

DIPLOMADOLGOZAT

Farkas Zoltán

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Növényvédelmi Intézet

Növényorvosi mesterképzési szak

**Importált mangó és banán gyümölcsökön megjelenő kórokozók
azonosítása**

Belső konzulensek: Szendrei Lilla

PhD hallgató

Dr. Tóth Annamária

egyetemi adjunktus

Dr. Petróczy Marietta

egyetemi docens

Készítette:

FARKAS ZOLTÁN

MATE Budai Campus

2024

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1. A kórokozók rendszertani besorolása	5
2.1.1. A <i>Fusarium</i> fajok rendszertani besorolása	5
2.1.2. A <i>Colletotrichum</i> fajok rendszertani besorolása	5
2.1.3. A <i>Botryosphaeriaceae</i> család rendszertani besorolása	5
2.2. A kórokozók gazdasági jelentősége	5
2.2.1. A <i>Fusarium</i> fajok gazdasági jelentősége	5
2.2.2. A <i>Colletotrichum</i> fajok gazdasági jelentősége.....	6
2.2.3. <i>Botryosphaeriaceae</i> család gazdasági jelentősége.....	7
2.3. A kórokozók gazdanövényköre	7
2.3.1. A <i>Colletotrichum</i> fajok gazdanövényköre	7
2.3.2. A <i>Fusarium</i> fajok gazdanövényköre.....	7
2.3.3. A <i>Botryosphaeriaceae</i> család tagjainak gazdanövényköre.....	7
2.4. A kórokozók által okozott tünetek.....	8
2.4.1. <i>Fusarium</i> fajok által okozott tünetek	8
2.4.2. <i>Colletotrichum</i> fajok által okozott tünetek.....	8
2.4.3. <i>Botryosphaeriaceae</i> fajok által okozott tünetek.....	10
2.5. A kórokozók morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegei	10
2.5.1. A <i>Fusarium</i> fajok morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegei.....	10
2.5.2. A <i>Colletotrichum</i> fajok morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegei	12
2.5.3. <i>Botryosphaeriaceae</i> családba tartozó fajok morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegéi	14
2.6. A kórokozók biológiája	15
2.6.1. A <i>Fusarium</i> fajok biológiája	15

2.6.2. A <i>Colletotrichum</i> fajok biológiája	16
2.6.3. <i>Botryosphaeriaceae</i> családba tartozó fajok biológiája	16
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	18
3.1. A vizsgálat helye és ideje	18
3.2. A vizsgálat anyaga.....	18
3.2.1. A vizsgált gyümölcsök.....	18
3.2.2. Felhasznált eszközök	18
3.2.3. Táptalaj és indítószekvenciák	19
3.3. A vizsgálat módszere.....	19
3.3.1. A gyümölcsök gyűjtése és tárolása	19
3.3.2. Tünetek jellemzése.....	19
3.3.3. A kórokozók izolálása táptalajon, tiszta tenyészetek fenntartása	20
3.3.4. Morfológiai vizsgálatok	20
3.3.5. Patogenitási teszt.....	20
3.3.6. Molekuláris azonosítás.....	20
4. EREDMÉNYEK	22
4.1. Kórokozók és tünetek	22
4.1.1. Mangó gyümölcsön megjelenő tünetek	22
4.1.1.1. <i>Fusarium</i> fajok okozta tünetek.....	22
4.1.1.2. <i>Colletotrichum</i> fajok okozta tünetek	22
4.1.1.3. <i>Botryosphaeriaceae</i> családba tartozó fajok által okozott tünetek	23
4.1.1.4. Más kórokozó okozta egyéb megfigyelt tünetek.....	24
4.1.2. Banán gyümölcsön megfigyelt tünetek.....	24
4.1.2.1. <i>Fusarium</i> fajok által okozott tünetek	24
4.1.2.2. <i>Colletotrichum</i> fajok által okozott tünetek.....	25
4.2. Morfológiai tulajdonságok és tenészbélyegek.....	25
4.2.1. Mangóról izolált kórokozók morfológiai tulajdonságai és tenészbélyegei.....	25

4.2.1.1. <i>Fusarium</i> fajok morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegek.....	26
4.2.1.2. <i>Colletotrichum</i> fajok morfológiai és tenyészbélyegek.....	28
4.2.1.3. <i>Botryosphaeriaceae</i> családba tartozó fajok morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegek	30
4.2.1.4. További izolált fajok tenyészbélyegek és morfológiai tulajdonságai	30
4.2.2. Banánról izolált kórokozók morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegek.....	31
4.2.2.1. A <i>Fusarium</i> fajok morfológiai és tenyészbélyegek	31
4.2.2.2. <i>Colletotrichum musae</i> morfológiai és tenyészbélyegek	33
4.2.2.3. Patogenitási teszt	33
4.3. Kórokozók azonosítása molekuláris módszerekkel.....	34
4.3.1. Azonosítás az ITS régió alapján	34
4.3.1.1. <i>Fusarium</i> fajok azonosítása	34
4.3.1.2. <i>Colletotrichum</i> fajok azonosítása.....	35
4.3.1.3. <i>Botryosphaeriaceae</i> családba tartozó fajok azonosítása.....	36
4.3.1. Azonosítás kalmodulin és β -tubulin gének alapján	36
5. KÖVETKEZTETÉSEK	37
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	40
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	41
8. IRODALOMJEGYZÉK.....	42
9. ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	51

1. BEVEZETÉS

Évente több millió tonna trópusi gyümölcsöt importálnak az EU-ba (FAO, 2023). Sokáig nem tekintették számottevő veszélyforrásnak a friss import gyümölcsöket, de az elmúlt évtizedben bebizonyosodott, hogy új károsítók juthatnak be így az országba. A nemzetközi szakirodalomból ismert számos gombafaj megtámadhatja a gyümölcsféléket, köztük sok olyan is, melynek csak a szállítás és raktározás alatt alakulnak ki a tünetei. Napjainkban egyre népszerűbb az ökológiai gazdálkodásból származó gyümölcsök és zöldségek vásárlása, import és hazai termékek esetében egyaránt. A főleg trópusokról, illetve mediterrán éghajlatról származó gyümölcsféléken rendszeresen megfigyelhetünk gombás betegségre utaló tüneteket.

A banán (*Musa x paradisiaca* L.) gyümölcssein leggyakrabban *Fusarium* és *Colletotrichum* fajok által okozott tünetekkel találkozhatunk a boltok polcain. A *Fusarium* fajok nem csak jelentős veszteséget okozhatnak a gyümölcs raktározása során, hanem számos fajuk mikotoxinokat is termel (Triest és Hendrickx, 2016). A mikotoxinok az állatok és az emberek számára jelentős egészségügyi kockázattal bírnak, károsíthatják a különböző szerveket, a hormonháztartás zavarát okozhatják, illetve ismert a mutagén hatásuk is (Coulombe, 1993).

Kedvelt trópusi gyümölcs a mangó (*Mangifera indica* L.), melyen számos gombás betegség ismert. Meghatározó jelentőségű ezek közül a kocsány felőli rothadás, vagy angol nevén „stem end rot” (SER), melyet leggyakrabban a *Lasiodiplodia theobromae*, *Alternaria alternata*, *Phomopsis mangiferae*, *Neofusicoccum mangiferae* kórokozók idéznek elő (Galsurker *et al.*, 2018). Jelentősek még a mangó gyümölcsök antraknózisát okozó *Colletotrichum* fajok, köztük a *C. gloeosporioides* fajkomplex tagjai, mint a *C. asianum*, *C. fructicola*, *C. karstii* és a *C. siamense* (Giblin *et al.*, 2018).

A globális felmelegedés hatásait hazánkban is érzékelhetjük. Egyre melegebbek a telek, kevesebb csapadék esik és folyamatosan növekszik az átlaghőmérséklet. Ezek a környezeti körülmények egyre kedvezőbbek egyes kórokozók megtelepedésének (Bragard *et al.*, 2021). Ezért dolgozatomban célul tűztük ki import mangón és banánon megjelenő kórokozók azonosítását mind klasszikus, mind pedig molekuláris módszerekkel.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A kórokozók rendszertani besorolása

2.1.1. A *Fusarium* fajok rendszertani besorolása

A *Fusarium* fajok a Gombák országába, a *Dikarya* alországba, *Ascomycota* törzsbe, *Pezizomycotina* altörzsbe, ezen belül a *Sordariomycetes* osztályba, *Hypocreomycetidae* alosztályba és a *Hypocreales* renden belüli *Nectriaceae* családba tartoznak (Mycobank 1, 2024).

2.1.2. A *Colletotrichum* fajok rendszertani besorolása

A *Colletotrichum* fajok a Gombák országába, a *Dikarya* alországba, *Ascomycota* törzsbe, *Pezizomycotina* altörzsbe, ezen belül a *Sordariomycetes* osztályba, *Hypocreomycetidae* alosztályba és a *Glomerellales* renden belüli *Glomerellaceae* családba tartoznak (Mycobank 2, 2024).

2.1.3. A *Botryosphaeriaceae* család rendszertani besorolása

A *Botryosphaeriaceae* család a Gombák országába, az *Ascomycota* törzsbe, *Pezizomycotina* altörzsbe, ezen belül a *Dothideomycetes* osztályba *Botryosphaeriales* rendbe, tartoznak (Mycobank 3, 2024).

2.2. A kórokozók gazdasági jelentősége

2.2.1. A *Fusarium* fajok gazdasági jelentősége

A *Fusarium graminearum*, illetve a *Fusarium oxysporum* a világ legjelentősebb gazdasági károkat okozó gombái közé tartoznak. Ezek a kórokozók magas adaptációs képességgel rendelkeznek, így az új generációs növényvédő szerek ellenére is jelentős problémát jelentenek a mezőgazdaságban, éves szinten milliárd dolláros gazdasági károkat okoznak (Nikitin *et al.*, 2023).

