

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Gyüre Lilla**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Budai Campus**

**Növényvédelmi Intézet**

**Növényorvosi mesterképzési szak**

**ERYSIPHE MAGNIFICA HAZAI MEGJELENÉSE  
MAGNÓLIÁKON**

<b>Belső konzulens:</b>	Dr. Tóth Annamária egyetemi adjunktus
<b>Belső konzulens intézete/tanszéke:</b>	Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék
<b>Belső konzulens:</b>	Dr. Petróczy Marietta egyetemi docens
<b>Belső konzulens intézete/tanszéke:</b>	Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék
<b>Belső konzulens:</b>	Szendrei Lilla PhD hallgató
<b>Belső konzulens intézete/tanszéke:</b>	Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék

**Készítette: Gyüre Lilla**

**Budapest**

**2025**

# Tartalom

1. Bevezetés és célkitűzések.....	3
2. Szakirodalmi áttekintés .....	4
2.1. A <i>Magnolia</i> nemzetség bemutatása .....	4
2.2. A <i>Magnolia</i> nemzetség tagjait fertőző kórokozók .....	6
2.3. A lisztharmat gombák általános jellemzése .....	6
2.3.1. A lisztharmat gombák biológiája .....	7
2.3.2. Lisztharmat gombák életsiklusa és fertőzése .....	9
2.4. A magnóliafákat fertőző lisztharmat gombafajok .....	10
2.4.1. Lisztharmat gombák okozta tünetek magnólia fajokon .....	11
2.5. Az <i>Erysiphe magnifica</i> (Braun) .....	12
2.6. Lisztharmatgombák molekuláris azonosítása .....	15
3. Anyag és módszer .....	17
3.1. A vizsgálat helye és ideje .....	17
3.2. A vizsgálat anyaga.....	17
3.2.1. Magnólia növények.....	17
3.2.2. Primerek .....	19
3.2.3. Felhasznált eszközök.....	19
3.3. A vizsgálat módszere.....	20
3.3.1. Fertőzött növényi részek gyűjtése és tárolása.....	20
3.3.2. A kártétel mértékének meghatározása .....	20
3.3.3. A vizsgált gödöllői minták fogékonyságának meghatározása .....	20
3.3.4. Mikroszkópos vizsgálatok.....	21
3.3.5. Molekuláris azonosítás .....	21
4. Eredmények és értékelésük .....	23
4.1. Tünetek jellemzése .....	23
4.2. A kártétel mértékének meghatározása .....	25

3.3. A vizsgált gödöllői minták fogékonyságának meghatározása .....	27
4.4. Morfológiai bélyegek vizsgálata .....	28
4.5. Molekuláris azonosítás .....	31
5. Következtetések és javaslatok .....	33
6. Összefoglalás .....	36
7. Köszönetnyilvánítás.....	37
8. Irodalomjegyzék .....	38
9. Ábrajegyzék: .....	42
10. Táblázatjegyzék.....	43

# 1. Bevezetés és célkitűzések

A díszfák fontos szerepet töltenek be az életünkben, elősegítik a jó közérzet és a lelki egyensúly megtartását, pozitív hatással vannak a városi életminőségre. A legtöbb díszfával a városokban, parkokban és közterületeken találkozhatunk, de kedveltek a házi kiskertekben egyaránt. A *Magnolia* fajokat főleg a díszítő értékük miatt ültetik, mivel a tavasszal nyíló virágaik igazán látványosak.

Ezeknek a fáknek az életük során sok stressz hatást kell elviselniük, mivel a városi körülmények nem ideálisak számukra. Gyakran a gyökereiknek nincs elég helyük nőni, illetve a forró beton, az utak sózása, a légszennyezés és a városi hulladék jelenléte is nehezíti az életben maradásukat, ezáltal romlik a kondíciójuk, így a díszítőértékük is. A károsítók és kórokozók jelenléte is veszélyezteti ezeket a növényeket. Ilyen kórokozók a lisztharmatok is, amelyek a növény kondíciójának gyengítése mellett, a puszta jelenlétükkel, a leveleken megjelenő lisztes bevonattal is rontják a liliumfák esztétikai értékét. Az eddigi kutatások az *Erysiphe aquilegiae*, az *Erysiphe bulbosa*, az *Erysiphe magnifica*, az *Erysiphe magnoliae*, a *Phyllactinia magnoliae*, az *Erysiphe magnoliicola*, a *Microsphaera alni* és a *Phyllactinia corylea* faj jelenlétét igazolták *Magnolia* fajokról.

Eddigi hazai adatok alapján mely *Magnolia* fajokat és fajtákat fertőzi lisztharmat gomba csupán egy említést találtunk, mely szerint *Phyllactinia fraxini* (syn. *Phyllactinia guttata* f. sp. *fraxini*) ritkán, de előfordul *Magnolia* fajon. Az utóbbi években több helyszínen is felfigyeltünk a lisztharmatfertőzés jellegzetes tüneteire ezeken a növényeken. Környező országokban, Szlovákiában és Romániában már igazolták az egyik lisztharmatgomba – az *Erysiphe magnifica* – jelenlétét és kártételét a magnóliaféléken.

Dolgozatomban arra a kérdésre kerestem a választ, hogy a *Magnolia* fajokat, melyik lisztharmatot okozó kórokozó vagy kórokozók fertőzik hazánkban. Célul tűztük ki a kórokozók jellemzését morfológiai bélyegek alapján, valamint azonosításukat molekuláris módszerekkel.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1. A *Magnolia* nemzetség bemutatása

A *Magnolia* nemzetség a *Magnoliaceae* liliomfafélék családjába, a *Magnoliales* liliomfa-virágúak rendjébe és a *Magnoliophyta* zárvatermők törzsébe sorolható. Közel 330 faj tartozik a *Magnoliaceae* családba, amely csak két nemzetségből áll: a *Magnolia* és a *Liriodendron* nemzetségekből (Sánchez-Velásquez *et al.*, 2016). A fajok 80%-a Ázsiának, 20%-a Amerikának a mérsékelt és trópusi égövéről származik. A nemzetségbe tartozó fajok között találunk lombhullató és örökzöld fákat és cserjéket is, amelyek változatos, 9-31 méter közötti magasságot is elérhetnek. Fő díszítő értéküket kora tavasszal gyakran lombfakadás előtt nyíló nagy méretű, illatos virágaik adják (1. ábra), amelyek fehérek, sárgák, rózsaszínek vagy lilák és az ágak csúcsán vagy a levelek hónaljában helyezkednek el (Sarker és Maruyama, 2002; Yahaya *et al.*, 2022).

1. ábra Magnólia 'Susan' virágszíne (Fotó: Gyüre, 2024)



A *Magnolia* fajok főként a nedves, jó vízlevezetésű, enyhén savas talajt kedvelik. A széles körben való elterjedésüket a kiváló alkalmazkodóképességüknek is köszönhetik. Jól alkalmazkodnak a semleges vagy enyhén lúgos kémhatású agyagos, vályogos vagy akár homoktalajhoz is. Mérsékeltén tűrik az időszakos száraz időjárást is, de a tartósan nedves és rossz vízlevezetésű talajokon rosszul fejlődnek (Knox *et al.*, 2012). Az elmúlt években több nemesített fajtát is létrehoztak a még szebb díszítő érték elérése érdekében. Új virágszínekre,

minőségibb virágzásra és a lomb díszítő értékre nemesítettek, ezáltal kertészeti szempontból egy egyre inkább kedvelt és gyakran ültetett nemzetséggé vált a *Magnolia* (Knox *et al.*, 2012).

Bár Magyarország talajai főként meszes kémhatásúak, nagyon sok helyen ültetik ezeket a növényeket parkokban és házi kertekben egyaránt. A hazai díszfaiskolák is szaporítják ezeket a növényeket. A legfontosabb itthon is szaporított fajok: a *Magnolia acuminata*, a *Magnolia denudata*, a *Magnolia grandiflora* és fajtái, a *Magnolia kobus* és változatai, a *Magnolia liliiflora* és fajtái, a *Magnolia x loebneri* és fajtái, a *Magnolia x soulangeana* és fajtái, a *Magnolia stellata* és fajtái és a *Magnolia tripetala* (Hamar, 2007). Sok kereskedelemben kapható magnóliánál előfordul, hogy csak a nemzetségnév és a fajta neve van feltüntetve, mint például a kedvelt fajta 'Susan' esetében. Ezeknek az elnevezéseknek az az oka, hogy sok esetben a nemesítés során a fajok keresztezésével keletkezett hibrid növények gyakran csak egy kódnevet kapnak, új fajnév helyett. Azonban sok kertészeti értékű növényt csak a fajta név alapján ismernek a vásárlók, így sok esetben elhagyták az új faj nevét vagy kódnevet és csak a nemzetség plusz fajta névvel hivatkoznak rájuk (Spongberg, 1976).

Ezeket az egyedi díszítő értékű fákat nem csak dísznövényként hasznosítják, hanem fontos faipari alapanyag is Ázsiában. Ezenkívül már az ókor óta használják a hagyományos gyógyászatban Kínában és Japánban, gyógyhatásukat kutatások is igazolják (Yahaya *et al.*, 2022). Míg a világ számos táján kedvelt dísznövények és egyre több helyen ültetik őket városokban, addig eredeti élőhelyükön a vadon élő példányok száma drasztikusan lecsökkent. Ennek az oka az élőhelyek pusztulására, az éghajlatváltozásra és a túlzott kitermelésre vezethető vissza. A *Magnoliaceae* család vörös listája először 2007-ben készült el, de az adatokat később 2016-ban újra összesítették. A kutatás eredménye szerint, amelyben 314 magnólia faj veszélyeztetettségét vizsgálták, a fajok 48%-át a kihalás fenyegeti (Rivers *et al.*, 2016).

## 2.2. A *Magnolia* nemzetség tagjait fertőző kórokozók

A nemzetségbe tartozó fajokat számos növénypatogén kórokozó fertőzheti (1. táblázat), amik nem csak a növények kondícióját rontják, de csökkentik a díszítőértéküket is.

1. táblázat: *Magnolia* fajok kórokozói

Betegség neve	Kórokozó neve	Forrás
Fitoplazmás satnyulás	<i>Candidatus Phytoplasma asteris</i>	(Kamińska <i>et al.</i> , 2001)
Algás levél foltosodás	<i>Cephaleuros virescens</i>	(Suto és Ohtani, 2009)
Antraknózis	<i>Colletotrichum</i> spp.	(Xiao <i>et al.</i> , 2004; Zhou <i>et al.</i> , 2022)
Fitoftóras gyökérgusztulás	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	(Farr <i>et al.</i> , 2021)
Baktériumos hervadás	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i> <i>Pseudomonas cichorii</i>	(Askerova, 2022)
Verticilliumos hervadás	<i>Verticillium albo-atrum</i> <i>Verticillium dahliae</i>	(Chen, 1994)
Xanthomonászos levélfoltosság	<i>Xanthomonas</i> sp.	(Knox <i>et al.</i> , 2012; Oksel <i>et al.</i> , 2020)
Levélfoltosságok	<i>Passalora magnoliae</i> (syn. <i>Cercospora magnoliae</i> )	(Hodges és Haasis, 1962)
	<i>Pestalotiopsis algeriensis</i>	(Mahanta <i>et al.</i> , 2024)
	<i>Phomopsis michelia</i>	(Mahanta, 2022)
	<i>Phyllosticta magnoliae</i>	(Knox <i>et al.</i> , 2012)
Lisztharmat	<i>Erysiphe</i> ssp.	(Ondrušková <i>et al.</i> , 2014)
	<i>Phyllactinia</i> ssp.	(Chinan és Dascălu, 2023)

## 2.3. A lisztharmat gombák általános jellemzése

A lisztharmat nemzetségbe tartozó gombák az *Ascomycota* tömlősgombák törzsébe, a *Leotiomyces* fel nem nyíló aszkuszú apotéciumos gombák osztályába, az *Erysiphales* lisztharmatfélék rendjébe és a *Erysiphaceae* családba tartoznak (Mycobank, 2024).

A növénypatogén gombák egyik fontos csoportját képezik a lisztharmatgombák, a világ egyik leggyakrabban előforduló növénypatogén gomba csoportját alkotják (Glawe, 2008). A mai tudományos adatok alapján 16 nemzetségbe sorolhatók, amelybe körülbelül 900 faj tartozik (Takamatsu, 2013). Obligát parazita (biotróf) gombák, kizárólag élő növényi sejteket képesek megfertőzni (Takamatsu, 2013). Életmódjuk miatt csak élő szöveten képesek életben maradni, így a táplálkozásukkal gyengítik a növényeket, de általában nem okozzák a növények pusztulását (Virányi, 2010). Közel 10 000 zárvatermő fajt képesek megfertőzni a lisztharmat gombák (Glawe, 2008). Számos gazdaságilag fontos növényfaj tartozik a gazdanövényeik közé, mint például a szőlő, zöldségnövények, gyümölcsfák, gabonanövények és számos dísnövény is. A tünetek a növények levelein, szárán, virágán és termésen is megjelenhetnek (Glawe, 2008). Nevüket a növények felületén megjelenő fehéres lisztes bevonatról kapták, amelyet szabad szemmel is jól lehet látni (Virányi, 2010).

