

OTDK DOLGOZAT

Készítette:

Gulyás Csenge

okleveles mérnökjelölt

Mosonmagyaróvár

2023

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
ALBERT KÁZMÉR MOSONMAGYARÓVÁRI KAR
NÖVÉNYTUDOMÁNYI TANSZÉK

Konzulens:

PROF. DR. PALKOVICS LÁSZLÓ AMAND
egyetemi tanár

BIOLÓGIAI VÉDEKEZÉS A MIRIGYES BÁLVÁNYFA (*AILANTHUS ALTISSIMA*)
ELLEN, ÉS A GAZDANÖVÉNYKÖRRE VONATKOZÓ VIZSGÁLATOK

Készítette:

GULYÁS CSENGE

okleveles mérnökjelölt

Növényorvosi MSc Szak

Mosonmagyaróvár

2023

Kivonat

Biológiai védekezés a mirigyes bálványfa (Ailanthus altissima) ellen, és a gazdanövénykörre vonatkozó vizsgálatok

Dolgozatomban feltártam a mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*) által okozott természetvédelmi, erdészeti és ökológiai problémákat. Széleskörű hazai és nemzetközi szakirodalmi áttekintést végeztem az inváziós faj elleni biológiai védekezés lehetőségeiről. Üvegházi kísérlet során a *Verticillium nonalfalfae* kórokozóval injektált csemetéken kialakult tüneteket figyeltem meg 2023. június és 2023. október között. A bálványfán kívül az őshonos, erdészeti szempontból jelentős fafajok kórokozóval szembeni fogékonyságát vizsgáltam, a nem célzott fafajokra való kockázat tekintetében. A 9 fafaj közül a mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*), a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*), a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), a csertölgy (*Quercus cerris*), a kocsányos tölgy (*Quercus robur*), a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), a szürke nyár (*Populus x canescens*), a fekete nyár (*Populus nigra*), és a magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*) injektálása történt meg. A bálványfát 50 literes edényekbe ültettem, mellé egyéb fafajok kerültek. Az így létrehozott mini-ökoszisztémákkal próbáltam leképezni a természetes folyamatokat, azaz a bálványfa negatív hatásait a körülötte lévő csemetékre. Az injektált fajok közül csak a bálványfa mutatott hervadásos, a vártnál enyhébb tüneteket. Október közepén az injektálás helyéről hossz- és keresztmetszeti mintákat készítettem, ahol elszíneződéseket kerestem. A mintákat malt extract agar felhasználásával készült táptalajra helyeztem. Összehasonlításra kerültek az injektált és a nem injektált csemeték, a tünetek, a szíjács esetleges elszíneződése és a táptalajra helyezett minták szerint.

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzés.....	5
2.	Irodalmi áttekintés.....	6
2.1.	A bálványfa rövid bemutatása.....	6
2.2.	Vegyszeres módszerek a bálványfa visszaszorítására.....	6
2.3.	Hazai jogszabályi háttér	8
2.4.	Bálványfa ismert kártevői és kórokozói.....	9
2.5.	Bálványfa ellen <i>Verticillium dahliae</i> kórokozóval.....	10
2.6.	Biológiai védekezés <i>Verticillium nonalfalfae</i> -vel	10
3.	Anyag és módszer	12
3.1.	Saját kísérlet rövid leírása	12
3.2.	Kísérlet előkészítése, alapfeltételek	13
3.3.	I. számú kísérlet részletes bemutatása.....	14
3.4.	II. számú kísérlet részletes bemutatása	17
4.	Vizsgálati eredmények és azok értékelése.....	19
4.1.	Az I. számú kísérlet eredményei	19
4.1.1.	Fekete nyár (<i>Populus nigra</i>)	19
4.1.2.	Magyar kőris (<i>Fraxinus angustifolia</i> subsp. <i>danubialis</i>)	21
4.1.3.	Kocsányos tölgy (<i>Quercus robur</i>)	22
4.1.4.	Szürke nyár (<i>Populus x canescens</i>)	24
4.1.5.	Közönséges gyertyán (<i>Carpinus betulus</i>).....	25
4.1.6.	Kocsánytalan tölgy (<i>Quercus petraea</i>).....	27
4.1.7.	Csertölgy (<i>Quercus cerris</i>)	29
4.1.8.	Fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>).....	31
4.2.	A II. számú kísérlet eredményei.....	33
4.2.1.	Mirigyes bálványfa (<i>Ailanthus altissima</i>).....	33
4.2.2.	Bálványfa negatív hatásai a mellette lévő csemetékre.....	37
5.	Következtetések, javaslatok	39

1. Bevezetés és célkitűzés

Az mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*) napjainkra szinte minden kontinensen elterjedt és hazánkban is a legveszélyesebb inváziós növények között tartják számon. Egyaránt okoz természetvédelmi, ökológiai és erdészeti problémákat, de agresszív terjedése és kiváló regenerálódó képessége miatt legelőkön, kaszálókon is felterjedhet, sőt, urbán környezetben is gyakran találkozhatunk vele. Az ellene való védekezés nagy körültekintést igényel és igencsak munkaigényes folyamat. A védett természeti területek, a természetes és természetközeli állapotú vízfolyások, vizes élőhelyek, illetve erdőfelújítások esetében a rendelkezésre álló mechanikai vagy kémiai védekezési módok korlátozottak, nem minden esetben elégségesek vagy lehetségesek. A környezetvédelmi szempontok előtérbe kerülésével egyre nagyobb szerepet kaphatnak a szelektív, biológiai módszerek a nem kívánatos szervezetek ellen. Így felmerül a kérdés, hogy találunk-e olyan természetes ellenségét a bálványfának, ami segíthet a visszaszorításában anélkül, hogy a nem célzott növények károsodnának? Kutatásommal széleskörű szakirodalmi áttekintést végeztem a lehetséges védekezési eljárásokat keresve. Külföldi referenciák alapján, a bálványfa elleni védekezésben ígéretesnek mutatkozott a *Verticillium nonalfalfae* gomba, mint potenciális „bio-herbicide”. Hazai viszonylatban elsőként vizsgálhattam a kórokozó hatását a különböző fásszárú növényekre, különös tekintettel a leggyakoribb őshonos-, illetve a gazdaságilag kiemelt jelentőségű fafajokra. Az egyedek direkt injektálását üvegházi körülmények között végeztem, de emellett a gyökérkapcsolaton keresztüli terjedését is vizsgáltam a kórokozóknak. Célom, hogy gazdagítsam a *V. nonalfalfae* gazdanövénykörére vonatkozó ismereteket eddig nem vizsgált fafajokkal és megerősítsem a tudást a már vizsgált fajokra vonatkozóan. Az általam végzett kísérlettel szeretnék hozzájárulni a módszer használatának előrelendítéséhez, illetve az alkalmazás korlátainak felderítéséhez.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A bálványfa rövid bemutatása

Az eredetileg Kínában és Koreában honos *Ailanthus altissima* az 17. század közepén dísznövényként jelent meg Európa és Amerika egyes területein. Később számos hasznos tulajdonságát felfedezve, gyorsan növő, igénytelen és ellenálló ültetvényeket hoztak létre belőle. Magyarországon az 1800-as években egy villányi birtokon ültették először, és egészen a XX. század közepéig pozitív megítélésű fafajként tekintettek rá. Az 1940-es évektől kezdve egyre több botanikus számolt be az Alföldön való meghonosodásáról és spontán megjelenéséről, elvadulásáról (Demeter és Czóbel, 2016). A 2012-es felmérések igazolják, hogy napjainkra, már az ország egész területén elterjedt, veszélyes inváziós növénné vált (Udvardy és Zagvyai, 2012). 2019-ben felkerült az Európai Unió inváziós listájára is (Európai Parlament és Tanács 1143/2014/EU rendelete (2014. október 22.) az idegenhonos inváziós fajok betelepítésének vagy behurcolásának és terjedésének megelőzéséről és kezeléséről). Gyors terjedésének sikere az intenzív gyökérsarj képzésben, a termések kiváló csírázóképeségében és a magbank hosszú perzisztenciájában rejlik. A konkurens fafajokkal való versengésben allelopatikus tulajdonságai is segítik. Azokon a területeken, ahol a mirigyes bálványfa megjelenik és elszaporodik, az eredeti növényzet leromlik, átalakul. Ez először a gyökérből kioldódó allelopátiás vegyületek miatt, később az egyre jelentősebb árnyékolás, majd a lehulló, nagy mennyiségű lombtömeg bomlásának nitrogéndúsító hatása miatt következik be. Ezek következtében nitrofil, zavarástűrő, árnyékkedvelő növényfajok jelennek meg leginkább ezekben az állományokban (Udvardy, 2004). A mirigyes bálványfa napjainkban komoly természetvédelmi és gazdasági károkat okoz, ami miatt az ország minden területén negatív megítélés alá esik (Demeter, 2014).

2.2. Vegyszeres módszerek a bálványfa visszaszorítására

A bálványfa előfordulásait vizsgálva nem szorítkozhatunk csupán a természetes élőhelytípusokban való jelenlétére, hiszen egyaránt megjelenik közutak, vasúti pályák mentén és városi környezetben is. Azokat a gyepeket veszélyezteti, amelyeken rendszeres kaszálás, legeltetés nem történik, sőt a felhagyott szántókra is benyomulhat a szegélyek felől. Zárt erdőkben nem jellemző előfordulása, de a szegélyekben és lékekben gyakran tömegesen megjelenik. A véghasználatokat követő felújítások során kedvező feltételek nyílnak a bálványfa számára. A záródási viszonyok megváltozásával a fényigényes özőnfaj a bolygatott

talajfelszínen rövid idő alatt hódíthatja meg a területet, elnyomva a kevésbé agresszív, lassan növő fafajokat (pl.: tölgyeket). Az erős kompetítor megnehezíti az erdőfelújítást, visszaszorítása költséges és nagy munkaigényű (Erdélyi et al., 2021). Természetvédelmi problémát az erdő-gyep mozaikokban, az eleve kis záródású erdőkben okoz. Megjelenésével megváltoztatja az élőhely szerkezetét, fajösszetételét, ökológiai adottságait. Erőteljes árnyalásával és allelopatikus hatásával kiszorítja az érzékenyebb fajokat és helyette zavarástűrő, nitrofil fajok kerülhetnek előtérbe. A bálványfa kiemelten veszélyezteti az értékes, fajgazdag, középhegységi száraz gyepeket, a bokorerdőket és a nyílt homoki gyepeket melyek védett és fokozottan védett fajokat őriznek (Csiszár, 2012). A Nemzeti Park Igazgatóságok és Állami Erdőgazdaságok évek óta küzdenek az inváziós faj ellen. Ezekről a beavatkozásokról számos esettanulmány is készült. A Kiskunsági Nemzeti Park a Peszéri-erdőben (Erdélyi et al., 2021), Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt. a Kisalföldi homokvidéken, Duna-Ipoly Nemzeti Park a Fóti-Somlyó Természetvédelmi Területen végzett vegyszeres bálványfaintást. Továbbá a Mecseki Parkerdő területén is hasonló beavatkozásra volt szükség. Az esettanulmányokból kiderül, hogy a bálványfa esetében a mechanikai irtás nem elégséges, mert kiváló reprodukciós és regenerációs képességgel bír. Visszaszorításában igen fontos szerepe van az újasarjadzás megakadályozásának. A hazai tapasztalatok alapján a leghatásosabb módszer glifozát hatóanyagú herbicidet juttatni az egyedek szállítószövetébe, ahonnan a szer az egész növénybe transzlokálódik. Az első kezelést ősszel, a másodikat tavasszal és a harmadik kezelést ismét ősszel kell elvégezni a legjobb hatás elérésének érdekében. A nyár végi – őszi kezelés azért fontos, mert ilyenkor intenzívebb a lombozat felől a gyökerek irányába tartó anyagáramlás, így a gyökérsarjra való felújulást meg lehet akadályozni. Az utókezelésekre azért van szükség, mert az első kezelés után pár héttel megindul a regenerálódás. Irtása során fokozottan ügyelni kell a vegyszerek cseppmentes és elsodródásmentes kijuttatására, így a kenés és az injektálás a legbiztonságosabb módszer. A kijuttatás módja és technológiája a növény méretétől függ. A 8 cm-es törzsmérőt meghaladó egyedek esetében injektálást alkalmaznak. Fúrófejjel 45 fokos szögben meg kell fúrni a törzset, majd állatorvosi tömegoltóval 1 ml glifozát hatóanyagú oldatot kell bejuttatni. A kezelés után a furatokat le kell zárni, hogy ne legyen kipárolgás. A 8 cm-nél kisebb törzsmérőjű fákat kéregkenéssel irtják (Csiszár és Korda, 2017). Az 1 m-nél alacsonyabb sarjak kezelését abban esetben lehet permetezéssel végezni, ha az aljnövényzetet és védett értékeket nem veszélyeztet (URL¹) Mechanikai irtás például a fás legelők esetében jelenthet módot a visszaszorításra. A szarvasmarhák, lovak, juhok a legelőn megjelenő bálványfa csemetékén nem szívesen fogyasztják, így ezek évről-évre felverődhetnek és egyre nagyobb területet elfoglalhatnak a gyepből. Ha rendszeresen, 1–2 évente szárzúzást végeznek

a cserjésedő foltokban, vagy az invázióval veszélyeztetett területet néhány évre kaszálással hasznosítják, a bálványfát kordában lehet tartani.