A mangó egyik fontosabb betegségéért, az MMD-ért (mango malformation disease, a mangó rendellenes fejlődése betegségért) több *Fusarium* faj is felelős. Az MMD minden jelentős mangótermesztő területen előfordul, az általa okozott termés kiesés elérheti a 80-100%-ot (Marasas *et al.*, 2006; Fisheries, 2023). A mangó posztharveszt kórokozóiként is ismertek *Fusarium* fajok, mint a *F. proliferatum* (Goudarzi *et al.*, 2021) vagy a *F. solani* (Kausar *et al.*,

2021), melyek gyakran kocsány felől induló rothadást vagy foltosságot okoznak (Zakaria, 2023).

A fuzáriumos banánhervadás, vagy másnéven Panama betegség a banán legismertebb és legjelentősebb betegsége, amely már a 19. évszázadtól ismert, ám a legnagyobb károkat a 20. században okozta, melyet nagyjából 2,3 milliárd dollárra becsülnék (FAO, 2017). Banán esetében nem csak tenyészidőben az ültetvényekben, hanem posztharveszt kórokozóként is jelentősek egyes *Fusarium* fajok, mint például a *F. musae* vagy *F. verticillioides*. Tárolás folyamán kocsányfelőli rothadást idéznek elő, ezen felül az általuk okozott megbetegedés serkenti a gyümölcs érését, további gazdasági károkat okozva ezáltal (Triest és Hendrickx, 2016).

2.2.2. A *Colletotrichum* fajok gazdasági jelentősége

Mangó esetében a legjelentősebb posztharveszt kórokozók közül tartoznak a *Colletotrichum* fajok: pl. a *Colletotrichum fructicola*, *Colletotrichum gloeosporioides* vagy *Colletotrichum acutatum* (Abera, 2016), melyek jellegzetes tünete az antraknózis (Fátima és Michereff, 2013). A kórokozó okozta termésrothadás miatt a termékek beltartalmi értékei drasztikusan csökkennek és a termékek eladhatatlanná válnak (Reyes-Pérez *et al.*, 2019). A *Colletotrichum* fajok akár 60-100%-os termésvesztést is okozhatnak a termesztett mangó esetében (Li *et al.*, 2019; Benatar *et al.*, 2021). A *C. gloeosporioides* fajkomplex vélhetően 22 fajból és 1 alfajból áll, mint például a *C. asianum*, *C. fructicola*, *C. musae* (Weir *et al.*, 2012). Másik jelentős fajkomplex a *C. acutatum* mely további 31 fajt foglal magába (Damm *et al.*, 2012).

A *C. fructicola* a *C. gloeosporioides* fajkomplex tagja, amely számos földrészen jelen van, szélsőségesen polifág kórokozó. Gazdanövényi között szerepel a *Prunus persica*, *Malus domestica*, mely fajok termésain antraknózist okoz vagy akár a *Fragaria × ananassa*, melyen a fent említett tüneten túl, levélfoltosságot, illetve virág elhalást is tapasztalhatunk (Talhinhas, 2023). Az EU területére import gyümölcsökkel és szaporítóanyaggal érkezik (Bragard *et al.*, 2021).

Banán esetében a posztharveszt kórokozók közül a *C. musae* az egyik legnagyobb gazdasági károkat okozó faj. Gyakran már a zöld banánok nyaki részét megfertőzi (Sudarma, *et al.*, 2021), jelentős károkat okozva a termelőknek és kereskedőknek egyaránt. A kórokozó miatt bekövetkező termésvesztés elérheti akár 30-40%-ot is (Ekhuemelo és Yaaju, 2017).

2.2.3. *Botryosphaeriaceae* család gazdasági jelentősége

A *Botryosphaeriaceae* családba tartozó számos kórokozó ismert, mint a gazdaságilag és ökológiailag egyaránt jelentős mezőgazdasági növények és erdei fák betegségeinek okozói (Aiello *et al.*, 2023). Iyen kórokozók például a *Neofusicoccum parvum*, mely gazdanövényei a szőlő, szamóca, szilva, alma vagy a *Lasiodiplodia theobromae* gombafaj mely gazdanövényei szőlő, hagymafélék, paprika, citrus félék (Farr és Rossmann, 2024).

A *Botryosphaeria dothidea* legnagyobb jelentősége a fásszárú növények esetén van. Gyümölcsültetvényeken kívül erdőkben, okozhat problémát (Marsberg *et al.*, 2016). Hazánkban alma esetében pre- és post-harvest kórokozóként is számontartjuk (Vučković *et al.*, 2022). Mangó esetében, mint posztharvest kórokozók is jelentős szereppel bírnak ezek a fajok (Ni *et al.*, 2010), a *Colletotrichum* vagy *Alternaria* fajokhoz hasonlóan, tipikus, kocsány felőli rothadást okoznak a gyümölcsökön (Galsurker *et al.*, 2020).

2.3. A kórokozók gazdanövényköre

2.3.1. A *Colletotrichum* fajok gazdanövényköre

A *Colletotrichum* nemzetség tagjai fertőzhetik a szamócát (Damm *et al.*, 2012) almát (Khodadadi *et al.*, 2020) meggyet (Tóth, 2017), cseresznyét (Borve *et al.*, 2010), áfonyát (Liu *et al.*, 2020), japán szilvát (Hassan *et al.*, 2019), banánt, citrusféléket (Freeman, 2008). Gyümölcsökön kívül előfordulnak még gyomokon, zöldségeken, dísznövényeken, mint például a pásztortáska, paradicsom, eperfa (EPPO 1, 2024).

2.3.2. A *Fusarium* fajok gazdanövényköre

Gazdanövények között lehetnek egyszikű és kétszikű növények egyaránt. Ilyenek például a gabonafélék, tojásgyümölcs, dinnye, paradicsom, saláta, szamóca, hagyma, hüvelyesek (Bahadur, 2022). A banánnak és a magnónak az egyik legjelentősebb kórokozója a *Fusarium oxysporum* vagy *Fusarium solani*, mely kórokozók trópusi növények közül fertőzik még a papayát, avokádót, ananászt és a citrus féléket (Zakaria, 2023).

2.3.3. A *Botryosphaeriaceae* család tagjainak gazdanövényköre

A család tagjai sok esetben polifág kórokozók, mint például a *Neofusicoccum parvum* mely kórokozó gazdanövényei lehetnek akár a szőlő, *Malus* fajok, dió, mogyoró, mangó (Aiello *et al.*, 2023) vagy a *Lasiodiplodia theobromae* (Galsurker *et al.*, 2018), mely kórokozó

gazdanövényei többek között a szőlő, hagymafélék, paprika, citrus félék (EPPO 2, 2024), mangó, vadrózsa (Aiello *et al.*, 2023).

Csak a *Botryosphaeria dothidea* gombafaj jelenlegi ismereteink szerint 24 különböző nemzetséghez tartozó növényt képes fertőzni (Marsberg *et al.*, 2016), 403 gazdanövénye van 66 országban (Batista *et al.*, 2021). A gazdanövények elsősorban fásszárú növények. Olyan növényeket fertőzhetnek, mint például az alma (Vučković *et al.*, 2022), szőlő, akác (Marsberg *et al.*, 2016), pisztácia, dió, szeder (Ma és Michailides, 2002), vagy a mangó (Ni *et al.*, 2010).

2.4. A kórokozók által okozott tünetek

2.4.1. *Fusarium* fajok által okozott tünetek

A *Fusarium* fajok által okozott leggyakoribb tünet a fuzáriumos hervadás, illetve a szár és gyökérrothadás (Bahadur, 2022; Zakaria, 2023). Mangón jellegzetes tünetek a levélen (Omar *et al.*, 2018; Guo *et al.*, 2021; Fisheries, 2023) és a termésen, kocsányon megjelenő foltok (Kausar *et al.*, 2021; Zakaria, 2023). A betakarított gyümölcsöket is fertőzheti a kórokozó, ami gyakran a kocsány felől jelenik meg és gyümölcsrothadást okoz (Zakaria, 2023). Mind a *Fusarium oxysporum*, mind pedig a *Fusarium solani* kórokozók okoztak hasonló tüneteket a mangó esetében (Kausar *et al.*, 2021). A *Fusarium* fajok, pl. a *Fusarium mangiferae* okozzák a mangó termesztésben az egyik legnagyobb problémát, az MMD-t. Leggyakrabban a fiatal növények fertőződnek, tüneteik közé sorolhatóak a rendellenes vegetatív növekedésű hajtások. Idősebb fákon a fertőződött virágok lehullanak, a levelek törpülnek, deformálódnak (Freeman *et al.*, 2014). A virágok lehullása végett a kórokozók 80-100%-os termés kiesést is okozhatnak (Fisheries, 2023).

Banán esetében a *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* okozza a Panama betegséget vagy másnéven banánhervadást (Ghag *et al.*, 2015). A terméseket érintő kocsányrothadást 2011-ig a polifág *Fusarium verticillioides* kórokozónak tulajdonították, ám kiderült, hogy ezt a tünetet egy másik (morfológiailag nem elkülöníthető) fuzárium faj, a *Fusarium musae* is okozhatja. A *F. verticillioides* és *F. musae* egyaránt bizonyítottan humán patogén gombafajok (Triest és Hendrickx, 2016).

2.4.2. *Colletotrichum* fajok által okozott tünetek

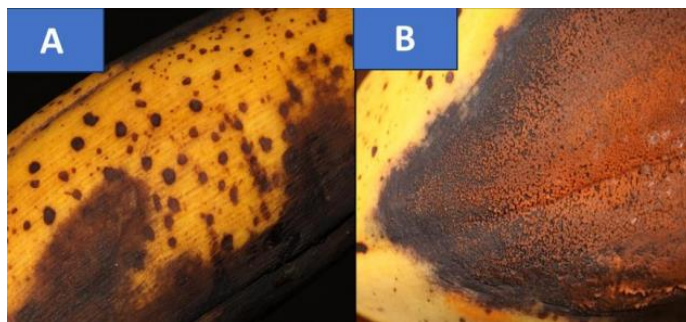
A *Colletotrichum* jellegzetes tünete az antraknózis. A mangó termesztő vidékeken, ahol magas csapadék és páratartalom jellemzi a környezetet, az egyik legnagyobb gondot ezek a gombafajok okozzák (Yahia, 2011). A tünetekért elsősorban a *Colletotrichum gloeosporioides* és a *Colletotrichum acutatum* fajkomplex tagjai a felelősek (Diedhiou *et al.* 2007; Yahia, 2011).

