kórokozó növekedése megállt mind a hat ismétlés esetében. A kijuttatást követő 3. napon tett ellenőrzésből látható, hogy a hat ismétlésből 4 esetben (R_1 , R_3 , R_4 , R_5 tenyészetek) teljes gátlást, esetükben csak a beoltott agar darabokon voltak láthatóak a micéliumok, míg két tenyészet (R_2 és R_6) micéliumán nagyarányú blokkolás volt megfigyelhető. A fenhexamid hatóanyag hatására a hat ismétléses vizsgálatban 5 tenyészet növekedése a hatóanyag kijuttatását követő 3. npra leállt, kivételt a „T₆” jelölésű tenyészet képezte, amelynek a terület növekedése a 3. npra szinte leállt, tovább csak minimális eréllyel növekedett. A kontroll tenyészetek területe mind a 6 ismétlésben – a hatóanyagokkal kezelt tenyészetektől eltérően – a három területmérés időpontjában egyértelmű és erőteljes növekedést mutatott.

Laboratóriumi körülmények között mindhárom kipermetezett hatóanyag – ciprodinil, iprodion, fenhexamid –, ha különböző mértékben is, de gátolta a kórokozó micéliumának növekedését. A két kontakt hatásmechanizmusú iprodion és fenhexamid hatóanyagnak hasonló hatása mutatkozott, mint a ciprodinil hatóanyagnak, azzal a különbséggel, hogy az iprodion esetében hat ismétlésből csak 4 esetben volt

teljes mértékű növekedés gátlása, a fenhexamidnál pedig 1 tenyészet minimálisan tovább növekedett. A harmadik napon a hat tenyészet növekedési átlaga a ciprodinil esetén 13,67 mm², az iprodionnál 9,5 mm², míg a fenhexamidnál 11,5 mm² volt. Ez igazolni látszik a kontakt hatásmechanizmusú szerek gyorsabb hatáskifejtését, hiszen ezeknél hamarabb jelentkezett a terület növekedés gátlása, mint a szisztémikus ciprodinil hatóanyagánál. Ez a különbség a hatodik napra a három hatóanyag tekintetében teljesen eltűnt. Ezt alátámasztja a Kruskal-Wallis statisztikai próba eredménye is, miszerint a harmadik napon az iprodion (p_i) és fenhexamid (p_f) hatóanyaggal kezelt tenyészetek terület növekedése szignifikánsan eltért a kontroll tenyészetektől ($p_i=0,008$ és $p_f=0,006$). Míg ebben az időszakban a ciprodinil (p_c) hatóanyaggal kezelt és a kontroll tenyészetek növekedése között még nem volt szignifikáns különbség ($p_c=0,133$). A harmadik napon a három hatóanyagnak a kórokozó területnövekedésére gyakorolt hatását illetően a páronkénti összehasonlítás során szignifikáns különbség nem volt. A végső méreteket a hatóanyagok kijuttatását követő hatodik napon összehasonlítva, a gombaölő szerekkel kezelt tenyészetek növekedése szignifikánsan eltért a kontroll tenyészetektől ($p_c=0,016$; $p_i=0,011$ és $p_f=0,042$).

Patogenitási vizsgálat

A 2010. és a 2011. évi mesterséges fertőzések elvégzését követően az első tünetek hajtás- és levélfonnyadások formájában a fertőzések után 2-3 héttel, június hónapban jelentkeztek a magas kőris, illetve a magyar kőris egyedeken. 2010-ben a kórokozóval szemben a magas kőris és a magyar kőris egyedek egy része fogékonynak bizonyult: az inokulált csemeték 24%-án, illetve 21%-án mutatkoztak a hervadási tünetek.

2011-ben már a megfertőzött magas kőris csemeték 75%-a produkálta a fertőzöttség tüneteit, ezen belül a csemeték 10 %-án mindkét éves fertőzés tünete láthatóak voltak. A második fertőzést követően a magas kőris csemeték 2%-a a kórokozó tüneteit magán mutatva elpusztult. A kétszeri mesterséges fertőzés ellenére és a természetes fertőződés lehetőségének fennállása mellett is a magas kőris egyedek 25%-a tünetmentes maradt. A 2011. évi második fertőzés jelentősen már nem növelte a fogékony magyar kőris egyedek számát.