Bármely módszert alkalmazzuk, a legfontosabb, hogy minél korábban, lehetőleg az első egyedek megjelenésekor kezdjük el az irtását, különben néhány éven belül robbanásszerűen elterjedhet. Az ilyen „bálványfa-erdők” irtása nagyon költséges és munkaigényes.

2.3. Hazai jogszabályi háttér

Az inváziós fajok elleni vegyszeres védekezés azonban nem minden esetben megengedett, vagy éppen korlátozott. 269/2007. (X. 18.) Korm. rendelet a NATURA 2000 gyepterületek fenntartásának földhasználati szabályairól 5. § (2) szerint „az inváziós és termőhely-idegen növényfajok megtelepedését és terjedését meg kell akadályozni, állományuk visszaszorításáról gondoskodni kell mechanikus védekezéssel vagy speciális növényvédőszer-kijuttatással, ezen a technológián túl egyéb vegyszerhasználat tilos.” A 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről 17. § (4) szerint „a növényvédő szerek, bioregulátorok és egyéb irtószerek, valamint a talaj termékenységét befolyásoló vegyi anyagok forgalomba hozatalának, felhasználásának, alkalmazásának kísérleti célú, ideiglenes vagy végleges engedélyezése a külön jogszabályban meghatározott feltételekkel lehetséges” és a 18. § (4) alapján „tilos a természetes és természetközeli állapotú vízfolyások, vizes élőhelyek partvonalától számított 1000 méteren belül – a vízkárelhárításhoz szükséges vegyi anyagok kivételével – a külön jogszabályban meghatározott, a vizekre és a vízben élő szervezetre veszélyes vegyi anyagok kijuttatása, elhelyezése”. 9/2020. (XII. 23.) AM utasítás a nemzeti park igazgatóságok természetvédelmi célú vagyongazdálkodási tevékenységének egységes szakmai alapelvek szerinti ellátásáról 6.5.2. a) szerint gyepterületeken a „gyepfeltörés, melioráció, műtrágya kijuttatása, vegyszerhasználat – kivéve az inváziós fajok ellen szükségessé váló, indokolt mértékű, szakszerű védekezést – tilos” és 6.6.7.1.3. Erdőfelújítás esetén „Vegyszerezés kizárólag a legszükségesebb esetekben végezhető, szelektív hatású vegyszerek, illetve szelektív kijuttatási módszerek alkalmazásával.”

Az európai parlament és a tanács 1107/2009/EK rendelete (2009. október 21.) a növényvédő szerek forgalomba hozataláról, valamint a 79/117/EGK és a 91/414/EGK tanácsi irányelvek hatályon kívül helyezéséről (35) kimondja, hogy, „Az emberi és állati egészség és a környezet magas szintű védelme érdekében a növényvédő szereket helyesen, a rájuk kiadott engedélyeknek megfelelően kell használni, az integrált növényvédelem elveinek figyelembevételével és lehetőség szerint elsőbbséget adva a nem vegyi és természetes alternatíváknak”.

2023. október 13-án az Európai Unió tagállamai szavaztak a glifozát hatóanyagú szerek engedélyének meghosszabbításáról újabb 10 évre, azaz 2033-ig. A javaslat elfogadásához, azonban nem sikerült elérni a szükséges többséget, így novemberben újratárgyalják a kérdéses ügyet. A jelenlegi engedély december 15-én jár le, így a döntést december 14-ig kell meghozni (URL²).

Tehát a védett természeti területeken a vegyszerhasználat engedélyhez kötött, a víztestek 1 km-es körzetében pedig nem lehet a glifozátot alkalmazni a bálványfa visszaszorítására. Ezek a korlátozások, illetve az európai parlament és tanács által megfogalmazott irányelvek arra ösztönöznek, hogy ahol lehet, a vegyszerhasználatot csökkentsük, illetve helyettesítsük egyéb módszerekkel. Ha a gyomirtószer engedélyét nem hosszabbítják meg, a továbbiakban nem nyújthat megoldást a bálványfa elleni védekezésben sem, így hosszútávon is működő módszert kell keresni.

2.4. Bálványfa ismert kártevői és kórokozói

Bár a *Verticillium dahliae* hatásosan pusztítja a bálványfát, széles gazdanövényköre miatt egyelőre nem alkalmazható biztonságosan szabad természetben. Az EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) adatbázisa a bálványfa károsítói közül összesen 15 fajt sorol fel (URL³). 5 szűrő-szívó szájszervű rovar, 3 lepkét, 3 szű fajt, 3 gombát és egy fitoplazmát tartalmaz a táblázat. Ezek mindegyike kifejezetten polifág, így biológiai védekezésre nem alkalmasak. Vírusok közül a *Tobacco mosaic virus* (Niu et al., 2010), *Tobacco necrosis virus* (Jerković-Mujkić et al., 2010), és egy új vírus, az *Ailanthus crinkle leaf-associated emaravirus* (Wenxia et al., 2022) került kimutatásra bálványfából. (1. táblázat).

Kártevők	Kórokozók
<i>Hyphantria cunea</i>	<i>Schizophyllum commune</i>
<i>Orgyia leucostigma</i>	<i>Neocosmospora euwallaceae</i>
<i>Pochazia shantungensis</i>	<i>Phymatotrichopsis omnivora</i>
<i>Megaplatypus mutatus</i>	<i>Verticillium albo-atrum</i>
<i>Euwallacea fornicatus sensu stricto</i>	<i>Verticillium dahliae</i>
<i>Euwallacea fornicatus sensu lato</i>	Ca. Phytoplasma vitis
<i>Aleurocanthus spiniferus</i>	<i>Tobacco mosaic virus</i>
<i>Thrips setosus</i>	<i>Ailanthus crinkle leaf-associated emaravirus</i>
<i>Lycorma delicatula</i>	<i>Tobacco necrosis virus</i>
<i>Erthesina fullo</i>	
<i>Halyomorpha halys</i>	

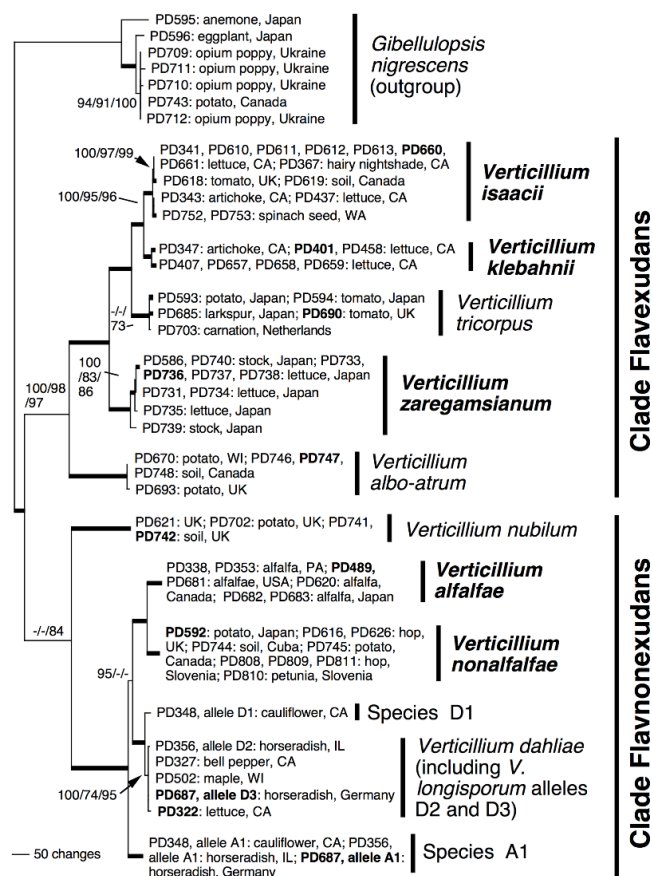
1. táblázat: A bálványfa ismert kártevői és kórokozói

2.5. Bálványfa ellen *Verticillium dahliae* kórokozóval

2016-tól Magyarország különböző pontjain hervadásos tüneteket mutató bálványfákra figyeltek fel. A Budapestről és Nyíregyházáról származó mintákból *Verticillium dahliae* gombát izoláltak. A KEFAG Zrt. által kezelt Peszéri-erdőben is tapasztaltak bálványfa pusztulást, így 2019-ben megkezdődtek a mintavételek és mesterséges fertőzési tesztek. Ez esetben is *Verticillium* nemzetséghez tartozó kórokozót sikerült azonosítani. Továbbra is folynak a kísérletek, hogy olyan hazai kórokozót találjanak, amely a bálványfára specializálódott. A továbbiakban fontos kérdés a nem célzott hatás vizsgálata, kiterjesztve a hazai fafajokra és a legfontosabb mezőgazdasági kultúrnövényekre is. Fontos lenne továbbá vizsgálni a természetesen előforduló hervadásos tüneteket mutató bálványfákat és további mintákat venni belőlük (Lakatos et al., 2020).

2.6. Biológiai védekezés *Verticillium nonalfalfae*-vel

A *Verticillium* nemzetséget 1817-ben Nees von Esenbeck hozta létre, amikor a kerti mályvarózsa (*Alcea rosea*) törzséből izolálta a *Verticillium tenerum* fajt Németországban. 1879-ben írták le a *Verticillium albo-atrum*-ot tüneteket mutató burgonyáról, szintén Németországban. 2004-re mintegy 190 faj vált ismertté a változatos nemzetségben belül, köztük szaprofiták, állati, növényi és gomba kórokozók (Subbarao, 2020). A verticilliumos hervadást okozó kórokozókkal és gazdanövénykörükkel az 1990-es évektől kezdve egyre több kutató foglalkozott. 1994-ben Oregon állam több csemetekertjéből vettek mintát, hervadásos tüneteket mutató körisekről (*Fraxinus pennsylvanica*, *F. americana*, *F. angustifolia*) (Heffer & Regan, 1996) és Hollandia különböző pontjain is tapasztaltak hasonló tüneteket magas köriseken (*Fraxinus excelsior*) (Hiemstra, 1995). Mindkét esetben a *Verticillium dahliae*-t mutatták ki. 2006-tól az Egyesült Államokban üvegházi kísérleteket végeztek a *Verticillium albo-atrum* PSU140 izolátummal, ahol a bálványfa csemeték 100%-os mortalitást mutattak (Schall & Davis, 2009). Mivel a lucerna verticilliumos hervadását is ennek a kórokozónak tulajdonították (Erwin & Howell, 1998), így egyelőre, nem kaphatott nagyobb szerepet a bálványfa elleni küzdelemben. A *Verticillium* fajok bio-herbicidként való alkalmazása, akkor kapott nagyobb lendületet, amikor a bálványfára fokozottan patogén *V. nonalfalfae*-t elválasztották a többi *Verticillium* fajtól. (Inderbitzin et al., 2011) (7. ábra).