Trópusi gyümölcsökön a *Colletotrichum* fajok okozhatnak tüneteket virágokon, leveleken, fiatal fás részeken és a terméseken is (Bragard *et al.*, 2021). A leveleken kör alakú nekrotikus foltok jelennek meg, melyek idővel összeolvadhatnak. Az ágakon a friss hajtások elfeketedhetnek a csúcsi résztől akár egészen az ágak alapi részéig. A virágokon sötét színű foltok láthatóak, a fertőzés következtében a termés nem tud kötődni (Fátima és Michereff, 2013). Az egyik legjelentősebb tünetet a termésein okozza: a gyümölcsökön (**1. ábra**) sötét színű, kör alakú foltok jelennek meg, melyek idővel besüppednek (Yahia, 2011; Li *et al.*, 2019; Zakaria, 2021).

Banán esetében a *Colletotrichum* fajok a leveleken, hajtáson, virágokon és termésein (**2. ábra**) egyaránt okoznak tüneteket. Éretlen gyümölcs esetén a foltok a banán héján sötét színűek, melyeket egy világosabb színű udvar határol el az egészséges növényi résztől. Érett gyümölcsökön kávé színű, besüppedő, kör alakú kisebb foltok jelennek meg, melyek akár össze is olvadhatnak és a foltokban jellegzetes nagyarancssárga színű konídiummassza jelenhet meg (Silva és Michereff, 2013; Sudarma *et al.*, 2021). A fajok közül a legjelentősebb a *C. musae*. Ez a faj a érett és éretlen terméseket egyaránt képes fertőzni (Triest és Hendrickx, 2016; Sudarma, *et al.*, 2021).



1. ábra *Colletotrichum gloeosporioides* tünetei mangó gyümölcsökön (Alkan és Kumar, 2018)



2. ábra *Colletotrichum musae* tünetei banán gyümölcsökön (Saurabh *et al.*, 2023)

2.4.3. *Botryosphaeriaceae* családba tartozó kórokozók által okozott tünetek

Ebbe a családba tartozó gombafajok által okozott tünetek gyakran összefüggésben vannak a növényeket ért stresszel. A kórokozók okozhatnak ágelhalást, ágrakot, a fás részek szöveti elhalását, gyümölcsothadást, levélfoltosságot (Marsberg *et al.*, 2016). Posztharveszt kórokozóként jellegzetes tünetük a kocsány felőli rothadás (**3. ábra**), vagy másnéven SER (stem end rot) (Galsurker *et al.*, 2020). Ezek a tünetek általában apró foltokból indulnak, melyek sötét színűek, enyhén rothadtak, és jellemzően a kocsány felőli végen alakulnak ki. A fertőzött részek az epidermisz idővel felrepedhet (Li *et al.*, 2020).



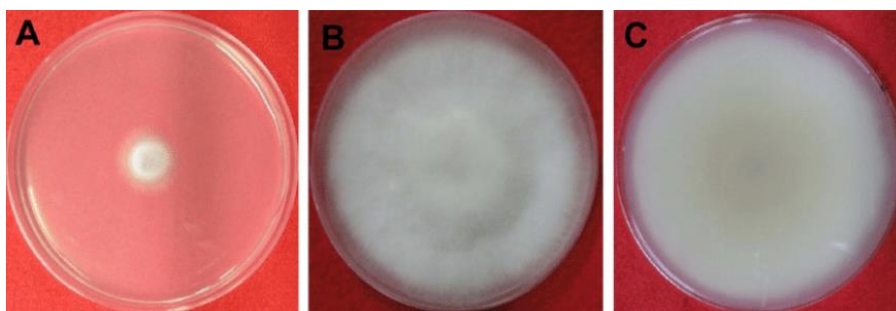
3. ábra Mangó gyümölcsök kocsány felőli rothadása *Botryosphaeriaceae* fajok által (*Lasiodiplodia theobromae*, *Neofussicoccum parvum*) (Honger *et al.*, 2018)

2.5. A kórokozók morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegei

2.5.1. A *Fusarium* fajok morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegei

A *Fusarium* fajok burgonya-dextróz-agar (PDA) táptalajon gyorsan növekednek. A nemzetségre jellemző, hogy a tenyészetek különböző színű pigmentet termelnek fajtól, illetve táptalajtól függően (Leslie és Summerell, 2006).

F. solani PDA-n fehéres árnyalatú telepket hoz létre, kevés, laza szerkezetű légmicéliumot képez (**4. ábra**). Sporodóhiumokat gyakran nagy tömegben képez a kórokozó, melyek színe krémes, zöldes vagy kékes árnyalatú. Makrokonídiumai átlagosan 42,96 x 4,62 µm nagyságúak (Chehri *et al.*, 2011; Trabelsi *et al.*, 2017; Din *et al.*, 2020) a nemzetségre jellemző, orsó alakúak, hialinok, 5-7 sejtűek, mikrokonídiumai átlagosan 10,5 x 3,32 µm méretűek (Din *et al.*, 2020; Http1, 2024) (**1. táblázat**) 1-3 sejtből állnak, kerekded alakúak, szintén hialinok, nagy tömegben jelennek meg a sporodóhiumokon (Leslie és Summerell, 2006).



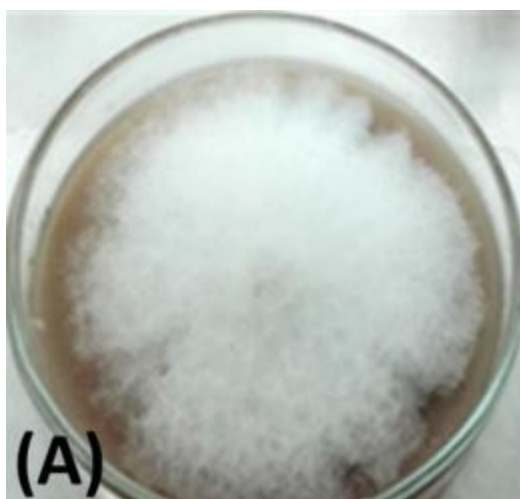
4. ábra *Fusarium solani* tenyészbélyegei PDA táptalajon (Jeon *et al.*, 2013)

1. táblázat A *Fusarium solani* mikro- és makrokonídiumai

(Forrás: Chehri *et al.*, 2011; Trabelsi *et al.*, 2017; Din *et al.*, 2020; Httpl, 2024)

Forrás	Makrokonídiumok hosszúsága μm	Mikrokonídiumok hosszúsága μm
Trabelsi <i>et al.</i> , 2017	44-78x3,3-5,6	-
Chehri <i>et al.</i> , 2011	32-68x3,6-6	-
Chehri <i>et al.</i> , 2011	30-50x3,5-5,7	-
Din <i>et al.</i> , 2020	28-42x4-6	3,39-14,63x2,36x4,44
Httpl, 2024	28-42x2-4,5	8-16x2-4,5

F. oxysporum tenyészetete PDA táptalajon gyors növekedésű, vattaszerű, kezdetben fehér színű légmicéliumot (5. ábra) hoz létre, a telep idővel halványlilas árnyalatúvá válik. A tenyészetekben képződő sporodóhium narancssárga árnyalatú. A makrokonídiumai átlagosan 29x3,53 μm nagyságúak (Chai *et al.*, 2018; Din *et al.*, 2020; Httpl, 2024), orsó alakúak, többsejtűek, hialinok (Chai *et al.*, 2018). Mikrokonídiumai átlagosan 6,75x3,08 μm méretűek (Chai *et al.*, 2018; Din *et al.*, 2020; Httpl, 2024) (2. táblázat), ovális alakúak, 1-3 sejtűek, hialinok. A tenyészeteken megfigyelték már sötét színű mikroszkleróciumok és klamidospórák képződését is (Leslie és Summerell, 2006).



5. ábra *Fusarium oxysporum* tenyésztete PDA táptalajon (Kausar *et al.*, 2021)

2. táblázat A *Fusarium oxysporum* mikro- és makrokonídiumai
(Forrás: Chai *et al.*, 2018; Din *et al.*, 2020; Httpl, 2024)

Forrás	Makrokonídiumok hosszúsága μm	Mikrokonídiumok hosszúsága μm
Din <i>et al.</i> , 2020	14,8-38,5x2,4-5,7	3,8-15,7x2,9-4,9
Chai <i>et al.</i> , 2018	16,73-26,99x1,93-3,67	3,02-9,83x1,22-3,68
Httpl, 2024	23-54x3-4,5	5-12x2,3-3,5

F. desaboruense tenyésztete PDA-n gyors növekedésű, lilás színű, benne fehér színű, vattaszerű légmicélium képződik. Makrokonídiumai átlagosan 29,25 x 3,75 μm méretűek, orsó alakúak, 1-4 sejtűek, hialinok. Mikrokonídiumai átlagosan 13 x 5 μm méretűek ovális alakúak, 1-3 sejtűek, hialinok (Maryani *et al.*, 2019).

2.5.2. A *Colletotrichum* fajok morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegei

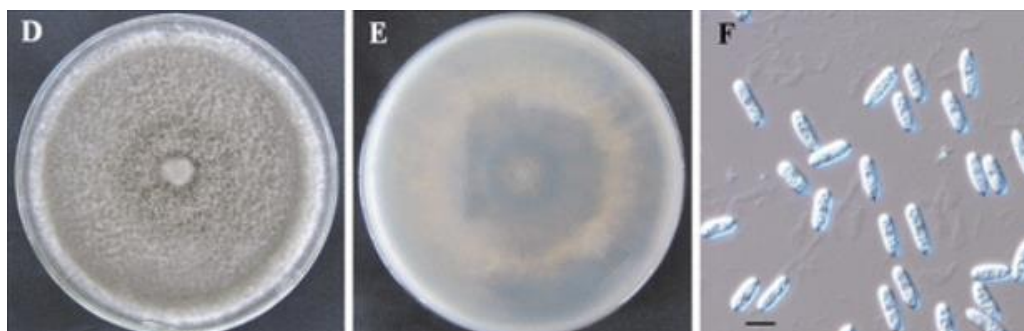
Burgonya-dextróz agaron (PDA) a *Colletotrichum* fajok tenyésztetének alapszíne krémfehér árnyalatú (6.-8. ábra). Előfordulhat továbbá a tenyészetekben rózsaszínes árnyalat is (Tóth, 2017). A *C. gloeosporioides* telepek szürkésfehér alapszínűek, gyakran sötétszürke-szürke konídiummassza képződik a telepek közepén, a leoltási pont körül (6. ábra). A *C. acutatum* telepek krémes-fehéres színűek, közepükön pedig a lazac színtől a szürke színig változó konídiummassza képződhet. A *C. asianum* (7. ábra) telepek krémes-narancssárga alapszínűek, közepükön szürke színű konídiummassza képződhet. Fontos azonban, hogy a tenyészetek morfológiája nem elegendő határozóbélyeg a nemzetségen belüli fajkomplexek határozására (Hiremath *et al.*, 1993; Abera, 2016). A *C. musae* telepek narancsárga árnyalatúak. Nem minden esetben, de PDA táptalajon koncentrikus körökben képződhet konídiummassza

(8. ábra). Átlagos konídium méreteik a 5. táblázatban olvashatóak. A nemzetségre jellemző konídiumok egysejtűek, hialinok és henger alakúak (Kuppusamy *et al.*, 2011).

