



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
NÖVÉNYVÉDELMI INTÉZET
BUDAI CAMPUS NÖVÉNYKÓRTANI TANSZÉK

Tudományos Diákköri Konferencia Dolgozat

DIÓFAJTÁK FOGÉKONYSÁGÁNAK ÉRTÉKELÉSE
XANTHOMONAS ARBORICOLA* PV. *JUGLANDIS
KÓROKOZÓVAL SZEMBEN IN VITRO ÉS IN VIVO

**Evaluation of susceptibility of walnut cultivars to *Xanthomonas arboricola*
pv. *juglandis* in vitro and in vivo**

Készítette: **Lehoczki Áron**
W7DSKY
Növényorvos MSc
Nappali tagozat
Budai Campus

Témavezető: Dr. Karacs-Végh Anita, egyetemi docens
Növényvédelmi Intézet, Budai Campus Növénykórtani Tanszék

Budapest
2024

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzés	4
2.	Szakirodalmi áttekintés	6
2.1.	A közönséges dió (<i>Juglans regia</i>) származása	6
2.2.	A közönséges dió (<i>Juglans regia</i>) környezeti igényei.....	6
2.3.	Diópiaci áttekintés.....	8
2.4.	Hazánkban termesztett diófajták és tulajdonságaik.....	10
2.5.	A <i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>juglandis</i> jellemzése.....	12
2.5.1.	Kórokozó leírása, rendszertani besorolása	12
2.5.2.	<i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>juglandis</i> tünetei közönséges dión.....	13
2.5.3.	A kórokozó terjedése, fertőzési ciklusa.....	14
2.5.4.	A kórokozó elleni védekezési lehetőségek.....	15
2.6.	Diófajták fogékonyságának vizsgálatai.....	16
2.6.1.	In vitro termés- és levélvizsgálati tapasztalatok.....	16
2.6.2.	In vivo termés- és levélvizsgálati tapasztalatok	18
3.	Anyag és módszer	20
3.1.	A vizsgálat helyszínei és időpontjai	20
3.2.	A vizsgálat anyaga.....	20
3.2.1.	Felhasznált diófajták	20
3.2.2.	Vizsgálatba vont árugyümölcsösök.....	20
3.2.3.	Felhasznált izolátumok, tenyésztésük és fenntartásuk	21
3.2.4.	Felhasznált eszközök.....	22
3.3.	A vizsgálatok módszerei.....	22
3.3.1.	Baktérium szuszpenzió előállítása	22
3.3.2.	Krioprezervált izolátumok ellenőrzése.....	22
3.3.3.	In vitro és in vivo vizsgálatok módszerei és értékelése	23
3.3.4.	In vivo termés- és levélvizsgálatok módszere és értékelése.....	27
4.	Eredmények.....	30
4.1.	Vizsgálatba vont izolátumok ellenőrzése hosszú távú fenntartás után.....	30
4.2.	In vitro termés- és levélfertőzések elemzése.....	31
4.3.	In vivo termés- és levélfertőzések elemzése	36
4.4.	In vitro és in vivo vizsgálatok eredményeinek összehasonlítása	39
5.	Összefoglalás és következtetés.....	41
6.	Köszönetnyilvánítás	43
7.	Irodalomjegyzék.....	44

Ábra- és táblázatjegyzék

1. ábra: Diótermesztéssel foglalkozó gazdaságok száma és diótermőterület nagysága Magyarországon (Saját szerkesztés Agrár census 2020. alapján, 2024.).....	9
2. ábra: Magyarország dió-termőterületeinek megosztása régióként hektárban kifejezve (Saját szerkesztés Agrár census 2023. alapján, 2024.).....	9
3. ábra: <i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>juglandis</i> okozta tünetek dión (Bugiani, 2024)	13
4. ábra: <i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>juglandis</i> fertőzési ciklusa (Lamichhane, 2014.).....	14
5. ábra: Alkalmazott termésfertőzőttségi skála diófajták in vitro értékezéséhez (Saját szerkesztés, 2024.).....	25
6. ábra: 'Lara' diófajtán <i>Xaj</i> kórokozó által okozott tünetek; A – tünetsor, B – fertőzött minta, C – kontroll minta (Saját szerkesztés, 2024.).....	26
7. ábra: In vivo felvételezések során készített fényképek	28
8. ábra: A B01395 <i>Xaj</i> izolátum tényésszélyege King-B agaron, Gram vizsgálata, hiperszenzitív reakciót indukáló képessége dohányynövény levelén és fertőzőképességének ellenőrzése zöld dión (Balról jobbra haladva)	31
9. ábra: In vitro termésfertőzőttségi vizsgálatok összesített eredménye (Saját szerkesztés, 2024.)	32
10. ábra: Dendrogram in vitro termésfertőzőttségi eredmények alapján (Saját szerkesztés, 2024.).....	33
11. ábra: <i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>juglandis</i> dióbél kártétele 'Milotai kései' fajtán a mesterséges fertőzést követő 7. napon (Saját fotó, 2024.)	34
12. ábra: Nekrotikus foltok aránya a teljes levélfelülethez viszonyítva diófajtánként (Saját szerkesztés, 2024.).....	35
13. ábra: <i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>juglandis</i> okozta tünetek 'Chandler' diólevelen a mesterséges fertőzést követő 7. napon (Saját fénykép, 2024.).....	36
14. ábra: Dendrogram a fajták fogékonyságához in vivo kísérletben (Saját szerkesztés, 2024.)	37
1. táblázat: Vizsgálatba vont dió árügyümölcsösök területi lefedettsége (Saját szerkesztés, 2024.).....	21
2. táblázat: In vitro levél- és termésfertőzéshez használt <i>Xaj</i> izolátumok (Saját szerkesztés, 2024.).....	21
3. táblázat: Összefoglaló táblázat a vizsgált növényi részekről ültetvényenként és diófajtánként (Saját szerkesztés, 2024.)	23
4. táblázat: A levéltünetek értékeléséhez alkalmazott skála (Jiang et al., 2019., Békési, 2023)	27
5. táblázat: A kórokozó tüneteinek erőssége a dió levelén és az éretlen termés exocarpiumán (Saját szerkesztés Bandi (2015.) alapján)	29
6. táblázat: Összefoglaló táblázat a levélfertőzőttségek befolyásoló tényezőkről	38
7. táblázat: Post-hoc teszt a diófajták levélfertőzőttségeinek vizsgálatához	39

1. Bevezetés és célkitűzés

A *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* (Xaj) baktériumfaj a dió xanthomonászos betegségét okozza. A növénypatogén baktériumfaj nemcsak Magyarországon, de világszinten is a dió egyik legjelentősebb kórokozója, a világ minden diótermesztő országában előfordul. A kórokozót a 19. század végén azonosították az Egyesült Államokban, míg Magyarországon az 1940-es években került leírásra, mely azóta is jelentős növényvédelmi problémát okoz a diótermesztők számára. Elsősorban a közönséges dión (*Juglans regia*) fordul elő, de más *Juglans* nemzetségbe tartozó fajokat is megfertőzhet. A dió minden föld feletti részen okozhat tüneteket, de főként a fiatal növényi részek fertőződnek, az idősebb, fásodó szövetek ritkábban.

A *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* fertőzésének hatására a diótermés jelentős mennyiségi és minőségi károkat szenved. Hazai viszonylatban korábban elenyésző számban vizsgálták a kórokozót ültetvényi körülmények között, a Magyarországon elterjedt diófajták kórokozó iránti fogékonyságának ültetvényi szintű értékelésére nagy igény jelentkezik a hazai diótermesztők közösségében. A klímaváltozásnak is hatása van a hazai diófajták kórokozóval szembeni fogékonyságára. Átfogó fajtafogékonysági vizsgálatunk hozzájárulhat a diótermesztők fajtaválasztási döntéséhez, útbaigazítást adhat a kórokozó elleni növényvédelmi kezelések kritikus periódusairól, valamint az engedélyezett hatóanyagok között tapasztalható különbségekről a dióültetvényekben.

Növényorvos hallgatóként és gyümölcstermesztéssel foglalkozó családi vállalkozás legfiatalabb generációjának képviselőjeként fontosnak tartom az adatalapú, okszerű agráriumra történő átállás megvalósítását. Családunk második éve foglalkozik diótermesztéssel, a külföldi fajtákkal kapcsolatos információ hiány és az elmúlt években bekövetkező klímaváltozás hatásai okán a hazai diófajták igényt mutattak új, átfogó növénykórtani kutatások elindítására. A saját ültetvényünkben tapasztalt és a diótermesztő kollégák által közvetített növényvédelmi kihívásokra való válaszkérés nagymértékben motivál kutatásom elvégzésében, hogy hatékony és célravezető technológiai megoldásokkal segíthessem a magyar mezőgazdaságot.

A kutatásom célja megvizsgálni, hogy hazai körülmények között a kiemelt magyar termőfajtákon hogyan befolyásolja a diótermelést a *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* kórokozó jelenléte különböző diófajtákon. Dolgozatom célkitűzése, hogy az elvégzett fajtafogékonysági vizsgálattal elősegítsem a diótermesztők jövőbeli fajtaválasztási döntését, és gyakorlati tanácsokat tudjak adni a különböző diófajták *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* kórokozóval szembeni ellenállóképességére. Hosszú tenyészedjű, állókultúra esetében, mint a

dió a magas kezdeti befektetési költségek és lassú megtérülési idő következtében a hazai körülmények között már bizonyított fajták gyorsabban képesek elterjedni a gazdálkodók körében. Kutatásom célja, hogy objektív módszerekkel összehasonlítást végezzek a termés és levél fogékonyságáról a kórokozóval szemben a kiválasztott fajták esetében laboratóriumi és ültetvényi körülmények között egyaránt. A korábbi hazai kutatásokhoz képest a kutatás során egy időben tervezzük vizsgálni in vitro és in vivo körülmények között a különböző diófajták fogékonyságát.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A közönséges dió (*Juglans regia*) származása

A közönséges dió (*Juglans regia*) előfordulásának helye, géncentruma Perzsia, kutatók egybehangzó véleménye, miszerint ezen a helyen jelenhetett meg először ez a növényfaj. A közönséges diót külföldön szokás „perzsa dió”-nak és „szinópi dió”-nak nevezni, amely második elnevezés Szinope városára utal, ami kiemelt diókereskedelmi központ volt korábban (Vavilov, 1928)

A közönséges dió a Növények (*Plantae*) országába, a Zárvatermők (*Magnoliophyta*) törzsén belül a *Rosidea* csoportba, azon belül a Bükkfavirágúak (*Fagales*) rendjébe, a diófélék (*Juglandaceae*) családjába és a *Juglans* nemzetségbe tartozik. Ebbe a családba több gazdaságilag jelentős növényfaj található, mint például a hikori-, a pekán- és a szárnyasdió.

2.2. A közönséges dió (*Juglans regia*) környezeti igényei

A származási helye ismeretében is következtetni lehet rá, a dió erősen hőigényes növénynek számít. A dió éves hőmérsékleti igénye 2000 °C aktív hőösszeg (Bujdosó & Kalmár, 2021). A hazai viszonyokhoz legjobban alkalmazkodó kárpáti fajtakör diófajtái a téli, nyugalmi időszak -22, -25 °C fokos hidegeinek ellenállnak, amennyiben az előző vegetációs időszakban a fák tápanyagutánpótlása megfelelően megtörtént és a vesszők jól beértek az előző év végére. A Magyarországon nemesített, hazai diófajták mélynyugalmi időszakban kb. 1200-1400 órással hidegigénnyel rendelkeznek, ezzel szemben a Kaliforniából származó, itthon is egyre népszerűbb 'Chandler' diófajtánál körülbelül 30 napos téli nyugalmi időszakot figyeltek meg. A korona belsejében elhelyezkedő vízszintes állású ágak jobban ellenállnak a téli fagyoknak, mint a csúcson elhelyezkedők. A fiatal dióoltványok gyökerei kiemelten fagyérzékenyek, amit a fiatal ültetvényeknél, faiskolákban figyelembe kell venni (Orosz, 2007).

A diófa kiemelten fényigényes növényfaj, a termőfelülete a koronapalást külső, fénnel jól ellátott részére korlátozódik. Dióültetvény létesítése előtt a sorok tervezésénél törekedni kell az észak-déli sorirányok kialakítására a diófa egységes növekedése és a korona szimmetrikus fejlődése érdekében (Bujdosó & Kalmár, 2021).

Termőhelyi igények tekintetében jelentős különbség figyelhető meg az oltvány diófajták és az elszórtan, házikertekben található magonc diófák között. A magonc diók karógyökere erőteljesen mélyre hatol a talajban, így biztosítva a fa megfelelő vízellátását. Az oltvány diófák

gyökérzete ezzel ellentétben szétterülő, kevésbé mélyre hatoló, így termőhelyi alkalmassági vizsgálatok alkalmával más szempontok szerint kell mérlegelni dió árügyümölcsös létesítése előtt. A dió kifejezetten kedveli a jó szerkezetű, 150-180 centiméternél mélyebb talajvízszintű, réti talajokat, azonban ezek a termőhelyi adottságok Magyarországon fagyveszéllyel társulnak mély fekvésük miatt. A dió kedveli a savas kémhatású, 10 százaléknál alacsonyabb mésztartalommal rendelkező termőterületet, amelynek szerkezete képes biztosítani a víz és levegő kedvező arányát. A dió gyökérzete kifejezetten levegőigényesnek számít, így termőhelyként csak olyan területek megfelelőek számára, ahol a vegetációs időszakban nem emelkedik a talajvíz 150 cm magasabbra (Szűcs, 2006).