1. ábra: A *Verticillium* fajok filogenetikai kapcsolatai

A 2011 előtti *V. albo-atrum*-ra vonatkozó irodalmi hivatkozások utalhattak a *Verticillium nonalfalfae*-re, a *Verticillium alfalfae*-re, vagy a morfológiailag hasonló, de az előbbi kettőtől távolabbi rokon *Verticillium albo-atrum*-ra is. Például utólag kiderült, hogy a korábban említett *V. albo-atrum* PSU140 izolátum amely, hatékonyan pusztította a bálványfát, valójában a *V. nonalfalfae* fajhoz tartozik (VnAa140 izolátum). Pennsylvania, Ohio, és Virginia erdeiben tapasztalt több tízezer bálványfa pusztulását okozó kórokozót is ezután a *Verticillium nonalfalfae*-nek azonosították. Továbbá kimutatták, hogy a *V. nonalfalfae* (VnAa140 izolátum) adaptálódott a gazdanövényéhez, tehát a bálványfához, mert a más gazdanövényekről származó *V. nonalfalfae* izolátumok nem voltak patogének a bálványfára (Kasson *et al.*, 2014).

Ahhoz, hogy szabad természetben alkalmazható biológiai védekezési lehetőséget nyújtson a kórokozó, a továbbiakban széleskörű gazdanövénykörre vonatkozó kísérletekre volt szükség. A *Verticillium dahliae* régebb óta ismert, szinte minden kontinensen előforduló kórokozó, így több információ áll rendelkezésre, valamint az is valószínű, hogy a legszélesebb gazdanövénykörrel ez a faj rendelkezik a nemzetségből. Több mint 200 ismert gazdanövénye 14 különböző családból származik (Subbarao, 2020).

Hiemstra és Harris (1998) 96 fásszárú, *V. dahliae*-ra fogékony/valószínűleg fogékony növényt gyűjtöttek össze. Inderbitzin és Subbarao (2014) 9 gazdanövényét listáztak a *Verticillium nonalfalfae*-nek. Kasson et al. (2015) 40 fajt kategorizált a *Verticillium nonalfalfae* VnAa140 izolátumra való fogékonyság szempontjából. Garibaldi et al. (2016) muskátli növények (*Pelargonium grandiflorum*) fogékonyságát írta le Olaszországban. Maschek és Halmsghlager (2018) olyan fajok vizsgáltak Ausztriában, melyek Magyarországon is előfordulnak, köztük 3 inváziós és 8 őshonos fajt a *V. nonalfalfae* G1/5 törzs Vert56 izolátumával. Ugyanezzel az izolátummal Dauth et al. (2022) végeztek kísérleteket olyan mezőgazdasági haszonnövényeken, amelyek általában fogékonyak a *Verticillium* fajokra. A felsorolt fajok fogékonyságbeli különbségeit az 1. sz. melléklet táblázata tartalmazza.

A talajjal terjedő, Ascomycota törzshöz tartozó *V. nonalfalfae* kitartóképleteket képez, így a növényi maradványokban képes fennmaradni a talajban. A gyökérnedv hatására micéliumot fejlesztenek, majd behatolnak a fa gyökérzetén keresztül, hogy megtámadják a xylémet. Elterjed a fa szállítószöveteiben és eltömítve azokat generálja a tipikus hervadásos tüneteket. A betegség gyorsan fejlődik, néhány hónapon belül elpusztítja a fát mérettől függetlenül.

Lombozat (levelek) tünetei: gyorsan kezdődő hervadás, klorózis (sárgulás), nekrosis (barnulás), idő előtti levélhullás, az új levelek késői megjelenése az évszakban.

A fás részeken okozott tünetek: ághullás és narancssárga elszíneződés a kéreg eltávolításakor.

Állomány tünetek: számos beteg vagy elhalt bálványfa egy területen.

Terjedése gyökérérinkezéssel, talajmozgással vagy vektor által történik. Az állományokban és az állományok között passzívan szúbogarak is terjeszthetik, illetve bebizonyosodott, hogy az ormányosbogár-félék (*Curculionidae*) családjába tartozó, Kínában honos *Eucryptorrhynchus brandti* is sikeresen terjeszteni képes a kórokozót (URL⁴).

3. Anyag és módszer

3.1. Saját kísérlet rövid leírása

Az I. számú kísérletben 8 faj direkt injektálása történt Ailantex készítménnyel (*Verticillium nonalfalfae*). Egy 50 literes edénybe 6 db csemete került fajokként.

A II. számú kísérletben szintén 50 literes edényekbe a központi bálványfa köré egyéb fajokot ültettem, két természetben is előforduló társulást mintázva (A és B mini-ökoszisztéma).

Edényenként két bálványfát injektáltunk. A bálványfa által az egyéb fafajokra gyakorolt negatív hatásokat is vizsgáltam.

3.2. Kísérlet előkészítése, alapfeltételek

Helyszín: 9400 Mosonmagyaróvár, Lucsony utca 15-17. (Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, C épület mögötti üvegház)

Vizsgálat időtartama: 2023. június 15. – 2023. október 16.

Szükséges feltételek, eszközök:

- 20 db 50 literes edény
- 1000 liter általános virágföld
- *Ailantex* herbicid (100 ml-es kiszerelés)
- üvegház
- vízvételi lehetőség az öntözéshez

Csemeték, összesen 120 db

- 24 db mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*) magonc – 2 éves, szabadgyökerű
- 12 db közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*) – 1 éves, tálcás
- 12 db kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) – 3 éves, szabadgyökerű
- 12 db csertölgy (*Quercus cerris*) – 3 éves, szabadgyökerű
- 12 db kocsányos tölgy (*Quercus robur*) – 3 éves, szabadgyökerű
- 12 db fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) – 1 éves szabadgyökerű
- 12 db szürke nyár (*Populus x canescens*) – 1 éves, tálcás
- 12 db fekete nyár (*Populus nigra*) – 1 éves, tálcás
- 12 db magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*) – 3 éves, szabadgyökerű
- fajonként ezen felül még 2–3 db csemete tartalékba, ha pótlásra lenne szükség, még 1 db 50 literes edény és 50 liter általános virágföld

Az 50 literes edények és a 15 zsák DURPETA Universal GP0267 70 literes virágföld beszerzése még 2022. novemberében megtörtént (Örökzöld Kertészeti Kft. 9200 Szombathely, Páfrány u. 2/b). Az üvegház előkészítésére decemberben került sor, a megrendelt csemetéket pedig december 7-én ültettük el, amelyeket a Frondeus Prima Kft. hatvani csemetekertjéből szállítottak ki. Bálványfát nem nevelnek faiskolában, így a magoncokat út menti egyedek közül

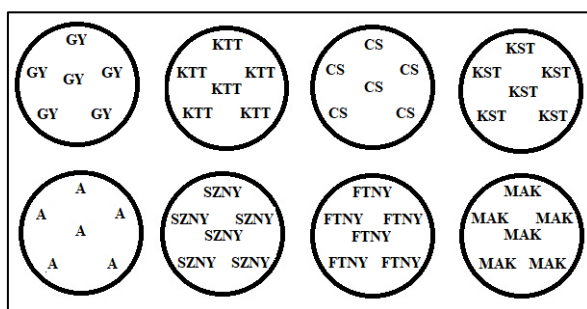
ástunk ki (Fehértó 47.675298, 17.355526), majd ültetésre kerültek szintén december 7-én (11. ábra).



2. ábra: Az ültetés napja (Mosonmagyaróvár, 2022.12.07.)

3.3. I. számú kísérlet részletes bemutatása

2022. december 7-én 8 fajtát ültettünk el az I. számú kísérleten belül. 6 db közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*), 6 db kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), 6 db csertölgy (*Quercus cerris*), 6 db kocsányos tölgy (*Quercus robur*), 6 db fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), 6 db szürke nyár (*Populus x canescens*), 6 db fekete nyár (*Populus nigra*), 6 db magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*). Az 50 literes edényekbe 6 db azonos fafajú egyed került, így összesen 8 konténert használtunk fel a 8 fafajhoz (11. ábra).



3. ábra: Az I. számú kísérletben ültetett fafajok elhelyezkedése az edényekben: **GY** – *Carpinus betulus*, **KTT** – *Quercus petraea*, **CS** – *Quercus cerris*, **KST** – *Quercus robur*, **A** – *Robinia pseudoacacia*, **SZNY** – *Populus x canescens*, **FTNY** – *Populus nigra*, **MAK** – *Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis* (URL⁵)

Az injektálást áprilisban terveztük elvégezni, azonban az inokulum beszerzése miatt csak később sikerült. Végül 2023. június 15-én injektálunk Ailantex® (Biohelp, Ausztria)

készítménnyel (*Verticillium nonalfalfae* kórokozó, G1/5 izolátum, konídium szuszpenzió). Az injektálás a Maschek és Halmsghlager (2018) által leírt módszerrel történt, és Oliver Maschek a bécsi BOKU Egyetem kutatója személyesen segített az első inokuláláskor. A reggeli öntözés után 2 órával került sor az injektálásra. Véső segítségével 45 fokos szögben sebeztek meg a kérget a gyökérnyaki rész felett. Pipettával 0,2 ml inokulumot juttattunk a vésőre, innen a szállítószövetbe szívódott fel az inokulum (13. ábra).

Minden edény esetében 5 csemetét fertőztünk, a középső egyedek kontrollként szolgálnak, így nem kezeltük azokat. A szürke nyár csemetéken (*P. x canescens*) az első alkalommal nem végeztük el az injektálást, mert a vélhetően a magas üvegházi hőmérséklet miatt csúcsszáradás, és a leveleken erőteljes nekrosis jelentkezett. Mindenképpen kritérium volt, hogy csak az egészséges egyedeket injektáljunk, hiszen így lehet nyomon követni, hogy melyek a *V. nonalfalfae* által okozott tünetek. A csemetéket második alkalommal 2023. szeptember 14-én, majd harmadik alkalommal 2023. szeptember 27-én újra inokultuk, az eddig alkalmazott módszert követve és kiegészülve az addigra regenerálódott szürke nyárral.



4. ábra: Injektálás módszere vésővel és pipettával (Fotó: Palkovics László)



5. ábra: Első alkalommal injektált csemeték, jobb szélén a nem injektált szürke nyárral
(2023.06.15.)

Nyár folyamán heti kétszer öntöztünk, szükség esetén növényvédőszeres kezelést végeztünk. Lisztharmat ellen összesen 3 alkalommal 2023.03.29., 2023.05.10., 2023.07.10. napokon difenokonazol hatóanyag tartalmú fungiciddal (Score 250 EC) védekeztünk. Egy alkalommal 2023.07.17-én takácsatkák ellen hexitiazox hatóanyagú akariciddal (Nissorun 10 WP) permeteztünk.