A *C. gloeosporioides* típusú konídiumokról általánosságban elmondható, hogy hengeres alakúak, mindkét végük lekerekített, átlagos méreteik az **3. táblázatban** olvashatóak. A *C. acutatum* típusú konídiumok közepén kissé teltek, mindkét végük lekerekített. A *C. asianum* típusú konídiumok pedig henger alakúak, mindkét végük tompább, kissé lekerekített (Abera, 2016; Damm *et al.*, 2012), átlagos méreteik a **4. táblázatban** olvashatóak.

3. táblázat A *Colletotrichum fructicola* konídiumai
(Forrás: Joa *et al.* 2016; Mo *et al.*, 2018)

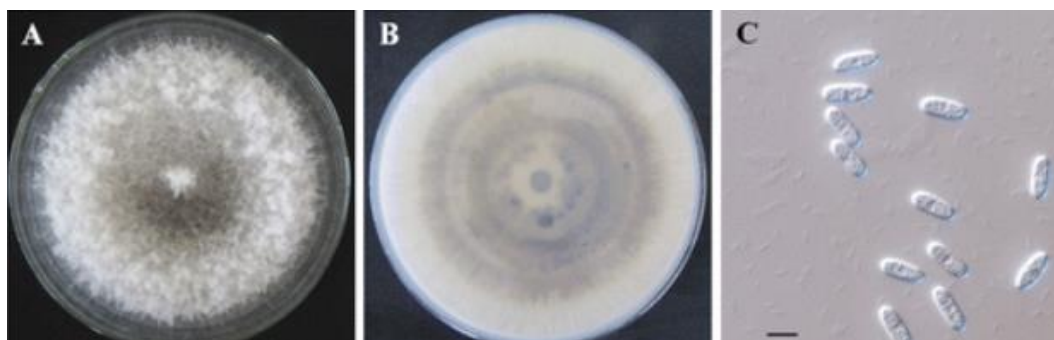
Forrás	Konídium hosszúsága	Konídium szélessége
	µm	µm
Mo <i>et al.</i> , 2018	14,1-20,2	3,7-5,4
Joa <i>et al.</i> 2016	9-15	4-7



6. ábra *Colletotrichum fructicola* telepek és konídiumai (Mo *et al.*, 2018)

4. táblázat A *Colletotrichum asianum* konídiumai
(Forrás: Lima *et al.*, 2013; Abera 2016; Mo *et al.*, 2018; Benatar *et al.*, 2021)

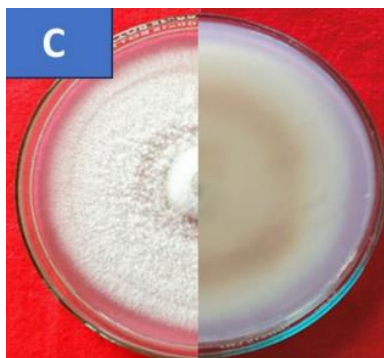
Forrás	Konídium hosszúsága	Konídium szélessége
	µm	µm
Mo <i>et al.</i> , 2018	12,1-18,6	4,2-6,5
Benatar <i>et al.</i> , 2021	12,86-18,19	3,45-4,99
Lima <i>et al.</i> , 2013	5,6-21	2,7-5,6
Abera 2016	10,04-17,84	4,14-6,9



7. ábra *Colletotrichum asianum* telepek és konídiumai (Mo *et al.*, 2018)

5. táblázat A *Colletotrichum musae* konídiumai
(Forrás: Zakaria *et al.*, 2009; Kuppusamy *et al.* 2011)

Forrás	Konídium hosszúsága μm	Konídium szélessége μm
Kuppusamy <i>et al.</i> 2011	10,94-14,71	5,17-7,1
Zakaria <i>et al.</i> , 2009	11,8-19,1	3,2-8,5



8. ábra *Colletotrichum musae* tenyészbélyegei (Saurabh *et al.*, 2023)

2.5.3. Botryosphaeriaceae családba tartozó fajok morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegéi

A családba tartozó fajok PDA táptalajon gyorsan növekednek, kezdben világos színű telepeket hoznak létre (**9. ábra**), melyekben szürkés vagy olivás-barna színű légmicélium képződik. Idővel a telepek fekete színűvé válnak, bennük sötétszürke, bolyhos légmicélium képződik (Ni *et al.*, 2010; Vučković *et al.*, 2022). A *Botryosphaeria dothidea* telepeken ivartalan szaporítóképletek, a piknídiumok és a bennük konídiumok képződnek melyek átlagos mérete $24,24 \times 6,14 \mu\text{m}$ (**6. táblázat**) melyek orsó alakúak, egysejtűek és hialinok (Ni *et al.*, 2010; Hattori *et al.*, 2021). A *Neofusicoccum kwambonambiense* telepeken (**10. ábra**) képződött konídiumok méretei $16-28 \times 5-8 \mu\text{m}$ közé esnek (**7. táblázat**) (Pavlic *et al.*, 2009; Zhan *et al.*, 2021).

6. táblázat A *Botryosphaeria dothidea* konídiumainak mérete
(Forrás: Ni *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2021; Hattori *et al.*, 2021.)

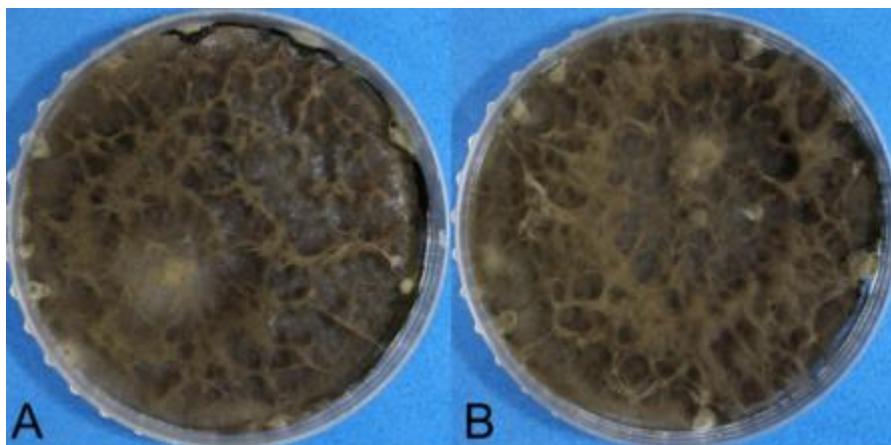
Forrás	konídiumok mérete μm
Wang <i>et al.</i> , 2021	21,2-27,5 x 5,2-7,1
Ni <i>et al.</i> , 2010	22,87 x 6,42
Hattori <i>et al.</i> , 2021.	15-36 x 3,3-8,4



9. ábra *Botryosphaeria dothidea* telepek és konídiumok PDA táptalajon (Wang *et al.*, 2021)

7. táblázat A *Neofusicoccum kwambonambiense* konídiumainak mérete
(Forrás: Pavlic *et al.*, 2009; Zhan *et al.*, 2021)

Forrás	konídiumok mérete μm
Pavlic <i>et al.</i> , 2009	16-28 x 5-8
Zhan <i>et al.</i> , 2021	15-29 x 6-10



10. ábra *Neofusicoccum kwambonambiense* PDA táptalajon (Mussi-Dias *et al.*, 2021)

2.6. A kórokozók biológiája

2.6.1. A *Fusarium* fajok biológiája

A növénypatogén *Fusarium* fajok többsége hemibiotróf, azaz a korai fertőzési szakaszban a kórokozó függ a növekedésben lévő, élő gazdaszervezettől. A kórokozó idővel nekrotróffá válik, és végül elpusztítja a növényi gazdaszervezetet (Lin *et al.*, 2012). A *Fusarium* fajok által okozott gyökérfertőzés a talajban lévő inokulumból, a föld feletti növényi részek fertőzése pedig, esőcseppek segítségével terjedő konídiumokból származik. Egyes fajok

közvetlenül megfertőzhetik a gazdanövényeket, és vannak olyan fajok, amelyek a sebeken keresztül fertőznek. A *Fusarium* fajok a növényi maradványokon is képesek fennmaradni (Bahadur, 2022). A banán posztharveszt rothadásáért felelős *Fusarium* fajok gyakran már a virágot megfertőzik, de az inokulum származhat a kórokozóval fertőzött egyéb növényi részből is, illetve sok esetben a betakarításkor előforduló nem megfelelő higiénia okozhatja a gyümölcsök megfertőződését, ám a tünetek többnyire csak a szállítás és raktározás alatt válnak láthatóvá (Triest és Hendrickx, 2016; Zakaria, 2023).