A közönséges dió éves optimális vízszükséglete 800 és 1000 mm között alakul, amelyet azonban a déli, szárazabb területek esőztető öntözéssel nem képesek fedezni. A fentebb említett okok miatt áruültetvényt azokon a területeken érdemes létesíteni, ahol az éves csapadékmennyiségen felül többlet vízhez juthatnak a diófák folyóvizek által, vagy domboldalak alján, ahová a magasabb területekről áramlik a víz. A dióültetvények öntözőrendszerrel való ellátása természetesen képes rosszabb vízgazdálkodású területeket is alkalmassá tenni diótermelésre, azonban számolni kell a megnövekedett termelési költségekkel, amelyet az öntözőrendszer üzemeltetése eredményez (Kisekka, 2018). A diófa vízigénye szempontjából 3 meghatározó időszakot különböztetünk meg, amelyek meghatározzák az adott évi és a következő évi termésmennyiséget és a fa fejlődését. Az első szakasz május elejétől június végéig tart, amikor esetleges vízhiány következtében a diófa rövidebb hajtásnövekedéssel reagál. A nyár eleji vízmennyiség emellett meghatározza a dióhéj méretét is. Amennyiben a májusi és júniusi időszak száraz, kisebb lesz a dióhéj, ami csökkenti a dióbél árupiaci értékét. A vegetációs időszak elején zajlik a következő évi rügyek differenciálódása is, csapadékos májusi és júniusi időjárás magasabb termésmennyiséget eredményez a következő vegetációs időszakban. A második vízigényes szakasz a diófa vegetációs időszakában július hónapra tehető, amikor a női virágkezdemények kifejlődése megindul, így a júliusi vízhiányos periódus szintén a következő évi termésmennyiséget negatívan befolyásoló tényező lehet. A harmadik időszak augusztusi hónapban figyelhető meg, amikor a dióbél növekedése és a vízellátottsági szint között pozitív irányú korrelációs kapcsolat áll fenn. Minél több vízhez jut a diófa ebben az időszakban, annál jobb lesz a dióbél növekedése és a fa kondíciója, ami pedig a vessző beérése miatt fontos. Száraz időjárás esetén akár 20 százalékos veszteség is megfigyelhető a dióbél betakarításakor. Vízhiányos júniusi időjárás hatására rosszul kifejlődő dióhéj és csapadékos augusztusi időjárás esetén ezzel szemben megfigyelhető a dióhéj szétnyílása is a bél túlnövekedésének hatására extrém esetekben. Érés idején nem vízigényes

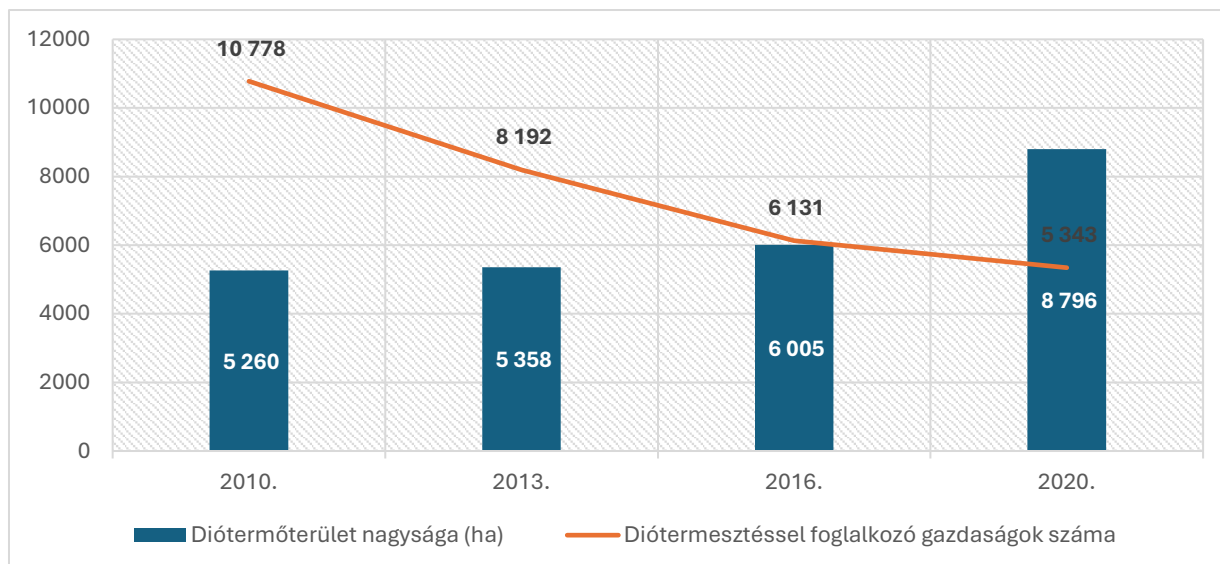
faj a dió, azonban a gyümölcsburok felrepedését a párás időjárás képes elősegíteni (Bujdosó & Kalmár, 2021).

2.3. Diópiaci áttekintés

A dió globális termelése a 2023-as gazdasági évben rekordtermést ért el, a világ diótermelése meghaladta a 3,8 millió tonnát. A globális termelési tendenciák stabilnak tekinthetők, azonban a politikai és gazdasági döntések hatásai kihatnak a globális diókereskedelemre. A legjelentősebb diótermelő országoknak Kína, az Egyesült Államok, Chile és Ukrajna számítanak. Az Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezet (FAO) legfrissebb hivatalos információja alapján 2022-ben Kína 2,23 millió tonna, Észak-Amerika 682 ezer tonna, Európa 482 ezer tonna, míg Dél-Amerika 182 ezer tonna héjas diót termelt (Anon., 2024a.).

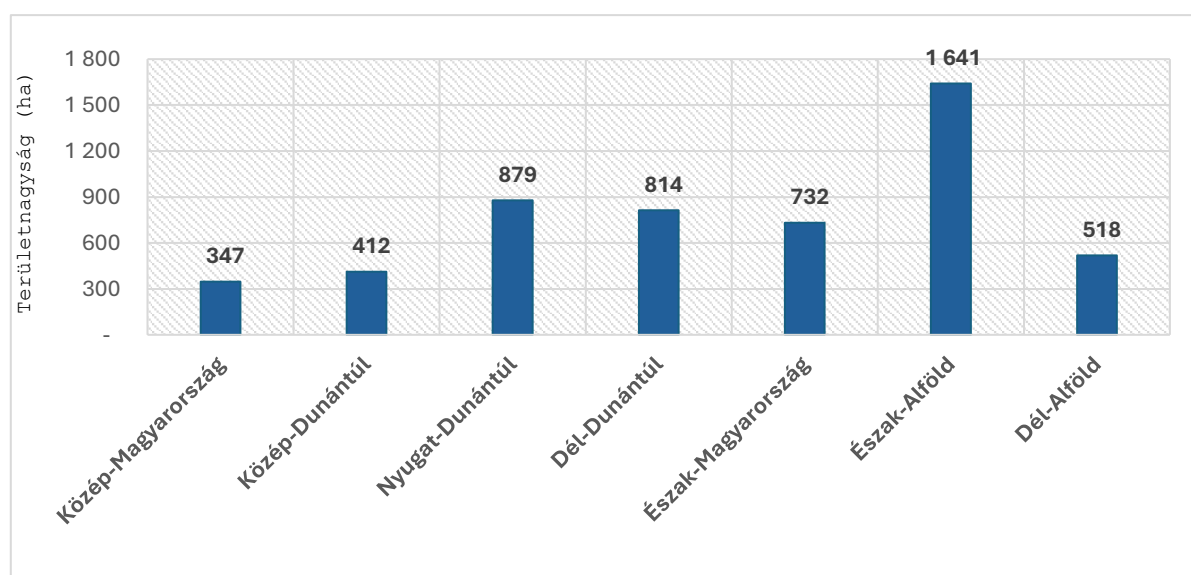
Az Európai Unió dió-külkereskedelmi mérlege negatív, azaz több diót importálnak az európai országok, mint az aggregált kivitelük. A Magyarország számára exportlehetőség szempontjából releváns országokban, Németországban, Olaszországban és Ausztriában különböző okokból adódóan, de átalakulóban van a fogyasztási tendencia. Németország dióimportja az elmúlt években 10-13 ezer tonna körül változott, a beszállítók között nagy piaci verseny alakult ki: az USA a teljes német import 44-49%-át adta, Franciaország 23-28%-ot, Chile importmennyisége átlépte a 20%-ot, Magyarország pedig az elmúlt 3 évben stabilan az ötödik helyen állt az ausztrálok mögött. A magyar diótermés nagy részét Németországba exportáljuk, aminek a viszonylag jó felvásárlási ár az oka (2600-3200 USD/t) (Kocsis, 2023).

Magyarországon a dió-termőterület tekintetében 2022-ben a 3. legnagyobb területen termesztett gyümölcsnek számított 7 822 hektárral, a betakarított összes termésmennyiség 6 451 tonnát ért csupán el. Magyarország külkereskedelmi mérlege pozitív volt 2022-ben, több mint 666 tonna héjas diót exportáltunk 686 millió forint értékben, míg a behozatal mennyisége 68 tonnát ért el 37 millió forint értékben (Anon., 2024b.).



1. ábra: Diótermesztéssel foglalkozó gazdaságok száma és dió-termőterület nagysága Magyarországon (Saját szerkesztés Agrár census 2020. alapján, 2024.)

A diótermesztő gazdaságok száma az elmúlt 15 évben folyamatos csökkenést mutatott (1. ábra), azonban a dió-termőterület nagysága ugyanezen időszakban több, mint 65 százalékkal növekedett. Megállapítható, hogy a diótermesztés eltolódott a nagyobb gazdaságok irányába, ami méretgazdaságossági okokra vezethető vissza. Ökológiai igényeinek következtében folyókövető gyümölcsként tartják számon a diót Magyarországon, ennek megfelelően hazánk kiemelt termővidékei az Észak-Alföldön és Nyugat-Dunántúlon helyezkednek el (2. ábra) (KSH, 2024)



2. ábra: Magyarország dió-termőterületeinek megosztása régióként hektárban kifejezve (Saját szerkesztés Agrár census 2023. alapján, 2024)

2.4. Hazánkban termesztett diófajták és tulajdonságaik

A Magyarországon termesztett diófajták szelekciós munkái kiemelten a 20. század közepén kezdődtek meg, azonban már az 1910-es évek elején importáltak Franciaországból kiváló minőségű diófajták magjaiból, amelyeket az ország különböző pontján kísérleti céllal ültettek. A szaporítási folyamat eredményeként megállapították, hogy a francia diófajták nem voltak képesek alkalmazkodni a hazai természeti viszonyokhoz, jelentős fagykárokat szenvedtek (Orosz, 2007).

Az 1950-es évek elején honos diópopulációkból szelektáltak Szentiványi Péter vezetésével, így került kiválasztásra 14 tájfajta jelölt, amelyekből 3 diófajta bizonyult kiemelkedőnek. Az 'Alsószentiváni 117' ('A117'), a 'Milotai 10' ('M10') és a 'Tiszacsécsi 83'-as ('T83') diófajták terjedtek el a hazai árugyümölcsösökben a 20. század második felében. (Mónus, 2002.) Az Érdi Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutató-Fejlesztő Kht. – mai nevén MATE Gyümölcstermesztési Kutatóközpont - külföldi egyetemekkel közösen kezdte meg a dió intenzív termelési technológiájának kidolgozását Magyarországon, melynek eredményeként 2002-ben három államilag elismert, intenzív termelésre alkalmas diófajta került kiválasztásra. A 'Milotai 10'-es alapfajta és a 'Pedro' diófajta keresztezéséből származó 'Milotai bőtermő', 'Milotai intenzív' és a 'Milotai kései' fajták hazai viszonyok között képesek közel hasonló termésmennyiségre és -minőségre, mint amit a külföldi intenzív diófajták képesek biztosítani (Szentiványi & Kállay, 2006).

Hazai körülmények között intenzív árugyümölcsösben gazdaságilag termőre fordult külföldi diófajtákkal létesített árugyümölcsösökkel kevés helyen találkozhatunk. A 2000-es évek elején a hazai diótermesztők gondolkodását Orosz (2007) írja le a legkiválóbban: „*Tisztelt diófajta-választó Kollégám, legyünk kicsit elfogultak, nevezzük a 'Milotai 10'-est a világ legszebb diójának. Én legalábbis nem láttam még képen se szebbet. A hátrányait pedig nézzük el neki.*” A magyar földbe magyar diófajta elvet a 2010-es évek elején törték meg a hazai diótermelők, mikor a francia 'Lara' és 'Fernor', valamint az amerikai 'Chandler' fajtákat ültetvény szintjén elkezdtek telepíteni. Ezek a fajták eredeti termőtájaikon magas termésbiztonsággal képesek kimagasló termésmennyiséget produkálni, ezzel gazdaságilag háttérbe szorítva a hazai – kiemelten hagyományos csúcsrügyön termő – diófajtákat (Bujdosó & Kalmár, 2021).

A következőkben a kísérletbe vont diófajták jellemzését végzem el hazai és külföldi szakirodalmak alapján:

‘Alsószentiváni 117’ (‘A117’): A diófajtát Szentiványi Péter nemesítette az 1950-es évek körül egy francia eredetű diófasor magoncából Alsószentiván-Zedregpusztán. A fajta 1976-ban kapott állami minősítést, kiemelkedően fagyűrő, jól alkalmazkodik a különböző talajokhoz és termőhelyi viszonyokhoz, valamint bőtermő. Termése könnyen törhető, jó ízű, magas olajtartalmú, és a fajta ellenáll a betegségeknek, bár napégésre érzékeny. Az ‘A117’-est Németországban is sikeresen termesztik, ahol korai érésű és jó minőségű termést ad (Orosz, 2007).

‘BD6’: A Bujdosó Géza által nemesített fajtajelölt 2019-ben kapott állami elismerést és került be a Nemzeti Fajtajegyzékbe. Árügyümlöcsösben való alkalmazása még nem terjedt el az országban, termése hosszúkas és nagy méretű. Korábbi kutatások alapján kevésbé mutatkozik fogékonyak *Xaj* kórokozóval szemben (Bujdosó, 2014).

‘Bonifác’: A fajtát Szentiványi Péter nemesítette Érden az ‘A117’ és a ‘Pedro’ fajták keresztezéséből, állami elismerést 2007-ben kapott. A fajta kései fakadású és virágzású, télálló, közepesnél gyengébb növekedésű, sűrű koronát nevel erős központi tengellyel. Termőképessége felülmúlja az anyafajtát, és 50%-ban oldalrügyön is terem, bár a termés mérete kisebb és héja dudorosabb. A tisztított dióbél aránya 48-51%, minősége és színe kedvezőbb, íze is jó. A szüret későn, október első dekádjában történik, a termés biztonságosan beérik (Bujdosó, 2015).

‘Chandler’: Kaliforniai diófajta, 1963-ban nemesítették a David Egyetemen. 1979-től a kaliforniai diótermesztés alapfajtája, mivel rendkívüli, 80 százalékos oldalrügyön termő képességgel rendelkezik. A ‘Pedro’ és az ‘56-224. sz.’ fajtajelölt keresztezéséből jött létre, *Juglans regia* alanyra oltva ajánlják. Fája mérsékelt növekedésű, ezért sövénytermesztésre 8x4 méteres térállásban kiválóan alkalmas. Hazai körülmények között fakadási ideje átlagosnak mondható, virágzása korai, nőelöző. Porzófajtának a francia ‘Franquette’ diófajtát javasolják mellé. Gyümölcse közepes méretű, héja jól záródó, vékony, dióbél aránya 50 százalék körül alakul (Romano, et al., 2022).

‘Fernor’: Francia diófajta, amelyet a ‘Franquette’ és ‘Lara’ keresztezésével nemesítettek Bordeaux-ban, és 1978-ban állami ismerést kapott. Fája középerős növekedésű, sudaras koronájú, és jól alkalmazkodik a sövenyműveléshez. Kései kihajtású, gyorsan termőre fordul, termőképessége jó, termései közepes-nagy méretűek és kiváló minőségűek. A ‘Fernor’ diófajta jó téli hidegigényű, ellenálló a baktériumokkal szemben, és perspektivikusan a francia diótermesztés meghatározó fajtájának tekintik (Akhmadov, et al., 2023).