### **2.3.1. A lisztharmat gombák biológiája**

Bár a lisztharmatok tüneteit könnyen fel lehet ismerni, de az adott faj azonosítása már egyáltalán nem olyan egyszerű feladat. Legkönnyebben az ivaros, teleomorf alakjuk alapján azonosíthatók. Az anamorf, ivartalan alakjuk alapján ez a feladat már sokkal nehezebb. Nem könnyíti meg a helyzetet, hogy bizonyos fajoknál az anamorf vagy a teleomorf alak hiányzik. A *Brasiliomyces*, *Typhulochaeta* és *Parauncinula* nemzetségeknél hiányzik az ivartalan szaporodási alak, míg az *Oidium* nemzetségnek viszont nincsen ivaros szaporodási alakja. De az is előfordulhat, hogy egy ivaros és ivartalan szaporodású fajnak bizonyos körülmények között nem alakul ki az ivaros formája, ilyen például az *Erysiphe berberidis* faj, amely enyhe éghajlatú területen képes arra, hogy csak ivartalanul szaporodjon. Ezeknek a gombáknak az azonosítása a védekezés szempontjából nem létfontosságú, de a kórokozók előrejelzésénél, a rezisztencia nemesítésnél és karantén kórokozóknál jelentősége lehet (Cunnington *et al.*, 2003; Glawe, 2008).

Morfológiai jellemzők segítségével öt morfológiai bélyeg segíthet a meghatározásukban. A micélium epifita vagy endofita elhelyezkedése, a konídium képzés módja, hogy láncban vagy egyesével képzik őket. A kazmotéciumokon található függelékek típusa és elhelyezkedése, a kazmotéciumban fejlődő aszkuszok száma, amely egy vagy több lehet és az aszkuszokban fejlődő aszkospórák száma, amely nyolc vagy kevesebb (Takamatsu, 2013).

Vegetatív testük álharántfalas micélium, amely jellemzően epifita elhelyezkedésű kivételt képez többek között a *Leveillula* nemzetség amelynek endofita intercelluláris micéliuma van (Glits és Folk, 2000), de a *Phyllactinia*, *Pleochaeta*, *Queirozia* nemzetségek részben endofita micéliummal is rendelkeznek, de a konídiumképzés csak az epifita micéliumukon megy végbe (Takamatsu, 2013). A növények felületén az epifita micélium fehér színű, finom, lisztszerű bevonatot képez. Tapadókorongokká módosult hifák – apresszóriummok rögzítik a micéliumot a növény felületéhez. Egy másik hifa módosulattal úgynevezett szívóhifával – hausztóriummal hatol be a növény szöveteibe és veszi fel a szükséges tápanyagokat (Glits és Folk, 2000).

Ivartalanul egysejtű, ovális alakú, színtelen konídiumokkal szaporodnak. A lisztharmatok speciális konídiumtartókon hozzák létre a konídiumaikat. A konídiumok lefűzését egy anyasejt végzi, amely egy vagy több tartósejten, úgynevezett lábsejten képződik. A lisztharmat konídium képzésnek háromféle típusa ismert, az *oidium*, az *ovulariopsis* és az *oidiopsis* típusú konídiumképzés. Az *oidium* típusú konídiumképzés során a konídiumok láncokat alkotnak. A láncok végén található a legnagyobb és legidősebb konídiumok. Ilyen konídiumai vannak a legtöbb lisztharmat nemzetségnek, például az *Erysiphe* és a *Podosphaera* nemzetségeknek. Az *ovulariopsis* típusú képzésnél csak egy konídium alakul ki az anyasejten. Ez a típus csak a *Phyllactinia* nemzetségre jellemző. Az *oidiopsis* típusú képzés esetén is az *ovulariopsis*hoz hasonlóan egy konídium képződik, azzal a különbséggel, hogy a micélium endofita és a konídium a növény sztómájából nő ki. Az ilyen konídium képzés csak a *Leveillula* nemzetségnél figyelhető meg (Glits és Folk, 2000). Az új besorolás alapján két nagy csoportba lehet sorolni a konídiumképzést az alapján, hogy láncban, illetve álláncban vagy egyesével érnek a konídiumok. *Pseudoidium* típusú konídiumképzésnél naponta egy konídium képződik. Ilyen konídium képzése van a *Phyllactinia*, a *Leveillula*, a *Pleochaeta* és a *Queirozia* nemzetségeknek. A másik konídiumképzés az *euoidium* típus, amely esetében naponta több konídium képződik láncban vagy álláncban. Ilyen konídiumképzése van az összes többi lisztharmat nemzetségnek, mint például az *Erysiphe* (Braun és Takamatsu, 2000; Takamatsu, 2013).

Az ivaros úton képződő termőtestük a kazmotécium, amely az epifita micéliumba ágyazódik. A kazmotécium teljesen zárt gömb alakú, vastag falú termőtest. Kezdetben világos sárgás színűek, később érett állapotban sötétbarna, fekete színűek. A belsejükben a himéniumon aszkuszok fejlődnek, amelyekben ivaros úton képződnek az aszkospórák. Az aszkuszok száma a kazmotéciumban egy vagy több lehet. A *Cystotheca* és a *Podosphaera*

nemzetségeknek egy aszkusza van, míg a többi nemzetségnél több aszkusz képződik (Takamatsu, 2013). Az aszkospórák egysejtűek, gömbölyű vagy tojásdad alakúak, színtelenek vagy néha sárgás színűek. A kazmotéciumok esőzés hatására felrepednek és ezáltal az aszkospórák a külvilágba jutnak. A kazmotéciumok külsején függelékek találhatók, amelyek segítségével rögzülnek a kazmotéciumok az epifita micéliumhoz. A függelékek háromféleképpen helyezkedhetnek el a kazmotéciumon. Lehet bazális – alapi elhelyezkedésű, ekvatoriális – az egyenlítői résznél található és apikális – egy pontból kiinduló. A függelékek alakja is igen változatos, lehetnek hegyes túszerű, visszahajló, visszahajlóan elágazó vagy tömlőszerű végűek (Glits és Folk, 2000; Glawe, 2008).

### **2.3.2. Lisztharmat gombák életciklusa és fertőzése**

Tekintve, hogy a lisztharmat gombák csak élő szöveten tudnak fennmaradni, így a kedvezőtlen környezeti feltételek átvészeléséhez is alkalmazkodniuk kellett. Hazánkban a lisztharmatok kétféleképpen tudnak áttelelni, vagy a lehullott leveleken fejlődött kazmotéciumokkal vagy micéliummal fertőzött rügyekkel (Glits és Folk, 2000). A kazmotéciumok nagyon ellenállóak jól alkalmazkodtak fagypont alatti hőmérséklethez, míg bizonyos régiókban a forró nyarakon is biztosítják a kórokozó túlélését. A fertőzött rügyekben telelő micélium nagyon kemény teleken elfagyhat és ezzel csökkenhet a következő évi fertőzési források mennyisége. Az örökzöld növények esetében fennáll egy harmadik áttelelési lehetőség is. Ebben az esetben a micélium akár a levélszöveten is fennmaradhat (Glawe, 2008).

A fertőzést egy aszkospóra vagy egy konídium indítja el, amikor levegő útján egy fogékony gazdaszervezetre kerül. Az aszkospóra vagy a konídium csírázik és csíratömlőt fejleszt. Apresszóriumok segítségével a fejlődő micélium megkapaszkodik az epidermisz felületén, a kialakuló hausztóriumokkal behatol a gazdaszervezet epidermiszébe (Glawe, 2008; Hüchelhoven és Panstruga, 2011). Ha a fertőzés a beteg rügyből indul akkor a növényen primer vagy elsődleges tüneteket tapasztalhatunk. Ilyenkor a rügyből fejlődő hajtásokat teljesen beborítja az egységes fehér micélium bevonat, a hajtás visszamarad a fejlődésben, a rajta lévő levelek és virágok deformálódnak. A keletkezett micéliumon gyorsan megjelennek a konídiumláncok és az így fejlődő konídiumok már képesek megfertőzni a növény egészséges részeit is. Ezt szekunder vagy másodlagos tünetnek nevezzük, ilyenkor a fehér micélium bevonat kezdetben csak foltszerűen jelenik meg, de később akár az egész levelet beboríthatja (Glits, Folk, 2000). A kazmotéciumokkal történő telelés esetén a fertőzés

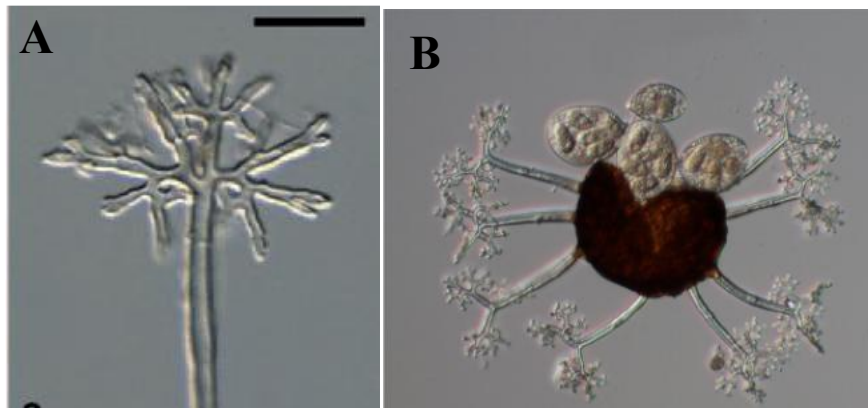
tavasszal, a kazmotéciumokból kiszabaduló aszkospórákkal lehetséges, ebben az esetben is foltszerűen borítja a növényt a fejlődő micélium (Glits és Folk, 2000).

## 2.4. A magnóliafákat fertőző lisztharmat gombafajok

Különböző tudományos publikációk több lisztharmat fajt is megemlítenek, amelyek képesek fertőzni a magnólia fajokat, ezek az *Erysiphe aquilegiae* (Braun), az *Erysiphe bulbosa* (Braun), az *Erysiphe magnifica* (Braun), az *Erysiphe magnoliae* (Sawada), a *Phyllactinia magnoliae* (Yu & Lai) (Ondrušková *et al.*, 2014), és az *Erysiphe magnoliicola* (Cho) (Cho *et al.*, 2014). A legtöbb forrás ezeket a fajokat említi, de Knox és társai 2012-es publikációjukban a *Microsphaera alni* (Braun) (*syn.* *Phyllactinia alnicola*) és a *Phyllactinia corylea* (Schltdl.) lisztharmat fajokat is megnevezi, mint magnólián előforduló lisztharmat fajokat. Bánhegyi és társai (1985) könyvében olvasható, hogy *Phyllactinia fraxini* (Schltdl.) ritkán, de képes fertőzni *Magnolia* spp.-t, azonban akkoriban szinonimaként tekintették *Phyllactinia corylea*, *Phyllactinia guttata* (Schltdl.) és *Phyllactinia suffulta* fajokra, ma már tudjuk, hogy *Phyllactinia fraxini* (DC.) és *Phyllactinia guttata* (*syn.* *Phyllactinia corylea*, *Phyllactinia suffulta*) külön fajokat alkotnak (Mycobank, 2025). Bánhegyi és társai (1985) könyvét leszámítva más hazai adatról nem találtunk feljegyzést.

A leggyakrabban előforduló lisztharmatgombák magnólián: az *Erysiphe bulbosa*, az *Erysiphe magnifica*, az *Erysiphe magnoliae* és az *Erysiphe magnoliicola* (Takamatsu *et al.*, 2013; Cho *et al.*, 2014; Chinan és Dascălu, 2023). Mind a négy faj az *Erysiphe* nemzetségbe tartozik, elkülönítésük morfológiai bélyegek alapján vagy molekulárisan lehetséges. Morfológia tulajdonságok alapján az *Erysiphe bulbosa* a többi *Erysiphe* fajtól azzal különíthető el, hogy a függelékek alapja kiszélesedik a kazmotéciumnál, azonban molekuláris azonosítását még nem végezték el (Cho *et al.*, 2014). Míg az *Erysiphe magnifica* függelékeinek végei visszahajlóak, addig az *Erysiphe magnoliae* függelékeinek végei (2. ábra) nem hajolnak vissza, hegyesek, ezenkívül a függelékek sokkal hosszabbak mint a kazmotéciumaik átmérője (Takamatsu *et al.*, 2013). Az *Erysiphe magnifica* morfológiailag azzal különíthető el a *Erysiphe magnoliicola*-tól, hogy sokkal több (5-25) függelékkel rendelkezik, míg utóbbi maximum tízzel (2. ábra), illetve *Erysiphe magnifica* konídium képző sejtjei sokkal rövidebbek (Cho *et al.*, 2014; Choi *et al.*, 2022).