2.6.2. A *Colletotrichum* fajok biológiája

A *Colletotrichum* fajok okozta fertőzés a virágzás végén vagy a termésérés utolsó szakaszában kezdődik. A gazdaszövetbe bejuthat direkt módon apresszóriumok segítségével sérüléseken keresztül. Fontos megemlíteni, hogy annak ellenére, hogy a patogén gomba bekerült a növényi szövetbe, ha nem megfelelőek a környezeti körülmények, akkor az nyugalmi állapotban marad a fertőződött leveleken, ágakon, gallyakon, virágokon, gyümölcsökön. Peritéciumokban képes áttelelni (Fátima és Michereff; 2013, Bragard *et al.*, 2021). A fertőzések gyorsasága, üteme gyümölcs fajonként és *Colletotrichum* faj szerint eltérhet (Fátima és Michereff, 2013; Silva *et al.*, 2017). Például a *C. musae* konídiumai víz jelenlétében 4-24 óra alatt csíráznak és 24-48 óra alatt már apresszóriumokat képeznek, melyekkel a kórokozó képes behatolni az epidermisz sejteibe. A kórokozó virágzásban és a termésérés folyamán fertőz, a zöld terméseken a kórokozó már látenszen jelen van. Általában idős leveleken, növényi maradványokban marad fent és ezekből indul ki a fertőzés nedvesség és meleg hőmérséklet jelenlétében (>90% relatív páratartalom és 20-30 °C) (Fátima és Michereff, 2013).

2.6.3. *Botryosphaeriaceae* családba tartozó fajok biológiája

Ezek a gombafajok elsősorban leromlott kondíciójú növényeken okoznak tüneteket. Kórtani problémát akkor okoznak általában, ha a növényt valamilyen abiotikus stressz terheli (szárazság, vízállásos terület, sérülés, fagy vagy nem megfelelő közeg). A *B. dothidae* fertőzheti a gazdanövényeit sérüléseken és természetes nyílásokon keresztül is. Alma esetében direkt módon is képes bejutni apresszorium segítségével (Marsberg *et al.*, 2016; Vučković *et al.*, 2022). Mangó esetében betakarítást követően a gyümölcsök utóérésének folyamán, a bennük lezajló kémiai és fiziológiai változások hatására a gomba endofita életmódról nekrofita életmódra vált, melynek következtében alakulnak ki a tünetek (Galsurker *et al.*, 2020). A szaporítóképletei szél

és eső segítségével terjednek, azonban globális elterjedése a szaporítóanyagok kereskedelmével, import gyümölcsök, vagy akár faipari importárukon keresztül is történhet, mivel elhalt növényi részeken is képes fentmaradni (Slippers és Wingfield, 2007). Biológiai igényeire vonatkozó kevés tanulmány létezik. A családba tartozó gombafajok ökológiai igényei eltérőek. A *Botryosphaeriaceae* családba tartozó fajok sokszor nem gazdanövényspecifikusak és gyors alkalmazkodási képességűek. A klímaváltozás során a növényekben fellépő stresszes állapot (akár egy hosszab száraz periódus) lehetővé teheti a kórokozók szélesebb körű elterjedését a jövőben (Batista *et al.*, 2021).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A vizsgálat helye és ideje

A vizsgálatokat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemen, a Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszékének laboratóriumában végeztük 2022–2023 között.

3.2. A vizsgálat anyaga

3.2.1. A vizsgált gyümölcsök

A vizsgálathoz a tünetet mutató, fertőzött gyümölcsöket különböző szupermarketekből, piacokról, zöldség-gyümölcs kereskedőktől vásároltuk. Az import gyümölcsökről izolált kórokozók izolátumkódjai, gazdanövényeik és gyűjtésük ideje a **8. táblázatban** olvasható.

8. táblázat A vizsgálat anyagául gyümölcsök, a gyűjtés ideje és az izolált kórokozó kódja
(Forrás: saját munka)

Izolátumok kódja	Gazdanövény	Gyűjtés ideje
Z01	<i>Musa x paradisiaca</i>	2023.11.24
Z10	<i>Mangifera indica</i>	2022.10.06
Z11	<i>Mangifera indica</i>	2022.09.12
Z12	<i>Mangifera indica</i>	2023.01.23
Z13	<i>Mangifera indica</i>	2023.01.23
Z14	<i>Mangifera indica</i>	2023.01.23
Z18	<i>Musa x paradisiaca</i>	2022.01.23
Z19	<i>Mangifera indica</i>	2022.09.14
Z20	<i>Mangifera indica</i>	2022.10.06
Z21	<i>Mangifera indica</i>	2022.10.18
Z22	<i>Musa x paradisiaca</i>	2022.11.28
Z23	<i>Mangifera indica</i>	2024.02.25
Z24	<i>Musa x paradisiaca</i>	2024.02.25
Z25	<i>Musa x paradisiaca</i>	2024.02.25

3.2.2. Felhasznált eszközök

A kutatás folyamán a tanszéken található fém-, üveg-, porcelán-, és műanyag eszközöket használtuk. A tenyészeteket 85 mm-es műanyag Petri-csészékben neveltük és tartottuk fenn. Az izolálásra és a tiszta tenyészetek indítására Thermo Scientific MSC 1.2 lamináris fülke alatt került sor, majd Sanyo MLR-351-es fitotrónban inkubáltuk őket. A beteg növényi részek és szaporítóképleteik vizsgálatához LeicaMZ6 sztereomikroszkópot és Nikon

Eclipse 50i kutatómikroszkópot használtunk. A képeket QImaging MicroPublisher 5.0 RTV kamerával rögzítettük.

A polimeráz láncreakciókhoz Applied Biosystem 9700-as PCR készüléket használtuk. illetve Thermolyne Maxi Mix Plus vortexet és Minispin Eppendorf asztali centrifugát, valamint UniEquip és Univapo 100 ECH vákuum koncentrátor készülékeket használtuk még.

3.2.3. Táptalaj és indítószekvenciák

Izoláláshoz burgonya dextróz agar (Potato dextrose agar, PDA, BioLab Zrt.) táptalajt használtunk. Az izolátumok fenntartásához és a tiszta tenyészetekhez szintén PDA táptalajt alkalmaztunk.

A molekulák azonosításához univerzális indítószekvenciákat alkalmaztunk, melyek a kórokozók 18S rRNS gén egy darabját, az ITS régiót, az 5,8S rRNS gént, az ITS2 régiót valamint a 28S rRNS-t kódoló gén egy darabját amplifikálják. ITS1 primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG -3', ITS4 primer: 5'- TCCTCCGCTTATTGATATGC-3' (White *et al.*, 1990). A PCR vizsgálathoz DreamTaq DNS polimeráz enzimet (Thermo Scientific) használtunk. A β -tubulin gén vizsgálatához Bt1a: 5'-TTCCCCCGTCTCCACTTCTTCATG-3' és Bt1b: 5'-GACGAGATCGTTCATGTTGAACTC 3' (Glass és Donaldson, 1995) primerpárt használtunk. A *Colletotrichum* fajok esetében, a kalmodulin gén vizsgálatához a CA_CAL1: 5'-TGAGTACAAGGAGGCCTTCTCCC-3', CA_CAL2: 5'-TTTTTGCATCATGAGTTGGACGAACTC -3' (O'Donnell *et al.*, 2000) primerpárt használtuk.

A PCR termékeket High Pure PCR Product Purification Kit-tel (Roche) tisztítottuk a szekvencia meghatározás előtt.

3.3. A vizsgálat módszere

3.3.1. A gyümölcsök gyűjtése és tárolása

A kísérletben felhasznált import gyümölcsök hazai szupermarketekből, piacokról, valamint zöldség-gyümölcs kiskereskedőktől származtak. A megvásárolt gyümölcsöket 4 °C-on tároltuk papírzacskóban, míg a laborba nem vittük őket.

3.3.2. Tünetek jellemzése

A fertőzés jeleit mutató terméseket szabad szemmel (folt színe, alakja, mérete, kiindulási pontja stb.), valamint sztereó mikroszkóp alatt (pl. szaporító képletek jelenléte) tanulmányoztuk és eredményeinket feljegyeztük.

3.3.3. A kórokozók izolálása táptalajon, tiszta tenyészetek fenntartása

Minden esetben a gyümölcs belső szövetéből, a beteg és az egészséges növényi rész határáról izoláltuk a kórokozókat PDA táptalajon. A Petri-csészéket parafilmmel lezártuk, majd 24 °C-n, sötétben inkubáltuk azokat.

Azon tenyészetek széléből, melyek növekedésnek indultak, micéliumkorongot metszettünk ki majd áthelyeztük steril táptalajra, így létrehozva a tiszta tenyészeteket. A tenyészeteket 4 hetente átoltottuk, így tartottuk fent azokat.

3.3.4. Morfológiai vizsgálatok

Vizsgáltuk a konídiumok keletkezésének helyét, sejtszámát, színét, módját és alakját valamint 50-50 konídium hosszúságát és szélességét. A konídiumokat steril lándzsátűvel emeltük le a tenyészetekről, majd tárgylemezre helyeztük őket. A tárgylemezen lévő konídiumokat pedig citoplaszt mikroszkóppal vizsgáltuk.

A tiszta tenyészetek esetében vizsgáltuk a tenyészetek alakját, színét, felszínét és a szaporítóképletek keletkezését.

3.3.5. Patogenitási teszt

A visszafertőzéshez, patogenitási tesztekhez tünetmentes, egészséges gyümölcsöket használtunk, melyek felszínét 10%-os hipóval fertőtlenítettünk lamináris fülke alatt. Miután a gyümölcsök megszáradtak a fertőtlenítést követően, steril üvegekbe, steril üveggyöngyökre helyeztük őket. Az üveggyöngyök alá steril vizet is öntöttünk. A gyümölcsöket 14 napos tenyészetekből származó 5 mm-es micélium korongokkal inokuláltuk, miután a gyümölcsökön steril lándzsátűvel sebzést ejtettünk. A kontroll terméseket steril PDA koronggal inokuláltuk.

3.3.6. Molekuláris azonosítás

Nukleinsav kivonás

A DNS kinyeréshez, fiatal, 1 hetes tenyészeteket használtunk. Ezekből a tenyészetekből lamináris fülke alatt micéliumot helyeztünk át steril dörzsözősárba, majd kvarchomok segítségével eldörzsöltük azokat. 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 és tovább homogenizáltuk a mintákat. A kapott anyagot 40 percen keresztül 65 °C-os asztali termosztátban inkubáltuk.