‘Lara’: A közkedvelt, francia ‘Fanquette’ és az amerikai ‘Payne’ diófajták keresztezéséből létrejött, sövényes termesztési módban gyakran alkalmazott diófajta. Fája középerős növekedésű, szétterülő lombkoronájú. Fakadási ideje közép kései, francia kísérletek szerint 8 nappal később fakad, mint a ‘Chandler’. Gyümölcse nagy méretű, 34-38 mm-es 47-51 százalékos béraránnyal. A fajta héjas értékesítésre inkább alkalmas, mivel szárítás során a dióbél jelentős mértékben apad (Radócz, 2002).

‘Milotai kései’ (‘M 10-14’): Hasonlóan az ‘M 10-9’ és ‘M 10-37’ diófajtákhoz a ‘Milotai kései’ fajta is az ‘M 10’ és a ‘Pedro’ fajták keresztezéséből jött létre. Nagyon kései fakadású fajta, így a tavaszi fagyok kevésbé károsítják. Jól termékenyülő és korán termőre forduló fajta. Héja sima felületű, betakarítási ideje október második dekádjára tehető, béraránya 52 százalék (Orosz, 2007).

2.5. A *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* jellemzése

2.5.1. Kórokozó leírása, rendszertani besorolása

A *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* (*Xaj*) története a 20. század elejére nyúlik vissza, első alkalommal Kaliforniában a közönséges dión (*Juglans regia*) megfigyeltek az angolul walnut blight elnevezésű baktériumos betegséget, és a kórokozót *Pseudomonas juglandi* néven jelölték meg (Pierce, 1901). A *Xaj* egy Gram-negatív, pálcika alakú, egyetlen poláris flagellummal rendelkező (monotrich), aerob baktérium. Más *Xanthomonas* baktériumokhoz hasonlóan egy specifikus, vízben nem oldódó sárga pigmentet, xanthomonadint (brómozott arilpolién-észter) termel táptalajon. Például agaron a baktériumtelepek nagyok, domborúak, simák, nyálkásak és sárgák (Lelliot & Stead, 1987). Agaron a növekedés jó és mérsékelt gyors, és a telepek 48 órán belül megjelennek 25-28 °C-on. A telepek nyálkás jellege a *Xanthomonas* nemzetségre szintén jellemző xantángumi termelésének eredménye (Bradbury, 1986).

A dió xanthomonászos betegségét a *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* okozza. A *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* a baktériumok országán belül a *Proteobaktériumok* törzsébe, *Gammaproteobaktériumok* osztályába, *Lysobacterales* rendjébe, *Xanthomonadaceae* családjába, a *Lysobacteraceae* nemzetséghez tartozik. A *Xanthomonas* a kilenc fő baktérium nemzetség egyike (Kalužna, et al., 2021).

2.5.2. *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* tünetei közönséges dión

A *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* (Xaj) kísérőtünetei jellemzően a rügyeiken, levélen, barkán, a termésen és az egyévesnél fiatalabb vesszőn jelentkeznek, az idősebb ágrészekben nagyon ritkán fordul elő a betegség (Osdaghi, 2023). Kezdetben a diólevélen apró, szegletes, barna, vizenyős foltok jelennek meg sárgás szegéllyel, amik a későbbiek folyamán kiterjednek, összenőnek, nekrotizálódnak, aminek következtében a levelek deformálódnak, majd elszáradnak (3. ábra). A betegség tünetei a hajtáson hosszanti irányba terjedő, besüppedő, barna foltokként figyelhetők meg (Kim, et al., 2021). A gyümölcs jellemzően a bibecsúcsi irányból fertőződik meg, a fertőzés következtében nemcsak az epikarpium és mezokarpium károsodik, hanem a magbél elszíneződését is okozza. Tavaszi termésfertőzés jellemzően gyümölcshullást eredményez, míg a nyáron fertőzött gyümölcsök zöld burokja súlyos fertőzés mellett felreped, elbarnul és a vegetációs időszak végén nem hullik le a fáról, ami a következő évben fertőzési forrást jelent (Glits & Folk, 2005). Főtünetként baktériumnyálka jelenik meg párás, meleg időjárás esetén. A kórokozó a fák kéregrepedéseiben és rügyeiben telel, emiatt a tavaszi lemosó permetezésnek fontos szerepe van a növényvédelmi technológiában (Lamichhane, 2014).

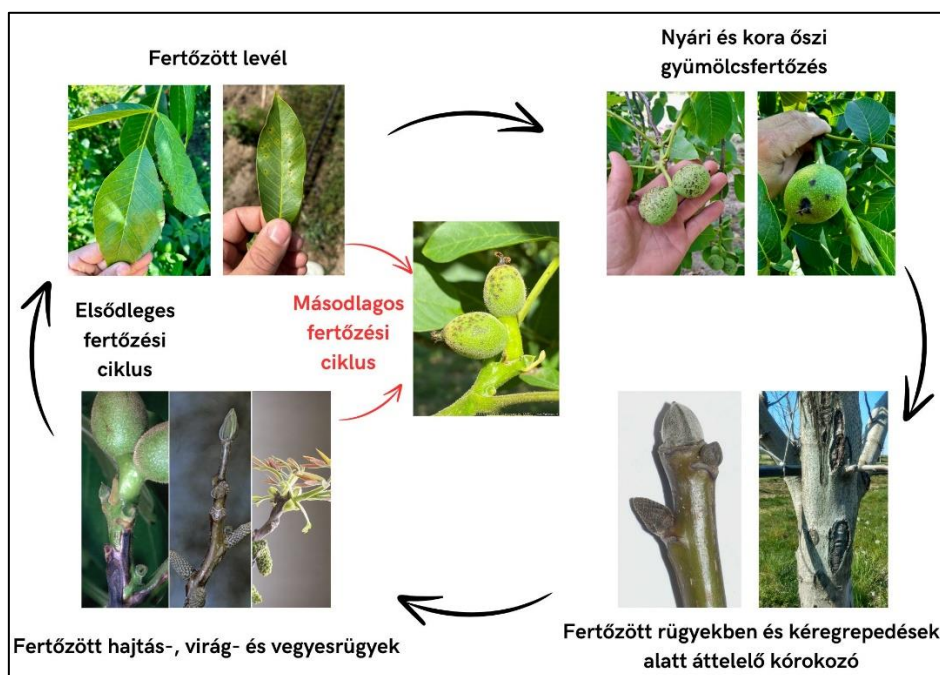


3. ábra: *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* okozta tünetek dión (Bugiani, 2024)

2.5.3. A kórokozó terjedése, fertőzési ciklusa

A *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* (*Xaj*) baktérium eső, szél, rovarok és pollen útján terjed. A kultúrnövény megfertőződését a sebek, például rovarrágás vagy jégverés okozta sérülések elősegítik. Tavasszal gyakran a vízzel borított növényi részek természetes nyílásain (például sztómákon) keresztül jut be a növénybe. Ennek következtében a csapadékos, magas páratartalmú időjárás a vegetációs időszakban tovább növeli a betegség kialakulásának és a kórokozó terjedésének kockázatát (Kim, et al., 2021).

A fertőzött nyugvó rügyekben, a levélhegekben és a kéregrepedésekben telel át a kórokozó (4. ábra), enyhe telet követően ezek a növényi részek a *Xaj* elsődleges inokulumának forrásai. Tavasz közepétől a kórokozó elkezd szaporodni és terjedni az újonnan kialakult leveleken. Amint az éghajlati viszonyok kedvezővé válnak, a kórokozó szaprofita életmódról patogén életmódra vált. A kórokozó széles hőmérsékleti tartományban fertőzhet, a levelek 4-30 °C, míg a gyümölcs 5-27 °C között a legfogékonyabb a kórokozóra. A levéltünetek általában tavasz közepétől késő tavaszig terjednek, és a levélsérülések adják az inokulumot a késői gyümölcsfertőzésekhez. A kórokozó a fás szöveteket is megfertőzheti mechanikai sérüléseken keresztül. A nyári fertőzések hazánkban az időjárási körülmények és a növényi részek fásodása miatt elhanyagolhatók. A nyár végén differenciálódott rügyek a télre is látenszen fertőzöttek lehetnek (Radócz, 2002)



4. ábra: *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* fertőzési ciklusa (Lamichhane, 2014)

2.5.4. A kórokozó elleni védekezési lehetőségek

A diófajták *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* (Xaj) kórokozóval szembeni ellenállóképességében eltérések tapasztalhatók. Jellemzően a korábbi fakadási idejű fajták érzékenyebbek a kórokozóval szemben. Megfelelő fajtahasználattal, rezisztens vagy toleráns diófajták telepítésével és a dió számára ideális környezeti körülmények biztosításával, valamint harmonikus tápanyagellátással hatékonyan lehet megelőző védekezést folytatni a kórokozóval szemben. Agrotechnikai védekezési lehetőség a lehullott levelek talajba forgatása, fertőzött vesszők és termések fáról való eltávolítása. (Glits & Folk, 2005.) Az öntözési technológia jelentős hatást tud gyakorolni a kórokozó aktivitására, mikroszórófejes öntözés esetén a nedves levél- és gyümölcsfelület elősegíti a kórokozó terjedését. Ködös, párás mikroklímával rendelkező területen a kórokozó által előidézett fertőzési nyomás nagyobb mértékű, mint száraz, szellős területen. Ezenkívül a gyomnövények és takarónövények eltávolítására is szükség van, ha potenciális kórokozó-rezervoár szerepet töltenek be (Osdaghi, 2023).

A *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* kórokozó tavasszal a virágzástól csonthéjasodásig terjedő időintervallumban jelent legnagyobb veszélyt. A kórokozó ellen a kora tavaszi lemosó permetezést követően még legalább 3-4 alkalommal érdemes védekezni több támadáspontú, nem specifikus, jellemzően réz tartalmú, kontakt hatású növényvédő szerekkel. (Glits & Folk, 2005) Magyarországon dió árugyümölcsösben baktériumos betegségek ellen elérhető növényvédő szer hatóanyagok a réz-oxiklorid, réz-hidroxid és a Bordói keverék (Nébih, 2024). Habár a felsorolt hatóanyagokkal szembeni rezisztencia kialakulásának veszélye alacsony, viszont kizárólag preventív módon hatékony a kémiai védekezési módszer. A kórokozó elleni védekezésben problémát jelent a növényvédő szer rotációba bevonható hatóanyagok szűk listája, ami a kórokozó számos, rézzel szemben ellenálló törzsének kialakulásához vezetett. Első alkalommal olyan francia dióültetvényben izoláltak rezisztens kórokozó törzset, ahol intenzív rézalapú kezelést alkalmaztak (Gardan, et al., 1993).

2.6. Diófajták fogékonyságának vizsgálatai

A dió esetében eddig még nem találtak a baktériummal (*Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*) szemben rezisztens fajtákat. Csupán fogékonyságbeli különbségeket állapítottak meg azonos viszonyok között elvégzett felmérések, vizsgálatok alapján. Kutatások alapján megállapították, hogy a korai rügyfakadású fajták fogékonyabbak betegségekre (Olson, et al., 1997.; López, et al., 2007)

2.6.1. In vitro termés- és levélvizsgálati tapasztalatok

A diófajták fogékonyság vizsgálatát laboratóriumi körülmények között számos kutatás vizsgálta az elmúlt évtizedekben hazánkban és külföldön egyaránt. A hazai nemesítésű, kései fakadású 'Milotai kései', 'Alsószentiváni kései' és 'Bonifác' diófajták Bujdosó (2014.) szerint a jövő árügymölcsöseinek legmegfelelőbb alapanyagai. Későbbi laboratóriumi vizsgálatok alapján *Xaj* kórokozóval szembeni mérsékelt fogékonyságú fajtának a 'Milotai kései' bizonyult, ami fajtaválasztási szempontból meghatározó tényező (Moskola, 2017). Ambrus (2022) eredményei alapján megállapítható, hogy *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* kórokozóval szembeni rezisztenciát egyik diófajta esetében sem figyeltek meg.

Moskola (2017.) in vitro fajtafogékonysági vizsgálat során 9 diófajtát, fajtánként 20 diót tesztelt a *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* baktériumra való fogékonyságra. Ebből 15 diót baktériumszuspenzióval inokulált, 5 diót pedig steril desztillált vízzel kezelt, amelyek kontrollként szolgáltak. A zöld diók kezelés előtt 70%-os etil-alkohollal fertőtlenítésre kerültek, majd fajtánként külön nedves papírral bélelt műanyag dobozokba helyezték. Minden dióba pipettával, 5 helyen 20 µl baktériumszuspenzió injektlást végeztek. A kontroll mintákat steril vízzel kezelték, ami az összehasonlíthatóságot biztosította. Moskola (2017) a 'Milotai intenzív' fajtát erősen fogékony, a 'Milotai kései' fajtát fogékony kategóriába sorolta in vitro kutatása alapján, a 'BD6' fajtajelölt mutatkozott a legkevésbé fogékonynak a baktériummal szemben. Vizsgálatában a különböző fajták fogékonyságának értékelése mellett az évjárat hatását is vizsgálta az eredményekre.

Ambrus (2022) hazai és külföldi fajták fogékonyságát vizsgálta *Xaj* kórokozóval szemben termésen és levélen. A mesterséges fertőzést követően a kórokozó hatására megjelenő nekrotikus foltok átmérőjét mérte termésen, levélfertőzés esetében a fertőzött levélrészek teljes levélfelülethez viszonyított arányát számszerűsítette kilenc diófajtánál. Az adatok alapján skálázta a fajták teljesítményét, amelyekből a fajták közötti fogékonyságbeli különbségekre világított rá. Vizsgálati eredményei alapján Ambrus (2022.) a 'Milotai intenzív' fajtát fogékony,

a 'Bonifác' és 'Chandler' fajtákat mérsékelten fogékony osztályba sorolta, míg a 'BD6' fajtajelölt a legkevésbé érzékeny fajta volt a kísérletében.