A megfertőzött virágos kőris csemeték 2010-ben tünetmentesek maradtak, viszont 2011-ben a virágos kőris csemeték 10%-án fertőzési tünetek jelentkeztek. Laboratóriumban a fertőzési tüneteket mutató virágos kőris csemetékről gyűjtött szövetmintákból a *C. fraxinea* konídiumos gomba sikeresen visszaizolálásra került. A következő években, ezeken a tünetes egyedeken sem jelentek meg újabb tünetek.

Ez bizonyítja, hogy a megfertőzött virágos kőrisben nem szisztematizálódik a betegség tünete.

2010-ben és 2011-ben még egyik kőris faj kontroll egyedein sem voltak észlelhetők a tünetek. Ez alapján állítható, hogy a 2010-ben és 2011-ben a megfertőzött egyedeken kizárólag a mesterséges fertőzés eredményeként jelentek meg a tünetek. 2014-től a magas-, és a magyar kőris kontroll csemetéken jelentek meg tünetek.

A vizsgálat végén a betegség tüneteit mutató, fertőzött magas kőris egyedek aránya 90%, a fertőzött magyar kőriseké pedig 88% volt. Meghatározásra került a vizsgálatban felhasznált kőris fajok fogékonysági sorrendje: legfogékonyabbnak a magas kőris, majd sorrendben a magyar kőris, és a virágos kőris mutatkozott. A vizsgálat teljes ideje alatt az ellenállónak bizonyuló amerikai kőris összes megfertőzött és kontroll egyede tünetmentes maradt.

Az egyes kőris fajok fogékonyságának mértékét jól tükrözi a mesterséges megfertőzést követően, majd a természetes úton történő fertőzés lehetőségének is kitett, a vizsgált időszak teljes tartama alatt tünetmentesen maradt egyedek aránya: ez a virágos kőris esetében 90%, a magyar kőrisnél 12%, a magas kőris egyedek tekintetében 10% volt.

A vizsgálat teljes ideje alatt a mesterséges fertőzéseket és a természetes megfertőződés lehetőségét is figyelembe véve a magas kőris egyedek 20%-a, illetve a magyar kőris csemeték 13%-a elpusztult. A hat évig tartó vizsgálat teljes időtartama alatt a betegségre fogékony magas kőris egyedek vonatkozásában 66%-kal, míg a magyar kőriseken 67%-kal emelkedett a fertőzött egyedek száma.

5. Tézisek

A doktori értekezés eredményei alapján a téziseim a következők:

1. **A vizsgált magas kőris faállományok kőris hajtáspusztulás okozta egészségi állapot romlását nem befolyásolták a termőhelyi tényezők (hidrológiai viszonyok, genetikai talajtípus, termőréteg vastagság), valamint a faállomány-szerkezeti tulajdonságok (kor, elegyarány).**

A vizsgált magas kőris faállományok kőris hajtáspusztulás betegség okozta fertőzöttségük szerint három, egymástól szignifikáns mértékben eltérő egészségi állapottal rendelkező csoportba sorolhatók. A legnagyobb fertőzési értékekkel jellemezhető csoport képviseltette magát a legnagyobb erdőrészet számmal, ahol a tünetek 4-19% mértékben a végső stádiumig, az egyedek pusztulásáig jutottak el. A három elkülönített csoporton belül a faállományok változatos termőhelyi és faállomány-szerkezeti tulajdonságokkal jellemezhetők.

- 2.a **A magas kőris faállományok egészségi állapotvizsgálatának eredménye szerint az amerikai kőris nem fogékony a *H. fraxineus* kórokozó által okozott fertőzésre.**

A vizsgálatban szereplő Sárvár 6 H erdőrészet faállományában 35% elegyaránnyal jelen lévő amerikai kőrisek annak ellenére sem mutatták a kőris hajtáspusztulás betegség tüneteit, hogy mellettük a faállományban 20% elegyarányú magas kőris fertőzött volt.