A szennyeződések és fehérjék eltávolításához a mikorcentrifuga csövekbe szerves oldószert, 700 µl izoamilalkoholos-kloroformot (1:24 v/v) pipettáztunk. Ezeket kézi rázást követően vortex segítségével összekevertük, majd 10 percen keresztül centrifugáltuk őket szobahőmérsékleten és 13.400 fordulat/perc fordulatszámra. A csövek felszínén lévő vizes fázist tiszta csövekbe pipettáztuk, majd térfogatarányosan izoamilalkoholos-kloroformot

adtunk hozzá és vortexeltük őket. Ezt követően ismét 10 percig centrifugáltuk 13.400 fordult/perc-en. A felső fázist ismét tiszta csövekbe pipettáztuk és hozzáadtunk 600 µl izopropanolt, ezzel a nukleinsavakat denaturáltuk. Ismét centrifugáltunk, de már csak 5 percig, utána a felülúszót leöntöttük majd 70%-os etanollal 5 percig ismét centrifugálva mostuk. Az etanolt ezt követően leöntöttük, majd a pelletet 10 percen keresztül vákuum szárítóba helyeztük. A szárítást követően 30 µl RNase-t tartalmazó TE-oldatban oldottuk vissza. Az így kapott örökítőanyagot -20 °C-on tároltuk.

Polimeráz-láncreakció (polymerase chain reaction, PCR)

A vizsgálathoz az alábbiakat mértük össze 40 µl végtérfogatra reakciónként: 20µl Thermo Scientific Master Mix (2X) (MgCl₂ 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.

Egy ciklus a polimeráz láncreakció során három lépésből állt: denaturáció 94 °C, 30 mp (komplementer szálak elválasztása), annealáció 55 °C (ITS, BTUB), 59 °C (kalmodulin), 30 mp (indítoszekvenciák kötődése) és elongáció 72 °C, 120 mp (lánc hosszabbítás). Az elsődleges denaturációt (94 °C, 5 perc) 35 ciklus követte. A reakció a befejező lánc hosszabbítással (72 °C, 10 perc) zárult. A PCR eredményét Eco Safe festéket (Eco Safe Nucleic Acid Staining Solution, Biocenter) tartalmazó 1%-os agarózgélben gélelektroforézissel ellenőriztük.

A célszekvenciákat a BaseClear B.V. (Leiden, Hollandia) és Biomi (Gödöllő, Magyarország) cégekhez küldtük közvetlen szekvencia meghatározásra. A szekvenciák szerkesztéséhez, illetve összehasonlításához CLC Sequence Viewer 7 (CLC Bio) programot használtunk. A kórokozók azonosításához az NCBI (National Center for Biotechnology Information) adatbázist, illetve annak BLAST programját használtuk fel.

4. EREDMÉNYEK

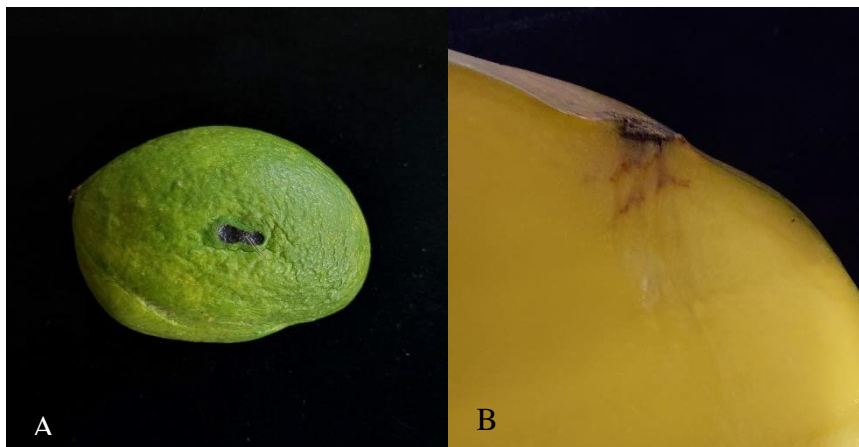
4.1. Kórokozók és tünetek

Vizsgálataink folyamán 14 gombafajt azonosítottunk az importált gyümölcsökről: 7 db *Fusarium* faj (Z11, Z12, Z18, Z21, Z22, Z23, Z24), 4 db *Colletotrichum* faj (Z01, Z13, Z19, Z25), 2 db *Botryosphaera* faj (Z14, Z20) és 1 db *Plectosphaerella cucumerina* (Z10) faj. Az izolátumokhoz tartozó gazdanövények és gyűjtésük időpontjaik a **8. táblázatban** olvashatóak.

4.1.1. Mangó gyümölcsön megjelenő tünetek

4.1.1.1. *Fusarium* fajok okozta tünetek

A gyümölcsök epidermiszén barnuló foltokat figyeltünk meg, melyek enyhén besüppedtek, ahogy az a **11. ábrán** is látható, a foltok alatt a gyümölcs húsa enyhén barnult, rohadt volt (Z11, Z12, Z21). A foltok méretei 0,2-1,5 cm-esek voltak. Megfigyeltünk továbbá kocsány felől induló rothadást is (Z23, Z11).



11. ábra Mangón megfigyelt tünetek: besüppedő foltok (A) és kocsány felőli rothadás kezdeti tünete (B) (Szendrei, 2023)

4.1.1.2. *Colletotrichum* fajok okozta tünetek

Ahogy az a **12. ábrán** is látható, a gyümölcsökön jellegzetes, a *Colletotrichum* fajok okozta antraknózis tüneteit figyeltük meg (Z13, Z19). A gyümölcs epidermiszén pár milliméterestől a centiméteres átmérőig terjedő, besüppedő, barna színű foltokat figyeltünk meg, a foltokban acervuluszok is megjelentek. Továbbá nagy kiterjedésű (3-4 cm-es),

besüppedő, barna foltokat tapasztaltunk a kocsány körül. A foltok alatt a gyümölcs húsa is barnult, enyhén rothadt volt.



12. ábra Antraknózis tünetei mangó gyümölcsön: nagy kiterjedésű foltok (A) és kocsány felől induló rothadás (B) (Szendrei, 2023)

4.1.1.3. *Botryosphaeria* fajok által okozott tünetek

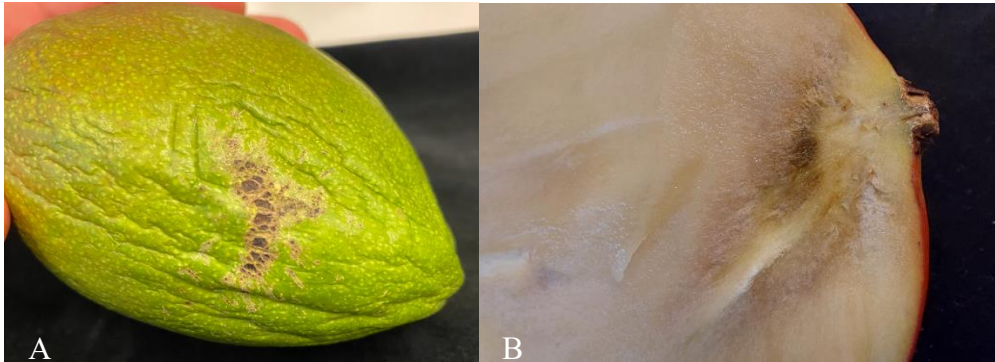
Eleinte az éretlen gyümölcsök epidermiszén a kocsány körül barnulást, enyhe rothadást figyeltünk meg, majd a gyümölcsök érésével kiterjedt, a kocsánytól induló rothadást tapasztaltunk (Z14 és Z20, Z24). A gyümölcs belső szövetében barnulást, nagyfokú rohadást figyeltünk meg (**13. ábra**).



13. ábra *Botryosphaeria* sp. által okozott tünetek mangó gyümölcsökön (Szendrei, 2023)

4.1.1.4. Más kórokozó okozta egyéb megfigyelt tünetek

Egy esetben (Z10) varasodás tüneteit figyeltük meg a gyümölcs epidermiszén (**14. ábra**). A varas folt alatt a gyümölcs húsa ép volt, barnulást, illetve rothadást nem tapasztaltunk. Egy másik esetben (Z15) szintén varasodást figyeltünk meg, de csak a kocsány körül. Ebben az esetben a gyümölcs belső szöveteinek barnulását tapasztaltuk (**14. ábra**).



14. ábra Varasodás tüneteinek a mangó gyümölcsökön: az epidermiszén (A) és belső szöveti barnulás (B) (Farkas, 2023)

4.1.2. Banán gyümölcsön megfigyelt tünetek

4.1.2.1. *Fusarium* fajok által okozott tünetek

A gyümölcsökön sötétbarna-fekete színű, 0,5-1 cm-es foltokat figyeltünk meg a kocsány körül (Z18, Z22, Z24). Idővel a foltokban fehér micélium szövedék képződését is tapasztaltuk. A foltok alatt a gyümölcs belső szövetei is barnultak, rothadtak (**15. ábra**).



15. ábra *Fusarium* sp. által okozott tünetek banánon (Farkas, 2023)

4.1.2.2. *Colletotrichum* fajok által okozott tünetek

Ahogy a **16. ábrán** is látszik, a gyümölcs epidermiszén (Z25). ill. a kocsány körül (Z01) figyeltünk meg kávébarna színű, nagy kiterjedésű, besüppedő foltokat. A foltokban narancssárga színű konídiummassza képződését is megfigyeltük. A foltok alatt a gyümölcs szövege enyhén barnult és rothadt volt.



16. ábra Antraxnózis tünetei banánon (Farkas, 2023)

4.2. Morfológiai tulajdonságok és tenyészbélyegek

4.2.1. Mangóról izolált kórokozók morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegei

A *Fusarium* fajok egyes izolátumai csak 1-(2) sejtű mikrokonídiumokat, míg mások többsejtű makro- és mikrokonídiumokat egyaránt képeztek (**9. táblázat**). A *Colletotrichum* fajok konídiumai hosszúkásak és egysejtűek. A *Botryosphaeria* fajok konídiumot nem képeztek. A mangóról izolált kórokozók konídium-méreteit a **9. táblázatban** foglaltam össze.