Bandi (2015.) 2010 és 2013 között amerikai ('Hartley' és 'Pedro'), magyar ('Milotai 10', 'Alsószentiváni 117', 'Alsószentiváni 118', 'Milotai intenzív', 'Milotai kései', 'Milotai bőtermő', 'Alsószentiváni kései', 'Bonifác', 'M-10-25') és román ('SZEN-10', 'ALB-22', 'FFA-11', 'OZSD-37', 'SAR-33', 'SOM-50', 'SOM-90', 'SOM -101', 'SOM-120', 'SOM-274') diófajták fogékonyságát vizsgálta *Xaj* baktériummal szemben. A termésmintákat az endocarpium megszilárdulása előtt gyűjtötték be, és két saját izolálású (B.02490 (HU) és B.02489 (RO)), ellenőrzött virulenciájú izolátum keverékének szuszpenziójával, szűrással fertőzték őket. Az in vitro fogékonysági vizsgálatokat Özaktan és mtsai (2008) módszere alapján végezték el. Az eredményekből megállapítható, hogy az 'OZSD-37', a 'SOM-90', az 'ALB-22' és a 'SOM-50' nagyon fogékonyak bizonyultak, a 'SOM-101' és a 'SZEN-10' mérsékelten rezisztensnek, a 'Pedro', a 'Milotai kései', a 'Milotai bőtermő', a 'Hartley', az 'M-10-25' és az 'Alsószentiváni kései' mérsékelten fogékony kategóriákba kerültek (Bandi, 2015).

Özaktan és mtsai (2008) egy ötfokozatú skála alapján értékelték mesterséges fertőzést követő 7. napon a dióterméseken megjelenő nekrotikus, fekete foltokat. A fajtákat rezisztens, mérsékelten rezisztens, mérsékelten fogékony, fogékony és erősen fogékony osztályokba sorolta. A vizsgálata rávilágított arra, hogy az árugyümölcsösökben elterjedt fajták között nem található olyan, amelyik rezisztenciát mutatott volna *Xaj* kórokozóval szemben. Hasonló kutatásokban vizsgáltak görög és más európai diófajtákat *Xaj* baktériummal szembeni érzékenységre, amelyek során hasonlóan Özaktan és mtsai (2008) vizsgálataihoz, a fertőzőtségi értékeket skálázták és a fajtákat fertőzőtség mértéke alapján kategóriákba sorolták (Tsiantos, et al., 2008). Özaktan és mtsai (2008) vizsgálata alapján *Xaj* kórokozóval szemben fogékony fajtának a 'Howard', 'Hartley', 'Vina' és 'Rendede' fajták mutatkoztak, míg a kaliforniai 'Serr' fajtát erősen fogékony kategóriába sorolták.

Szlovéniában mesterséges fertőzési kísérleteket végeztek 11 különböző diófajtával. A 'Franquette', 'Erjavec', 'Fernette' és 'Fenor' fajták alacsony fogékonyságot mutattak, míg az 'Elit', 'Cisco' és a 'Hartley' mérsékelten fogékonyak bizonyultak. Ezzel szemben a 'Seiferdorfski' és a 'Sampion' rendkívül fogékonyak mutatkoztak a baktériumfertőzéssel szemben. (Solar, et al., 2008).

Jiang és mtsai (2019) a vizsgálatba vont diófajtákról termőhelyenként 50 levelet gyűjtöttek, amelyet először 70%-os alkohollal, majd desztillált vízzel mosták át, hogy

eltávolítsák az esetleges szennyeződések és kórokozókat. A kontroll leveleket desztillált vízzel ecsetelték, a fertőzéshez használt levelek fonáki oldalát *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* baktérium szuszpenzióval ecsetelték. Az eredményeket a mesterséges fertőzést követő 5. nap elteltével értékelték ki. A kórokozóval szembeni ellenállóképességen alapuló genotípus-rangsorok szignifikánsan korreláltak a laboratóriumi körülmények között végzett vizsgálataival, ami arra utal, hogy ezek a vizsgálatok hatékonyak a *Juglans regia* faj *Xaj* kórokozóval szembeni ellenállóképességének értékelésében. Kísérleteikben a 'Chuanzao 001' fajta erősen fogékonynak mutatkozott in vitro vizsgálatok során, míg a 'JS 65' fajtát mérsékelten rezisztens osztályba sorolták. Egyetlen diófajta sem mutatott rezisztenciát a kórokozóval szemben (Jiang, et al., 2019)

2.6.2. In vivo termés- és levélvizsgálati tapasztalatok

Magyarországon korábban csak néhány esetben értékelték a fajták fogékonyságát ültetvényi körülmények között a diófajták xanthomonászos betegségének kórokozójával szemben, a megelőző kutatások jellemzően laboratóriumi körülmények között zajlottak.

Hazánkban Bandi (2015) végzett szabadföldi értékeléseket a magyar és erdélyi diópopulációk xanthomonászos betegségével szemben fogékonyságára a 2010-es évek elején. A vizsgálatokat Hunter és Roberts (1978.) által kidolgozott módszer alapján folytatták le, amely a fertőzés kritikus időszakában egy alkalommal, az ültetvényben véletlenszerűen kiválasztott fáról végeztek el. A diófa koronájának négy égtáj felőli oldaláról véletlenszerűen gyűjtöttek és értékelték ki 20-20 levelet. A fertőzöttség mértékét a beteg levélfelületnek a teljes levélfelülethez vagy gyümölcsfelülethez viszonyított arányán alapuló skála segítségével értékelték (Bandi, 2015).

A diófajták vizuális vizsgálatain alapuló fogékonyságát egyes külföldi kutatásokban kórokozó izolációs eljárásokkal egészítették ki, amely során a fertőzött és kísérő tüneteket mutató diókról izolált kórokozó azonosítását végezték el. Törökországban 2 ültetvényben 10 diófajtát vontak be fogékonyságvizsgálatba, amely a vegetációs időszak alatt május második felétől augusztus végéig tartott (Özaktan, et al., 2010). A vizsgálat során kéthetente gyűjtöttek fajtánként 10 termésmintát, amelyeket tünettípus alapján kategóriákba soroltak, azonban a fertőzöttség mértékére külön mérőszámot nem alkalmaztak. A diófajták fogékonyságát a gyűjtött minták alapján valószínűségvizsgálattal állapították meg, amelyet a gyűjtött mintában lévő fertőzött diószemek arányából számoltak ki. Laboratóriumi körülmények között a gyűjtött mintákból kórokozókat izoláltak. Minden gyűjtés alkalmával kiválasztottak fajtánként egy

fertőzött diót és egy kísérőtünetektől mentes diót a diófáról, valamint egy lehullott, fertőzött diót, amelyekből kórokozókat izoláltak és azonosítottak be (Özaktan, et al., 2010).

Franciaországban Radix (1994) már a 20. század végén folytatott ültetvényben diófogékonyági vizsgálatokat *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* kórokozóval szemben, amely során tíz darab fát választott ki ültetvényenként. A kijelölt fák életkora, kondíciója megegyező volt, így homogenizálták a mintákat, amelyekről 11 héten keresztül, június és augusztus hónapok között hetente egy alkalommal 5 darab dió termést gyűjtöttek. A kutatás fontos elemeként kiemelendő, hogy kizárólag egészséges, kísérő tünetektől mentes diókat választottak ki, majd laboratóriumi körülmények között határozták meg a dión lévő baktériumpopulációkat. Az általuk kidolgozott módszertan alapján az 500 és 10^7 darabszámú baktériumpopulációk kimutatására van lehetőség (Radix, et al., 1994.).

Lovera (2008) különböző diófajták fogékonyágát vizsgálta in vivo körülmények között. A vizsgálatban részt vevő fajták a következők voltak: 'Hartley', 'Chico', 'Howard', 'Chandler' és 'Vina'. A kísérlet eredményei alapján a 'Chico' és 'Vina' fajták esetében magas fertőzöttségi arányt állapítottak meg, míg a 'Chandler' és 'Howard' fajták kevésbé voltak fogékonyak. A 'Hartley' fajta alacsony szintű levélfertőzöttséget mutatott, azonban a termés zöld burkán jóval erőteljesebb tünetek jelentkeztek, mint a leveleken (Lovera, et al., 2008).

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgálat helyszínei és időpontjai

A kutatás során az in vitro vizsgálatokat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék laboratóriumában és az in vivo vizsgálatokat Magyarországon, 7 dióültetvényben végeztük 2024 nyarán. Az in vitro kísérletekhez felhasznált dióterméseket és dióleveleket az ültetvényi vizsgálat során gyűjtöttük be. A kísérletbe bevont diótermések a csonthéj kialakulása előtt kerültek begyűjtésre. Ültetvényi szinten 7 helyszínen vizsgáltuk a diófajták *Xaj* kórokozóval szembeni fogékonyságát, amelyek Érd, Kecel, Lakitelek, Lengyeltóti, Lovasberény, Tiszaalpár, Vereb települések határában helyezkedtek el.

3.2. A vizsgálat anyaga

3.2.1. Felhasznált diófajták

A laboratóriumi és ültetvényi körülmények között vizsgált diófajták megegyeztek. A fajtaválasztást befolyásoló tényezők között említeném a fajta népszerűségét és elterjedtségét, a fajta származási helyét, a fajtáról elérhető információkat és kutatási eredményeket, valamint a saját kapcsolati tőkét. A vizsgálatba a következő diófajtákat vontuk be: ‘Alsószentiváni 117’, ‘Bonifác’, ‘Chandler’, ‘Fernor’, ‘Lara’, ‘Milotai kései’ és a ‘BD6’ fajtajelöltet. A fajták jellemzése, bemutatása az 2.4 pontban került részletezésre.

3.2.2. Vizsgálatba vont árügyümölcsösök

A különböző in vitro és in vivo termés- és levélfertőzés vizsgálatokhoz és értékeléshez 7 település 17 különböző méretű és korú ültetvényét vontuk a kísérletbe. Az ültetvények jellemzését, adatait az 1. számú táblázat tartalmazza.

Régió	Helység	Vizsgált fajta	Területnagyság	Életkor	Tenyészterület	Öntözés
Dél-Alföld	Kecel	‘Chandler’	6 hektár	2	48 m ²	van
		‘Lara’	8,5 hektár	2	48 m ²	van
	Lakitelek	‘Chandler’	7 hektár	2	35 m ²	van
		‘Lara’	3 hektár	2	35 m ²	van
	Tiszaalpár	‘Fernor’	3 hektár	4	48 m ²	van
Közép-Magyarország	Érd	‘A117’	1 db fa	15	50 m ²	nincs
		‘BD6’	10 db fa	7	48 m ²	nincs
		‘Chandler’	10 db fa	9	48 m ²	nincs
		‘Milotai kései’	1,7 hektár	11	48 m ²	nincs
Közép-Dunántúl	Lovasberény	‘Bonifác’	4 hektár	4	40 m ²	nincs
		‘Bonifác’	8 hektár	8	50 m ²	nincs
		‘Milotai kései’	10 hektár	12	50 m ²	nincs
	Vereb	‘Chandler’	3 hektár	1	31,5 m ²	nincs
Dél-Dunántúl	Lengyeltóti	‘A117’	20 hektár	19	50 m ²	nincs
		‘Fernor’	17 hektár	8	48 m ²	van
		‘Lara’	7 hektár	8	48 m ²	van
		‘Milotai kései’	2,8 hektár	19	48 m ²	nincs

1. táblázat: Vizsgálatba vont dió árugyümölcsösök területi lefedettsége (Saját szerkesztés, 2024.)

3.2.3. Felhasznált izolátumok, tenyésztésük és fenntartásuk

Munkánk során a levél- és termésfertőzés vizsgálatokat két (Xj1, Xaj1) a Növénykórtani Tanszék génbankjában és egy (B.01395) a MATE Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteményében lévő *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* izolátummal végeztük (2. táblázat).

Izolátumkód	Izolálás éve	Gazdanövény	Mintagyűjtés helye
Xj1- <i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>juglandis</i>	2012	dió (<i>Juglans regia</i>)	Vecsés
Xaj1- <i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>juglandis</i>	2014	dió (<i>Juglans regia</i>)	Balaton környéke
B.01395- <i>Xanthomonas arboricola</i> pv. <i>juglandis</i>	1956	dió (<i>Juglans regia</i>)	Új-Zéland

2. táblázat: In vitro levél- és termésfertőzéshez használt Xaj izolátumok (Saját szerkesztés, 2024.)

A *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* izolátumok szélesztése King-B agar táptalajon (36 g King-B agar, 5 ml glycerol és 1 l H₂O) történt, amit követően szobahőmérsékleten 24-48 órán keresztül inkubáltuk. A tenyészetek hetenkénti fenntartása áttöltéssel valósult meg. Hosszú távú tárolás céljából -20 °C-on és -70 °C-on glycerolos konzerváló folyadékot (3 g Beef extract, 5 g pepton, 20 g glycerol, 1 l H₂O) használtunk (King, et al., 1954.).

3.2.4. Felhasznált eszközök

In vitro vizsgálatok során a levél- és termésfertőzéshez a laboratóriumban megtalálható alapvető eszközöket alkalmaztunk. A mesterséges fertőzés során fém-, üveg- és műanyag eszközök kerültek felhasználásra, ezek a következők voltak: műanyag doboz, vonalzó, hőmérséklet- és páratartalom mérő, üvegedény, Petri-csésze, pipetta, 70 %-os etil-alkohol, papírtörölő, térelválasztó, ecset, tű.

3.3. A vizsgálatok módszerei

3.3.1. Baktérium szuszpenzió előállítása

A mesterséges fertőzéshez használt *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* baktérium izolátumok 24 órás tenyészetéből steril desztillált víz segítségével készítettünk baktérium törzskeveréket. A szuszpenziók koncentrációját spektrofotométerrel határoztuk meg 540 nm-en, 10^7 sejt/ml töménységűre.

3.3.2. Krioprezervált izolátumok ellenőrzése

Gram tulajdonság vizsgálat

A vizsgálatba vont izolátumokat (Xj1, Xaj1, B01395) a hosszú idejű fenntartás végett a vizsgálatok előtt ellenőriztük. Először a Gram-tulajdonságot vizsgáltuk: a Gram-negatív baktériumok sejtfala lúgos oldatban gyorsan feloldódik és a dezoxiribonukleinsav nyúlós állagúvá válik, míg a Gram-pozitív baktériumok esetében a keverék vizes állagú marad (Suslow, 1982). A vizsgálatához izolátumonként külön-külön, friss, 24 órás tenyészetből származó baktériumkolóniát egy csepp 3%-os KOH oldattal a tárgylemezre helyeztünk. Ezt követően fogpiszkáló segítségével homogenizáltuk, majd szálhúzással ellenőriztük, hogy a baktérium sejtfala feloldódott-e (Gegersen, 1978).

Hiperszenzitív reakció és fertőzőképesség vizsgálata

A hiperszenzitív reakció vizsgálatához izolátumonként külön-külön 10^7 sejt/ml mennyiségű baktérium szuszpenziót injektáltunk fecskendő segítségével a dohánynövény levelébe. A tesztet 24 és 48 óra elteltével értékeltük (Klement, 1963).

A génbanki izolátumok fertőzőképességét külön-külön zöld dió patogenitási tesztel vizsgáltuk, az éretlen terméseket mosás és fertőtlenítés után fogvájó és pipetta segítségével baktérium szuszpenzióval (10^7 sejt/ml) mesterségesen fertőztük, a kontroll mintáknál pedig

desztillált vizet használtunk. 5-7 napon keresztül 26 °C-on inkubáltuk a terméseket 80-90 %-os relatív páratartalom mellett. A fertőzőképesség értékelése az alapján történt, hogy az inokulációs pont körül kialakultak-e a tünetek és milyen mértékben (foltátmérő) a fertőzést követően.