- 2.b **A patogenitási vizsgálatok nem bizonyították az amerikai kőris fogékonyságát a kőris hajtáspusztulást okozó *H. fraxineus* kórokozóval szemben.**

A három alkalommal történő mesterséges fertőzés és a természetes megfertőződés lehetőségének ellenére a vizsgált időszakban az amerikai kőris megfertőzött és kontroll egyedein sem jelentkeztek a betegség tünetei.

3.a A tenyészetek növekedési vizsgálatai igazolták a kórokozó nagy változékonyságát.

A vizsgálatok igazolták az azonos származási helyű tenyészetek különböző erélyű növekedését. A Cluster-analízis alátámasztotta, hogy sok esetben a különböző származású tenyészetek növekedési erélye között nagyobb hasonlóság van, mint az egy helyről származóknak.

3.b A különböző származású tenyészetek növekedési erélye között szignifikáns különbség mutatható ki.

Legerőteljesebb növekedést a sárvári származású, majd sorrendben a bakoynyi és kapuvári származású tenyészetek mutatták, míg legkevésbé a homorúdi származású tenyészetek növekedtek.

3.c A fehér színű tenyészetek növekedési erélye a legerőteljesebb, majd a narancs jellegűek következtek, míg a legkisebb növekedési eréllyel a barna színű tenyészetek jellemezhetők.

A Spearman-féle rangkorreláció vizsgálat eredménye szerint szignifikáns különbség mutatható ki a különböző színskálával jellemezhető tenyészetek növekedése között.

4. A ciprodinil, az iprodion, és a fenhexamid hatóanyagok egyaránt gátolják a kórokozó növekedését.

A kontakt hatásmechanizmusú iprodion és fenhexamid hatóanyagok már a kijuttatásuktól számított harmadik napra megállították a kórokozó növekedését, míg a szisztémikus ciprodinil hatóanyag ugyanezt a hatást mutatta a hatodik napon. A hatodik napon mindhárom hatóanyaggal kezelt tenyészet növekedése szignifikáns mértékben eltért a kontroll tenyészetek növekedésétől.

5. A *H. fraxineus* kórokozóval szemben a legfogékonyabbnak a magas kőrís bizonyult, majd a fogékonysági sorban a magyar kőrís, majd a virágos kőrís következett.

A vizsgálat befejezésekor, 2016-ban a betegség tüneteit mutató, fertőzött magas kőrisek aránya 90%, a magyar kőrisek aránya 88%, a virágos kőrisek 0% volt.

6. A patogenitási vizsgálatok során igazolást nyert a virágos kőrís fogékonysága is a *H. fraxineus* kórokozóval szemben.

Mesterséges fertőzés következtében tünetek jelentek meg 2011-ben a megfertőzött virágos kőrisek 10%-án, azonban a betegség tünete e növényeken nem szisztematizálódott, hiszen a tünetek 2014-ben és 2016-ban ezeken a növényeken nem voltak megfigyelhetők. A tünetek csak a hajtások hervadásában nyilvánultak meg.

7. A magas kőrís faállományokban végzett egészségi állapot vizsgálatok és a patogenitási vizsgálatok eredményei is igazolták, hogy léteznek olyan magas kőrís egyedek, amelyek a *H. fraxineus* kórokozó fertőzésével szemben ellenállóak.

A vizsgálati időszak végén még a leginkább fertőzött magas kőrís faállományokban is 10-16% között volt a tünetmentes egyedek aránya. Hasonlóan a patogenitási vizsgálat végén is a tünetmentes magas kőrisek aránya 10% volt.

6. Az értekezés témájához kapcsolódó publikációk

Tudományos közlemények

1. Nagy L., Szabó I. (2013): A magas kőrís hajtáspusztulását okozó gomba (*Chalara fraxinea*) járványdinamikai és patogenitási vizsgálata. Növényvédelem 49 (9): 389-396.
2. Szabó I., Németh L., Nagy L. (2009): A magas kőrís hajtáspusztulása. Erdészeti Lapok, 144 (2): 46-48.