9. táblázat Mangó gyümölcsökről izolált kórokozók konídiumainak méretei
(Forrás: saját munka)

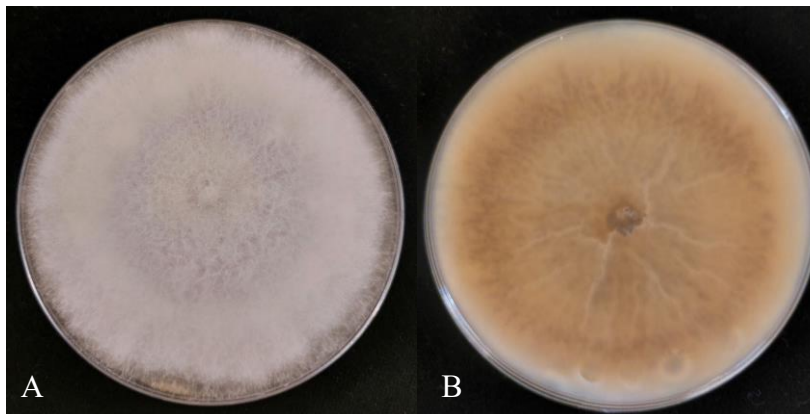
Izolátum kódja	Hosszúság			Szélesség		
	Minimum	Maximum	Átlag	Minimum	Maximum	Átlag
Z10						
Konídiumok	6,24	11	9,023	1,66	3,58	2,6656
Z11						
Mikrokonídiumok	6,35	12	9,592	1,91	3,58	2,6948
Makrokonídiumok	22,5	45,7	38,7	1,97	3,83	3,02
Z12						
Mikrokonídiumok	3,97	11,7	6,3478	2,22	5,97	3,2142
Z13						
Makrokonídiumok	13,2	26	17,492	3,14	6,1	4,7536
Z19						
Makrokonídiumok	15,1	26,1	19	3,13	6,71	5,2564

Z21						
Mikrokonídiumok	4,71	15,2	7,3759	1,58	3,69	2,3707
Makrokonídiumok	22	45,4	36,102	3,96	6,53	5,2798
Kalmidospóra	3,89	9,08	6,43602	4,54	9,5	6,3765
Z23						
Mikrokonídiumok	4,08	11,5	5,8106	1,69	3,8	2,497

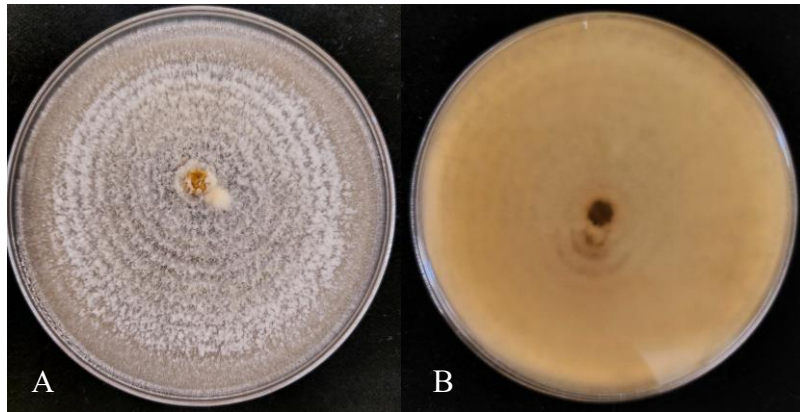
Magyarázat a 9. táblázathoz: Minden a táblázatban szereplő izolátum mangóról származik. Sárga színnel jelölt az egyéb fajok, zöld színnel jelöltek a *Fusarium* fajok, szürkével jelölt sorok a *Colletotrichum* fajok.

4.2.1.1. *Fusarium* fajok morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegei

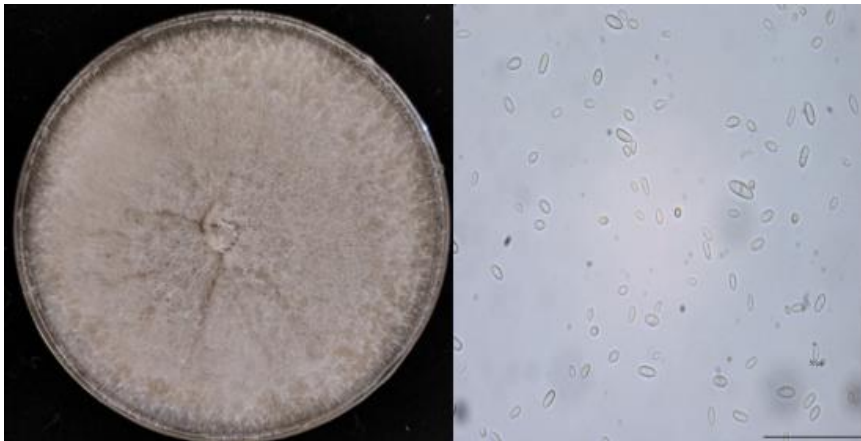
A Z11 (17. ábra) és Z12 (19. ábra) izolátum tenyésztete fehér színű, vattaszerű légmicéliumot képzett, a tenyészetek fonáki oldala narancssárga árnyalatú volt. A Z21-es izolátum tenyésztete (18. ábra) krémfehér színű légmicéliumot képzett, a tenyészetben zónázottságot figyeltünk meg, fonáki oldala szintén narancssárga árnyalatú volt, illetve a leoltási pont körül narancssárga színű konídiummassza képződött.



17. ábra Z11-es (*F. oxysporum*) izolátum tenyészbélyegei PDA táptalajon, színi (A) és fonáki (B) oldal (Szendrei, 2023)

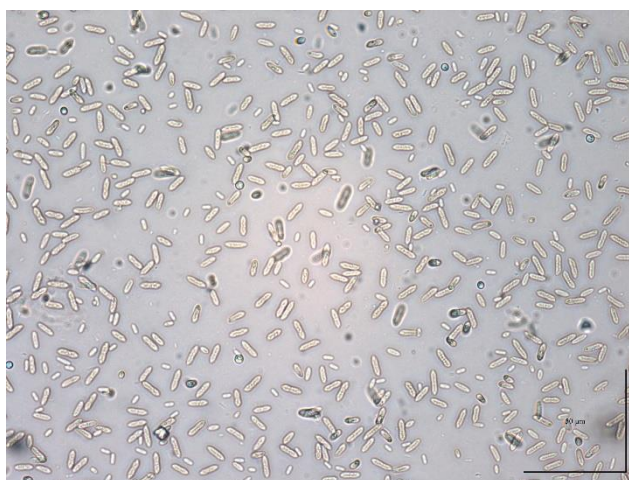


18. ábra Z21-es (*F. solani sensu lato*) izolátum tenyészbélyegei PDA táptalajon, színi (A) és fonáki (B) oldal (Szendrei, 2023)



19. ábra A Z12-es (*F. oxysporum*) izolátum tenészete PDA táptalajon és mikrokonídiumjai 400x-os nagyításon (Farkas, 2023)

A Z23-as izolátum tenészete lilás árnyalatú, kör alakú szeldelt szélű telepeket képzett. A kórokozók a vizsgálat ideje alatt többnyire mikrokonídiumokat képeztek, kivéve a Z21-es izolátumot. A Z21-es izolátum által képzett mikrokonídiumok elipszoid alakúak voltak, átlagos méretük $7,37 \times 2,37 \mu\text{m}$ volt, a makrokonídiumok a nemzetségre jellemző sarló alakúak voltak, többsejtűek, átlagosan $36,1 \times 5,28 \mu\text{m}$ nagyságúak voltak (**21. ábra**). A klamidospórák átlagos mérete pedig $6,436 \times 6376 \mu\text{m}$ volt. A Z11-es izolátum mikrokonídiumai lekerekített végű, keskeny, henger alakúak voltak, és átlagosan $9,59 \times 2,69 \mu\text{m}$ nagyságúak voltak (**20. ábra**), Makrokonídiumai $38,7 \times 3,02 \mu\text{m}$ méretűek, 2-3 szeptummal elválasztott enyhén ívelt hialinok voltak. A Z12-es izolátumok mikrokonídiumai zömökebb (szélesebb), tojásdad alakúak voltak, átlagos méretük $6,34 \times 3,21 \mu\text{m}$ volt (**19. ábra**).



20. ábra Z11-es (*F. oxysporum*) izolátum mikrokonídiumai 400x-os nagyításon (Farkas, 2023)



21. ábra Z21-es (*F. solani sensu lato*) izolátum makro- és mikrokonídiumai 400x-os nagyításon (Szendrei, 2023)

4.2.1.2. *Colletotrichum* fajok morfológiai és tenyészbélyegei

A Z13-as izolátum tenyésze (22. ábra) krémfehér színű légmicéliumot képzett, a leoltási pont körül narancssárga konídiummassza képződött. A kórokozó idősebb tenyészetében elszórtan, fekete színű micélium-tömörüléseket (mikroszkleróciumokat) figyeltünk meg. A tenyészetben képződött konídiumok egysejtűek, hialinok, henger alakúak voltak, méretük átlagosan 17,49 x 4,75 μm volt. A Z19-es izolátum a tenyésze (23. ábra) szürkés fehér színű volt, benne piszkos-fehér légmicélium képződött, továbbá megfigyeltünk benne zónázottságot is. Az idősebb tenyészetében kevésbé, mint a Z13-as izolátum tenyészetében, de tapasztaltuk fekete színű micélium-tömörülések megjelenését. A kórokozó konídiumai szintén egysejtűek, hialinok, henger alakúak voltak, méretük átlagosan 19 x 5,25 μm volt.