A mesterséges fertőzési vizsgálatokba csak azok az izolátumok kerülnek, melyeket ellenőriztünk és képesek tüneteket indukálni dohánynövényen és zöld dión egyaránt.

3.3.3. In vitro és in vivo vizsgálatok módszerei és értékelése

Kutatásunk során 7 település 17 ültetvényében végeztük a vizsgálatokat. Azon ültetvényekben, melyek fiatal korukból adódóan még nem hoztak termést, csak levélmintákat gyűjtöttünk és laboratóriumi körülmények között vizsgáltuk a diófajták leveleinek *Xaj* kórokozóval szembeni fogékonyságát. Azokban az ültetvényekben, ahol termés- és levélminta szedésére is lehetőségünk nyílt, mesterséges termés- és levélfertőzőttségi vizsgálatokat is végeztünk. Összegeztük az in vitro és in vivo vizsgálatokat, melyeket a 3. táblázat foglal össze.

Ültetvényi felvételezést végeztünk minden kiválasztott ültetvényben, azonban a nem termő ültetvényekben kizárólag a levélfertőzőttség mértékét vizsgáltuk meg. Termő ültetvényekben termés- és levélfertőzőttség értékelést végeztünk.

Helység	Diófajta	Életkor	Növényvédelmi kezelések (db)	Vizsgált növényi rész	
				<i>In vitro</i>	<i>In vivo</i>
Kecel	‘Chandler’	2	0	Levél	Levél
	‘Lara’	2	0	Levél	Levél
Lakitelek	‘Chandler’	2	0	Levél	Levél
	‘Lara’	2	0	Levél	Levél
Tiszaalpár	‘Fernor’	4	4	Levél	Levél
Érd	‘A117’	15	2	Termés és levél	Termés és levél
	‘BD6’	7	2	Termés és levél	Termés és levél
	‘Chandler’	9	2	Termés és levél	Termés és levél
	‘Milotai kései’	11	2	Termés és levél	Termés és levél
Lovasberény	‘Bonifác’	4 és 8	4	Termés és levél	Termés és levél
	‘Milotai kései’	12	4	Termés és levél	Termés és levél
Vereb	‘Chandler’	1	4	Levél	Levél
Lengyeltóti	‘A117’	19	3	Termés és levél	Termés és levél
	‘Fernor’	8	3	Termés és levél	Termés és levél
	‘Lara’	8	3	Termés és levél	Termés és levél
	‘Milotai kései’	19	3	Termés és levél	Termés és levél

3. táblázat: Összefoglaló táblázat a vizsgált növényi részekről ültetvényenként és diófajtánként (Saját szerkesztés, 2024)

Mesterséges termésfertőzés és értékelés

A vizsgálatba vont hat diófajta ('Alsószentiváni 117', 'Bonifác', 'Chandler', 'Fernor', 'Lara', 'Milotai kései') és egy fajtajelölt ('BD6') mintagyűjtése megegyezett az in vivo vizsgálatok időpontjával. Véletlenszerű kiválasztással fajtánként összesen 50 darab termés és 50 darab levél került begyűjtésre átlagosan 10-12 diófáról ültetvényenként. A mintagyűjtés során kizárólag csonthéjasodás előtti állapotban lévő, tünetmentes, egészséges, zöld diótermést választottunk ki, míg diólevelek tekintetében a közepén elhelyezkedő, egészséges, tünetmentes leveleket gyűjtöttünk.

Termésfertőzés esetében a laboratóriumba érkezést követően a diókat 70 százalékos töménységű alkohollal fertőtlenítettük, steril papírkendővel áttöröltük, száradni hagytuk. Fajtánként 20 darab termést fertőztünk 10^7 sejt/ml töménységű *Xaj* izolátumok baktériumtörzskeverékével, 20 darab termést kontrollként vizsgáltunk minden fajta esetében. A diók fertőzési helyének kialakításához fémből készült fogvájót alkalmaztunk, a termések egyik felén arányosan helyezve 5 darab szűrési sebet ejtettünk. A fogvájóval ejtett sebek átmérője átlagosan 1,1-1,2 mm között alakult. A szűrésok által ejtett sebekbe pipetta segítségével 20 µl baktérium szuszpenzió került. A fertőzött diókat felcímkézett, lezárt és desztillált vízzel átitatott papírral bélelt műanyag dobozba helyezve tároltuk 80-90 %-os páratartalom mellett. Kontroll termések esetében a folyamat hasonlóan zajlott le, azonban a fertőtlenített fém fogvájóval ejtett sebekbe 20 µl desztillált vizet pipettáztunk. A mintákat folyamatos megfigyelés mellett, 7-10 nap elteltével értékeltük, a megjelenő tünetek vizsgálata és azok mérése alapján. Feljegyeztük a fertőzés helyén kialakult foltok átmérőjét, és rögzítettük a diók keresztmetszetén jól látható elváltozásokat.

A diófajták mesterséges termésfertőzés kiértékelését Özaktan és mtsai (2008) és Tsiantos és mtsai (2008) által kidolgozott ötfokozatú skála alapján végeztük el. A fertőzöttségi skála kategóriák a következőképpen alakultak: '0' értéket a *rezisztens* fajták, '1' értéket a *mérsékelten rezisztens*, '2' értéket a *mérsékelten fogékony*, '3' értéket a *fogékony*, és '4' értéket az *erősen fogékony* fajták kaptak. Az adatok alapján kiszámoltuk a fertőzési indexet Bertrand és Gottwald (1986.) képletének segítségével.

$$F_m = \sum(a_i \times f_i)/n$$

F_m – fertőzöttség mértéke a termésen

a_i – az egyes fertőzöttségi skálaérték (fertőzöttség intenzitása)

f_i – az egyes skálaérték gyakorisága

n – fajtánként vizsgált összes termések száma

					
	A	B	C	D	E
Terméstünet mérete (foltátmérő mm- ben)	Egészséges termés	kisebb, mint 2,0 mm, felületes és apró foltok a szűrés helyén	2,1 mm és 3,5 mm közötti feketedés a szűrés helyén	3,6 mm és 5,0 mm közötti feketedés a szűrés helyén	több mint 5,0 mm-es feketedés a szűrés helyén
Fertőzőttségi skála	0	1	2	3	4
Fénykép	A	B	C	D	E

5. ábra: Alkalmazott termésfertőzőttségi skála diófajták *in vitro* értékezéséhez (Saját szerkesztés, 2024)

A foltátmérők szerinti fajtaösszehasonlítást kétfaktoros ANOVA modellel végeztük. A hibatagok normális eloszlását Shapiro-Wilk teszt segítségével ellenőriztük, a variancia homogenitását pedig Levene-próbával vizsgáltuk. A fajtapárok közötti összehasonlítást Games-Howell teszttel végeztük. Az elemzésekhez az IBM SPSS Statistics 27 szoftvert használtuk.

Mesterséges levélfertőzés és értékelés

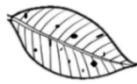
Levélfertőzősi vizsgálatok alkalmával a begyűjtött mintákból kizárólag az összetett, szárnyasan osztott diólevélen közepén elhelyezkedő 2-4 darab levélkét használtuk fel. A levélkéket desztillált vízben áztattuk 10 percen keresztül, amelynek célja a levélfelület tisztítása volt. Korábbi tapasztalatok alapján alkoholos fertőtlenítés hatására a diólevél be barnult, ami negatív hatást gyakorol a diólevelek értékelhetőségére (Ambrus, 2022.) A dióleveleket az áztatást követően steril papír törülközővel áttöröltük, száradni hagytuk. A diólevelek *Xaj* kórokozóval való megfertőződését ecsettel végeztük. A 10^7 sejt/ml töménységű baktériumtörzskeveréket a levélkék fonáki oldalán, a főér mindkét felén, az oldalerekkel párhuzamosan juttattuk ki a levéllemezre (Jiang et al., 2019., Békési, 2023.) A levéllemezen az ecset segítségével mikrosérüléseket ejtettünk, ami a kórokozó növényi részbe való bejutásához járult hozzá. A fertőzött diólevélkéket felcímkézett, lezárt és desztillált vízzel átitatott papírral bélelt műanyag dobozba helyezve tároltuk 80-90 %-os páratartalom mellett. Kontroll diólevelek esetében a folyamat hasonlóan zajlott le, azonban a fertőtlenített ecsetet desztillált vízbe

mártottuk a baktérium szuszpenzió helyett. A mintákat naponta felügyeltük, értékelésük a fertőzést követő 7 nap elteltével történt meg.



6. ábra: 'Lara' diófajtán Xaj kórokozó által okozott tünetek; A – tünetsor, B – fertőzött minta, C – kontroll minta (Saját szerkesztés, 2024.)

A levélfertőzések értékelésénél Jiang és mtsai (2019) által alkalmazott skálázási módszert alkalmaztuk, amely a fertőzött levélfelület teljes levélhez viszonyított aránya alapján sorolja fertőzöttségi osztályokba a diófajtákat. A fertőzöttségi skála kategóriák a következőképpen alakultak: '0' értéket a *rezisztens* fajták, '1' értéket a *mérsékelten rezisztens*, '2' értéket a *mérsékelten fogékony*, '3' értéket a *közepesen fogékony*, '4' értéket a *fogékony*, és '5' értéket az *erősen fogékony* fajták kaptak.

Diólevélkék tünetekkel való borítottsága		Fertőzöttségi skála
Egészséges levél: nincs tünet vagy alig látható		0
A fertőzöttség 3% és 10% között van: nekrotikus pöttyök megjelenése		1
A fertőzöttség 10,1% és 20% között van: a pöttyök összeértek folttá		2
A fertőzöttség 20,1% és 30% között van: a foltok összeértek blokkokká		3
A fertőzöttség 30,1% és 50% között van: a foltok összeértek blokkokká		4
A fertőzöttség 50,1% és 100% között van: a foltok összeértek blokkokká		5

4. táblázat: A levéltünetek értékeléséhez alkalmazott skála (Jiang et al., 2019., Békési, 2023)

A diófajták levélfertőzésének mértékét kétfaktoros ANOVA modellel hasonlítottuk össze. A hibatagok normális eloszlását Shapiro-Wilk teszttel ellenőriztük. A varianciák homogenitását Levene-próbával vizsgáltuk, míg a fajtapárok közötti eltéréseket Games-Howell teszt segítségével határoztuk meg. Az elemzésekhez az IBM SPSS Statistics 27 szoftvert használtuk.

3.3.4. In vivo termés- és levélvizsgálatok módszere és értékelése

A diófajták *Xaj* kórokozóval szembeni fogékonyság vizsgálatát árugyümölcsösökben 2024. júniusában végeztük el, a fertőzés lefolyása szempontjából kritikus időszak után. A vizsgálati helyszínek kijelölésében fontos befolyásoló tényezők voltak a különböző domborzati és éghajlati körülmények, valamint a „jó gazda” gondosságának megléte a tulajdonosok és vezetők részéről.

In vivo kutatásunk során a *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* kórokozó tavaszi kártételének felmérését végeztünk el a kísérőtűnetek felmérésével. Ültetvényenként 10 darab diófa került szisztematikusan kiválasztásra. Az ültetvény szélső sorait és soronkénti utolsó fáit nem vontuk be a kísérletbe. Minden alkalommal a második sor harmadik fájától az ültetvény centrumának irányába átlósan vizsgáltuk a kijelölt diófákat. A vizsgálat során diófánként 10 darab termést és 10 darab levelet vizsgáltunk meg Bandi (2015.) által alkalmazott módszer alapján. A termések és levelek szemrevételezése minden diófa esetében „Észak-Kelet-Dél-Nyugat-korona közepe” irányban valósult meg. Égtájanként két termést és két levelet figyeltünk meg, így egy árugyümölcsösben összesen 100 termés és 100 levél vizsgálat történt. A helyszíni vizsgálatokat megelőzően vizsgálati adatlapot készítettünk, ami minden diófa esetében kitöltésre került (1. melléklet).



7. ábra: In vivo felvételezések során készített fényképek
(Saját szerkesztés, 2024.; Fotók: Lehoczki, Végh, 2024)

Mind a termés-, mind a levélvizsgálat során az 5. táblázatban szereplő fedettségi skála alapján dolgoztunk. A kórokozó által előidézett nekrotikus foltméret százalékos megoszlását határoztunk meg a vizsgálat növényi rész teljes felületéhez viszonyítva. A foltméret függvényében fogékonysági osztályba soroltunk minden megvizsgált termést és levelet.

	0	0,1-3	4-10	11-25	26-50	>51
Nekrotikus foltméret (%)	Egészséges, foltmentes levél és termés	Nagyon alacsony fertőzöttség	Alacsony fertőzöttség – elkülönülő kis foltok	Közepes fertőzöttség – elkülönülő nagy foltok	Erős fertőzöttség – összeért foltok	Nagyon erős fertőzöttség – deformált levél és termés
Fogékonysági osztály	0	1	2	3	4	5

5. táblázat: A kórokozó tüneteinek erőssége a dió levelén és az éretlen termés exocarpiumán (Saját szerkesztés Bandi (2015.) alapján)

A papíron feljegyzett eredményeket kézi módszerrel digitalizáltuk, a Microsoft Excel táblázatkereső alkalmazásban rögzítettük. A levél- és termésfertőzöttségi értékek mellett a vizsgálati helyszín, a vizsgálat időpontja, a vizsgált fajta, a fajták fakadási ideje, a terület öntözhetősége, a kezelések száma és módja, a terület adott évi kumulált csapadékmennyisége és hőösszege került feltüntetésre. A termeléssel kapcsolatos információkat a gazdálkodók, a meteorológiai adatokat a Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. Meteorológiai Adattárából került kigyűjtésre az értékelés napjával bezárólag.

A begyűjtött adatok kiértékelését statisztikai módszerrel végeztük az IBM SPSS Statistics 27 program segítségével. A levél- és termésfertőzöttség mértékének fajtánkénti összehasonlítását többfaktoros ANOVA modellel végeztük, ahol a független változók között szerepelt a vizsgált fajta, a fajták fakadási ideje, a terület öntözhetősége, a kezelések száma és módja, a terület adott évi kumulált csapadékmennyisége és hőösszege. A fajták fogékonysági csoportokba való felosztását a begyűjtött adatok alapján elvégzett hierarchikus klaszteranalízissel végeztük el. A hibatagok normalitását Shapiro-Wilk teszttel ellenőriztük. A szóráshomogenitást Levene-próbával igazoltuk. A páronkénti összehasonlítás a Duncan-teszt alapján történt.