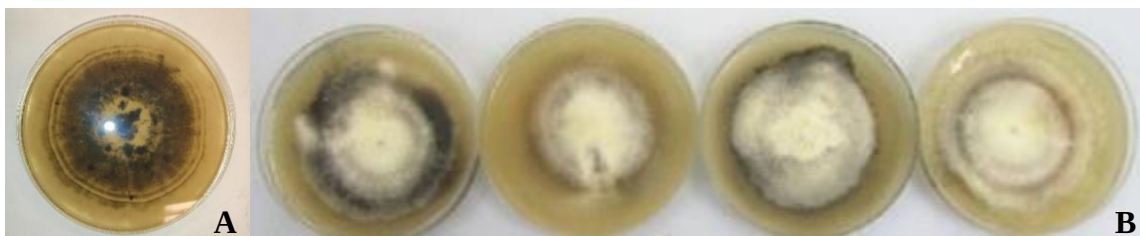
2023.06.19-től kezdve hetente ellenőriztük a tünetek fejlődését, egészen 2023.10.16-ig. A tünetek súlyosságát a *Bejarano-Alcázar et al.* (1996) és *Schall & Davis* (2009) általi skála kissé módosított verziójával mértük a 2. táblázat szerint. Minden csemete egyedi megkülönböztető kódot kapott, ami alapján azonosíthatóak voltak.

Skála	Tünetek
0	nincsenek tünetek/egészséges levelek
1	1–33% a lombozat érintett/klorotikus levelek
2	34–66% a lombozat érintett/nekrotikus levélszélek
3	67–99% a lombozat érintett/hervadó levelek
4	elpusztult vagy lombtalan csemete.

2. táblázat: Tünetek súlyosságának értékelése

2023.10.13-án talajszint felett néhány cm-rel levágtuk a csemetéket. 3 cm-es hosszmetzeti és keresztmetzeti mintákat készítettünk, ahol a szíjács esetleges elszíneződését vizsgáltunk. Az injektált egyedeket összehasonlítottuk a kontrollokkal. Ezt követően a mintákat egyesével 1 percig 100%-os etanolban sterilizáltuk, majd 30 mp-re steril desztillált vízben öblítettük le. Így a minták felületén jelenlévő nem kívánt kórokozókat, vagy szaprofitákat eltávolítottuk. Az

injektált egyedekből származó mintákat és a kontrollokat külön-külön Petri-csészébe helyeztük, malt extract agar felhasználásával készült táptalajra, majd Parafilm-mel lezártuk. Az Ailantex készítményt táptalajra szélesztettük, majd az egy konídiumos tenyészetből a *V. nonalfalfae* tiszta tenyészetet hoztuk létre MEA táptalajon (15. A ábra) és összehasonlítottuk az EPPO oldalán található tiszta tenyészetekkel PDA táptalajon (15. B ábra). A saját tiszta tenyészetre is jellemző volt, hogy a telepek kezdetben fehérek, majd sötétednek a kialakuló mikroszkleróciumok miatt, illetve a légmicélium képződés általában bőséges. A táptalajra helyezett inokulált és kontroll faszeleteket szobahőmérsékleten, sötétben inkubáltuk 12 napig, majd a faszövet környezetében az abból kifejlődött gomba micélium morfológiai bélyegeit összehasonlítottuk a tiszta tenysézzel, illetve a nem inokulált kontrollokkal.



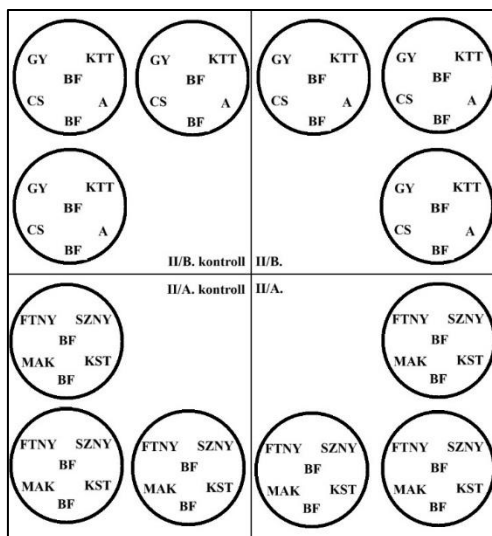
6. A ábra: *Verticillium nonalfalfae* 6 hetes saját tiszta tenyséze MAE táptalajon, B ábra: Az EPPO oldalán található standard tenyszetek PLYA táptalajon (Bulletin OEPP/EPPO).

3.4. II. számú kísérlet részletes bemutatása

Szintén 2022. december 7-én ültettem a II. számú kísérletben szereplő faegyedeket. Két fajta mini-ökoszisztémát hoztam létre. Az **A típusú** mini-ökoszisztéma az alacsonyabb tengerszint feletti magasságon előforduló, általában időszakos vízhatás alatt álló folyók menti ligeterdőket képezi le. A központi bálványfa köré ültetett fajok: 1 db kocsányos tölgy (*Quercus robur*), 1db magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*), fekete nyár (*Populus nigra*), szürke nyár (*Populus x canescens*), 1 db bálványfa (*Ailanthus altissima*). Ezt összesen 6 edénynél ismételtük meg.

A **B típusba** a magasabb tengerszint feletti magasságon (inkább domb-és hegyvidéken) előforduló fajok kerültek a központi bálványfa köré: 1 db gyertyán (*Carpinus betulus*), 1 db kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*); illetve sík és dombvidékek szárazabb termőhelyeit is toleráló fajok: 1db csertölgy (*Quercus cerris*), 1 db fehér akác (*Robinia pseudoacacia*); valamint 1 db bálványfa. Szintén 6 edénynél ismételtük meg (16. ábra), (17. ábra).

Az A és B típusú mini ökoszisztémákból 3-3 edény esetében, edényenként 2 bálványfát injektáltunk 2023. június 15-én, 3-3 edény pedig kontrollként szolgált. Az injektálás módszere, metszetek készítése, és táptalajra helyezése megegyezik az I. számú kísérletnél leírtakkal.



7. ábra: A II. számú kísérletben ültetett fajok elhelyezkedése az edényekben: **BF** – *Ailanthus altissima*



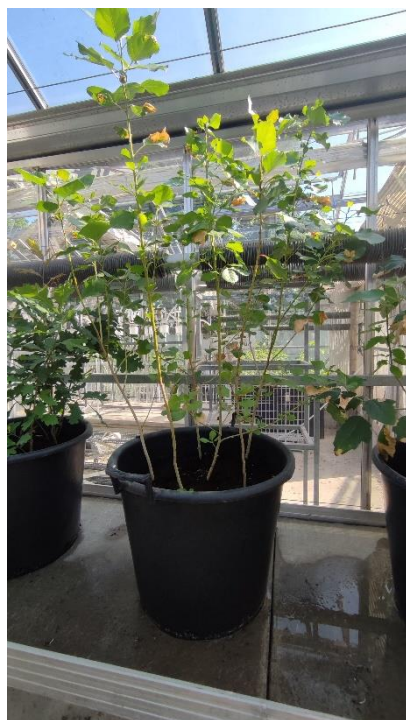
8. ábra: Első alkalommal injektált bálványfák (2023.06.15.)

4. Vizsgálati eredmények és azok értékelése

4.1. Az I. számú kísérlet eredményei

4.1.1. Fekete nyár (*Populus nigra*)

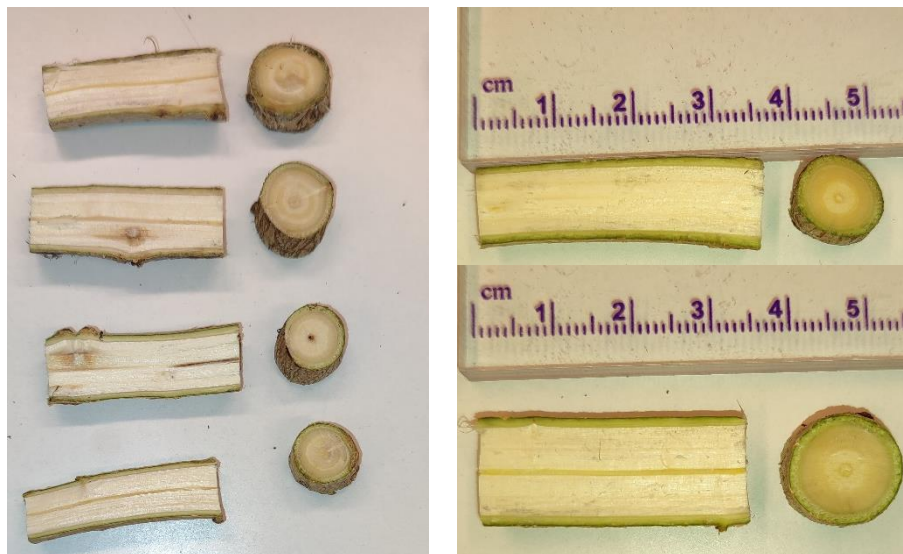
A fekete nyár a vizsgálati időszak alatt nem mutatta a verticilliumos hervadás tüneteit. Az üvegházi körülményeket jól viselte, jelentős volt a fejlődése, növekedése (18. ábra). Júliusban klorotikus foltok jelentek meg minden egyed levelein, a kétfoltos takácsatka (*Tetranychus urticae*) szívogatásának nyomán (19. ábra). Az ellenük való egyszeri akaricides permetezés elégséges volt. A készített metszetek az injektált egyedekről nem mutattak színváltozást a kontrollokhöz képest (20. ábra). A táptalajra helyezett minta alapján a kórokozó nem volt kimutatható (21. ábra).



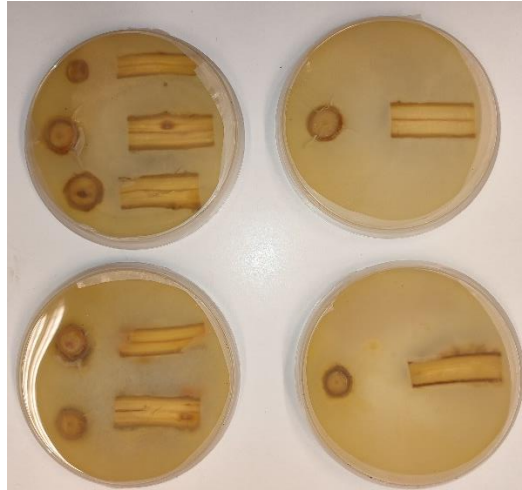
9. ábra: Fekete nyár az injektálás napján és a vizsgálati időszak végén (2023.06.15 és 2023.10.16.)



10. ábra: Takácsatkák okozta klorotikus tünetek fekete nyáron (2023.07.17.)



11. ábra: Fekete nyár minták hossz és keresztmetszeti képe (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)



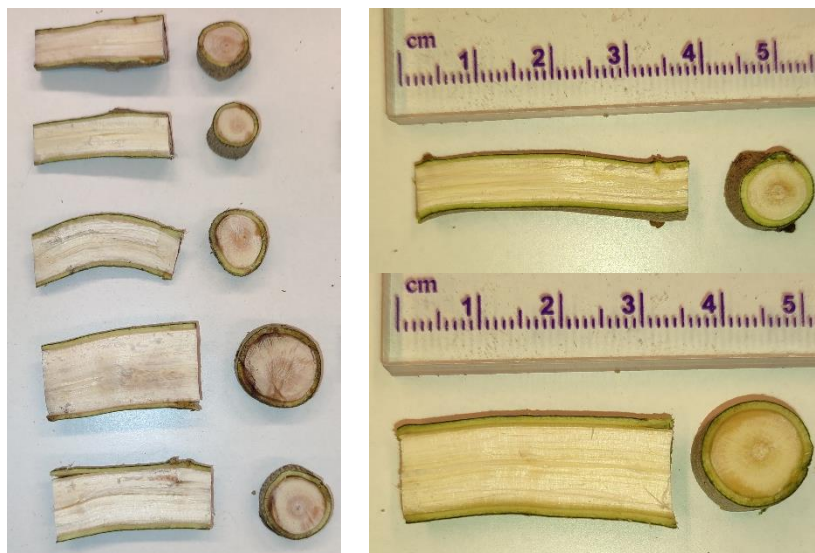
12. ábra: Fekete nyár minták táptalajon (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)

4.1.2. Magyar kőris (*Fraxinus angustifolia* subsp. *danubialis*)

A magyar kőris nem mutatott tüneteket az injektálás után, egész vegetációs időszakban jól fejlődött (22. ábra). A keresztmetszeteken az injektált egyedek minimális elszíneződése látható (23. ábra). A táptalajon lévő minták a kontrollokhoz képest nem hoztak szembetűnő eredményt, a kórokozót nem sikerült kimutatni (24. ábra).