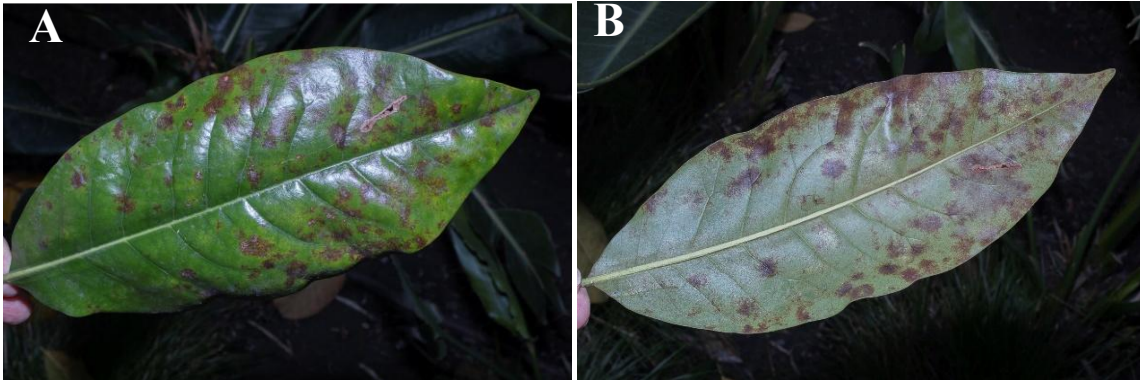
**2. ábra:** A: Az *Erysiphe magnoliae* függelékei (Fotó: Takamatsu *et al.*, 2013), B: Az *Erysiphe magnoliicola* kazmotéciuma függelékekkel és aszkuszai (Fotó: Choi *et al.*, 2022)



#### 2.4.1. Lisztharmat gombák okozta tünetek magnólia fajokon

Az első tüneteket nyár végén ősszel tapasztalhatjuk a magnóliákon, amikor nappal meleg és száraz, de éjszakánként már hűvösebb az idő (Parajuli *et al.*, 2023). Kezdetben a levelek színi oldalán kör alakú vagy szabálytalan foltokban jelentkezik az epifita micélium. Később ez a micélium beboríthatja a levél teljes felületét. A micélium alatt a levél szövete elkezd sárgulni, barnulni, míg teljesen nekrotizálódik. A fertőzéseknél a levéllemez deformálódhat, kanalasodhat. A micélium bevonat színe a világos fehértől, szürkétől a barnáig terjedhet. A micélium bevonat vastagsága magnólia fajokként, fajtákként eltérhet, egyes forrásokban csak nagyító alatt látható a micélium, míg másokban sűrű vastag bevonatként írták le. Több forrás is említi, hogy a levél fonáki oldalára is áttérjedhet a micélium bevonat. A tünetek időnként a hajtásokon és a termésen is előfordulnak. A micélium bevonat gátolja a fotoszintézist, a levelek elhalnak. Ennek hatására a fák már szeptember-októberben lehullajthatják a lombjukat (Glawe, 2003; Khodaparast *et al.*, 2019; Chinan és Dascălu, 2023). Az örökzöld magnólián kissé eltérnek a tünetek (3. ábra) a levél színén szabálytalan sárga klorotikus foltok, a fonákon szabálytalan lilásbarna nekrotikus foltok láthatók. A micélium bevonat csak mikroszkóppal látható. A leveleken kismértékű deformációt lehet megfigyelni, amely valószínűleg a faj vastag levélszövetével magyarázható (Hodel *et al.*, 2023).

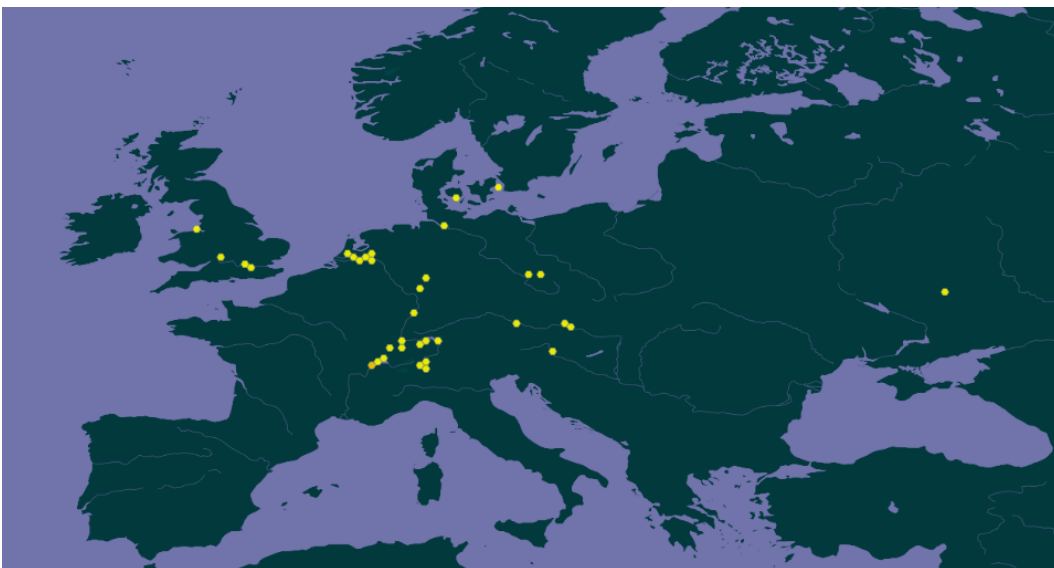
**3. ábra:** Az örökzöld magnólia levelének színi (A) és fonáki (B) oldalán a lisztharmat fertőzés okozta tünet (Fotó: Hodel *et al.*, 2023)



## 2.5. Az *Erysiphe magnifica* (Braun)

Számos kutatás állítja, hogy a magnóliát fertőző lisztharmatok közül az *Erysiphe magnifica* a leggyakrabban előforduló faj a világon, amelyet már Amerikában, Ázsiában és Európában is azonosítottak (Cho *et al.*, 2014; Ondrušková *et al.*, 2014; Hodel *et al.*, 2023). A *Magnolia* spp. géncentrumaiban Amerikában és Ázsiában is már évekkel ezelőtt feljegyeztek ezzel a kórokozóval fertőzött növényeket (Farr *et al.*, 2021). Az elmúlt években a kórokozó egyre több európai országban jelent meg (4. ábra): Németország és Svájc (Braun *et al.*, 2009), Szlovákia (Ondrušková *et al.*, 2014), Lengyelország (Kimic *et al.*, 2023) és Románia (Chinan és Dascălu, 2023). Németországban a Frankfurter Botanikus Kertben 2009-ben ugyanezt a kórokozót találták meg *Nelumbo nucifera* (lótusz) levelén is (Kirschner, 2010).

**4. ábra:** Az *Erysiphe magnifica* elterjedése Európában (Fotó: GBIF adatbázis, 2025)



A kórokozó által okozott tünetek tipikus lisztharmat tünetek. A növények különböző föld feletti részein megjelenik a fehéres micélium bevonat, amely hatására a levelek deformálódnak (5. ábra). Ez a fotoszintetikus felület csökkenéséhez, így kondíció romláshoz és korai lombhulláshoz vezet. A kórokozó ivartalanul konídiumokkal szaporodik, amelyek ellipszoid-tojás alakúak, hialinok egyesével képződnek. A konídiumokat képző sejtek felállók és nem ágaznak el (Ondrušková *et al.*, 2014; Choi *et al.*, 2021). A kórokozó ivartalan szaporodásához köthető morfológiai bélyegeket a 2. táblázat foglalja össze.

**5. ábra:** Lisztharmat tünet magnólián (Fotó: Chinan és Dascălu, 2023)



**2. táblázat:** Az *Erysiphe magnifica* ivartalan szaporítóképleteinek morfológiai bélyegei

Konidiofór mérete	Konidiofór hossza	Konídiumok mérete	Forrás
20–30 × 6–10 μm		25–38 × 10–20 μm	(Braun <i>et al.</i> , 2009)
-	100 μm	28–44 × 14–20 μm	(Hodel <i>et al.</i> , 2023)
14–27 × 7–9 μm	49–125 μm	25–40 × 12–19 μm	(Chinan és Dascălu, 2023)
54–76 × 8–9 μm	-	32–40 × 16–22 μm	(Choi <i>et al.</i> , 2021)
42–63 × 8–9 μm,	-	29–35 × 12–13,5 μm	(Kirschner, 2010)
69–118 × 8–10 μm	-	21–26 × 13–14 μm	(Wang <i>et al.</i> , 2020)
-	65–114 μm	22–38 × 13–18 μm	(Ondrušková <i>et al.</i> , 2014)
45–200 μm 25–75 × 5–8,5 μm	-	33–45 × 14–18 μm	(Khodaparast <i>et al.</i> , 2019)

Ivaros úton keletkezett kazmotéciumai (6. ábra) gömbölyűek, sötétbarnák-feketék. A függelékek színtelenek, ekvatoriális elhelyezkedésűek, végeik szarvasagancsszerűek. A kazmotéciumok belsejében több aszkusz található, ezekben színtelen aszkospórák vannak (Ondrušková *et al.*, 2014; Chinan és Dascălu, 2023). Voltak olyan esetek, hogy nem találtak kazmotéciumokat a kórokozó fertőzésénél, ezek főleg szubtrópusi területeken fordultak elő (Wang *et al.*, 2020; Choi *et al.*, 2022). A kórokozó ivaros szaporodásához köthető morfológiai bélyegeket a 3. táblázat foglalja össze.

**6. ábra:** Az *Erysiphe magnifica* kazmotéciuma (Fotó: Chinan és Dascălu, 2023)



**3. táblázat:** Az *Erysiphe magnifica* ivaros morfológiai bélyegei

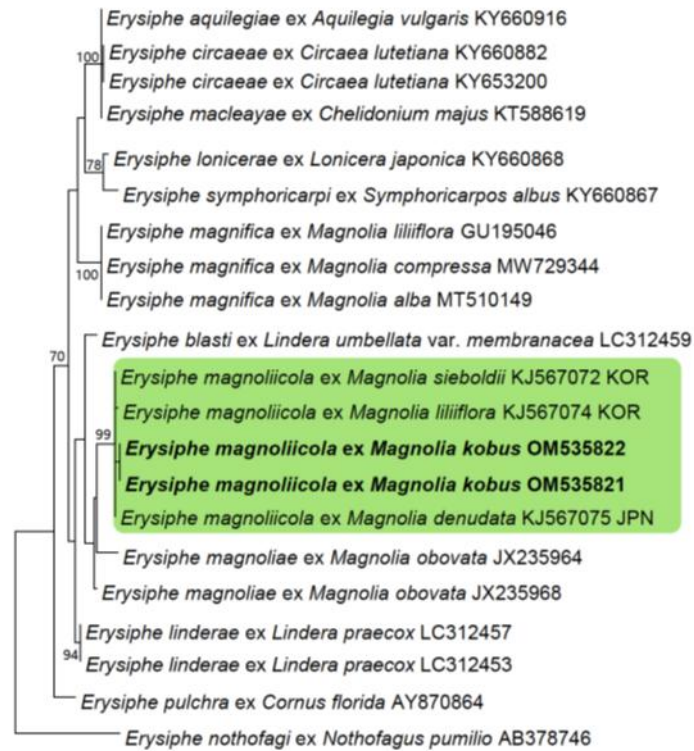
Kazmotécium átmérője	Függelékek száma és hossza	Aszkuszok száma és mérete kazmotéciumonként	Aszkospórák száma és mérete aszkuszonként	Forrás
95–145 $\mu\text{m}$	8–14 db, 90–142 $\mu\text{m}$	4–5 db 59–81×40–54 $\mu\text{m}$ ,	3–6 db 24–34×13–22 $\mu\text{m}$	(Ondrušková <i>et al.</i> , 2014)
75–156 $\mu\text{m}$	-	több 47–63×40–48 $\mu\text{m}$	3-6 db 21–27,5×12–17 $\mu\text{m}$	(Glawe, 2003)
80–135 $\mu\text{m}$	6-15 db 50–123 $\mu\text{m}$	3–5 db 43–71×32–50 $\mu\text{m}$	4–6 db 17–30×8–14 $\mu\text{m}$	(Chinan és Dascălu, 2023)
96–135 $\mu\text{m}$	6–14 db 88–105 $\mu\text{m}$	2–6 db 53–67×38–48 $\mu\text{m}$	2–6 db 25–30×13–15 $\mu\text{m}$ .	(Kirschner, 2010)

## 2.6. Lisztharmatgombák molekuláris azonosítása

Lisztharmatfajok pontos azonosításához a molekuláris technikákat érdemes használni, hiszen ezekkel kaphatjuk a legbiztosabb eredményeket arról, hogy pontosan melyik kórokozót vizsgáljuk. Minden esetben érdemes ezzel is kiegészíteni a morfológiai vizsgálatokat. Ezeknek a vizsgálatoknak a segítségével a magnóliát fertőző lisztharmat fajokat könnyen el lehet különíteni. Filogenetikai törzsfát (7. ábra) lehet a segítségükkel készíteni, amelyen jól látszanak a rokonsági fokaik a magnólián előforduló lisztharmatoknak (Choi *et al.*, 2022).

A lisztharmatoknál számos fajnál hiányzik a teleomorf vagy anamorf alak, így olyan módszer kell a molekuláris azonosításhoz, amellyel mindkét alakból megbízható eredményeket kaphatunk. Ezeknél a kórokozóknál problémát okoz az is, hogy nem tudjuk őket táptalajon tenyészteni, így a vizsgálathoz szükséges DNS-t fertőzött, friss növényi anyagból kell kinyerni. Ezt megnehezíti, hogy megfelelő mennyiségű DNS-ből kell kiindulni és az is, hogy a szabadból gyűjtött minták esetén egynél több izolátum keverékének kell tekinteni a mintákat. A kevés DNS-ből kifolyólag riboszómális DNS (rDNS) ITS régiója használható a molekuláris azonosításhoz, mivel ebben az esetben kis mennyiségű minta is jól elemezhető ((Hirata és Takamatsu, 1996; Cunnington *et al.*, 2003) Cunnington *et al.*, 2003). Száritott herbárium anyagból is lehetséges molekuláris azonosítást végezni. Egyik előnye ennek, hogy így országok között is lehet mintákat küldeni anélkül, hogy a kórokozó elterjedését elősegítenénk (Cunnington *et al.*, 2003).