4. Eredmények

A 2024. év vegetációs időszakban elvégzett *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* kórokozóval szembeni diófajta fogékonyság vizsgálati eredmények közlését a laboratóriumi vizsgálatokkal kezdem, az ültetvényi felvételezések során megszerzett információkkal folytatom, végezetül a fajták összehasonlítását végzem el az ismertetett adatok alapján.

4.1. Vizsgálatba vont kórokozó izolátumok ellenőrzése hosszú távú fenntartás után

A hosszú távú fenntartás- krippezerválás után célszerű ellenőrizni a tisztaságukat, életképességüket és fertőzőképességüket, hogy ezzel kiküszöböljük az esetleges befertőződést a több éven át tartó, mélyfagyasztás során és a mesterséges fertőzés sikertelenségét, és egyben ellenőrizhetőségét az izolátumok fertőzőképességének és patogenitásának igazolása során. Mindhárom izolátum (Xj1, Xaj1, B01395) mindegyike igazolta a *Xanthomonas* fajokra jellemző tulajdonságokat (tenyészbélyeg, Gram-tulajdonság, HR, virulencia-fertőzőképesség).

Tenyészbélyeg

A vizsgálatba vont három génbanki *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* izolátum (Xj1, Xaj1, B01395) könnyen tenyésztethető és fenntartható volt King-B táptalajon. 24-48 órás inkubálás után mindegyik mutatta a *Xanthomonas* fajokra tipikusan jellemző: sárga pigmentet (xanthomonadint) termelő, nyálkás, sima szélű, domború kolóniákat (8. ábra).

Gram- tulajdonság

A három génbanki *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* izolátum (Xj1, Xaj1, B01395) kolóniáit külön-külön tárgylemezre helyeztük, és 3%-os KOH oldatot adtunk hozzá, ezután steril fogpiszkáló segítségével homogenizáltuk. Az elegy nyúlós állagúvá vált mindegyik izolátum esetében, a KOH oldat feloldotta a kórokozók sejtfalát (8. ábra), így KOH pozitívak, azaz ezzel igazolva az izolátumokat, hogy Gram-negatív tulajdonsággal rendelkeznek.

Hiperszenzitív reakció és fertőzőképesség vizsgálat

A hiperszenzitív reakció vizsgálata során a dohánynövények leveleibe injektált három izolátum (Xj1, Xaj1, B01395) gyors reakcióit vizsgáltuk. 24 óra elteltével mindhárom izolátum pozitív reakciót adott, azaz gyors szöveti nekrózist mutatott (8. ábra). A kontrollként használt

desztillált víz esetében nem volt megfigyelhető gyors válaszreakció, gyors szöveti elhalás a dohányleveleken.

A három génbanki izolátum (Xj1, Xaj1, B01395) fertőzőképességét zöld dión ellenőriztük. Minden izolátum esetében tapasztaltunk a fertőzést követő 7. napon a vizenyős, barnás-feketés elhalást (8. ábra) a szúráspont körül eltérő mértékben. és dióbél feketedést a kontrollhoz képest. Minden mesterségesen fertőzött dióról sikeresen visszaizoláltuk a kórokozót, melyeket tenyészbélyegek és klasszikus vizsgálatok alapján igazoltunk.



8. ábra: A B01395 Xaj izolátum tenyészbélyege King-B agaron, Gram vizsgálata, hiperszenzitív reakciót indukáló képessége dohánynövény levelén és fertőzőképességének ellenőrzése zöld dión (Balról jobbra haladva)

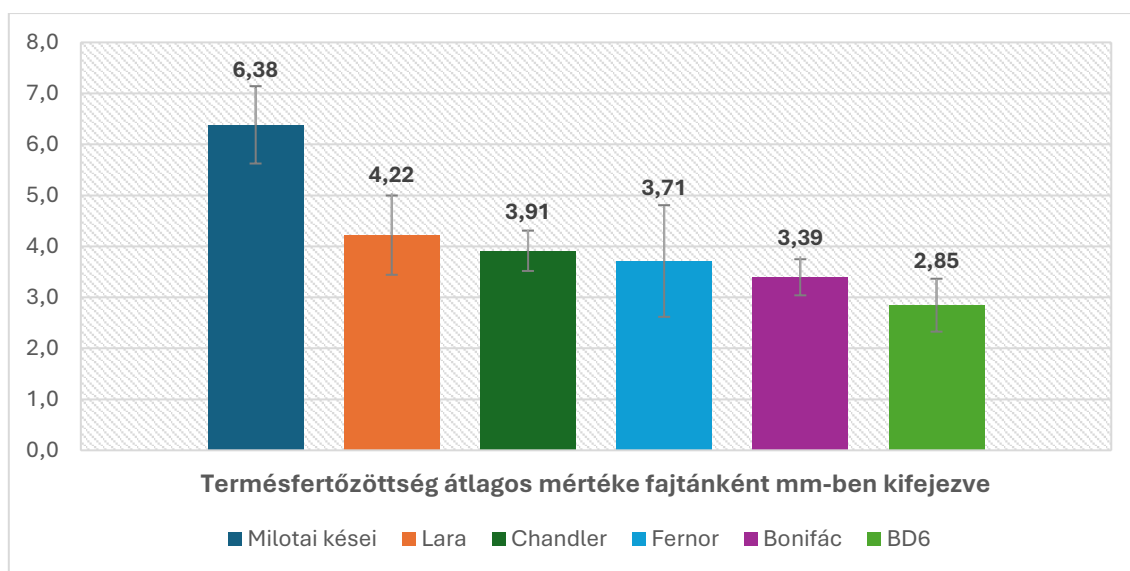
4.2. In vitro termés- és levélfertőzések elemzése

Az izolátumok ellenőrzése után, a laboratóriumi kísérletek során a vizsgált fajtáknál ('Alsószentiváni 117', 'Bonifác', 'BD6' fajtajelölt, 'Chandler', 'Fenor', 'Lara', Milotai kései') a levél és termés xantomonászos betegségre való fogékonyságát mesterséges inokuláció alapján vizsgáltuk. A termések kiértékelése során a zöldburkon tapasztalható elváltozások mellett a vizsgálat során a kórokozó dióbélre gyakorolt káros hatásait is megfigyeltük.

In vitro kísérletünk elvégzéséhez levélmintát, valamint termés- és levélmintát gyűjtöttünk a vizsgált ültetvényekből (1. táblázat). Termés- és levélmintát a 10 darab, termőre fordult dió ültetvényből vettünk, az érdi, lovasberényi és lengyeltóti gyümölcsösökből. Kizárólag levélmintát azon a területekről vontunk vizsgálatba, amelyek még nem termő ültetvények, nem rendelkeztek értékelhető termés mennyiséggel a vizsgálat idején. Általánosságban megfigyelhető, hogy jellemzően a külföldi diófajtákból létesített árügyümölcsösök azok, amelyekből nem lehetett értékelhető mennyiségű termés mintát gyűjteni, ezeknek az életkora átlagosan két év. A kutatásba bevont külföldi fajtákkal létesített, termőre fordult árügyümölcsös kevés helyen található Magyarországon. A Tiszaal páron

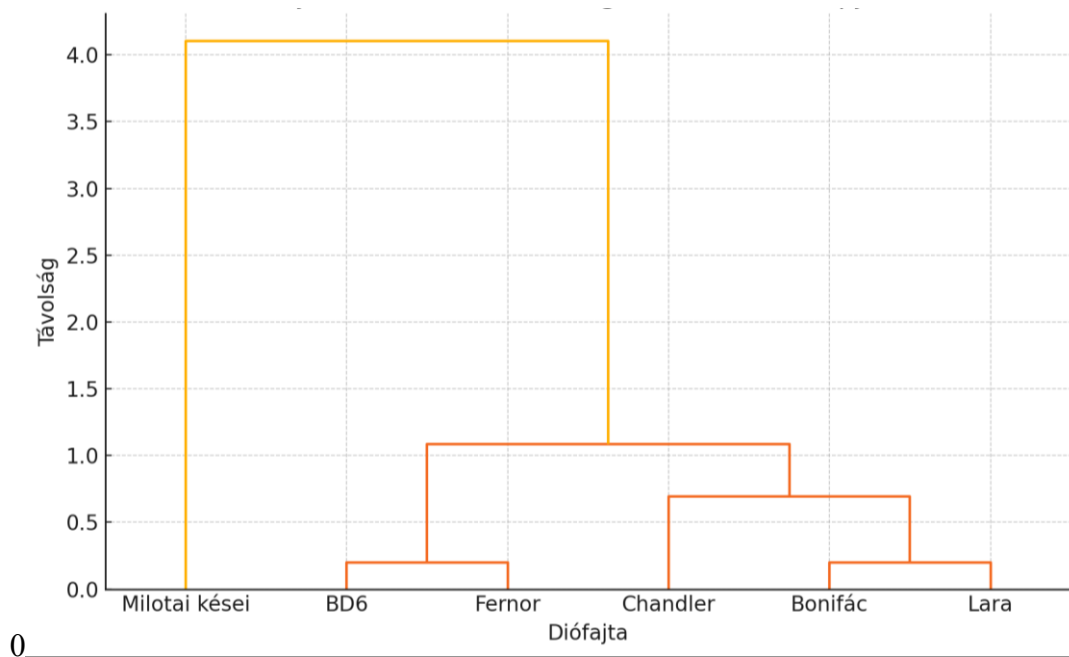
elhelyezkedő 4 éves 'Fernor' ültetvény életkorából következően már termővé vált, azonban a tavaszi fagykár következtében jelentős termésvesztést szenvedett.

A termésfertőzősségi vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a legfogékonyabb diófajtának laboratóriumi körülmények között a 'Milotai kései', míg legkevésbé fogékonyak a 'BD6' fajtajelölt mutatkozott. (9. ábra) A kontroll mintáknál nem tapasztaltunk elváltozást, a szűrőhelyek körül fertőzésre utaló elváltozásokat nem figyeltünk meg. Kiemelendő, hogy a 'Lara' és 'Franquette' diófajták keresztezéséből nemesített 'Fernor' diófajta termése in vitro körülmények között kevésbé fogékonyak mutatkozott a kórokozóval szemben, mint a szülőfajta. Az eredmények alapján következtethetünk arra, hogy a keresztezés hatására a 'Fernor' ellenállóbbá vált a *Xaj* baktériummal szemben, de fontos megjegyezni, hogy ennél a fajtánál tapasztaltuk a legnagyobb szórást ($s=2,19$ mm) a mintákban.



9. ábra: In vitro termésfertőzősségi vizsgálatok összesített eredménye (Saját szerkesztés, 2024)

Özaktan és mtsai (2008) és Tsiantos és mtsai (2008) által kidolgozott és a vizsgálatunkban alkalmazott termésfertőzősségi skála alapján (5. ábra) megállapítható, hogy *erősen fogékony* (4) kategóriába kizárólag a 'Milotai kései' diófajta sorolható. A vizsgált külföldi fajták ('Lara', 'Chandler', 'Fernor') a feltátmérő alapján *fogékony* (3) osztályba kerültek, míg a 'Bonifác' fajta *mérsékelten fogékony* (2), a 'BD6' fajtajelölt *mérsékelten rezisztens* (1) besorolást kapott.



10. ábra: Dendrogram in vitro termésfertőzősségi eredmények alapján (Saját szerkesztés, 2024.)

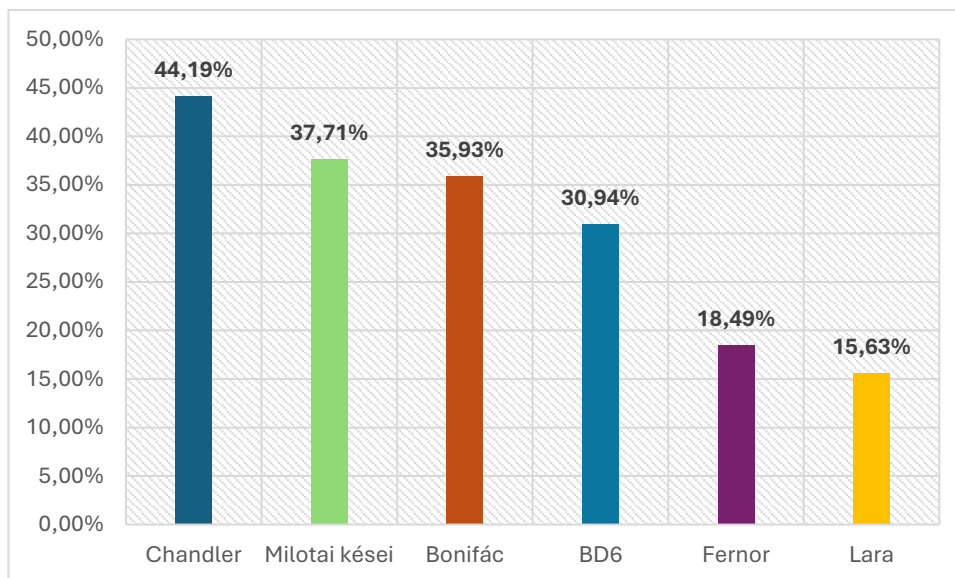
ANOVA elemzés alapján megállapítható, hogy a vizsgált diófajták között szignifikáns különbség van ($F(6,1148) = 154,41$; $p\text{-érték} < 0,001$). A termésfertőzősségi értékek részletesebb meghatározásához hierarchikus klaszteranalízist végeztünk, amely alapján 3 csoportot határoztunk meg. A dendrogram rávilágít arra, hogy a 'Milotai kései' fajta jelentősen elkülönül a többi diófajtától, erősen fogékony kategóriába soroltuk. A klaszteranalízis alapján a 'BD6' fajtajelölt és a 'Fernor' fajta, valamint a 'Lara', 'Chandler' és 'Bonifác' fajták kerültek egy csoportba.

Azáltal, hogy a termésminták gyűjtése a csonthéj kialakulása előtt történt meg, fontosnak tartottuk megvizsgálni a fertőzés mértékét a dióbélben is. A vizsgálatok elvégzéséhez a fertőzött és kiértékelt diókat félbe vágtuk, így megfigyelhetővé vált a kórokozó által előidézett terméskártétel is. A dióbél kártételét azon diók esetében tapasztaltuk, amelyeknek epikarpiumán legalább 5 mm foltátmérőjű fertőzősség volt megfigyelhető. A fertőzés következtében a dióbél elbarnult, összezsugorodott, a termés értékét veszítette, fogyasztásra alkalmatlanná vált. (11. ábra)



11. ábra: *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* dióbél kártétele 'Milotai kései' fajtán a mesterséges fertőzést követő 7. napon (Saját fotó, 2024.)