13. ábra: Magas kőris az injektálás napján és a vizsgálati időszak végén (2023.06.15 és 2023.10.16.)



14. ábra: Magyar kőris minták hossz és keresztmetszeti képe (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)



15. ábra: Magyar kőris minták táptalajon (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)

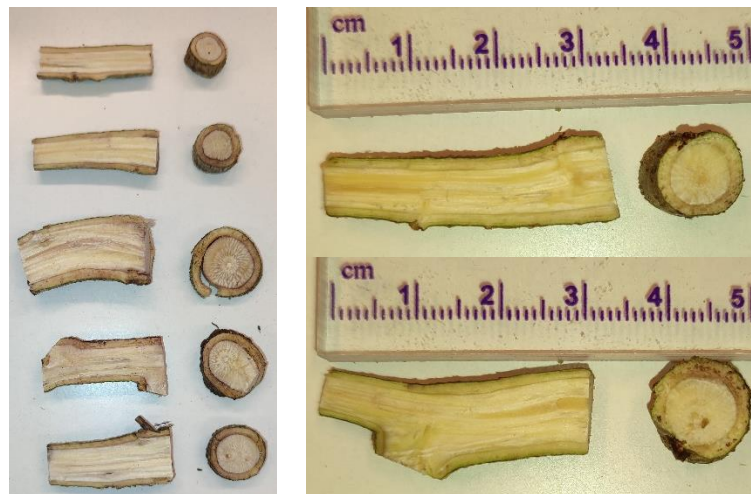
4.1.3. Kocsányos tölgy (*Quercus robur*)

A kocsányos tölgyön sem jelentkeztek *V. nonalfalae*-re utaló tünetek. Mivel lassan növény faj, így nem produkált olyan szintű növekedést, mint az előző két faj (25. ábra). Az üvegházi körülmények kedveztek számára, viszont a meleg és párás levegő miatt a tölgylisztharmat (*Erysiphe alphitoides*) is fertőzte a leveleket. A háromszori fungicides kezelés elégségesnek bizonyult. A metszeteken főként a hancs és szíjács közti részen látható sötét elszíneződés, ami az injektált egyedek mindegyikén jelen volt, a kontrollokon viszont nem (26. ábra). A táptalajra helyezett mintákon egyértelműen látszik a különbség az injektált (a kórokozóra jellemző feketedő micéliumtömeg, a mikroszkleróciumok megjelenése) és nem injektált egyedek között.

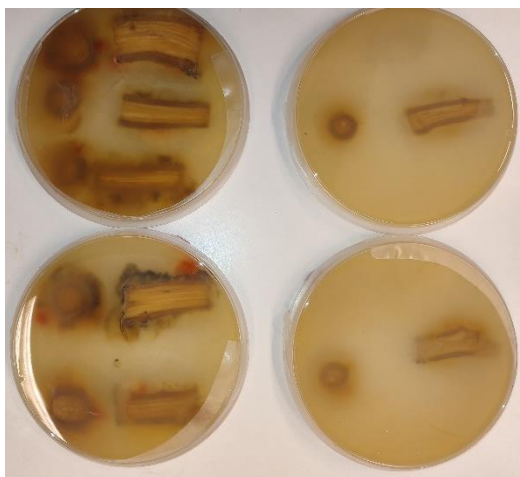
Ez bizonyítja, hogy az inokulálás után a kórokozó megfertőzte a gazdanövényt, még ha tüneteket nem is okozott. (27. ábra).



16. ábra: Kocsányos tölgy az injektálás napján és a vizsgálati időszak végén (2023.06.15 és 2023.10.16.)



17. ábra: Kocsányos tölgy minták hossz és keresztmetszeti képe (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)



18. ábra: Kocsányos tölgy minták táptalajon (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll

4.1.4. Szürke nyár (*Populus x canescens*)

A szürke nyár az első injektálásból kimaradt, mivel a 28. ábrán látható abiotikus tüneteket produkálta. A második injektálás alkalmával még a takácsatkák okozta klorotikus foltok gyengítették. A harmadik alkalommal injektáltuk, így rövidebb ideig, mindössze 19 napig figyeltük az esetleges tüneteket. Ez idő alatt hervadás nem jelentkezett. Metszeteket ez esetben nem vizsgáltunk.



19. ábra: Az első injektálásból kimaradt szürke nyár nekrotikus levelekkel és csúcsszáradással, majd a vizsgálati időszak utolsó napján készült fotó (2023.06.15 és 2023.10.16.)

4.1.5. Közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*)

A gyertyánon nekrotizálódott szélű levelek tűntek fel, amik jelen voltak egész vizsgálati időszak alatt, és előtte is (29. ábra). Márciustól fehér micéliumbevonat képződött egyes leveleken, amit valószínűleg a lisztharmatokhoz tartozó *Erysiphe arcuata* okozott (30. ábra). A fungicides kezelések miatt ez a későbbiekben nem okozott problémát. Verticilliumos hervadásra emlékeztető tünetet nem fedeztünk fel a növényeken. Az injektált egyedek szíjácsa nem mutatott elszíneződést a kontrollokhöz képest, táptalajon azonban 5-ből 3 esetben (60%-ban) sikerült kimutatni a kórokozót.



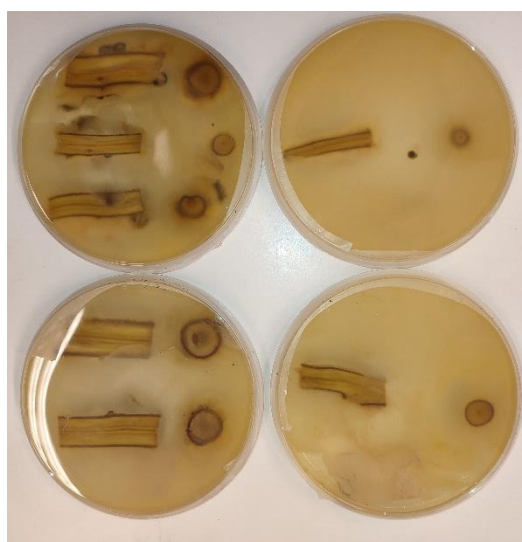
20. ábra: Közönséges gyertyán az injektálás napján és a vizsgálati időszak végén (2023.06.15 és 2023.10.16.)



21. ábra: Gyertyánon megjelenő lisztharmat (2023.03.28.)



22. ábra: Közönséges gyertyán minták hossz és keresztmetszeti képe (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)



23. ábra: Közönséges gyertyán minták táptalajon (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)

4.1.6. Kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*)

A kocsánytalan tölgy nem mutatott hervadásos tüneteket, az üvegházban jól fejlődtek a csemeték (33. ábra). A kocsányos tölgyhöz hasonlóan itt is megjelentek a tölgylisztharmat (*Erysiphe alphitoides*) micéliumai a leveleken (34. ábra). A háromszori permetezés kellő mértékben szorította vissza. Sötét elszíneződés csak az injektált egyedeknél volt látható a hancs és a szíjács között (35. ábra). A 36. ábra bal oldalán láthatóak az injektált egyedek, melyekről nem sikerült egyértelműen azonosítani a *V. nonalfalae*-t.



24. ábra: Kocsánytalan tölgy az injektálás napján és a vizsgálati időszak végén (2023.06.15 és 2023.10.16.)



25. ábra: *Erysiphe alphitoides* okozta tünetek kocsánytalan tölgyön (2023.06.26.)



26. ábra: Kocsánytalan tölgy minták hossz és keresztmetszeti képe (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)



27. ábra: Kocsánytalan tölgy minták táptalajon (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)

4.1.7. Csertölgy (*Quercus cerris*)

A szabadgyökerű csemeték közül mindössze 4 hajtott ki tavasszal, így nem maradt az értékeléshez elegendő alany (37. ábra). Az üvegházban az eleve csenevész fák visszamaradtak a növekedésben is, rosszul tűrték a magas hőmérsékleti viszonyokat, a rendelkezésre álló vizet nem tudták felvenni, amit a levélcúctól induló száradás és az erek közti sárgulás jelzett (38. ábra). Az említett okok miatt csak két csemetét tudtunk injektálni, kettő kontroll maradt. A *Verticillium nonalfalfae* tüneteit nem mutatták a fertőzött egyedek. Metszeteket ez esetben nem készítettünk.



28. ábra: Kocsánytalan tölgy az injektálás napján és a vizsgálati időszak végén (2023.06.15 és 2023.10.16.)



29. ábra: Levélsúctól induló nekrosis és erek közti sárgulás (2023.06.26.)

4.1.8. Fehér akác (*Robinia pseudoacacia*)

Az akác, mivel erősen fényigényes fafaj, az üvegházban jól növekedett, verticilliumos hervadás tüneteit nem mutatta (39. ábra). A takácsatkák kártétele a fafajok közül az akácon okozott legnagyobb problémát, júliustól gyengítette az egyedeket. Szívogatásuk nyomán sárgultak a levelek, sőt a súlyosan károsodott levelek esetenként le is hullottak (40. ábra). Az egyszeri akaricides kezelés elégséges volt, és a vizsgálati időszak végéig már nem kellett számolni kártételükkel. Az elkészült metszetekből mindössze egy esetben látható sötét elszíneződés az injektálás helyén, a többi mintán és a kontrollokon nem látható semmilyen tünet (41. ábra). Táptalajon a kórokozó ebből az egy egyedből kimutatható volt (42. ábra).



30. ábra: Akác az injektálás napján és a vizsgálati időszak végén (2023.06.15 és 2023.10.16.)



31. ábra: Kétfoltos takácsatka (*Tetranychus urticae*) kártétele és a károsító (2023.07.17)



32. ábra: Fehér akác minták hossz és keresztmetszeti képe (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)



33. ábra: Fehér akác minták táptalajon (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)

4.2. A II. számú kísérlet eredményei

4.2.1. Mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*)

A II. számú kísérletben összesen 12 bálványfát injektáltunk és 12 kontrollt maradt. A 2023.06.15-ei injektálás után 4 nappal még nem mutattak tüneteket a bálványfák. A 11. napon már 2 olyan csemete volt, ahol az alsó levelek hervadtak és egy esetben deformálódtak. Ez egyértelműen a *V. nonalfalae* okozta tünet volt (43. ábra). A 18. napon újabb 3 fánál jelentkeztek hervadásos tünetek az alsó leveleken. A 25. napon már 8 csemete mutatta ezeket a tüneteket. A vizsgálati időszak 32. napján az eddig hervadó levelek nekrotizálódtak, újabb hervadó alsó levelek jelentek meg. Néhány növénynél megfigyelhető volt, hogy sárgulnak a levelek, valamint 3 esetben az egész növény lankadt volt. Egy esetben pedig a csúcsi rész is hervadni kezdett (44. ábra). A 39. naptól kezdve a fertőzésre addig reagáló fák nem vagy alig mutattak újabb tüneteket, sőt regenerálódni kezdtek. A 67. napon sikerült elérni, hogy mind a 12 egyed 1-es értéket kapott a tünetek fejlődésében, azaz a lombozat 0–33% között mutatott valamilyen tünetet (klorózis, nekrózis, hervadás). A 46. naptól kezdve az összes bálványfa (a kontrollokat is beleértve) sárgulni kezdett, a 74. napon már a 45. ábrán látható képet mutatták. A 67. napon tápoldatot kaptak. A 88. napig hétről hétre hervadtak el újabb alsó levelek, azonban 33% fölé nem emelkedett egy esetben sem a lombozat károsodása, így 2-es értéket nem kaptak a növények. Végül 2023.09.14-én azaz, a 91. napon újra injektáltuk a korábban már injektált bálványfákat és az I. kísérletben szereplő fafajokat. Újabb két hétig figyeltük a csemeték reakcióit, ahol voltak ígéretesnek tűnő tünetek, de még mindig nem került át egyik fa sem a

betegség fejlődésének 2. szakaszába (46. ábra). A 3. injektálásra 2023.09.27-én került sor és 2023.10.16-ig, azaz összesen 123 napig tartott a kísérlet. Az utolsó két hétben még néhány egyed mutatott hervadást, klorózist a levelein. A kísérlet végére legtöbb fa 10–20%-os lombvesztéssel szenvedett, egy esetben elérte a 30%-ot is. Így az egész vizsgálati időszak alatt legfeljebb 1-es értéket kaptak a növények a tünetek fejlődése szerint (47. ábra). Elpusztuló egyed nem volt köztük. Az injektált egyedek metszetein a szíjács elszíneződése látható, ami összehasonlítva a kontrollokkal a *V. nonalfalfae* okozta tünetként értelmezhető (48. ábra). Az injektált csemeték mintáiból táptalajon is kimutatható volt a morfológiailag *V. nonalfalfae*-ként azonosított izolátum (49. ábra).