7. ábra: Különböző magnóliát fertőző lisztharmatok filogenetikai törzsfája (Fotó: Choi *et al.*, 2022)



A lisztharmatok esetén, az rDNS ITS régiójának egy szakaszához, a PCR során alkalmazható primerpárok ITS1 és ITS4, melyek univerzális primerek, illetve a PMITS1 és PMITS2, melyeket az *Erysiphe* nemzetségre specifikusan tervezték (Cunnington *et al.*, 2003).

## 3. Anyag és módszer

### 3.1. A vizsgálat helye és ideje

A tüneteket mutató magnólia növények a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem gödöllői botanikus kertjében, Dunakeszin, Solton, Hartán és Vácrátóton találhatóak, mindegyik helyszínen megvizsgáltuk a növények fertőzöttségének mértékét. Ezután a további vizsgálatokat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusán a Növénykórtani Tanszék laboratóriumában végeztük 2024 szeptembere és 2025 áprilisa között. 2025 szeptemberében ismét mintákat gyűjtöttünk a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem gödöllői botanikus kertjéből.

### 3.2. A vizsgálat anyaga

#### 3.2.1. Magnólia növények

A vizsgált, tünetet mutató növényanyagot több városból gyűjtöttük be. A legtöbb mintát a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem gödöllői botanikus kertjéből gyűjtöttük (8. ábra), erről a helyszínről összesen 32 mintát. További 4 minta Dunakesziről, 3 minta Soltról és 1-1 minta Hartáról és Vácrátótról lett gyűjtve. Összesen a vizsgálatához 41 mintát gyűjtöttünk különböző magnóliákról, ezeket a 4. táblázat mutatja be. Az első gyűjtés 2024 szeptemberében és októberében zajlott. Míg a második gyűjtés 2025 szeptemberében a gödöllői botanikus kertben zajlott. Ekkor ugyanarról a 32 mintát adó bokorról gyűjtöttünk, mint előző évben.

**8. ábra:** Magnólia gyűjtemény a MATE gödöllői botanikus kertjében (Fotó: Tóth, 2024)



**4. táblázat:** A vizsgálatba vont magnólia fajok és fajták, a minták kódja és származása (Gyüre, 2025)

Kód	Gyűjtés helye	Gyűjtött faj és fajta
L01	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Yellow Lantern'
L02	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Elaenor May'
L03	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Darkest Purple'
L04	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Legend'
L05	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Frank's Masterpiece'
L06	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Sweet Merlot'
L07	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Cleopatra'
L08	Gödöllő	<i>Magnolia kobus</i> var. <i>stellata</i> 'Royal Star'
L09	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Jane'
L10	Gödöllő	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Speciosa'
L11	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Yellow Bird'
L12	Gödöllő	<i>Magnolia sieboldii</i> 'Double'
L13	Gödöllő	<i>Magnolia kobus</i> var. <i>loebneri</i> 'Leonard Messel'
L14	Gödöllő	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Alexandrina'
L15	Gödöllő	<i>Magnolia kobus</i> var. <i>stellata</i> 'Chrysanthemumiflora'
L16	Gödöllő	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Genie'
L17	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Elizabeth'
L18	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Susan'
L19	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Szatmár'
L20	Gödöllő	<i>Magnolia liliiflora</i> 'Chinese Form'
L21	Gödöllő	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Fukuju'
L22	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Royal Crown'
L23	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Betty'
L24	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'George Henry Kern'
L26	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Vulden Shirazz'
L27	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Ricki'
L28	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Yellow River'
L29	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Galaxy'
L30	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Sun Dew'
L31	Gödöllő	<i>Magnolia</i> 'Pickard's Snow Queen'

L32	Gödöllő	<i>Magnolia × soulangeana</i> 'Grace McDade'
L33	Gödöllő	<i>Magnolia concinna</i> 'Sunrise'
L34	Solt	<i>Magnolia</i> 'Susan'
L35	Harta	<i>Magnolia</i> 'Elizabeth'
L36	Solt	<i>Magnolia</i> 'Stelletta'
L37	Solt	<i>Magnolia × soulangeana</i>
L38	Dunakeszi	<i>Magnolia</i> 'George Henry Kern'
L39	Dunakeszi	<i>Magnolia</i> sp.
L40	Dunakeszi	<i>Magnolia</i> sp.
L41	Dunakeszi	<i>Magnolia</i> sp.
L42	Vácrátót	<i>Magnolia denudorta</i> 'Double'

### 3.2.2. Primerek

A polimeráz láncreakció (PCR) során *Erysiphales* rendre specifikus indítoszekvenciákat alkalmaztunk a molekuláris azonosításhoz, melyek a kórokozók 18S és 28S rRNS kódoló gén egy részét amplifikálják. PMITS1 primer: 5'-TCGGACTGGCC(T/C)AGGGAGA-3'; PMITS2 primer: 5'-TCACTCGCCGTTACTGAGGT-3' (Cunnington *et al.*, 2003).

### 3.2.3. Felhasznált eszközök

A mikroszkópos vizsgálatokhoz az egyetem Növénykórtani Tanszékének laboratóriumában megtalálható általános eszközöket használtuk fel (fém bonc- és lándzsatű, üveg tárgylemez és fedőlemez, Eppendorf-csövek stb.).

A kórokozó szaporítóképleteit és a kórokozók által okozott tüneteket Leica MZ6 sztereomikroszkóp és Nikon Eclipse 50i citoplaszt mikroszkóp alatt vizsgáltuk, majd QImaging MicroPublisher 5.0 RTV kamerával mikroszkópos felvételeket készítettünk.

A polimeráz láncreakciókat Applied Biosystems 9700 típusú PCR készülékben végeztük el. Emellett alkalmaztunk továbbá Thermolyne Maxi Mix Plus vortex készüléket, Minispin Eppendorf asztali centrifugát és UniEquip, Univapo 100 ECH vákuum koncentrátort.

### **3.3. A vizsgálat módszere**

#### **3.3.1. Fertőzött növényi részek gyűjtése és tárolása**

Ahogy azt a 4. táblázatban is feltüntettük, több helyről gyűjtöttünk fertőzött leveleket, lizstarmattal fertőzött fákról, a vizsgálatokhoz. A gyűjtött mintákat a további vizsgálatokig feliratozott papírzacskókba 4°C-on hűtőszekrényben tároltuk.

#### **3.3.2. A kártétel mértékének meghatározása**

A kártétel mértékét osztályoztuk azért, hogy szabad szemmel mennyire látható a levelek felületén a micélium bevonat. Minden fertőzött fáról 5 levelet gyűjtöttünk, az egyes mintáknál a levelek micéliumbevonatát átlagoltuk. Az értékelést aznap végeztük, amikor a mintákat gyűjtöttük. A fertőzöttség mértéke alapján négy kategóriába soroltuk őket: gyér, gyenge, közepes és erős fertőzöttséget mutatóak. Gyér tünetnek azt tekintettük, amikor a leveleken még épp megjelent a kórokozó micéliuma, tehát kevesebb, mint a 10%-át borította a levélnek. A gyenge tünetnél a levelek felületét már kissé bevonta a micélium, ekkor a levél kevesebb, mint 25%-át borította. A közepes fertőzöttség esetén 25-50%-át borította micélium a leveleknek, illetve az erős tüneteknél minimum 50%-át a levélnek bevonta a micélium és szinte nemezesek voltak a foltok.

#### **3.3.3. A vizsgált gödöllői minták fogékonyságának meghatározása**

A 2025 őszén újra mintákat gyűjtöttünk a gödöllői botanikus kertből, azzal a céllal, hogy megállapíthassuk a minták közötti fogékonyság béli különbségeket a betegség tünetek súlyosságában. Ezt vizuális szemrevételezéssel végeztük. Az egy bokorra vonatkoztatott átlagos fertőzöttség súlyosságát úgy próbáltuk meghatározni, hogy minden növényről különböző helyekről 10 levelet gyűjtöttünk. Öt fokozatú betegség skálát állítottunk fel:

1 = nincs fertőzés

2 = 1- 2 mm-es micélium bevonat, a levél felületén elszórtan láthatók

3 = a fertőzött foltok nagyobbak, a levél felületén elszórtan láthatók

4 = a micélium bevonat a levél felén látható, a levélen nekrotikus foltok is megfigyelhetők

5 = a micélium nagyméretű nemezes foltokban, több helyen is látható a levélen vagy a levél teljes felületét borítja a levél szövege is károsodott

A fertőzött levelek számából és az azon látható fertőzés mértékéből következtettünk a fertőzés súlyosságára. A kártétel meghatározását az alábbi képlettel számoltuk ki és meghatároztuk az egy töre vonatkoztatott átlagos fertőzöttség súlyosságát.

$$F_i = \frac{(1 \times n_1) + (2 \times n_2) + (3 \times n_3) + (4 \times n_4) + (5 \times n_5)}{\sum ab \times 5}$$

$F_i$  – az egy töre vonatkoztatott átlagos fertőzöttség súlyossága

### 3.3.4. Mikroszkópos vizsgálatok

A begyűjtött leveleket sztereomikroszkóppal vizsgáltuk, hogy jellemezhessük a kazmotéciumok morfológiáját. Ezekről fényképeket készítettünk. Azokról a levelekről, amelyeken találtunk kazmotéciumokat leemeltük ezeket és egy tárgylemezre helyeztük őket. A tárgylemezeken lévő kazmotéciumokat citoplaszt mikroszkóppal vizsgáltuk tovább. A kazmotéciumokról, a függelékeikről és az aszkospórákról különböző nagyításon fényképeket készítettünk. A fényképek segítségével meg tudtuk mérni a kazmotéciumok méreteit, meg tudtuk számolni a függelékek számát, le tudtuk mérni a hosszúságukat és meg tudtuk mérni az aszkospórák nagyságát is.

Azokról a levelekről, amelyeken találtunk kazmotéciumokat óvatosan leemeltük azokat és Eppendorf-csövekbe helyeztük őket, majd 4°C-on hűtőszekrényben tároltuk a későbbi molekuláris vizsgálatokhoz.

### 3.3.5. Molekuláris azonosítás

A molekuláris vizsgálatokhoz az Eppendorf-csövekben tárolt kazmotéciumokból vontuk ki a DNS-t. Steril dörzsmozsárba tettük a kazmotéciumokat és egy kevés kvarchomokot, majd eldörzsöltük. Majd 700 µl CTAB puffert (2% CTAB; 1,4 M NaCl; 20 mM EDTA; 100 mM TRIS-HCL pH: 8; 0,2% 2- ME) adtunk hozzá, tovább homogenizáltuk a mintákat.

Az elegyet Eppendorf-csövekbe töltöttük és 45 percig 65 °C-on inkubáltuk a termosztátban. Ezt követően 700 µl izoamilalkoholos-kloroformot adtunk hozzá és az elegyet vortex segítségével összekevertük. Ezután 10 percen keresztül centrifugáltuk szobahőmérsékleten maximum fordulatszámra, majd az így kapott puffert tartalmazó vizes fázist tiszta Eppendorf-csövekbe átpipettáztuk és hozzáadtunk térfogatarányosan izoamilalkoholos-kloroformot. Ezt követően ismét vortexeltük a mintákat, melyeket ezután újabb 10 percig centrifugáltunk. A felső fázist ismét tiszta Eppendorf-csövekbe pipettáztuk át

és hozzáadtunk 600 µl izopropanolt, amellyel denaturáltuk a nukleinsavakat. A következő centrifugálás (5 perc) után leöntöttük a felülúszót és a pelletet 5 perces centrifugálás során 70%-os etanollal mostuk. Ezután az etanolt leöntöttük, lecsepegtettük és a pelletet 10 percig vákuumszáritóban száritottuk meg és ezt követően 30 µg/ml RNase-t tartalmazó TE-oldatban oldottuk vissza. A kivont örökítőanyagokat mélyhűtőben -20 °C-on tároltuk.

A polimeráz-láncreakció során az ITS régió egy szakaszát amplifikáltuk, melyhez az PMITS1 és PMITS2 primerpárokat használtuk fel. A vizsgálathoz a következőket mértük össze 40 µl végtérfogatra reakciónként: 20 µl Thermo Scientific Master Mix (2X) (MgCl<sub>2</sub> 20mM, dNTPS 5mM, DreamTaq puffer, DreamTaq polimeráz enzim 5 u/µl), 2-2 µl primer (20 pmol/µl), 4 µl DNS és 12 µl steril víz. A 35 ciklust megelőzően az elődenaturáció 10 percig tartott és 94°C-on ment végbe. Majd minden egyes ciklus ebből a három lépésből állt: 94 °C-on történt a denaturáció, 60 másodpercig, 65 °C-on az anelláció, szintén 60 másodpercig, az elongáció pedig 72 °C-on ment végbe, 120 másodpercig. A teljes reakció a végső elongációval fejeződött be, amely 10 percig tartott. A PCR eredményét egy Eco Safe nevű festéket (Eco Safe Nucleic Acid Staining Solution, Biocenter) tartalmazó 1%-os agarózgélben gélelektroforézissel ellenőriztük.