Konferencia előadások

1. Nagy L., Szabó I. (2012): A kőrís hajtáspusztulását okozó *Chalara fraxinea* járványdinamikai és patogenitási vizsgálata. Kari Tudományos Konferencia Kiadvány. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar. Konferencia helye, ideje: Sopron, Magyarország, 2011. 10. 05 Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem
2. Nagy L., Szabó I. (2011): A kőrís hajtáspusztulását okozó *Chalara fraxinea* járványdinamikai és patogenitási vizsgálata. Tudományos Doktorandusz Konferencia, Nyugat-magyarországi Egyetem. Konferencia helye, ideje: Sopron, Magyarország, 2011. 04. 13.

Konferencia poszterek

1. Nagy L., Szabó I. (2011): A kőrís hajtáspusztulását okozó *Chalara fraxinea* járványdinamikai és patogenitási vizsgálata. 57. Növényvédelmi Tudományos Napok. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2011. 02. 21 - 2011. 02. 22.
2. Nagy L., Szabó I. (2011): Epidemic and Pathogenicity of *Chalara fraxinea* Causing Ash Dieback in Hungary. IUFRO WP 7.02.02. conference Global change and forest diseases: new threats new strategies: Konferencia helye, ideje: Montesclaros Monastery, Spanyolország, 2011.05.23-2011.05.28.
3. Nagy L., Lakatos F., Szabó I. (2010): Ash dieback caused by *Chalara fraxinea* in Hungary. Biotic Risks and Climate Change in Forests. Konferencia helye, ideje: Freiburg, Németország, 2010. 09. 20 - 2010. 09. 23.

Konferencia kiadványok/absztrakt kötetek

1. Nagy L., Szabó I. (2012): A kőris hajtáspusztulását okozó *Chalara fraxinea* járványdinamikai és patogenitási vizsgálata. In: Lakatos F., Szabó Z. (szerk.): Kari Tudományos Konferencia Kiadvány. Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar. 85-87.
2. Nagy L., Szabó I. (2011): A kőris hajtáspusztulását okozó *Chalara fraxinea* járványdinamikai és patogenitási vizsgálata. In: Kőmíves T., Haltrich A., Molnár J. (szerk.): 57. Növényvédelmi Tudományos Napok. 72.
3. Nagy L., Szabó I. (2011): Epidemic and Pathogenicity of *Chalara fraxinea* Causing Ash Dieback in Hungary. In: IUFRO WP 7.02.02. conference Global change and forest diseases: new threats new strategies: Book of abstracts. 109.
4. Nagy L., Szabó I. (2011): A kőris hajtáspusztulását okozó *Chalara fraxinea* járványdinamikai és patogenitási vizsgálata. In: Lakatos F., Polgár A., Kerényi-Nagy V. (szerk.): Nyugat-magyarországi Egyetem, Tudományos Doktorandusz Konferencia, Konferencia-kötet. 185-187.
5. Nagy L., Lakatos F., Szabó I. (2010): Ash dieback caused by *Chalara fraxinea* in Hungary. In: Delb, H., Pontual, S. (ed.): Biotic Risks and Climate Change in Forests. 175-176.

Az értekezés témájához nem kapcsolódó publikációk

Tudományos közlemények:

1. Sárándi-Kovács J., Nagy L., Lakatos F., Sipos Gy. (2016): Sudden Phytophthora Dieback of Wild Cherry Trees in Northwest Hungary. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, 12 (2): 117-124.
2. Nagy L. (2005): Uradalmi erdőgazdálkodás Vas vármegyében. Erdészeti Lapok, 140 (6): 182-183.

Egyéb nem tudományos publikációk:

1. Gángó Cs., Nagy L. (2013): Bajor és türingiai szálalóerdők mélyén. Erdészeti Lapok, 148 (9): 219-294.
2. Nagy L., Urbán P. (2006): A PRO SILVA EUROPA 2005. évi horvátországi rendezvénye. Erdészeti Lapok, 141 (1): 16-18.