A *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* kórokozóval kezelt diólevelek fajtánként eltérő mértékű fertőzöttséget mutattak (12. ábra). A 'Lara' és 'Fernor' fajták a termésvizsgálatokhoz hasonlóan, levélfertőzöttség mértékét vizsgálva is egy kategóriába sorolhatóak, 'Fernor' esetében átlagosan 19 százalék, 'Lara' esetében 16 százalék volt a nekrotikus foltméret a teljes levélfelülethez viszonyítva a kezelt leveleken. A vizsgálat alapján fogékony fajták közé soroltuk levélfertőzöttséget tekintve a 'Milotai kései', 'Bonifác' diófajtákat és a 'BD6' fajtajelöltet, ahol az átlagos levélnekrózis mértéke meghaladta a 30 százalékot. A laboratóriumi vizsgálatok alapján a levélfertőzöttség tekintetében legérzékenyebb fajtának az amerikai 'Chandler' mutatkozott. A Lovasberényből, Lakitelekről és Kecelről gyűjtött minták alapján a fertőzöttség mértéke elérte a 44%-ot, a minta szórása pedig 8 százalék volt ennél a fajtánál.



12. ábra: Nekrotikus foltok aránya a teljes levélfelülethez viszonyítva diófajtánként (Saját szerkesztés, 2024.)

ANOVA elemzés alapján megállapítható, hogy a vizsgált diófajták között szignifikáns különbség van ($F(6,1094) = 10,54$; $p\text{-érték} < 0,001$) a levélen tapasztalható levélfertőzőség mértékében a vizsgált diófajták esetében. Jiang et al. (2019.) módszertana alapján a 'Lara' és 'Fernor' fajták levélfertőzőség tekintetében *mérsékelten rezisztens* (2) osztályba kerültek, a többi vizsgált fajta ('BD6' fajtajelölt, 'Bonifác', 'Milotai kései', 'Chandler') *fogékony* (4) besorolást kapott. Szóráshányados vizsgálat alapján a diófajták és a levélfertőzőség mértéke között közepesen gyengébb kapcsolat van ($H = 0,3051$), vizsgálatunk alapján a diófajták 9,31 százalékban magyarázták a fertőzőség mértékének alakulását.

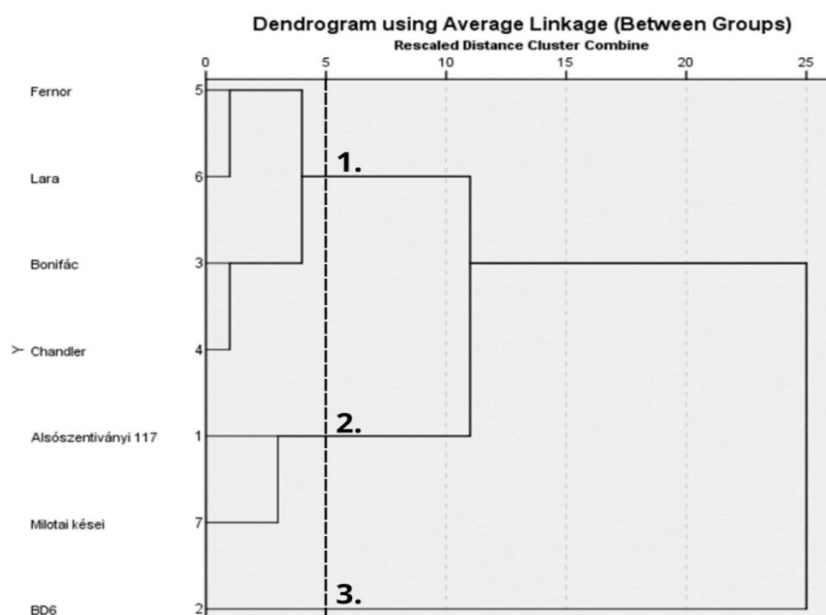


13. ábra: *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* okozta tünetek 'Chandler' diólevelen a mesterséges fertőzést követő 7. napon (Saját fénykép, 2024.)

4.3. In vivo termés- és levélfertőzések elemzése

In vivo kutatásunkat 17 dió ültetvényben végeztünk el Magyarország négy régiójában. A két legtávolabbi ültetvény egymástól légvonalban 182 kilométer távolságra helyezkedett el. A vizsgálatba vont ültetvényekben levélfertőzöttség, valamint termés- és levélfertőzöttség mértékét figyeltük meg. A 7 darab fiatal, kísérleti árugyümölcsösben, amelyek életkora átlagosan két év, a diólevelek fertőzöttségének mértékét figyeltük meg. A termőre fordult ültetvényekben a levélfertőzöttség mellett a termésfertőzöttség mértékét is vizsgáltunk. (3. táblázat).

Annak érdekében, hogy a diófajták *Xaj* fertőzöttségi értéke közötti különbségeket mélyebben megvizsgálhassuk, hierarchikus klaszteranalízist végeztünk el, amely rávilágít a különböző diófajták ismervek szerinti hasonlóságára. A dendrogram alapján három elkülönülő csoportot határoztunk meg a levél- és termésfertőzöttségi értékek szerint. A 'Fernor', 'Lara', 'Bonifác' és 'Chandler' diófajták kevésbé mutatkoztak fogékonynak a kórokozóval szemben, míg az 'Alsószentiváni 117', 'Milotai kései' közepesen fogékonynak, a 'BD6' fajtajelölt fogékonynak tekinthető.



14. ábra: Dendrogram a fajták fogékonyságához in vivo kísérletben (Saját szerkesztés, 2024.)

Az eredmények rávilágítanak arra, hogy a jelenleg hazánk fejlett áru gyümölcsöiseiben elterjedt, intenzív, oldalrügyön termő fajták ellenállóbbnak bizonyulnak a kórokozóval szemben, mint az alapfajta ‘Alsószentiványi 117’-es és a ‘BD6’ fajtajelölt.

A vizsgálat során a levél- és termésfertőzöttségi értékek mellett a fajták fakadási ideje, a terület öntözhetősége, a kezelések száma és módja, a terület adott évi kumulált csapadékmennyisége és hőösszege változók közül 5 százalékos szignifikancia szint mellett kizárólag a hőösszeg, mint környezeti körülményeket jellemző adat bizonyult szignifikánsnak. (6. táblázat)

Statisztikai vizsgálatot készítettünk a diófajták különböző ültetvényekben tapasztalt eltéréseiről. A vizsgálat célja az volt, hogy a több ültetvényben is megtalálható fajták összehasonlításával megfigyeljük, hogy melyik vizsgált tényező hatása okoz szignifikáns különbséget az egyes fajták levélfertőzöttségi eredményeiben. Az összesítő táblázatban „n.a.” jelölést kaptak azok a mezők, ahol az adott fajtánál a vizsgált tényezőt nem lehetett más ültetvénnyel összehasonlítani (6. táblázat).

	Helyszín (hőösszeg, csapadék)	Életkor	Öntözött	Kezelések száma	Kezelés típusa
'A117'	Lengyeltóti, Érd	15, 19	n.a.	2,3	C, D
	nincs különbség	nincs különbség		nincs különbség	nincs különbség
'BD6'	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
'Bonifác'	n.a.	4,8	n.a.	n.a.	n.a.
		nincs különbség*			
'Chandler'	Kecel, Vereb, Lakitelek	1,2,3,9	igen/nem	0,2,4	N,B,D
	van különbség	van különbség	van különbség	van különbség	van különbség
'Fernor'	Tiszaalpár, Lengyeltóti	4,8	igen/nem	3,4	A,C
	nincs különbség*	nincs különbség*	nincs különbség*	nincs különbség*	nincs különbség*
'Lara'	Lengyeltóti, Kecel, Lakitelek	2,3,8	igen/nem	0,3	N,C
	nincs különbség	nincs különbség	nincs különbség	nincs különbség	nincs különbség
'Milotai kései'	Lovasberény, Lengyeltóti, Érd	11,12,19	n.a.	2,3,4	B,C,D
	van különbség	van különbség		van különbség	van különbség
n.a. - nincs adat; * - szórások közötti különbség					

6. táblázat: Összefoglaló táblázat a levélfertőzöttséget befolyásoló tényezőkről

Az összefoglaló táblázat és a háttérszámítások alapján megállapítható, hogy a termőterület elhelyezkedése szignifikánsan képes befolyásolni a fertőzöttség mértékét a leveleken (F-érték = 20,263, p-érték = 0,006). Az ültetvény életkora és a fertőzöttség szintje között erős összefüggéseket nem lehetett megfigyelni. Spearman-féle rangkorrelációs vizsgálatot végeztünk el az ültetvények öntözöttsége (igen/nem változók) és a természetesfertőzöttség mértéke között. A korrelációs együttható értéke -0,211, ami gyenge negatív korrelációra utal. Megállapítható, hogy öntözött ültetvény esetében a termésen előforduló *Xaj* fertőzöttség mértéke kis mértékben csökken a nem öntözött ültetvényekkel összehasonlítva. A Duncan teszt alapján a levélfertőzöttség mértéke nagyobb a késői fakadási időhöz tartozó csoportban (1,30), mint a középkései és korai fakadási időhöz tartozó csoportokban (1,04 és 1,10), azaz a késői fakadású fajták átlagos levélfertőzöttségi értéke szignifikánsan nagyobb, mint a korai és középkései fajtáké.

Levélfertőzőttség							
Fajta		N	Részhalmaz				
			1	2	3	4	5
Duncan ^{a,b,c}	‘Lara’	300	0,83				
	‘Fernor’	200	0,87				
	‘Bonifác’	200	0,97				
	‘Chandler’	400		1,13			
	‘Alsószentiváni 117’	120			1,35		
	‘Milotai kései’	300				1,51	
	‘BD6’	100					1,90
	Szignifikancia szint		0,094	1,000	1,000	1,000	1,000

7. táblázat: Post-hoc teszt a diófajták levélfertőzőttségének vizsgálatához

A Duncan-teszt eredményei szerint a különböző diófajták között a levélfertőzőttség tekintetében vannak szignifikáns különbségek. Az első három diófajta (‘Lara’, ‘Fernor’, ‘Bonifác’) nem mutat szignifikáns eltérést egymástól, de a ‘Chandler’, ‘Alsószentiváni 117’, ‘Milotai kései’ fajták és a ‘BD6’ fajtajelölt már szignifikánsan eltérnek egymástól és az első három fajtától. A ‘BD6’ fajtajelölt mutatja a legnagyobb levélfertőzőttségi szintet, szignifikánsan különbözik a többi fajtától.

4.4. In vitro és in vivo vizsgálatok eredményeinek összehasonlítása

A kutatás eredményeinek értékelése szempontjából kiemelő, hogy a laboratóriumi minták azonos fenológiai stádiumú levelek és termések voltak, mint az ültetvényben értékeltek, így az összehasonlítás pontosabban elvégezhető volt.

In vitro a ‘Chandler’ diófajtához hasonló eredményeket, míg in vivo megbízható és kevésbé fogékony fajtáknak mutatkoztak a ‘Lara’ és ‘Fernor’ diófajták *Xaj* kórokozóval szemben. A vizsgálati eredmények alapján a növényvédelmi kezelések száma és az ültetvény területi adottságai nem befolyásolták jelentős mértékben a fajták teljesítményét.

Habár a ‘Bonifác’ magyar diófajta in vitro jó terméseredményeket ért el, in vivo mind a fiatalabb (4 éves), mind az idősebb (8 éves) dióültetvény csak magasabb kezelésszám mellett ért el a ‘Fernor’ és ‘Lara’ fajtákhoz hasonló eredményeket.

Megállapítottuk, hogy laboratóriumi körülmények között a ‘Chandler’ amerikai diófajta fogékony *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* kórokozóval szemben. Levélfertőzőttség

tekintetében jó eredményeket ért el a diófajta, a nem termő ültetvényekben növényvédelmi kezelés nélkül sem haladta meg a 10 százalékot a fertőzés mértéke. Fontos kiemelni, hogy a kísérletbe vont ültetvények közül egy darab volt, amelyben termőre fordult 'Chandler' diófajtát tudtunk megvizsgálni.

A 'BD6' fajtajelölt in vitro a legjobb termés- és levéleredményeket elérő fajtának bizonyult, az átlagos fertőzöttség értéke termés esetében nem érte el a 3 százalékot és a fertőzött minták között nem jelentős mértékű különbségeket figyeltünk meg ($s=0,46\%$). In vivo körülmények között a 'BD6' gyenge levélfertőzöttségi értékeket produkált, ami a növényvédelmi kezelések alacsony számának, a magas gyomnyomásnak és ebből következően a fák gyenge kondíciójának köszönhető.

Az elvégzett kutatás eredményei, az elérhető fajtaleírások és a hazai termőterületek környezeti adottságai alapján perspektivikus külföldi diófajtáknak mutatkoznak a 'Fernor' és 'Chandler' fajták nagy termőképességük, rövid termőre fordulási idejük és kórokozókkal szembeni elfogadható ellenállóképességük miatt. Hazai nemesítésű diófajták közül a 'Bonifác' rövid termőre fordulási ideje, kései fakadási ideje és nagy termőképessége miatt kiemelkedik, azonban a kórokozókkal szembeni fogékonysága az árugyümölcsösökben való széleskörű elterjedését nehezíti.

5. Összefoglalás és következtetés

A dió globális termelése folyamatosan növekszik, a globális termelési tendenciák stabilnak tekinthetők. Az Európai Unió nem önellátó dióbél tekintetében, így a belső piacon jó értékesítési lehetőségek állnak a magyar dió előtt. Magyarországon a dió termőterülete folyamatos növekedést mutatott az elmúlt években, azonban a diót károsító kórokozók és kártevők, valamint a klímaváltozás, az egyre melegebb évszakok, forró nyarak kihívást jelentenek a termesztésben.

A *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* növénypatogén baktériumfaj nemcsak Magyarországon, de világszinten is a dió egyik legjelentősebb kórokozója (Kim et al., 2021.; Lamichane, 2014; Mónus, 2002; Radócz, 2002), a világ minden diótermesztő országában előfordul. A dió minden föld feletti részen okozhat tüneteket, de főként a fiatal növényi részek fertőződnek, az idősebb, fásodó szövetek ritkábban. Özaktan és mtsai (2008), Jiang és mtsai (2019) Bandi (2015) és Ambrus (2022) kutatásai egybehangzóan arra világítanak rá, hogy a diófajták *Xaj* kórokozóval szembeni ellenállóképességében eltérések tapasztalhatók, baktériummal szembeni rezisztens diófajták nem találhatók. Megfelelő fajtahasználat, a dió számára ideális környezeti körülmények biztosításával, valamint harmonikus tápanyagellátással hatékonyan lehet megelőző védekezést folytatni a kórokozóval szemben. Hazai viszonylatban korábban elenyésző számban vizsgálták a kórokozót ültetvényi körülmények között. A Magyarországon elterjedt diófajták kórokozó iránti fogékonyságának ültetvényi szintű értékelésére nagy igény jelentkezik a hazai diótermesztők közösségében. Átfogó fajtafogékonysági vizsgálatunk hozzájárulhat a diótermesztők fajtaválasztási döntéséhez, és útbaigazítást adhat a kórokozó elleni növényvédelmi kezelések kritikus periódusairól.