#### A nukleotid szekvencia meghatározása

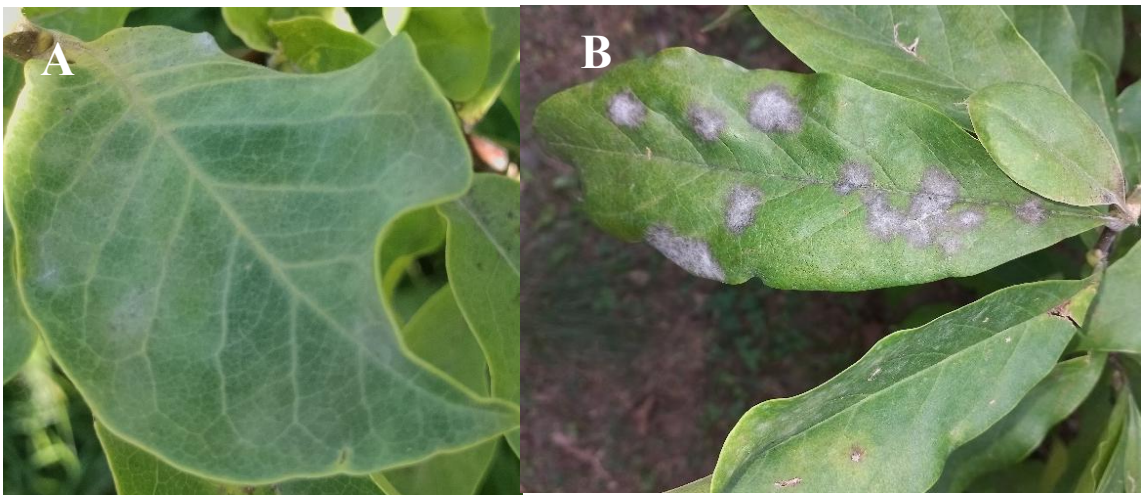
A PCR termékeket a PCR High Purification Kit-tel (Roche, Németország) tisztítottuk ki a gyártó utasításai szerint. A célszekvenciákat Gödöllőre a Biomi Kft-hez küldtük közvetlen szekvencia meghatározásra. A kórokozó azonosításához az NCBI (National Center for Biotechnology Information) adatbázist, illetve annak BLAST programját használtuk fel. MEGAX programot használtunk a szekvenciák összehasonlításához és szerkesztéséhez, illetve ML (Maximum Likelihood) módszeren alapuló törzsfát készítettünk. A programban az alapértelmezett beállításokat használtuk. A legjobban illeszkedő DNS-szubsztitúciós modellt választottuk ki, amely a legalacsonyabb Bayesian Information Criterion (BIC) értékkel rendelkező modell volt. A Bootstrap (BS) elemzést 1000 ismétléssel készítettük el.

## 4. Eredmények és értékelésük

### 4.1. Tünetek jellemzése

A mintáinkon a tipikus lisztharmat tüneteket tapasztaltuk. A leveleket különböző vastagságú fehér vagy szürkés micélium bevonat borította (9. ábra). A micélium bevonat alatt több levélen már elkezdett nekrotizálódni a levelek szövete is. Több esetben a micélium alig látszott csak az elhaló foltok (10. ábra). Az erősen fertőzött leveleken levéldeformációt is megfigyeltünk. A lombhullás mértéke is eltérő volt, voltak fajták, ahol a minta vétel idején már nagy mértékben lehullott a fák lombja, de olyan is, ahol még szép zöldek voltak a levelek (11. ábra). Több mintánál már szabad szemmel is láthatóak voltak a kazmotéciumok, mivel annyira egy helyen sok fordult elő, de előfordult, hogy csak mikroszkóppal láttuk őket, mivel csak egy-egy kazmotécium volt rajtuk. A lisztharmat fertőzés mértéke és a kazmotéciumok képződése között nem volt összefüggés. Voltak olyan nagy mértékben fertőzött levelek, ahol nem találtunk kazmotéciumot és olyan is, ahol képződött kazmotécium de a micélium bevonat nagyon gyér volt.

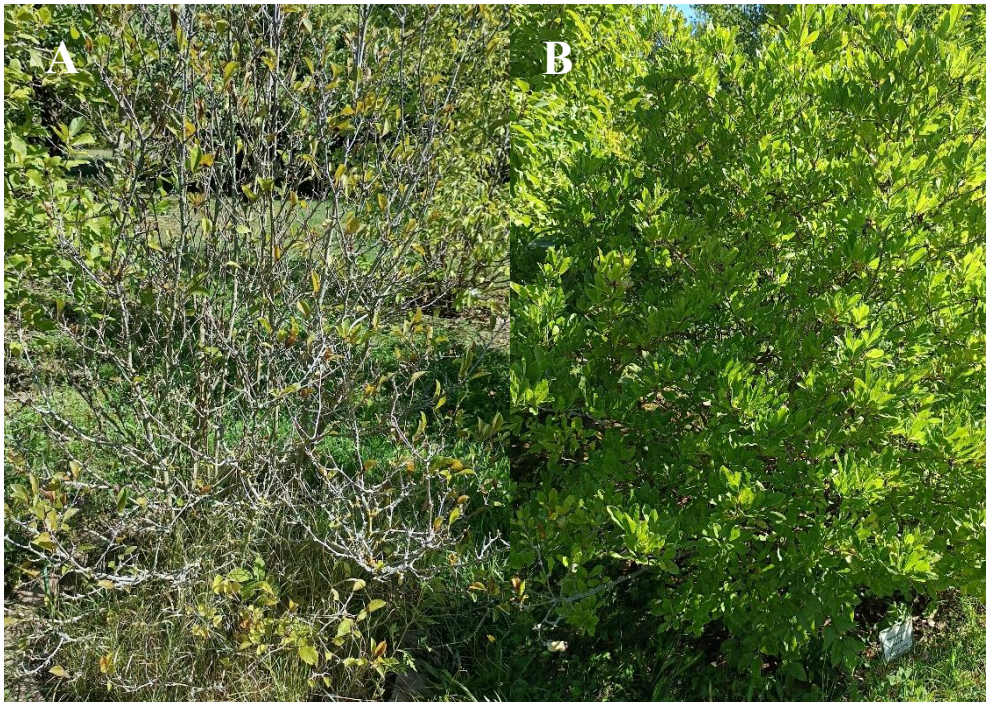
**9. ábra:** Micélium bevonat a *Magnolia* 'Royal Crown' (A) és *Magnolia* 'Betty' (B) fajtákon (Fotó: Tóth, 2024; Gyüre, 2025)



**10. ábra:** Lisztharmat okozta nekrotizálódott folt a *Magnolia kobus* var. *stellata* 'Chrysanthemumiflora' fajtánál (Fotó: Gyüre, 2025)



**11. ábra:** A: Erőteljes lombhullás a *Magnolia* 'George Henry Kern' fajtánál, B: Gyenge lombhullás a *Magnolia kobus* var. *stellata* 'Royal Star' fajtánál (Fotó: Gyüre, 2025)



A felvételezés során észrevettük, hogy néhány esetben a micélium bevonat és a kazmotéciumok nemcsak a levelek színi, hanem a fonáki oldalán is megjelenik (L18, L38, L39). Az L39 minta esetében a kazmotéciumok csak a fonáki oldalon voltak a levélen. Több

mintánál a termésen is megjelent a micéliumbevonat (L16) és a kazmotéciumok is (L15, L31) (12. ábra). Az L31-es mintánál csak a termésen volt micélium és kazmotécium.

**12. ábra:** Micéliumbevonat *Magnolia* × *soulangeana* 'Genie' termésén (Fotó: Gyüre, 2024)



## 4.2. A kártétel mértékének meghatározása

A kártétel meghatározásának eredményét az egyes mintákon az 5. táblázat mutatja be. A 6. táblázat összefoglalja a fertőzöttség mértékét azokon a fajtákon, amelyeken volt kazmotécium.

**5. táblázat:** A mintákon lévő micélium bevonat mértéke (Gyüre, 2025)

Kód	Gyűjtött faj és fajta	Micélium bevonat mértéke
L01	<i>Magnolia</i> 'Yellow Lantern'	gyér
L02	<i>Magnolia</i> 'Elaenor May'	gyér
L03	<i>Magnolia</i> 'Darkest Purple'	közepes
L04	<i>Magnolia</i> 'Legend'	közepes
L05	<i>Magnolia</i> 'Frank's Masterpiece'	gyér
L06	<i>Magnolia</i> 'Sweet Merlot'	gyér
L07	<i>Magnolia</i> 'Cleopatra'	gyér
L08	<i>Magnolia kobus</i> var. <i>stellata</i> 'Royal Star'	gyér
L09	<i>Magnolia</i> 'Jane'	erős
L10	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Speciosa'	közepes
L11	<i>Magnolia</i> 'Yellow Bird'	gyér
L12	<i>Magnolia sieboldii</i> 'Double'	gyér

<b>L13</b>	<i>Magnolia kobus</i> var. <i>loebneri</i> 'Leonard Messel'	gyér
<b>L14</b>	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Alexandrina'	gyér
<b>L15</b>	<i>Magnolia kobus</i> var. <i>stellata</i> 'Chrysanthemumiflora'	erős
<b>L16</b>	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Genie'	közepes
<b>L17</b>	<i>Magnolia</i> 'Elizabeth'	gyenge
<b>L18</b>	<i>Magnolia</i> 'Susan'	közepes
<b>L19</b>	<i>Magnolia</i> 'Szatmár'	erős
<b>L20</b>	<i>Magnolia liliiflora</i> 'Chinese Form'	erős
<b>L21</b>	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Fukuju'	gyenge
<b>L22</b>	<i>Magnolia</i> 'Royal Crown'	közepes
<b>L23</b>	<i>Magnolia</i> 'Betty'	erős
<b>L24</b>	<i>Magnolia</i> 'George Henry Kern'	erős
<b>L26</b>	<i>Magnolia</i> 'Vulden Shirazz'	közepes
<b>L27</b>	<i>Magnolia</i> 'Ricki'	közepes
<b>L28</b>	<i>Magnolia</i> 'Yellow river'	gyér
<b>L29</b>	<i>Magnolia</i> 'Galaxy'	gyenge
<b>L30</b>	<i>Magnolia</i> 'Sun Dew'	gyenge
<b>L31</b>	<i>Magnolia</i> 'Pickard's Snow Queen'	közepes
<b>L32</b>	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Grace McDade'	erős
<b>L33</b>	<i>Magnolia concinna</i> 'Sunrise'	gyenge
<b>L34</b>	<i>Magnolia</i> 'Susan'	gyenge
<b>L35</b>	<i>Magnolia</i> 'Elizabeth'	erős
<b>L36</b>	<i>Magnolia</i> 'Stelletta'	közepes
<b>L37</b>	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i>	erős
<b>L38</b>	<i>Magnolia</i> 'George Henry Kern'	erős
<b>L39</b>	<i>Magnolia</i>	közepes
<b>L40</b>	<i>Magnolia</i>	közepes
<b>L41</b>	<i>Magnolia</i>	gyenge
<b>L42</b>	<i>Magnolia denudorta</i> 'Double'	közepes

**6. táblázat:** Fertőzöttség mértéke azokon a fajtákon, amelyeken képződött kazmotécium (Gyüre. 2025)

Kód	Gyűjtött faj és fajta	Micélium bevonat mértéke
L04	<i>Magnolia</i> 'Legend'	közepes
L10	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Speciosa'	közepes
L13	<i>Magnolia kobus</i> var. <i>loebneri</i> 'Leonard Messel'	gyér
L15	<i>Magnolia kobus</i> var. <i>stellata</i> 'Chrysanthemumiflora'	erős
L18	<i>Magnolia</i> 'Susan'	közepes
L19	<i>Magnolia</i> 'Szatmár'	erős
L22	<i>Magnolia</i> 'Royal Crown'	közepes
L23	<i>Magnolia</i> 'Betty'	erős
L27	<i>Magnolia</i> 'Ricki'	közepes
L30	<i>Magnolia</i> 'Sun Dew'	gyenge
L31	<i>Magnolia</i> 'Pickard's Snow Queen'	közepes
L36	<i>Magnolia</i> 'Stelletta'	közepes
L38	<i>Magnolia</i> 'George Henry Kern'	erős
L39	<i>Magnolia</i>	közepes

### 3.3. A vizsgált gödöllői minták fogékonyságának meghatározása

2025-ben gyűjtött minták fertőzöttségének mértékét a 7. táblázat mutatja be. A lisztharmat fertőzésre legkevésbé fogékonynak az L01-es és a L12-es minták bizonyultak. A legerősebb lisztharmat fertőzést a L20-as és a L23-as minták mutatták.