34. ábra: A 11. napon mutatott tünetek: hervadás és deformáció az alsó leveleken



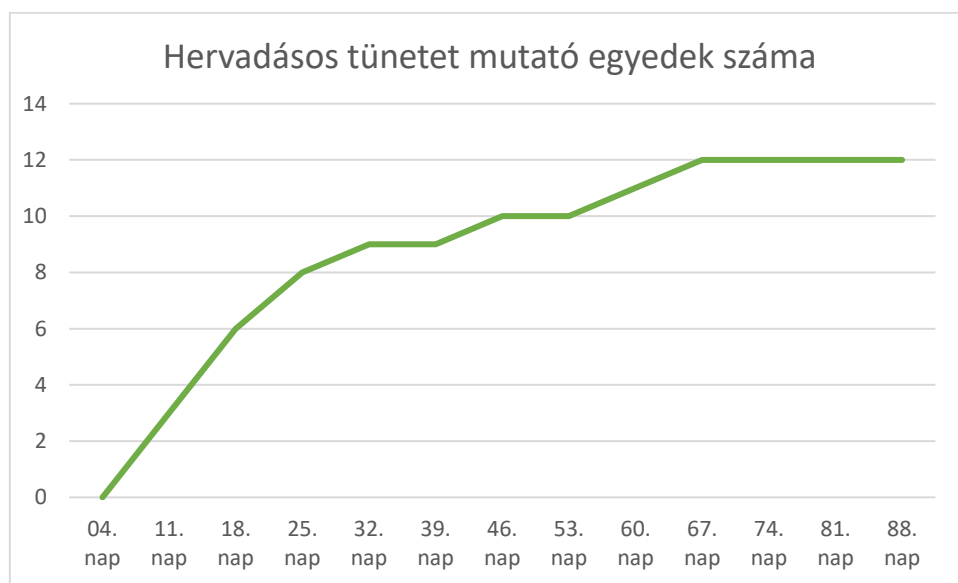
35. ábra: A 32. napon balra a nekrotizálódott levelek, középen a lankadó növény, jobb szélén a hervadó csúcsi rész látható



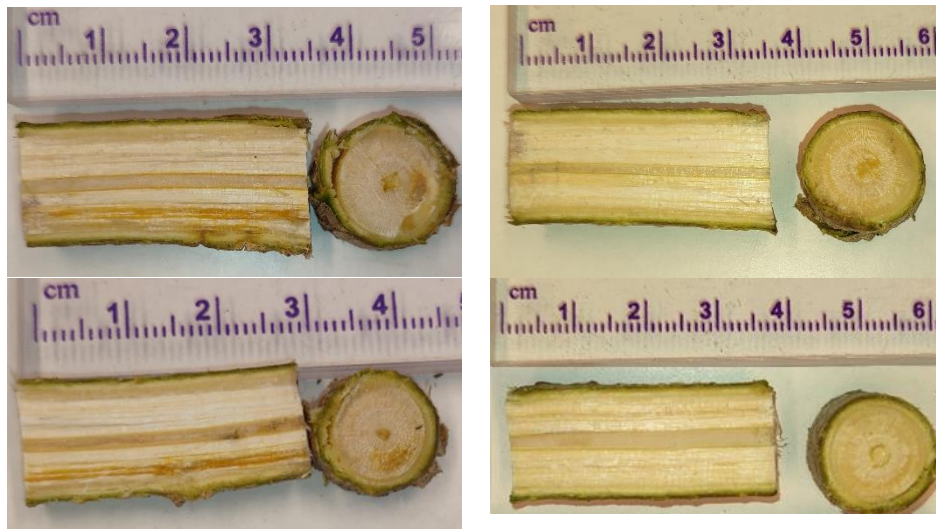
36. ábra: A 74. napra minden bálványfa sárgulást mutatott



37. ábra: A 95. nap legerősebb tünetei



38. ábra: Hervadásos tüneteket mutató egyedek száma a vizsgálati időszak alatt



39. ábra: Mirigyes bálványfa minták hossz és keresztmetszeti képei (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)



40. ábra: Mirigyes bálványfa minták táptalajon (Bal oldalon az injektált egyedek, jobb oldalon a két kontroll)

4.2.2. Bálványfa negatív hatásai a mellette lévő csemetékre

A II. számú kísérletben azt is vizsgáltuk, hogy a bálványfával egy edénybe ültetett csemeték hogyan tudtak alkalmazkodni az agresszív, gyorsan növekvő, allelopatikus tulajdonságú konkurenshez. A magyar kőris hasonlóan jól növekedett a bálványfák alatt, mint az elegyetlen edényben, a fekete nyár pedig túl is nőtte több esetben a bálványfát. A 2. számú mellékletben található táblázatban látszik, hogy mindhárom faj fény- és melegigényes, valamint gyorsan növekvő (Bartha, 2012). A fekete nyarat és magyar kőrist valószínűleg a mezohigrofil-higrofil tulajdonságuk segítette a bálványfával szemben. Az öntözések során biztosított vizet fel tudták

venni és hasznosítani. Az akác szintén erősen fényigényes fafaj, de növekedésben nem tudta utolérni a bálványfát, így oldalágakat növesztett és a fény felé nem felfelé, hanem oldalra haladt a növekedése. Összehasonlítva azzal az edénnyel ahol csak akácok voltak, az elegyes edényben a takácsatkák károsítása sokkal kisebb volt. A bálványfa és az akác tulajdonságait vizsgálva megállapítható, hogy hő-, fény és vízigényük, azonos így köztük lehet a legerősebb a kompetíció. A lassan növekvő tölgyek alászorulva átvészelték a kedvezőtlen körülményeket, de növekedésben visszamaradtak – főleg a kocsánytalan tölgy – az elegyetlen edényhez képest. A kocsányos tölgy fényigényesebb, így jobban tört felfelé. A gyertyánok közül néhány egyed el is pusztult, a megmaradtak is sínylődtek egész vegetációs időszak alatt. A levélsúcstól induló száradás arra utalt, hogy a bálványfa fokozottabb vízfelvétele miatt a gyertyán nem tudta felvenni a szükséges vizet. Semmilyen tulajdonságával nem tudta felvenni a versenyt a bálványfával.

5. Következtetések, javaslatok

Az üvegházi kísérlet lehetőséget biztosított arra, hogy külső tényezőktől elszigetelten vizsgáljuk a *Verticillium nonalfalfae* által fertőzött különböző fafajok reakcióit. *Maschek és Halmsghlager* (2018) kísérleteit alapul véve a kórokozó gazdanövénykörére vonatkozó tudás bővítése volt a célom. A saját eredményeimet összehasonlítottam az *I. sz. melléklet*ben szereplő táblázattal, ahol a korábbi, gazdanövénykörre vonatkozó kutatásokat gyűjtöttem össze.

A **fekete nyár** (*P. nigra*) *Maschek és Halmsghlager* (2018) szerint lehetséges rezisztenciával rendelkezik a kórokozóval szemben, mivel nem voltak hervadásos tüneteket, mindössze 5%-ban mutattak narancssárga/barnás elszíneződést a metszetek és csak csekély mértékben (mindössze 10%-ban) tudták újraizolálni a kórokozót. A saját kísérletben hasonlóak voltak a tapasztalatok, hervadásos tüneteket, szíjács elszíneződést nem mutattak a növények és a táptalajon sem sikerült kimutatni a kórokozót. Ezek ismeretében szintén **lehetségesen rezisztensként** kategorizáltam a fekete nyarat.

Az általam választott **magyar kőrisről** (*F. angustifolia* subsp. *danubialis*) eddig nem rendelkezünk ismeretekkel, hogy fogékony gazdanövénye lehet-e a *V. nonalfalfae*-nek. Egyéb kőrisfajokról, mint a *Fraxinus americana*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus nigra*, *Fraxinus pennsylvanica* és *Fraxinus quadrangulata* *Hiemstra és Harris* (1998) által összeállított lista alapján tudjuk, hogy a *V. dahliae*-re fogékonyak. Ezen fajok közül *Maschek és Halmsghlager* (2018) vizsgálta Magyarországon is őshonos magas kőris (*Fraxinus excelsior*), valamint az észak-amerikai eredetű inváziós amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*) fogékonyságát. A magas kőris esetében ugyanazt tapasztalták, mint a fekete nyárnál, így lehetséges rezisztensként jelölték. Az amerikai kőrisnél sem jelentkeztek a verticilliumos hervadás tünetei, mindössze 15%-ban észleltek elszíneződést a szíjácsban, viszont egy esetben sem tudták újraizolálni a kórokozót, így rezisztensnek írták le. A saját kísérlet során hasonlókat tapasztaltam a magyar kőrisrel is. A levelek nem mutattak hervadást, a szíjács halvány elszíneződései látszottak és egy esetben sem sikerült kimutatni a kórokozót. Így szintén **lehetségesen rezisztensként** jelöltem.

A **kocsányos tölgy** (*Q. robur*) *Maschek és Halmsghlager* (2018) kísérletében toleránsként szerepel, mivel nem mutatott hervadásos tüneteket, 42%-ban barnás elszíneződést tapasztaltak a szíjácsban és nagy arányban (63%-ban) sikerült újraizolálni a kórokozót. Hasonló megállapítást tettem én is, mivel a kísérletemben nem voltak hervadásos tünetek, viszont a hancs és a szíjács között jellemző sötét elszíneződés mind az 5 injektált egyednél jellemző volt, a kontrolloknál ez hiányzott. A szín árnyalata viszont inkább sötétbarnás-lilás volt. Az 5 minta

közül 3-ból (60%) egyértelműen azonosítható volt a *V. nonalfalfae* izolátum, így **toleráns** megjelölést kapott.

A **kocsánytalan tölgy** (*Q. petraea*), Yvonne et al., (2022) értékelése szerint lehetségesen rezisztens. Verticilliumos hervadást nem diagnosztizáltak a vizsgált egyedeken, barnás feketés elszíneződéseket a metszetek 62%-ban tartalmaztak. Azonban az újraizolálás aránya ehhez képest kisebb (33%) volt. A saját vizsgálatomban szintén nem voltak a lombozatot érintő tünetek és a hancs és szíjács közötti sötétbarnás-lilás elszíneződés az estek 100%-ban jelen volt. A mintákból táptalajon a kórokozó nem volt egyértelműen kimutatható, így a **lehetséges rezisztencia** kategóriába került.