A 2024 nyarán, a diófajták fogékonysági vizsgálata során három izolátumot vontunk a kísérletbe, melyeket a hosszú távú fenntartás után ellenőriztünk, és minden tulajdonságban (tenyészbélyeg, Gram-tulajdonság, HR és fertőzőképesség vizsgálat) igazolták a *Xanthomonas* fajokra jellemző leírásokat (Lelliot & Stead, 1987., Bradbury, 1986). In vitro vizsgáltuk 6 diófajta ('Alsószentiváni 117', 'Bonifác', 'Chandler', 'Fernor', 'Lara', 'Milotai kései') és egy fajtajelölt ('BD6') *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* kórokozóval szembeni fogékonyságát mesterséges levél- és termésfertőzés keretében. A megfertőzést követő inkubációs idő lejártá után a termésen megjelenő foltok átmérője alapján értékeltük a diófajták fogékonyságát korábbi szakirodalmakban alkalmazott módszerekkel. A laboratóriumi minták

azonos fenológiai stádiumú levelek és termések voltak, mint az ültetvényben értékelték, így az összehasonlítás pontosabban elvégezhető. In vitro kutatásunk során elért eredményeink egyezést mutatnak Ambrus (2022) és Moskola (2017) vizsgálati eredményeivel. Özaktan és mtsai (2008.) és Tsiantos és mtsai (2008.) által kidolgozott és a vizsgálatunkban alkalmazott termésfertőzöttségi skála alapján megállapítható, hogy *erősen fogékony* kategóriába kizárólag a 'Milotai kései' diófajta sorolható. A vizsgált külföldi fajták ('Lara', 'Chandler', 'Fernor') a feltátmérő alapján *fogékony* osztályba kerültek, míg a 'Bonifác' fajta *mérsékelten fogékony*, a 'BD6' fajtajelölt *mérsékelten rezisztens* besorolást kapott. In vitro levélfertőzöttségi vizsgálat alapján fogékony fajták közé soroltuk a 'Milotai kései', 'Bonifác' diófajtákat és a 'BD6' fajtajelöltet, ahol az átlagos levélnekrózis mértéke meghaladta a 30 százalékot. A laboratóriumi vizsgálatok alapján a levélfertőzöttség tekintetében legérzékenyebb fajtának az amerikai 'Chandler' mutatkozott.

In vivo termés- és levélfelvételezéssel vizsgáltuk a kísérletbe bevont diófajták fertőzöttségének mértékét, Magyarország négy régiójában, hét településen vizsgáltunk meg összesen 17 dió ültetvényt Bandi (2015) vizsgálati módszere alapján. A 'Fernor', 'Lara', 'Bonifác' és 'Chandler' diófajták kevésbé mutatkoztak fogékonnak a kórokozóval szemben, míg az 'Alsószentiváni 117', 'Milotai kései' közepesen fogékonnak, a 'BD6' fajtajelölt fogékonnak tekinthető a termés- és levélfertőzöttségi értékek alapján. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a terület öntözhetőségi lehetősége, az éves kumulált hőösszege szignifikánsan képes befolyásolni a fertőzöttség mértékét.

Összességében elmondható, hogy a Magyarországon népszerű, árügyümölcsösökben használt diófajták *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* kórokozóval szembeni fogékonysága megfelelő növényvédelem mellett gazdaságilag elfogadható szintet tud képviselni, azonban a fajták között szignifikáns eltéréseket tapasztalni. A fajtaválasztást a termőhelyi adottságok, a fajta termőképessége és növekedési erélye mellett a kórokozókkal szembeni ellenállóképessége is jelentősen befolyásolja. A hosszú tenyészidejű, magas beruházási költséget igénylő és lassan termőre forduló dió tekintetében a növényvédelmi szempontokat mérlegelni szükséges a költséghatékony és versenyképes termelés érdekében.

További fajtafogékonysági vizsgálatok középpontjában állhatnak a jelenleg még nem termőre fordult ültetvények későbbi értékelése, ugyanis a külföldi fajtákról hazai környezeti viszonyok között kevés információ áll rendelkezésre. Tekintettel arra, hogy a hazai klimatikus körülmények hatására folyamatosan növekszik az öntözött ültetvények aránya, érdemesnek

gondoljuk megvizsgálni, hogy a kijuttatott öntözővíz mennyisége és a kijuttatás módja hogyan befolyásolhatja a kórokozó fertőzőképességét az ültetvényekben.

6. Köszönetnyilvánítás

Kutatásom megvalósításában segítségemre volt konzulensem, így ezúton szeretnék köszönetet mondani Dr. Karacs-Végh Anita egyetemi docensnek, hogy szaktudásával és munkájával támogatta dolgozatom elkészülését. Konzulensem mellett köszönettel tartozom a kutatásba bevont dióültetvények tulajdonosainak és vezetőinek, Engelhardt Ádámnak, az Engelhardt Dióbirtok ügyvezető igazgatójának, Kovács Amelitának, a Juglans Hungária Kft. ügyvezető igazgatójának, Farkas Roland diótermesztő egyéni vállalkozónak, Farkas Csaba diótermesztő egyéni vállalkozónak, Dr. Bujdosó Géza diónemesítőnek és Lehoczki András diótermesztő egyéni vállalkozónak, akik munkájukkal és segítségükkel hozzájárultak dolgozatom megvalósulásához. Az ültetvényi és laboratóriumi kísérletek statisztikai elemzésében való iránymutatásért köszönetemet fejezem ki Dr. Szabóné Dr. Erdélyi Éva egyetemi docensnek. Köszönet kívánok mondani feleségemnek és családomnak, akik tanulmányaim során végig támogattak.

7. Irodalomjegyzék

1. Akhmadov, K., Khujamurotov, P. & Joraboyev, V., 2023. New Varieties Of Walnuts. *Science And Innovation*, pp. 2:79-82.
2. Ambrus, G., 2022. *Diófajták fogékonyságának vizsgálata Xanthomonas arboricola pv. juglandis*, Budapest: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem.
3. Anon., 2024b.. *KSH*. Elérhető: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0025.html
4. Anon., 2024a. *FAO*. Elérhető:<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
5. Bandi, A., 2015. *Magyar diófajták és erdélyi diószelekciók termésmorfológiai sajátosságainak és xantomonaszos betegséggel szembeni ellenállóságának összehasonlító értékelése a fenolos vegyületekkel összefüggésben*. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem.
6. Bandi, A., Tóth, M., Hevesi, M. & Thiesz, R., 2010. Walnut selections susceptibility to *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*. Preliminary results. *Lucrari stiintifice, seria B, Horticultura*, pp. 53:366-371.
7. Békési, O., 2023. *Diófajták/Fajtajelöltek Fogékonyságának Vizsgálata Xanthomonas Arboricola Pv. Juglandis És Brenneria Nigrifluens Baktériumokkal Szemben*, Budapest: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem.
8. Bertrand, P. & Gottwald, T., 1986. Evaluating fungicides for pecan disease control. Methods for evaluating pesticides for control of plant pathogens. *Hickey KD (Ed.). APS Press, St-Paul, Minnesota*, pp. 179-181.
9. Bradbury, 1986. *Guide to plant pathogenic bacteria*. Farnham Royal: CAB International.
10. Bugiani, R., 2024. *EPPO Global Database*. Elérhető: <https://gd.eppo.int/taxon/XANTJU/photos>
11. Bujdosó, G., 2014. Diótermesztési tanácskozás. *Kertészet és Szőlészet*, pp. 15:16-17.
12. Bujdosó, G., 2015. Fontoljuk meg a fajtaválasztást a diótermesztésben.. *Agrofórum extra*, pp. 53:26-27.
13. Bujdosó, G. & Kalmár, K., 2021. *Termesszüink diót.*, Budapest: Szaktudás Kiadó Ház.
14. Gardan, L., Brault, T. & Germain, E., 1993. Copper resistance of *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* in French walnut orchards and its association with conjugative plasmids.. *Acta. Hortic.*, pp. 311:259-265.
15. Gregersen, T. (1978). Rapid method for distinction of gram-negative from gram-positive bacteria. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, pp. 5(2):123–127. <https://doi.org/10.1007/BF00498806>
16. Glits, M. & Folk, G., 2005. *Kertészeti növénykórtan*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
17. Jiang, S.; Han, S.; He, D.; Cao, G.; Zhang, F.; Wan, X., 2019. Evaluating Walnut (*Juglans* spp.) for resistance to walnut blight and comparisons between artificial

- inoculation assays and field studies.. *Australasian Plant Pathology Society*, pp. 221-231.
18. Kałużna, M.; Saux, M., Fischer-Le, S.; Pothier, F.; Jacques, M.; Obradović, A.; Tavares, F.; Stefani, E., 2021. *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* and pv. *corylina*: Brothers or distant relatives? Genetic clues, epidemiology, and insights for disease management. *Mol Plant Pathol*, pp. 22:1481–1499.
 19. Kim, S.; Cheon, W.; Lee, Y.; Kwon, H.; Seo, S.; Balaraju, K., 2021. Identification and Characterization of *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* Causing Bacterial Blight of Walnuts in Korea. *Plant Pathol J.*, pp. 2:137-151.
 20. King, H., Ward, M. & Raney, D., 1954. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, pp. 44:301-307.
 21. Kisekka, J., 2018. *Walnut Orchard Irrigation Systems*. Davis, University of California Davis, pp. 2-52.
 22. Klement, Z. (1963). Rapid Detection of the Pathogenicity of Phytopathogenic Pseudomonads. *Nature*, pp. 199(4890):299–300. <https://doi.org/10.1038/199299b0>
 23. Kocsis, M., 2023. *FruitVeB diópiaci elemzés 2023*, Budapest: FruitVeb.
 24. KSH, 2024. *Agrárcenzus 2023*, Budapest: Központi Statisztikai Hivatal.
 25. Lamichhane, J. R., 2014. *Xanthomonas arboricola* Diseases of Stone Fruit, Almond, and Walnut Trees: Progress Toward Understanding and Management. *Plant Disease*, pp. 98:1600-1610.
 26. Lelliot, R. & Stead, D., 1987. *Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants*. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications.
 27. López , M. M.; Frutos, D.; Moragrega, C.; Arrieta, A.; Cambroner, D.; Carrillo, G.; López, A.; Lacasa, C.; Frutos, C., 2007. *Evaluation of selections of native walnuts from Asturias for susceptibility to Xanthomonas arboricola pv. juglandis (Xaj) in controlled environment*, Murcia: WG3/WG4 Joint Meeting.
 28. Lovera, M., Arquero, O., Serrano, R. & Trapero, A., 2008. *Walnut blight (Xanthomonas arboricola pv. juglandis): Factors that influence the disease*. Athens, WG and Management Committee Meeting.
 29. Mónus, B., 2002. *A dió integrált és biotermesztése*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház.
 30. Moskola, B., 2017. *Diófajták fogékonyságának vizsgálata Xanthomonas arboricola pv. juglandis*, Budapest: Szent István Egyetem.
 31. Nébih, 2024. *Növényvédő szerek adatbázisa*. Elérhető: <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso>
 32. Olson, W. H., Buchner, R. P., Adaskaveg, J. E. & Lindow, S. E., 1997. *Walnut blight control in California*, Acta Horticulturae, pp. 442:361-365.
 33. Orosz, P., 2007. *Képes könyv a dióról*. Elérhető: <https://dioskonyv.hu/01-01/1.htm#tart>
 34. Osdaghi, P., 2023. *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* (walnut blight). *CABI COMPENDIUM*, pp.1-12.

35. Özaktan, H., Erdal, M., Akkopru A., Aslan, E., 2008. *Susceptibility of some walnut cultivars to Xanthomonas arboricola pv. juglandis by immature nut test*, Athens, Greece: WG and Management Committee Meeting.
36. Özaktan, H., Akat, L. & Yolageldi, I., 2010. The two years of experience on etiology of apical necrosis on walnut in Turkey. *Stone Fruit Nut Health (University of Ege)*, pp. 1-31.
37. Pierce, E., 1901. Walnut bacteriosis. *Botanical Gazette*, pp. 31:272-273.
38. Radix, P., Seigle-Murandi, S. & Charlot, G., 1994. Walnut blight: development of fruit infection in two orchards. *Crop Protection*, pp. 8:629-631.
39. Radócz, L., 2002. *A héjasok növényvédelme*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház.
40. Romano; Luca, De; Vanacore; Genovese; Cirillo; Aielle; Sacchi, 2022. Compositional and Morphological Characterization of 'Sorrento' and 'Chandler' Walnuts. *foods*, pp. 10:1-13.
41. Solar, A; Jakopic, J; Mikulic-Petkovsek, M; Veberic, R; Dreo, T; Zadavec, P; Stampar, F, 2008. *Validation of polyphenol contents as biochemical markers for walnut blight (Xanthomonas arboricola pv. juglandis) resistance*, Greece: WG and Management Committee Meeting.
42. Suslow, T. V. (1982). Application of a Rapid Method for Gram Differentiation of Plant Pathogenic and Saprophytic Bacteria Without Staining. *Phytopathology*, pp. 72(7):917. <https://doi.org/10.1094/Phyto-72-917>
43. Szentiványi, P. & Kállay, T., 2006. *Dió*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
44. Szűcs, E., 2006. A dió talajigénye. In: *Dió*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 29-30.
45. Tsiantos, I.; Vagelas, I. K.; Rumbos, C. I.; Chatzaki, A.; Rouskas, D.; Gravanis, F. T., 2008. *Evaluation of resistance of cultivated walnut varieties and selections to Xanthomonas arboricola pv.juglandis in Greece*, Athens, Greece: COST873 Management Committee Meeting.
46. Vavilov, N., 1928. *Gographische Genzentren unserer Kulturpflanzen*. hely nélkül: Ztschr. für Abstammung u. Vererbungslehre.

Mellékletek

1. melléklet

Helyszín:			Gyűjtő neve:					
Időpont:			0	1	2	3	4	5
Fajta:	Termésminta	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	0	0	0
		5	0	0	0	0	0	0
		6	0	0	0	0	0	0
		7	0	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0	0
		9	0	0	0	0	0	0
		10	0	0	0	0	0	0
	Levélminta	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	0	0	0
		5	0	0	0	0	0	0
		6	0	0	0	0	0	0
		7	0	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0	0
		9	0	0	0	0	0	0
		10	0	0	0	0	0	0

Nekrotikus foltméret (%)	0	0,1-3	4-10	11-25	26-50	>51
	Egészséges, foltmentes levél és termés	Nagyon alacsony fertőzöttség	Alacsony fertőzöttség – elkülönülő kis foltok	Közepes fertőzöttség – elkülönülő nagy foltok	Erős fertőzöttség – összeért foltok	Nagyon erős fertőzöttség – deformált levél és termés
Fogékonysági osztály	0	1	2	3	4	5