**7. táblázat:** A gödöllői minták fogékonyságának mértéke (Gyüre. 2025)

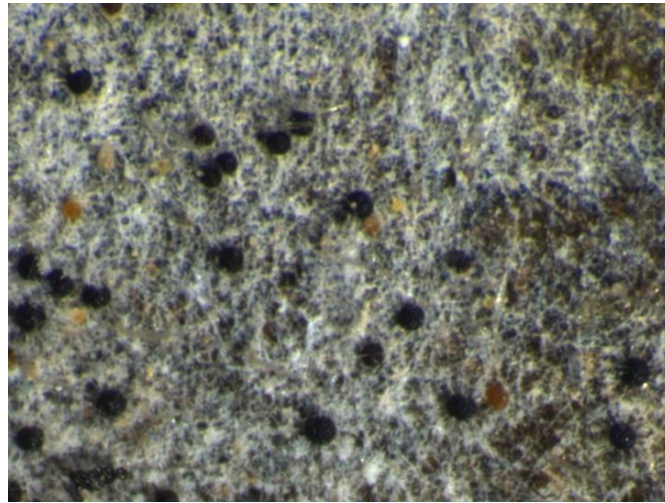
Kód	Gyűjtött faj és fajta	Fogékonyság mértéke
L01	<i>Magnolia</i> 'Yellow Lantern'	0,24
L02	<i>Magnolia</i> 'Elaenor May'	0,34
L03	<i>Magnolia</i> 'Darkest Purple'	0,5
L04	<i>Magnolia</i> 'Legend'	0,36
L05	<i>Magnolia</i> 'Frank's Masterpiece'	0,36
L06	<i>Magnolia</i> 'Sweet Merlot'	0,52

L07	<i>Magnolia</i> 'Cleopatra'	0,5
L08	<i>Magnolia kobus</i> var. <i>stellata</i> 'Royal Star'	0,54
L09	<i>Magnolia</i> 'Jane'	0,68
L10	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Speciosa'	0,42
L11	<i>Magnolia</i> 'Yellow Bird'	0,62
L12	<i>Magnolia sieboldii</i> 'Double'	0,24
L13	<i>Magnolia kobus</i> var. <i>loebneri</i> 'Leonard Messel'	0,3
L14	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Alexandrina'	0,36
L15	<i>Magnolia kobus</i> var. <i>stellata</i> 'Chrysanthemumiflora'	0,5
L16	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Genie'	0,44
L17	<i>Magnolia</i> 'Elizabeth'	0,28
L18	<i>Magnolia</i> 'Susan'	0,62
L19	<i>Magnolia</i> 'Szatmár'	0,54
L20	<i>Magnolia liliiflora</i> 'Chinese Form'	0,7
L21	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Fukuju'	0,48
L22	<i>Magnolia</i> 'Royal Crown'	0,5
L23	<i>Magnolia</i> 'Betty'	0,82
L24	<i>Magnolia</i> 'George Henry Kern'	0,36
L26	<i>Magnolia</i> 'Vulden Shirazz'	0,34
L27	<i>Magnolia</i> 'Ricki'	0,62
L28	<i>Magnolia</i> 'Yellow river'	0,52
L29	<i>Magnolia</i> 'Galaxy'	0,52
L30	<i>Magnolia</i> 'Sun Dew'	0,38
L31	<i>Magnolia</i> 'Pickard's Snow Queen'	0,3
L32	<i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Grace McDade'	0,48
L33	<i>Magnolia concinna</i> 'Sunrise'	0,66

#### 4.4. Morfológiai bélyegek vizsgálata

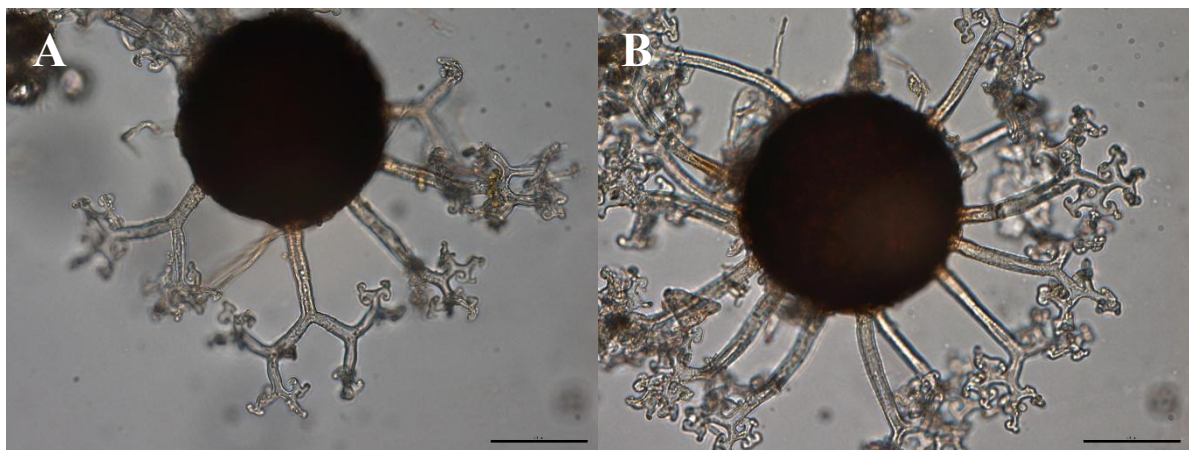
Minden mintát megvizsgáltunk sztereomikroszkóp alatt is, abból a célból, hogy közelebbről is láthassuk a micélium bevonatot és kazmotéciumokat kereshessünk benne (13. ábra). Voltak minták, amelyeken a kazmotéciumok már szabad szemmel is láthatóak voltak.

**13. ábra:** Sztereomikroszkóppal készült felvétel a micéliumba ágyazódott kazmotéciumokról (Fotó: Gyüre, 2024)



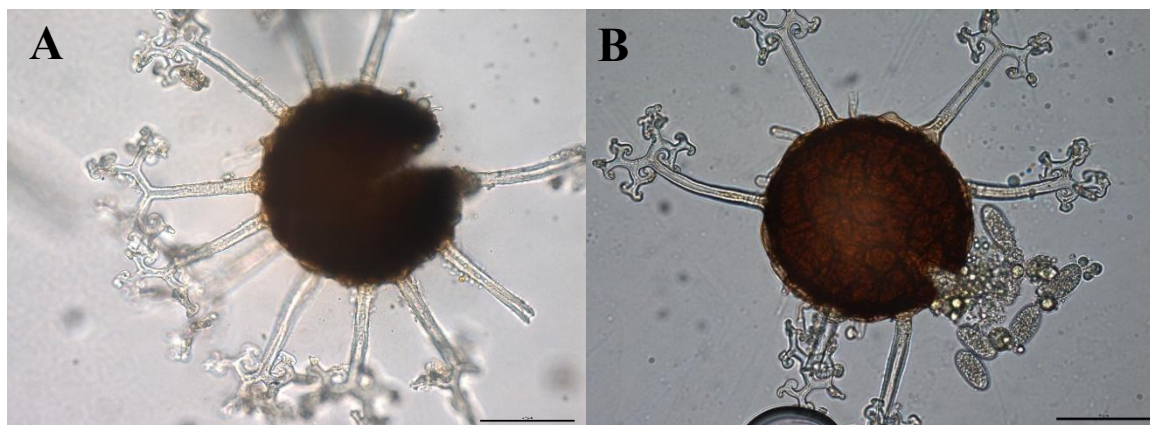
Az összes minta közül 14 esetén találtunk kazmotéciumokat is. Ezek a L04, L10, L13, L15, L18, L19, L22, L24, L27, L30, L31, L36, L38 és L39-es minták. Ezekről mikroszkópos képeket készítettünk (14. ábra) és megvizsgáltuk a kazmotéciumok különböző morfológiai bélyegeit, melyeket a 8. táblázat mutat be. A fotókon a marker minden esetben 50  $\mu\text{m}$ -t jelöl. Elmondható, hogy átlagosan a kazmotéciumok átmérője 82,11–131,19  $\mu\text{m}$ , amelyeken 4–10 darab függelék volt, ezeknek a hossza 52,68–71,76  $\mu\text{m}$ , az aszkospórák mérete pedig 18,73–27,05 x 10,52–14,2  $\mu\text{m}$  volt.

**14. ábra:** Az L19-es minta kazmotéciumai 400 $\times$  nagyításon (A) és L04-es minta kazmotéciuma 400 $\times$  nagyításon (B) (Fotó: Gyüre, 2024)



Az L30-as és L39-es minta esetében a kazmotéciumon lévő függelékek alapja eltért a többi kazmotéciumtól (15. ábra), az alapi részénél kiszélesedik.

**15. ábra:** L30-as minta kazmotéciuma 400× nagyításon (A) és L39-es minta kazmotéciuma 400× nagyításon (B) (Fotó: Gyüre, 2024)



Ivartalan szaporító képleteket kis számban találtunk a mikroszkópos vizsgálatoknál, ezenkívül az aszkuszokat sem sikerült egészben megfigyelnünk.

**8. táblázat:** A kazmotéciumok különböző morfológiai bélyegeinek paraméterei (Gyüre, 2025)

Kód	Kazmotécium mérete (legkisebb-legnagyobb átmérő értéke)	Függelék szám (átlag)	Függelékek hossza	Aszkospórák mérete
L04	90,38–137,77µm	7–10db	53,34–83,63µm	22,05–30,89x 10,54–19,01µm
L10	92,55–96,27µm	-	64,3µm	-
L13	92,47– 96,01µm	-	-	-
L15	122,6–135,57µm	-	-	22,12–24,3 x 12,26–12,62µm
L18	62,78–103,41µm	4 db	40,85–63,1µm	22,74–25,87 x 10,64–14,34µm
L19	86,58–132,69µm	7 db	39,46–71,44µm	22,78–24,2 x 10,8–12,58µm
L22	92,79–94,53µm	4 db	53,4–63,47µm	20,29–21,44 x 11,94–13,02µm
L23	94,23–96,15µm	-	-	-
L30	70,67–111,07µm	9–11 db	47,87–93,76µm	13,62–25,09 x 6,73–16,54µm
L31	96,9–117,81µm	6 db	57,21–66,87µm	-
L36	109,66–128,03µm	7–10 db	67,37–76,14µm	-
L38	69,27–160,74µm	6–11db	47,78–98,25µm	13,38–39,3x 7,17–18,89µm
L39	74,5–102,97µm	6 db	64,27–65,21µm	-

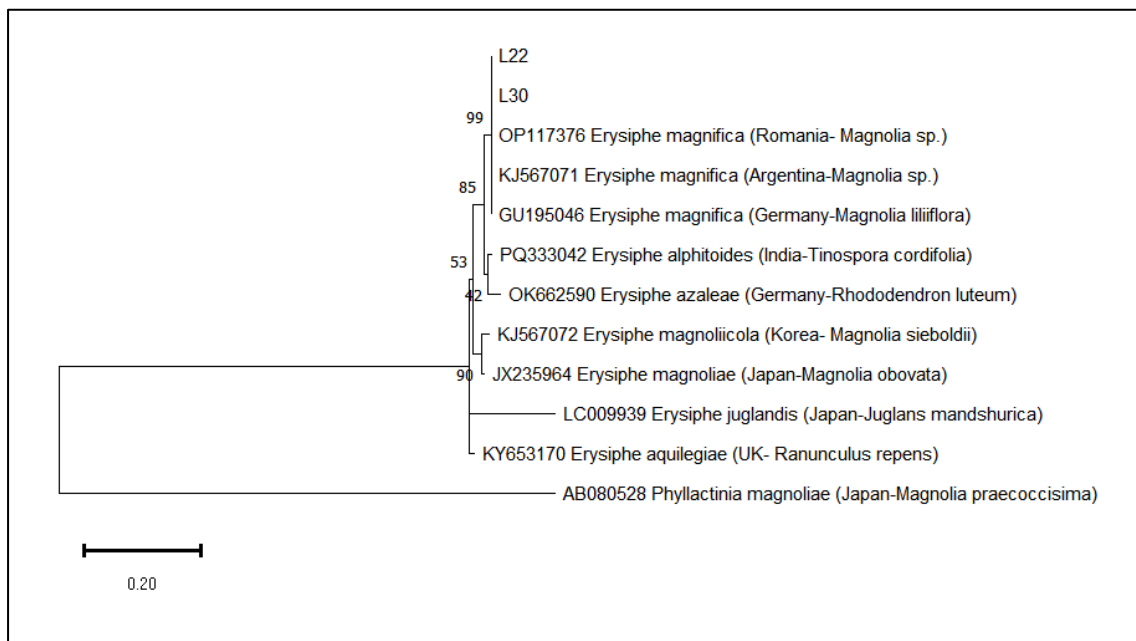
## 4.5. Molekuláris azonosítás

Az ITS régió alapján történő azonosítás az L22-es és L30-as minták kazmotéciumaiból történt. A PMITS1 és PMITS2 primerek kb. 700 bázispár hosszúságú szakaszt sokszoroztak meg a polimeráz láncreakció során.

A nukleotid sorrend összehasonlítás eredményeként az L22-es izolátum szekvenciája 99,85%-os hasonlóságot mutatott az NCBI adatbázisban szereplő *Erysiphe magnifica* izolátumok szekvenciáival. Az L30-as izolátum szekvenciája 100%-os hasonlóságot mutatott az NCBI adatbázisban szereplő *Erysiphe magnifica* izolátumok szekvenciáival. Így a kazmotéciumok morfológiai bélyegeivel egybevetve megállapítottuk, hogy azokon a mintákon, melyeken kazmotéciumot is találtunk a lisztharmat fertőzést *Erysiphe magnifica* okozta.

A törzsfán az *Erysiphe magnifica* és az L22-es, illetve L30-as izolátumok egy ágon helyezkednek el, jól elkülönülve más magnóliát fertőző *Erysiphe* fajoktól, illetve a külön ágon elhelyezkedő *Phyllactinia magnoliae* izolátumától (16. ábra).