A fehér akácot (*R. pseudoacacia*) Kasson et al., (2015) a *V. nonalfalfae* VnAa140 izolátumra fogékonnak jelölte, míg Maschek és Halmsghlager (2018) a G1/5 törzs Vert56 izolátummal szemben rezisztensnek találta. A rezisztenciát abból következtették, hogy hervadásos tüneteket nem mutatott, 85%-ban zöldes/feketés elszíneződés jelentkezett és nem sikerült kimutatni a kórokozót. A saját vizsgálatomban szintén nem voltak hervadásos tünetek, a szíjács 4-ből egy esetben (25%) mutatott feketés elszíneződést, de csak injektlás közvetlen helyén. Ugyanerről az egy mintából sikerült újraizolálni a kórokozót, így az akácot **lehetségesen rezisztensnek** jelöltem.

A **közönséges gyertyánt** (*Carpinus betulus*) korábban nem vizsgálták, mint a *V. nonalfalfae* lehetséges gazdanövénye. Verticilliumos hervadásra emlékeztető tünetet nem fedeztünk fel rajta. Az injektlált egyedek szíjácsa nem mutatott elszíneződést a kontrollokhoz képest, táptalajon azonban nagy arányban 5-ből 3 esetben (60%) lehetett kimutatni, így a gyertyánt **toleráns** kategóriába helyeztem.

A szürke nyár (*P. x canescens*) és a csertölgy (*Q. cerris*) fafajokkal érdemes lenne újra megismételni a kísérletet, mivel jelenleg nincs róluk elég információ, hogy a fogékonyságot meghatározzuk.

A **mirigyes bálványfa** csemeték 85%-a elpusztult Maschek és Halmsghlager (2018) kísérletében. 100%-ban produkáltak valamilyen tünetet a levélzeten és a szíjács sárgás-barna elszíneződésében egyaránt. 66%-ban sikerült újraizolálni a *V. nonalfalfae* kórokozót. A saját kísérletemben a bálványfák mindegyike produkált gyengébb tüneteket, azonban egy sem pusztult el. 12-ből 9-nél (75%) megfigyelhető volt a szíjács sárgás-barna elszíneződése is. A 12 mintából 8-at (66%) lehetett azonosítani *V. nonalfalfae*-ként, így a bálványfa **fogékonysága** bizonyítható.

Ahhoz, hogy a *V. nonalfalfae*-t biztonságosan tudjuk bio-herbicidként alkalmazni szabad természetben, úgy gondolom, hogy további gazdanövénykörre vonatkozó vizsgálatokat kell elvégezni a nem célzott fajokra való kockázat tekintetében. Elsősorban fásszárú, majd lágyszárú fajokra is ki kell terjeszteni a kutatásokat, hogy felbecsülhetőek legyenek az esetleges kockázatok. Eddig a hazai, hervadást mutató bálványfákról csak a *V. dahliae*-t sikerült azonosítani, így mindenképpen célszerű lenne kutatni a *V. nonalfalfae* hazai előfordulása után is.

A *V. nonalfalfae* csak nagyon korlátozott növekedést mutat 10 °C alatt és 27 °C felett, a hőoptimuma a növekedéshez 22–22,5 °C (Maschek and Halmschlager, 2017). Bizonyították azt is, ezzel összefüggésben, hogy a tavaszi injektálás a legkedvezőbb. A kísérletem szempontjából hátrányt jelentett a későn sikerült injektálás és a magas üvegházi hőmérséklet is, áprilisban lett volna az optimális időpont. A 30 °C feletti külső hőmérsékletet meghaladó napokon a csemeték vízfelvétele fokozódott és a heti kétszeri öntözéssel is nehéz volt pótolni a szükséges vizet. Az üvegházi meleg és párás körülmény néhány kórokozó és kártevő számára nagyon kedvező feltételeket nyújtott, így nagy odafigyeléssel kellett végezni a növényvédő szerek kezeléseket, hogy kísérletet ne befolyásolják negatívan. Sajnos a vizsgálat időtartama korlátozott volt, csupán 4 hónapon keresztül figyelhettem a tünetek fejlődését. Úgy gondolom, ahhoz hogy markánsabb elszíneződések jelentkezzenek a szíjácsban is, legalább 1 év időtartammal kellene számolni, illetve a kórokozó terjedésének pontosabb megismerése is fontos lenne. Ismeretlen tényező még az is, hogy vannak-e olyan antagonista szervezetek, melyek gátolhatják, vagy lassíthatják a bálványfa *V. nonalfalfae*-vel történő fertőzését. A bálványfa szinte az egész világon elterjedt, így azt sem lehet kizárni, hogy az eltérő genetikai variánsok máshogy viselkednek a kórokozóval szemben.

Rengeteg megválaszolatlan kérdés rejlik még a *V. nonalfalfae*-vel való kutatásban, így véleményem szerint érdemes a jövőben további kísérleteket tervezni. A kórokozó egyes izolátumai bizonyítottan fokozott patogenitással rendelkeznek a bálványfával szemben. Az inváziós faj elleni védekezésben jelenleg ez a módszer áll legközelebb ahhoz, hogy biológiai védekezésként szolgáljon a jövőben.

Bár legtöbb Magyarországon készült tanulmány a szárazabb termőhelyeken okozott károkról számol be a bálványfa kapcsán, jelentős előfordulásai vannak a fajnak, üde és félszáraz élőhelyeken is. A klímaváltozással járó magasabb átlaghőmérséklet, a sok napsütéses óra, és a kedvezőtlen eloszlású csapadék okozta aszályok kedveznek a bálványfa terjedésének, így jelentős állományai alakulhatnak ki ezeken a területeken is.

Köszönetnyilvánítás

Sok köszönettel tartozom konzulensemnek Dr. Palkovics László professzor úrnak a rengeteg szakmai segítségért és támogatásért. Köszönöm Takács Gábor természetmegőrzési szakreferensnek a kiváló diplomamunka ötletet.

Szeretném megköszönni családomnak és páromnak a támogatást és a motiválást.

Köszönöm Oliver Maschek-nak bécsi BOKU Egyetem kutatójának személyes részvételét az injektálás során és, hogy hasznos tanácsokkal látott el. Köszönöm az ausztriai BioHelp cég és Emma Blackwell-Arpaci segítségét a bio-herbicid rendelkezésre bocsátásáért.

Miksó István Damjánné, Tímeának a csemeték öntözésében nyújtott segítséget.

Dr. Lakatos Tamásnak, Dr. Andrési Dánielnek és Vadász Csabának az információkat a *Verticillium* fajok hazai kutatásáról.

A kutatást és a HUN-REN-SZE PhatoPlant kutatócsoport munkáját a HUN-REN TKI, Magyar Kutatási Hálózat TKI támogatta (projekt szám: 3200107). Továbbá, az Új Nemzeti Kiválóság Program ösztöndíjpályázata (ÚNKP-23-2-I-SZE-92).

Irodalomjegyzék

Bartha D. (2012): Dendrológia. Sopron

Bejarano-Alcázar J. – Blanco-López M. A. – Melero J. M. – Jiménez-Díaz R. M. (1996) Etiology, importance, and distribution of *Verticillium* wilt of cotton in Southern Spain. Plant Disease. 80. 11. 1233–1238.

Bulletin OEPP/EPPO *Verticillium nonalfalfae* and *V. dahliae* (2020): Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 50.3.462–476.

Csiszár Á. – Korda M. (2017): Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság

Csiszár Á. (2012): Inváziós növényfajok Magyarországon. Sopron. 133-138.

Dauth, B. – Maschek, O. – Steinkellner, S. – Kirisis T. – Halmschlager, E. (2022): Non-target effects of *Verticillium nonalfalfae* isolate Vert56 used for biological control of *Ailanthus altissima* on agricultural crops known to be generally susceptible to *Verticillium* spp. Biological Control. 174 November.

Demeter A. – Czóbel Sz. (2016): A mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) hazai kutatásainak áttekintése és inváziójának mértéke a hazai élőhelyeken. Természetvédelmi Közlemények. 22. 20–32. (Demeter és Czóbel, 2016)

Demeter A. (2014): Kiválasztott özönfajok gazdasági szempontú értékelése. – Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék, Gödöllő, 55 p

Erdélyi A. – Hartdégén J. – Malatinszky Á. – Lestyán Cs. – Vadász Cs. (2021): Egyes erdőgazdálkodási tevékenységek hatása a mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) terjedésére meszes homoki termőhelyeken. Erdészettudományi Közlemények. 11. 1-2. 41-53.

Erwin, D. C. – Howell, A. B. (1998): *Verticillium* survives heat in Mojave Desert alfalfa. California Agriculture. 52. 4.

Garibaldi, A. – Bertetti, D. – Pensa, P. – Franco Ortega, S. – Gullino, M. L. (2016): First report of *Verticillium* Wilt caused by *Verticillium nonalfalfae* on *Pelargonium grandiflorum* in Italy. Plant Disease. 100. 2322

Heffer, V. J. – Regan, R. P. (1996): First report of Verticillium wilt caused by Verticillium dahliae of Ash trees in Pacific Northwest nurseries. Plant Disease. 80. 342

Hiemstra, J. A. (1995): Verticillium wilt of Fraxinus excelsior. Dissertation, Wageningen University & Research

Hiemstra, J.A. – Harris, D. C. (1998): A compendium of Verticillium wilts in tree species. Wageningen, Ponsen and Looijen

Inderbitzin, P. – Bostock, R. M. – Davis, R. M. – Usami, T. – Platt, H. W. – Subbarao, K. V. (2011): Phylogenetics and taxonomy of the fungal vascular wilt pathogen Verticillium, with the descriptions of five new species. PLoS ONE. 6:e28341

Inderbitzin, P. – Subbarao, K. (2014): Verticillium systematics and evolution: how confusion impedes Verticillium wilt management and how to resolve it. Phytopathology. 104. 6. 564-574.

Jerković-Mujkić, A. – Deliće, O. – Bešta, R. (2010): First report of tobacco necrosis virus in Ailanthus altissima (Mill.) Swingle. XXI Naučno-stručna konferencija poljoprivrede i prehrambene industrije. Zbornik radova. 29. September - 2. Oktober, 2010, Neum, Bosnia i Hercegovina 2010 pp.231-236 ref.17

Kasson, M. T. – O'Neal, E. S. – Davis, D. D. (2015): Expanded host range testing for Verticillium nonalfalfae: potential biocontrol agent against the invasive Ailanthus altissima. Plant Disease. 99. 6. 823–835.

Kasson, M. T. – Short, D. P. G. – Neal, E. S. – Subbarao, K. V. – Davis, D. D. (2014): Comparative pathogenicity, biocontrol efficacy, and multilocus sequence typing of Verticillium nonalfalfae from the invasive Ailanthus altissima and other hosts. Phytopathology. 104. 3. 282–292

Lakatos T. – Kovács Cs. – Tóth T. – Andrési D. – Bárány G. (2020): A bálványfa verticilliumos hervadása. Erdészeti Lapok. 155. 4.

Lechner, Y. – Maschek, O. – Kirisits, T. – Halmschlager, E. (2022): Further pathogenicity testing of Verticillium nonalfalfae, a biocontrol agent against the invasive Tree of Heaven (Ailanthus altissima), on non-target tree species in Europe. Phytoparasitica. 51. 113-130

Maschek O. – Halmsghlager E. (2018): Effects of *Verticillium nonalfalfae* on *Ailanthus altissima* and associated indigenous and invasive tree species in eastern Austria. *European Journal of Forest Research*. 137. 197–209.

Maschek, O. – Halmschlager, E. (2017): Natural distribution of *Verticillium* wilt on invasive *Ailanthus altissima* in eastern Austria and its potential for biocontrol. *Forest Pathology*, 47. 5. e12356.

Niu, Y. B. – Qing, L. – Wang, D. F. – Yao, M. – Liu, J. D. – Wang, J. S. (2010): First Report Of Tobacco Mosaic Virus In *Ailanthus Altissima*, A Native Tree Of China. *Journal of Plant Pathology*. 92. 2. 545.