**16. ábra:** Az L22-es és L30-as izolátumok dendrogramja az ITS régió szekvenciárészlete alapján (Fotó: Szendrei, 2025)



A dendrogramon az izolátumokat az NCBI adatbázis azonosítószámaival, a kórokozó nevekkkel és annak a gazdanövénynek a nevével tüntettük fel, amelyről az izolátumok származtak. A törzsfán a vízszintes vonalak, ill. azok hossza az izolátumok egymástól való genetikai távolságát mutatják a vizsgált szekvenciák nukleotid sorrendjének eltérései alapján.

A függőleges vonalak az izolátumok egyezőségét jelzik az elágazásokig. A törzsfa alatti skála mértéke 1 bázis eltérést jelöl 100 bázisonként.

## 5. Következtetések és javaslatok

A lisztharmatot okozó kórokozót morfológiai bélyegei alapján és molekuláris módszerekkel is meghatároztuk. Az általunk vizsgált 41 magnólia minta mindegyikén találtunk lisztharmatot. A minták közül tízet erősen, tizennégyet közepesen, hetet gyengén és tizenegyet gyéren fertőzöttnek találtunk. 14 mintán találtunk kazmotéciumokat is. Nem találtunk összefüggést a fertőzöttség mértéke és a kazmotéciumok képződése között, ahogy azt a 6. táblázat is bemutatja.

A leveleken jelentkező tünetek megegyeztek a szakirodalomban leírt magnólia fákön jelentkező lisztharmat tünetekkel (Glawe, 2003; Chinan és Dascălu, 2023). Ez a kezdetben foltszerűen jelentkező micélium bevonat, amely később a levél teljes felületére kiterjed. Alatta a levéllemez sárgul és nekrotizálódik. Az általunk megfigyelt fertőzés alapján is elmondható, hogy a micélium színe a fehértől a világos szürkéig terjedt és az is, hogy fajtánként eltért a micélium borítottság mértéke. *Erysiphe magnifica* esetében több forrás is említi, hogy a levelek fonáki oldalán is megjelenik a micélium, ezt mi is tapasztaltuk az L18, L38 és az L39 minta esetében (Khodaparast *et al.*, 2019; Chinan és Dascălu, 2023). Két esetben (L30, L39) találtunk kazmotéciumokat a levél fonáki oldalán is. Egyes esetekben (L15 és L31 és L16) tapasztaltuk a terméseken is a micéliumbevonatot, illetve kazmotéciumokat is, *Erysiphe magnifica* esetében leírták már, hogy képes a termést is megfertőzni (Glawe, 2003; Chinan és Dascălu, 2023).

A kazmotéciumok vizsgálatokor két minta (L30, L39) esetében tapasztaltuk, hogy a függelékek alapja enyhén kiszélesedik, ez a bélyeg az *Erysiphe bulbosa* fajra jellemző (Braun és Takamatsu, 2000; Ondrušková *et al.*, 2014), illetve csak ebben a két esetben találtunk a levél fonákán is kazmotéciumot, azonban sem mikroszkópos felvétel, sem pedig szekvencia nem érhető el erről a fajról. A többi minta esetében a vizsgált kazmotéciumok morfológiai bélyegeit összevetve a szakirodalommal megállapítottuk, hogy a legnagyobb hasonlóságot *Erysiphe magnifica* kazmotéciumaival mutatja. A kazmotéciumok átlagos méretei az általunk kapott adatok alapján 82,11–131,19  $\mu\text{m}$ , amelyeken 4–10 darab függelék volt, ezeknek a hossza 52,68–71,76  $\mu\text{m}$ , az aszkospórák mérete pedig 18,73–27,05x 10,52–14,2 $\mu\text{m}$  volt. A kazmotéciumok mérete alapján a legjobban a romániai kutatásban szereplő populációval egyeznek a mintáink, amelyben 80–135  $\mu\text{m}$  közötti értékeket mértek (Chinan és Dascălu, 2023). A függelékek száma és hossza alapján is a legnagyobb hasonlóság a Chinan és Dascălu által vizsgált populáció volt, ahol 6-15 db függelék volt a kazmotéciumokon és 50–123  $\mu\text{m}$

hosszúak voltak. Az aszkospórák mérete Chinan és Dascălu 17–30×8–14 µm-es és Glawe 21–27,5×12–17 µm-es mintáival mutatták az eredményeink a legnagyobb egyezést. Ivartalan szaporító képleteket nem találtunk, így ezekkel nincsen összehasonlítási adatunk.

*Erysiphe magnifica* és *Erysiphe magnoliicola* morfológiailag a kazmotécium függelékeinek számában különböznek, míg az előbbi 5-23, addig az utóbbi maximum 10 függelékkel rendelkezik (Cho *et al.*, 2014), azonban az általunk mért függelékek számát befolyásolja, hogy a mikroszkópos vizsgálatok során gyakran letöredeznek ezek a függelékek. Ennek okán a pontos azonosításhoz molekuláris módszereket is alkalmaztunk, melyhez két, a függelékek alapjaiban különböző mintát választottunk.

A molekuláris azonosításnál az L22 és L30-as minták 99-100%-os egyezést mutatták az NCBI adatbázisban szereplő *Erysiphe magnifica* izolátumok szekvenciáival. A törzsfaj alapján az általunk vizsgált izolátumok jól elkülönültek más magnóliát fertőző lisztharmat fajok izolátumaitól, így megállapítottuk, hogy az általunk vizsgált magnóliákon a lisztharmat fertőzést *Erysiphe magnifica* kórokozó okozta.

*Erysiphe bulbosa* fajt eddig csak Kínában írták le *M. liliiflora* fajon (Wang 1987), így, a molekuláris eredményeinkkel alátámasztva valószínűleg, hogy az általunk vizsgált mintákon jelen lenne. Azonban lehetségesnek tartjuk, hogy azokat a vizsgált magnóliákat, melyeken nem találtunk kazmotéciumot más lisztharmat faj fertőzhette meg, hiszen ugyan olyan környezeti feltételek mellett nem tapasztaltuk a kazmotéciumok megjelenését.

Végezetül, munkánk során elsőként azonosítottuk az *Erysiphe magnifica* kórokozót *Magnolia* fajokon hazánkban. A kórokozó már jelen van számos Európai országban (Braun *et al.*, 2009; Kirschner, 2010; Kimic *et al.*, 2023), köztük a szomszédos országokban is (Ondrušková *et al.*, 2014; Chinan és Dascălu, 2023), így megjelenése várható volt. A hazánkban is egyre közkedveltebb magnóliákon okoz tüneteket, a fák levelét és termését károsítja, ezáltal nem csak az esztétikai értéküket rontja, de a fotoszintetikus felület csökkenése által kondícióromlást és korai lombhullást okoz. A magnóliákat gyakran ültetik közterületekre, ahol a növényvédelmi beavatkozások korlátozottak, ezáltal nagyobb a jelentősége olyan fajták kiválasztásának, amelyek jobban ellenállnak a kórokozónak.

A vizuális tünetek alapján elmondható, hogy az általunk vizsgált fajok és fajták között voltak különbségek a fertőzöttség mértékét illetően. A 2025 őszen Gödöllőn elvégzett helyszíni bonitálás alapján már biztosan kimondhatjuk, hogy voltak kevésbé fogékony fajták, mint a *Magnolia* 'Yellow Lantern' és a *Magnolia sieboldii* 'Double'. Emellett a kórokozóra

nagyon fogékony fajták közül a *Magnolia liliiflora* 'Chinese Form' és a *Magnolia* 'Betty' fajtákat lehet kiemelni. Közterületi fajta választáshoz azok a fajták ültetése célszerűbb lehet, melyek kevésbé fogékonyak a lisztharmat fertőzésre, mivel a lakosság jelenléte miatt közterületen korlátozottak a lehetőségek a növényvédelmi beavatkozásokra. Az 'Elizabeth' és a 'Susan' fajtákból több mintát is vizsgáltunk, és ezeknél eltérő fertőzöttségi szinteket tapasztaltunk. Ez arra utal, hogy a fajtaválasztás mellett a környezeti tényezők is jelentősen befolyásolják a fertőzés mértékét.

A jövőben szeretnénk a többi fajta esetében is több mintát, különböző helyszínekről is vizsgálni, hogy megállapíthassuk, hogy a fertőzöttségi szintet valóban befolyásolja-e a fajtaválasztás, ha igen, mely fajtákat érdemes választani közterületekre.

## 6. Összefoglalás

A magnóliafélék egyre inkább elterjedt díszfák, amelyek már a legtöbb házikertben is előfordulnak. Közterületi kiültetésnél is gyakorta telepítik dekoratív megjelenésének és lombfakadás előtti virágzásának köszönhetően. Azonban a kórokozók és kártevők megjelenése ront a díszítőértékükön. A kórokozók egyik jelentős csoportját képviselik a lisztharmatok is, amelyek közül a magnóliákat több lisztharmat faj is képes megfertőzni, azonban hazánkban eddig ez kevésbé kutatott.

Vizsgálatunk során célként tűztük ki, hogy azonosítsuk mely lisztharmat faj, illetve fajok betegítik a magnóliafákat Magyarországon.

2024-ben és 2025-ben végeztük a vizsgálatokat, amelyekhez mintákat gyűjtöttünk különböző lisztharmat fertőzést mutató magnóliákról. Összesen 41 mintával dolgoztunk. Ezeket az egyetem laboratóriumában vizsgáltuk sztereo- és citoplasztmikroszkóp segítségével. Megfigyeltük az ivaros szaporító képleteik, a kazmotéciumok morfológiai bélyegeit, amelyeket összevetettünk az irodalmi adatokkal. Azért, hogy biztos eredményt kapjunk molekuláris módszereket is alkalmaztunk és az eredményeinket összevetettük nemzetközi adatbázisok adataival.

Az eredmények alapján a kazmotéciumok méretei a legjobban a 2023-as romániai kutatással egyeztek meg, ahol az *Erysiphe magnifica* kórokozót azonosították (Chinan és Dascălu, 2023).

Molekulárisan az L22 és L30-as mintákat azonosítottuk, amelyeket összevetettünk az NCBI adatbázisban szereplő *Erysiphe magnifica* izolátumok szekvenciáival. Mindkettő minta esetében 99-100%-os egyezést mutatott az NCBI adatbázisban szereplő *Erysiphe magnifica* izolátumokkal.

A kapott eredmények alapján kijelenthető, hogy Magyarországon is jelen van az *Erysiphe magnifica* faj és fertőzi a különböző magnólia fajokat és fajtákat.

A jövőben szeretnénk kiterjeszteni a vizsgálatot több helyszínre és még több mintaelemszámra, hogy pontosabb következtetéseket tudjunk levonni arról, mely fajtákat érdemes választani a kórokozó figyelembevételével.

## **7. Köszönetnyilvánítás**

Köszönöm témavezetőimnek Szendrei Lillának, Dr. Tóth Annamáriának és Dr. Petróczy Mariettának, azt a sok segítséget, amit a dolgozatom elkészítése során kaptam tőlük. Azt, hogy bármilyen kérdésem volt egyből válaszoltak és igyekeztek mindenben támogatni az írás során. Köszönöm, hogy segítettek a minták feldolgozásában és a labormunkákban.

## 8. Irodalomjegyzék

1. Askerova PSG (2022): About pests and diseases of some magnolia species in the Absheron conditions. Bulletin of Nizhnevartovsk State University, 57, 29–36. doi:10.36906/2311-4444/22-1/03.
2. Bánhegyi J, Tóth S, Ubrizsy G, Vörös J (1985): Magyarország mikroszkopikus gombáinak határozókönyve I-III. Akadémiai, Budapest.
3. Braun U, Ale-Agha N, Bolay A, Boyle H, Brielmaier-Liebetanz U, Emgenbroich D, Kruse J, Kummer V (2009): New records of powdery mildew fungi (Erysiphaceae). Schlechtendalia, 19, 39–46.
4. Braun U, Takamatsu S (2000): Phylogeny of Erysiphe, Microsphaera, Uncinula (Erysiphaceae) and Cystotheca, Podosphaera, Sphaerotheca (Cystothecaceae) inferred from rDNA ITS sequences - some taxonomic consequences. Schlechtendalia,.
5. Chen W (1994): Vegetative Compatibility Groups of Verticillium dahliae from Ornamental Woody Plants. Phytopathology, 84, 214. doi:10.1094/Phyto-84-214.
6. Chinan V-C, Dascălu M-M (2023): First report of Erysiphe magnifica on Magnolia trees in Romania. Journal of Plant Diseases and Protection, 130, 657–661. doi:10.1007/s41348-023-00721-z.
7. Cho S-E, Takamatsu S, Meeboon J, Shin H-D (2014): Erysiphe magnoliicola, a new powdery mildew on Magnolia. Mycotaxon, <https://www.ingentaconnect.com/contentone/mtax/mt/2014/00000129/00000001/art00018> (accessed: 08/03/2025).
8. Choi I-Y, Lamiya A, Choi J-H, Choi B-K, Hyeon-Dong S (2022): Erysiphe magnoliicola Comprises the Powdery Mildew Found on Magnolia kobus in Korea. The Korean Journal of Mycology, 50, 125–130. doi:10.4489/KJM.20220012.
9. Choi Y-J, Choi B-K, Choi I-Y, Shin H-D (2021): Erysiphe magnifica causes powdery mildew on Magnolia compressa. Forest Pathology, 51, e12706. doi:10.1111/efp.12706.
10. Cunnington JH, Takamatsu S, Lawrie AC, Pascoe IG (2003): Molecular identification of anamorphic powdery mildews (Erysiphales). Australasian Plant Pathology, 32, 421–428. doi:10.1071/AP03045.
11. Farr DF, Rossman AY, Castlebury LA (2021): United States National Fungus Collections Fungus-Host Dataset. Ag Data Commons. [https://agdatacommons.nal.usda.gov/articles/dataset/United\\_States\\_National\\_Fungus\\_Collections\\_Fungus-Host\\_Dataset/24855585?file=43732281](https://agdatacommons.nal.usda.gov/articles/dataset/United_States_National_Fungus_Collections_Fungus-Host_Dataset/24855585?file=43732281) (accessed: 28/04/2025).
12. Glawe DA (2003): First Report of Powdery Mildew of Magnolia Caused by Microsphaera magnifica (Erysiphe magnifica) in the Pacific Northwest. Plant Health Progress, 4, 37. doi:10.1094/PHP-2003-0512-02-HN.