Schall M. J. – Davis D. D. (2009) *Verticillium* wilt of *Ailanthus altissima*: susceptibility of associated tree species. *Plant Disease*. 93. 11. 1158–1162.

Subbarao, K. (2020): *Verticillium dahliae* (*verticillium wilt*). *CABI Compendium*

Udvardy L. – Zagyvai G. (2012): Mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima* [Mill.] Swingle). – In: Csiszár, Á. (szerk.): *Inváziós növényfajok Magyarországon*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 364 p. (Udvardy és Zagyvai, 2012)

Udvardy L. (2004): Bálványfa. – In: Mihály, B. & Botta-Dukát, Z. (szerk.): *Özönnövények*. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, 408 p.

Vadász Cs. (2015): Az inváziós növényfajok visszaszorításának tapasztalatai a Felső-kiskunsági Turjánvidéken. – In: Csiszár, Á. & Korda, M. (szerk.): *Özönnövények visszaszorításának gyakorlati tapasztalatai*. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, 239 p

Wenxia, A. – Chengyu, L. – Song, Z. – Meichun, Y. – Mengji, C. – Caixia, Y. (2022): A putative new emaravirus isolated from *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle with severe crinkle symptoms in China. *Archives of Virology*. 167. 2403–2405.

Internetes hivatkozások

URL¹: <http://www.invaziosfajok.hu/hu/utmutatok/9>,

URL²: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/statement_23_4962

URL³: <https://gd.eppo.int/taxon/AILAL/pests>

URL⁴: <https://bugwoodcloud.org/resource/pdf/verticilliumwilt.pdf>

URL⁵: https://erdoleltar.nfk.gov.hu/fafaj_fafajcsoport

1. sz. melléklet: Fogékonysági adatok növényfajonként, kiemelve a saját kísérletben vizsgált nemzetségeket

Vizsgált növény	<i>Verticillium dahliae</i> (Hiemstra & Harris, 1998)	<i>Verticillium nonalfalfae</i> (Inderbitzin & Subbarao, 2014)	<i>Verticillium nonalfalfae</i> VnAa140 (Kasson et al., 2015)	<i>Verticillium nonalfalfae</i> G1/5 törzs Vert56 izolátuma (Maschek & Halmsghlager, 2018)	<i>Verticillium nonalfalfae</i> G1/5 törzs Vert56 izolátuma (Dauth et al, 2022)	<i>Verticillium nonalfalfae</i> G1/5 törzs Vert56 izolátuma (Yvonne et al., 2022)
<i>Acer campestre</i>	Fogékony			Toleráns		
<i>Acer ginnala</i>	Fogékony					
<i>Acer macrophyllum</i>	Fogékony					
<i>Acer mono</i>	Fogékony					
<i>Acer negundo</i>	Fogékony					Lehetséges rezisztencia
<i>Acer nigrum</i>	Fogékony					
<i>Acer palmatum</i>	Fogékony		Fogékony			
<i>Acer pensylvanicum</i>	Fogékony		Fogékony			
<i>Acer platanoides</i>	Fogékony		Fogékony			Toleráns
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Fogékony			Toleráns		
<i>Acer rubrum</i>	Fogékony		Toleráns			
<i>Acer saccharinum</i>	Fogékony					
<i>Acer saccharum</i>			Toleráns			
<i>Acer tataricum</i>	Fogékony					
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Esetleg fogékony					
<i>Ailanthus altissima</i>	Fogékony	Fogékony	Fogékony, toleráns	Fogékony	Fogékony	Fogékony
<i>Albizia julibrissin</i>			Rezisztens			
<i>Amalanchier canadensis</i>	Fogékony					
<i>Apium graveolens</i>		Fogékony				
<i>Aralia elata</i>			Esetleg fogékony			
<i>Berberis thunbergii</i>	Fogékony					
<i>Berberis vulgaris</i>	Fogékony					
<i>Betula lenta</i>			Rezisztens			
<i>Bignonia capreolata</i>			Esetleg fogékony			
<i>Buxus koreana</i>	Fogékony					
<i>Buxus microphyllum</i>	Fogékony					
<i>Buxus sempervirens</i>	Fogékony					
<i>Castanea dentata</i>			Rezisztens			
<i>Castanea sativa</i>	Esetleg fogékony					Toleráns
<i>Catalpa bignonioides</i>	Fogékony					
<i>Catalpa speciosa</i>	Fogékony		Fogékony			
<i>Celtis occidentalis</i>			Rezisztens			
<i>Cercis canadensis</i>	Fogékony		Fogékony			
<i>Cercis siliquastrum</i>						
<i>Coffea arabica</i>	Fogékony					
<i>Cornus alba</i>	Fogékony					
<i>Cornus florida</i>	Fogékony					

<i>Cotinus coggyria</i>	Fogékony					
<i>Cucumis sativus (Delikatess)</i>					Fogékony	
<i>Daphne cneorum</i>	Fogékony					
<i>Daphne mezereum</i>	Fogékony					
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Fogékony					
<i>Elaeagnus umbellata</i>			Fogékony			
<i>Erica australis</i>	Fogékony					
<i>Erica persoluta</i>	Fogékony					
<i>Evodia daniellii</i>			Toleráns			
<i>Fraxinus americana</i>	Fogékony					
<i>Fraxinus excelsior</i>	Fogékony			Lehetséges rezisztencia		
<i>Fraxinus nigra</i>	Fogékony					
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Fogékony			Rezisztens		
<i>Fraxinus quadrangulata</i>	Fogékony					
<i>Gleditsia triacanthos</i>			Rezisztens			
<i>Gossypium hirsutum</i>		Fogékony				
<i>Humulus lupulus</i>		Fogékony				
<i>Japanese barberry</i>			Rezisztens			
<i>Juglans nigra</i>			Rezisztens			
<i>Koeleruteria paniculata</i>	Fogékony					
<i>Leitneria floridana</i>			Fogékony			
<i>Ligustrum amurense</i>	Fogékony					
<i>Ligustrum vulgare</i>	Fogékony					
<i>Lindera benzoin</i>			Esetleg fogékony			
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Fogékony		Rezisztens			
<i>Lonicera morrowi</i>	Fogékony					
<i>Magnolia acuminata</i>			Rezisztens			
<i>Magnolia grandiflora</i>	Fogékony					
<i>Magnolia soulangeana</i>	Fogékony					
<i>Magnolia stellata</i>	Fogékony					
<i>Medicago sativa</i>		Fogékony			Toleráns, de a hozamot negatívan befolyásolja	
<i>Nyssa sylvatica</i>			Rezisztens			
<i>Olea europaea</i>	Fogékony					
<i>Ostrya spp.</i>			Rezisztens			
<i>Pelargonium grandiflorum</i>						
<i>Persea americana</i>	Fogékony					
<i>Persea borbonia</i>			Esetleg fogékony			
<i>Petunia spp.</i>		Fogékony			Fogékony	
<i>Phellodendron amurense</i>			Esetleg fogékony			
<i>Picramnia pentandra</i>			Rezisztens			
<i>Pistacia vera</i>	Fogékony					
<i>Populus nigra</i>				Lehetséges rezisztencia		
<i>Prunus americana</i>	Fogékony					

<i>Prunus amygdalus</i>	Fogékony					
<i>Prunus avium</i>	Fogékony		Rezisztens			Lehetséges rezisztencia
<i>Prunus cerasifera</i>	Fogékony					
<i>Prunus cerasus</i>	Fogékony					
<i>Prunus communis</i>	Fogékony					
<i>Prunus domestica</i>	Fogékony					
<i>Prunus laurocerasus</i>	Fogékony					
<i>Prunus lusitanica</i>	Fogékony					
<i>Prunus mahaleb</i>	Fogékony					
<i>Prunus mume</i>	Fogékony					
<i>Prunus serotina</i>			Rezisztens			Lehetséges rezisztencia
<i>Quercus petraea</i>						Lehetséges rezisztencia
<i>Quercus robur</i>				Toleráns		
<i>Quercus rubra</i>			Rezisztens			Toleráns
<i>Rhus aromatica</i>	Fogékony					
<i>Rhus glabra</i>	Fogékony					
<i>Rhus typhina</i>	Fogékony		Esetleg fogékony			
<i>Ribes sanguineum</i>	Fogékony					
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Esetleg fogékony		Fogékony	Rezisztens		
<i>Rosa multiflora and others</i>	Fogékony					
<i>Rubus allegheniensis</i>	Fogékony					
<i>Rubus idaeus</i>	Fogékony					
<i>Rubus occidentalis</i>	Fogékony					
<i>Rubus pennsylvanica</i>	Fogékony					
<i>Rubus persica</i>	Fogékony					
<i>Rubus Rosaefolius</i>	Fogékony					
<i>Rubus ursinus</i>	Fogékony					
<i>Sambucus racemosa</i>	Fogékony		Esetleg fogékony			
<i>Sassafras albidum</i>			Fogékony			
<i>Simina triloba</i>			Rezisztens			
<i>Solanum lycopersicum</i>		Fogékony			Toleráns, de a hozamot negatívan befolyásolja	
<i>Solanum tuberosum</i>		Fogékony				
<i>Sorbus aucuparia</i>						Toleráns
<i>Spinacia oleracea</i>		Fogékony			Fogékony	
<i>Spirea spp.</i>	Fogékony					
<i>Syringia vulgaris</i>	Fogékony					
<i>Theobroma cacao</i>	Fogékony					
<i>Tilia americana</i>	Fogékony		Rezisztens			
<i>Tilia cordata</i>	Fogékony			Lehetséges rezisztencia		
<i>Tilia euchlora</i>	Fogékony					
<i>Tilia glabra</i>	Fogékony					
<i>Tilia parviflora</i>	Fogékony					

<i>Toxicodendron radicans</i>			Esetleg fogékony			
<i>Ulmus americana</i>	Fogékony		Rezisztens			
<i>Ulmus campestris</i>	Fogékony					
<i>Ulmus carpinifolia</i>	Fogékony					
<i>Ulmus fulva</i>	Fogékony					
<i>Ulmus glabra</i>	Fogékony					
<i>Ulmus laevis</i>				Lehetséges rezisztencia		
<i>Ulmus minor</i>				Lehetséges rezisztencia		
<i>Ulmus montana</i>	Fogékony					
<i>Ulmus parviflora</i>	Fogékony					
<i>Ulmus procera</i>	Fogékony					
<i>Ulmus pumila</i>			Rezisztens			
<i>Viburnum burkwoodii</i>	Fogékony					
<i>Viburnum lantana</i>	Fogékony					
<i>Viburnum lentago</i>	Fogékony					
<i>Viburnum tinus</i>	Fogékony					
<i>Viburnum tomentosum</i>	Fogékony					

2. sz. melléklet: Fafajok igényeinek összehasonlítása (Bartha, 2012)

Fafaj	Hőigény	Fényigény	Vízigény	Növekedés
<i>A. altissima</i>	melegigényes	(nagyon) fényigényes	xerofil (-mezohigrofil)	gyorsan növvő faj
<i>F. angustifolia</i> subsp. <i>danubialis</i>	melegigényes	fényigényes	mezohigrofil	gyorsan növvő faj
<i>P. nigra</i>	melegigényes	fényigényes	higrofil	gyorsan növvő faj
<i>R. pseudoacacia</i>	melegigényes	fényigényes	xeromezofil	gyorsan növvő faj
<i>Q. robur</i>	mérsékelt melegigényes	fényigényes	xeromezofil-mezohigrofil	lassan növvő faj
<i>Q. petraea</i>	mérsékelt melegigényes	mérsékelt fényigényes	xeromezofil-mezofil	lassan növvő faj
<i>C. betulus</i>	mérsékelt melegigényes	árnyéktűrő	mezofil	mérsékelt növekedésű faj