13. Glawe DA (2008): The Powdery Mildews: A Review of the World's Most Familiar (Yet Poorly Known) Plant Pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 46, 27–51. doi:10.1146/annurev.phyto.46.081407.104740.
14. Glits M, Folk G (2000): *Kertészeti növénykórtan*. Mezőgazda, Budapest.
15. Hamar B (2007): *Magnolia L. fajták dugványozásának egyes biológiai és technológiai összefüggései*. phd. Budapesti Corvinus Egyetem.
16. Hirata T, Takamatsu S (1996): Nucleotide sequence diversity of rDNA internal transcribed spacers extracted from conidia and cleistothecia of several powdery mildew fungi. *Mycoscience*, 37, 283–288. doi:10.1007/BF02461299.
17. Hodel DR, Santos P, Rooney-Latham S (2023): First Report of Powdery Mildew Caused by the Fungus *Erysiphe magnifica* on the Landscape Tree *Magnolia grandiflora*.
18. Hodges CS, Haasis FA (1962): Etiology of *Cercospora* Leaf Spot of *Magnolia*. *Mycologia*, 54, 448–454. doi:10.1080/00275514.1962.12025022.
19. Hückelhoven R, Panstruga R (2011): Cell biology of the plant–powdery mildew interaction. *Current Opinion in Plant Biology*, 14, 738–746. doi:10.1016/j.pbi.2011.08.002.
20. Kamińska M, Śliwa H, Rudzińska-Langwald A (2001): The Association of Phytoplasma with Stunting, Leaf Necrosis and Witches' Broom Symptoms in *Magnolia* Plants. *Journal of Phytopathology*, 149, 719–724. doi:10.1046/j.1439-0434.2001.00703.x.
21. Khodaparast SA, Ghobakhloo A, Asgari B, Aliabadi F, Sajedi S (2019): Notes on two powdery mildew fungi (*Erysiphe magnifica* and *E. corylacearum*) from Iran. *Mycologia Iranica*, 6, 1–7. doi:10.22043/mi.2019.120420.
22. Kimic K, Mirzwa-Mróz E, Szyndel MS (2023): Diagnosis and recommendations for management of trees and shrubs in green squares in Warsaw based on research on fungal diseases. *Trees*, 37, 161–175. doi:10.1007/s00468-022-02270-8.
23. Kirschner R (2010): First record of *Erysiphe magnifica* on lotus, a host outside the Magnoliales. *Mycological Progress*, 9, 417–424. doi:10.1007/s11557-009-0651-z.
24. Knox GW, Klingeman WE, Paret M, Fulcher A (2012): Management of Pests, Plant Diseases and Abiotic Disorders of *Magnolia* Species in the Southeastern United States: A Review. *Journal of Environmental Horticulture*, 30, 223–234. doi:10.24266/0738-2898.30.4.223.
25. Mahanta D (2022): ETIOLOGY AND MANAGEMENT OF LEAF SPOT DISEASE IN *MAGNOLIA CHAMPACA* L. Silapathar, p.
26. Mahanta D, Borah RK, Gogoi J (2024): First Report of *Pestalotiopsis algeriensis* Causing Leaf Spot Disease in *Magnolia champaca* L. ResearchGate, doi:10.53550/EEC.2024.v30i01s.022.

27. Mycobank <https://www.mycobank.org/Simple%20names%20search> (accessed: 06/06/2024).
28. Mycobank <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/field/Mycobank%20%23/118897> (accessed: 20/05/2025).
29. Oksel C, Avin FA, Simmons T, Baysal-Gurel F (2020): First Report of Bacterial Leaf Spot Caused by *Xanthomonas arboricola* Infecting Saucer Magnolia in Tennessee. *Plant Disease*, 104, 2724–2724. doi:10.1094/PDIS-03-20-0671-PDN.
30. Ondrušková E, Juhásová G, Pastirčáková K (2014): The lily magnolia powdery mildew *Erysiphe magnifica* found in Slovakia.
31. Parajuli M, Liyanapathirana P, Neupane K, Shreckhise J, Fare D, Moore B, Baysal-Gurel F (2023): Tree Architecture and Powdery Mildew Resistance of Yellow-flowering Magnolias in Tennessee, USA. doi:10.21273/HORTSCI17036-22.
32. Rivers M, Beech E, Murphy L, Oldfield S (2016): The Red List of Magnoliaceae : revised and extended. Richmond, Surrey, UK: Botanic Gardens Conservation International (BGCI), .
33. Sánchez-Velásquez LR, Pineda-López María del R, Vásquez-Morales SG, Avendaño-Yáñez Ma de la L (2016): Ecology and Conservation of Endangered Species: The Case of Magnolias In: ResearchGate. 2016. Ed. Nova Science Publishers, , p.
34. Sarker SD, Maruyama Y (2002): *Magnolia: The Genus Magnolia*. Taylor & Francis, .
35. Spongberg SA (1976): Some Old and New Interspecific *Magnolia* Hybrids. *Arnoldia*, 36, 129–145.
36. Suto Y, Ohtani S (2009): Morphology and taxonomy of five *Cephaleuros* species (Trentepohliaceae, Chlorophyta) from Japan, including three new species. *Phycologia*, 48, 213–236. doi:10.2216/07-31.1.
37. Takamatsu S (2013): Molecular phylogeny reveals phenotypic evolution of powdery mildews (*Erysiphales*, *Ascomycota*). *Journal of General Plant Pathology*, 79, 218–226. doi:10.1007/s10327-013-0447-5.
38. Takamatsu S, Cho S-E, Meeboon J, Shin H-D (2013): Revisiting *Erysiphe magnoliae* with morphological and molecular data. *Sydowia*, 65, 13–20.
39. USDA-ARS US National Fungus Collection (2024). USDA United States National Fungus Collections. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/w78rwb> accessed via GBIF.org (accessed: 10/03/2025).
40. Virányi F (2010): *Általános Növénykórtan (egyetemi jegyzet) 2. átdolgozott kiadás*.
41. Wang AQ. 1987. A new genus of powdery mildew. *Acta Mycologica Sinica* 6: 74–76.

42. Wang C-T, Yeh Y-W, Lin L-D, Kirschner R (2020): First record of *Erysiphe magnifica* on the new host *Magnolia × alba* in Taiwan indicates high morphological plasticity of the anamorph under tropical conditions. ResearchGate, doi:10.5943/ppq/10/1/7.
43. Xiao CL, MacKenzie SJ, Legard DE (2004): Genetic and Pathogenic Analyses of *Colletotrichum gloeosporioides* Isolates from Strawberry and Noncultivated Hosts. *Phytopathology*®, 94, 446–453. doi:10.1094/PHYTO.2004.94.5.446.
44. Yahaya AAH, Salleh WMNHW, Ghani N (2022): *Magnolia* genus -A systematic review on the composition and biological properties of its essential oils. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 99, 249–261.
45. Zhou Y, Yang D, Zhang L-P, Zeng Y-C, Zhang Y (2022): First Report of Leaf Spot Caused by *Colletotrichum siamense* on *Magnolia grandiflora* in China. *Plant Disease*, 106, 769. doi:10.1094/PDIS-08-21-1698-PDN.

## 9. Ábrajegyzék:

1. ábra	Magnólia 'Susan' virágszíne (Fotó: Gyüre, 2024).....	4
2. ábra:	A: Az <i>Erysiphe magnoliae</i> függelékei (Fotó: Takamatsu et al., 2013), B: Az <i>Erysiphe magnoliicola</i> kazmotéciuma függelékekkel és aszkuszai (Fotó: Choi et al., 2022).....	11
3. ábra:	Az örökzöld magnólia levelének színi (A) és fonáki (B) oldalán a lisztharmat fertőzés okozta tünet (Fotó: Hodel et al., 2023).....	12
4. ábra:	Az <i>Erysiphe magnifica</i> elterjedése Európában (Fotó: GBIF adatbázis, 2025) .....	12
5. ábra:	Lisztharmat tünet magnólián (Fotó: Chinan és Dascălu, 2023).....	13
6. ábra:	Az <i>Erysiphe magnifica</i> kazmotéciuma (Fotó: Chinan és Dascălu, 2023) .....	14
7. ábra:	Különböző magnóliát fertőző lisztharmatok filogenetikai törzsfája (Fotó: Choi et al., 2022).....	16
8. ábra:	Magnólia gyűjtemény a MATE gödöllői botanikus kertjében (Fotó: Tóth, 2024)....	17
9. ábra:	Micélium bevonat a <i>Magnolia</i> 'Royal Crown' (A) és <i>Magnolia</i> 'Betty' (B) fajtákon (Fotó: Tóth, 2024; Gyüre, 2025) .....	23
10. ábra:	Lisztharmat okozta nekrotizálódott folt a <i>Magnolia kobus</i> var. <i>stellata</i> 'Chrysanthemumiflora' fajtánál (Fotó: Gyüre, 2025) .....	24
11. ábra:	A: Erőteljes lombhullás a <i>Magnolia</i> 'George Henry Kern' fajtánál, B: Gyenge lombhullás a <i>Magnolia kobus</i> var. <i>stellata</i> 'Royal Star' fajtánál (Fotó: Gyüre, 2025).....	24
12. ábra:	Micéliumbevonat <i>Magnolia</i> × <i>soulangeana</i> 'Genie' termésén (Fotó: Gyüre, 2024) .....	25
13. ábra:	Sztereomikroszkóppal készült felvétel a micéliumba ágyazódott kazmotéciumokról (Fotó: Gyüre, 2024).....	29
14. ábra:	Az L19-es minta kazmotéciumai 400× nagyításon (A) és L04-es minta kazmotéciuma 400× nagyításon (B) (Fotó: Gyüre, 2024).....	29
15. ábra:	L30-as minta kazmotéciuma 400× nagyításon (A) és L39-es minta kazmotéciuma 400× nagyításon (B) (Fotó: Gyüre, 2024).....	30
16. ábra:	Az L22-es és L30-as izolátumok dendrogramja az ITS régió szekvenciárészlete alapján (Fotó: Szendrei, 2025) .....	31

## 10. Táblázatjegyzék

<b>1. táblázat:</b> <i>Magnolia</i> fajok kórokozói.....	6
<b>2. táblázat:</b> Az <i>Erysiphe magnifica</i> ivartalan szaporítóképleteinek morfológiai bélyegei .....	13
<b>3. táblázat:</b> Az <i>Erysiphe magnifica</i> ivaros morfológiai bélyegei.....	14
<b>4. táblázat:</b> A vizsgálatba vont magnólia fajok és fajták, a minták kódja és származása .....	18
<b>5. táblázat:</b> A mintákon lévő micélium bevonat mértéke (Gyüre, 2025).....	25
<b>6. táblázat:</b> Fertőzöttség mértéke azokon a fajtákon, amelyeken képződött kazmotécium (Gyüre, 2025) .....	27
<b>7. táblázat:</b> A gödöllői minták fogékonyságának mértéke (Gyüre, 2025).....	27
<b>8. táblázat:</b> A kazmotéciumok különböző morfológiai bélyegeinek paraméterei (Gyüre, 2025) .....	30

## MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

### III. Hallgatói Követelményrendszer

#### III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

### NYILATKOZAT

#### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Gyüre Lilla  
A Hallgató Neptun kódja: B7ONUV  
A dolgozat címe: *Erysiphe magnifica* hazai megjelenése magnóliákon  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Növényvédelmi Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Növénykórtani Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2025 év november hó 03 nap



Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Gyüre Lilla (név) (hallgató Neptun azonosítója: B7ONUV) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakedolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2025. év november hó 03. nap

*Jóth Anna*

---

belső konzulens

*Gyüre Lilla*

---

belső konzulens

*Zs. P. H.*

---

belső konzulens

# Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

## 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Gyüre Lilla
Neptun-kódja:	B7ONUUV
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input type="checkbox"/> BSc/BA <input checked="" type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	Diplomamunka IV.
A munka címe:	<i>Erysiphe magnifica</i> hazai megjelenése magnóliákon

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

## 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

## 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet

	verziója, elérhetősége		bejegyzésének sorszám

### 3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

*Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

### 4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

**Kelt:** Budapest 2025. november hó 03 nap



.....

**Hallgató aláírása**



.....

**Konzulens/Témavezető aláírása**



.....

**Konzulens/Témavezető aláírása**



.....

**Konzulens/Témavezető aláírása**