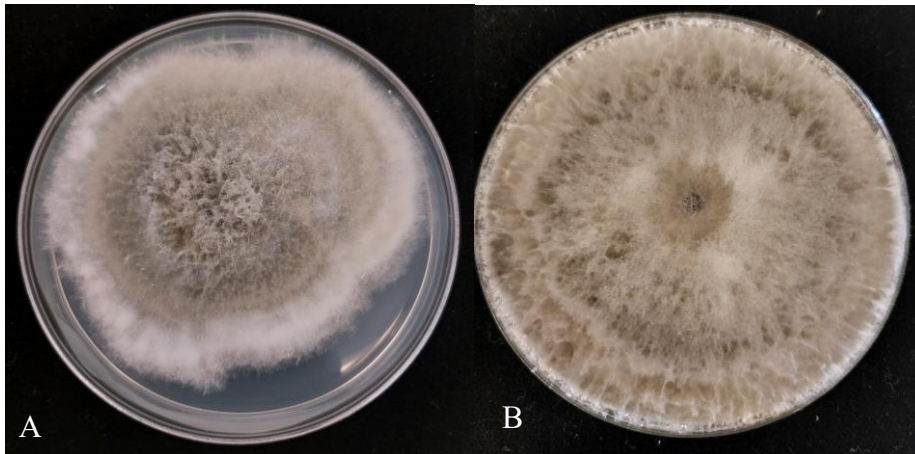
22. ábra Z13-es (*C. fruticola*) izolátum idősebb tenyésztete és konídiumai 600x-os nagyításon
(Szendrei, 2023)



23. ábra Z19-es (*C. asianum*) izolátum fiatalabb tenyésztete és konídiumai 600x-os nagyításon (Szendrei, 2023)

4.2.1.3. *Botryosphaeriaceae* családba tartozó fajok morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegei

A Z14, Z20-as izolátumok tenyésztete (24. ábra) kezdetben szabálytalan alakú volt, szegélyük kivilágosodó, világos szürke légmicéliumot képeztek, majd idővel vastag, bolyhos, sötét szürke légmicélium képződött bennük. Egyik izolátum tenyésztetében sem figyeltük meg szaporítóképletek képződését a vizsgálat ideje alatt.



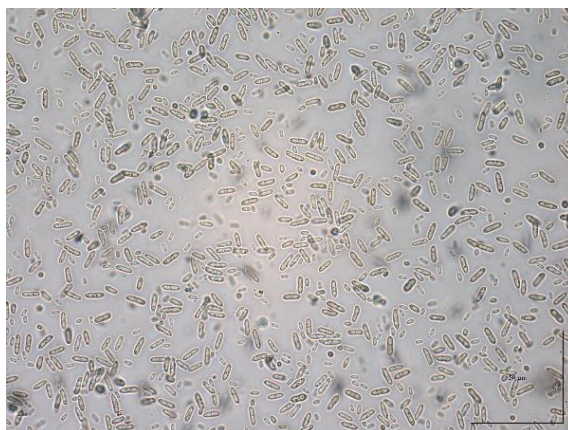
24. ábra Z14-es izolátum (*Neofusicoccum kwambonambiense*) (A) fiatalabb tenyésztete és a Z20-as izolátum (*Botryosphaeria dothidea*) idősebb tenyésztete (Szendrei, 2023)

4.2.1.4. További izolált fajok tenyészbélyegei és morfológiai tulajdonságai

A Z10-es izolátum tenyésztete halvány lazacszínű volt, légmicélium nem képződött benne (25. ábra). A kórokozó konídiumai egysejtűek, henger alakúak voltak, méretük $9,02 \times 2,66 \mu\text{m}$ nagyságú volt (26. ábra).



25. ábra Z10-es izolátum tenyésztete (*Plectosphaerella cucumerina*) (Szendrei, 2023)



26. ábra Z10-es izolátum (*Plectosphaerella cucumerina*) konídiumai 400x-os nagyításon
(Farkas, 2023)

4.2.2. Banánról izolált kórokozók morfológiai tulajdonságai és tenyészbélyegei

Az import banánokról *Colletotrichum* és *Fusarium* fajokat izoláltunk. A Z24-es *Fusarium* faj izolátuma csak mikrokonídiumokat, míg a másik kettő makro- és mikrokonídiumokat egyaránt termelt. A **10. táblázatban** olvashatóak a banánról izolált kórokozók konídiumainak méretei.

10. táblázat Banánokról izolált kórokozók konídium adatai
(Forrás: saját munka)

Izolátum	Hosszúság (µm)			Szélesség (µm)		
	Minimum	Maximum	Átlag	Minimum	Maximum	Átlag
Z01	12	19,7	14,162	4,78	7,41	6,177
Z18 Makrokonídiumok	6,53	17,4	10,39	1,76	3,66	2,69
Mikrokonídiumok	4,67	11,6	7,81	1,13	4	2,53
Z22 Makrokonídiumok	15,5	34,5	23,98	3,12	5,64	4,5
Mikrokonídiumok	4,4	9,51	7,21	1,1	3,4	2,95
Z24 Mikrokonídiumok	5,34	13,9	9,71	2,04	4,62	3,52

Magyarázat a 10. táblázathoz: A szürke szín a *Colletotrichum* fajt jelöli, míg a zöld a *Fusarium* fajokat

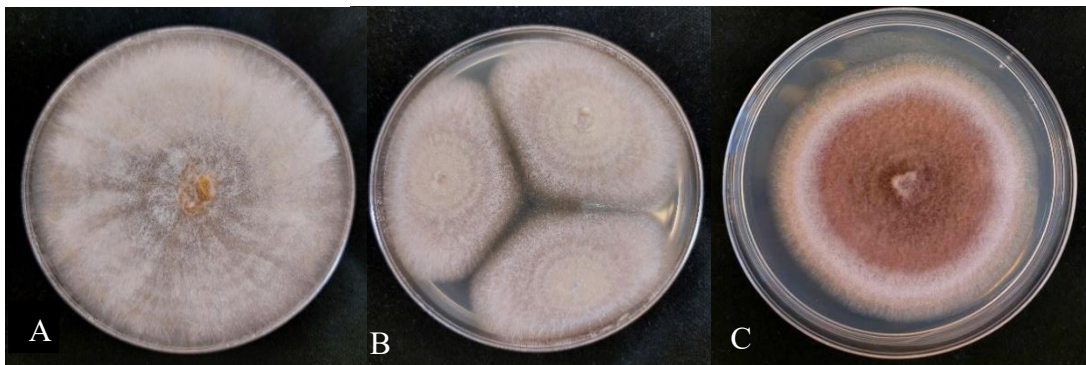
4.2.2.1. A *Fusarium* fajok morfológiai és tenyészbélyegei

A Z18-as (**28. ábra**) izolátum krémes fehér-szürkés árnyalatú volt, légmicéliumot képzett. A leoltási pont körül zónázottság volt megfigyelhető, illetve sárga konídium massa képződött. Makrokonídiumai hosszúkás hegyesedő végű többsejtű, keskeny képletek voltak, míg mikrokonídiumai lekerekített végű vékony-keskeny ovális alakúak voltak. Átlagos

makrokonídiumainak mérete 10,39 x 4,5 µm Mikrokonídiumainak átlagos mérete 7,81 x 2,53 µm volt (28. ábra).

A Z22-es izolátum (28. ábra) tenyésztete krémes szürke árnyalatú telepet képzett. A telepeken megfigyelhető volt a légmicélium, illetve a leoltási pont körül konídiummassza képződött. A telepeken zónázottság is megfigyelhető volt, mely színe a telep közepétől a széle felé haladva halványult. A tenyészet makrokonídiumokat képzett melyek alakja ovális, néhol enyhe sarló alakúak, többsejtűek és végük kissé kihegyesedő. Átlagos makrokonídium méretei 23,98 x 4,5 µm volt. Mikrokonídiumokat is képzett melyek vékonyfalú, 0-1 szeptummal elválasztott ovális, hialin képletek mértük pedig 7,21 x 2,95 µm (28. ábra).

A Z24-es izolátum (27. ábra) barnás rózsaszínes színű telepeket képzett. Az izolátum közepétől haladva erős zónázottság volt megfigyelhető. A vizsgálat ideje alatt mikrokonídiumokat képzett, melyek átlagos mérete 9,71 x 3,52 µm volt, alakjuk hosszúak, ovális, tompa végű.



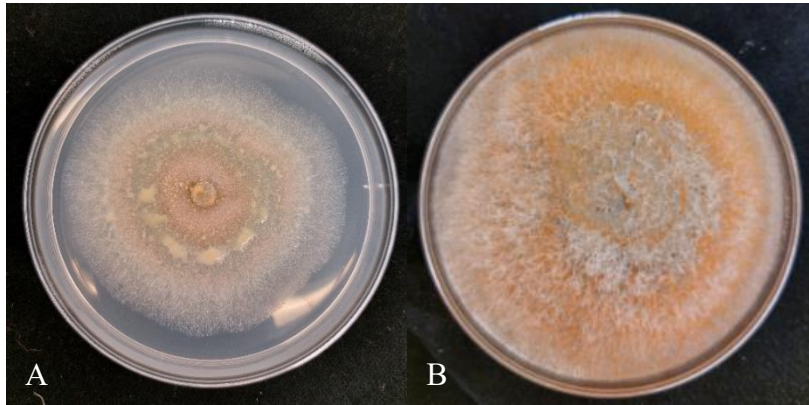
27. ábra Z18 (*F. desaboruense*) (A), Z22 (*F. oxysporum*) (B) és Z24 (C) (*Fusarium* sp.) izolátumok tiszta tenyésztetei PDA táptalajon (Farkas, 2023).



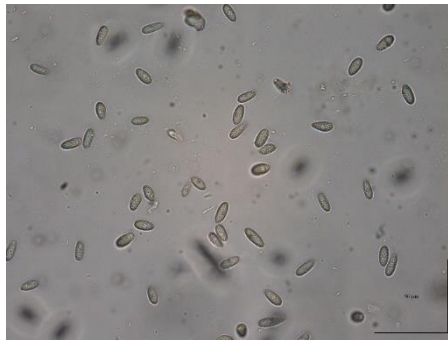
28. ábra A Z18-as (600x) *F. desaboruense* izolátum makrokonídiumjai és mikrokonídiumjai (A), Z22-es (400x) *F. oxysporum* izolátum makrokonídiumjai (B) és Z24-es (600x) *Fusarium* sp. izolátum mikrokonídiumjai (C) (Farkas 2023)

4.2.2.2. *Colletotrichum musae* morfológiai és tenyészbélyegei

Az izolátumok (Z01, Z25) krémfehér színű tenyészeteket képztek, bennük fehér színű légmicélium képződött (29. ábra). Koncentrikus körökben narancssárga konídiummassza képződését is megfigyeltük. A tenyészetben képződött konídiumok átlagosan 14,162 x 6,177 µm nagyságúak voltak. Konídiummai henger alakúak, egysejtűek és hialinok voltak (30. ábra).



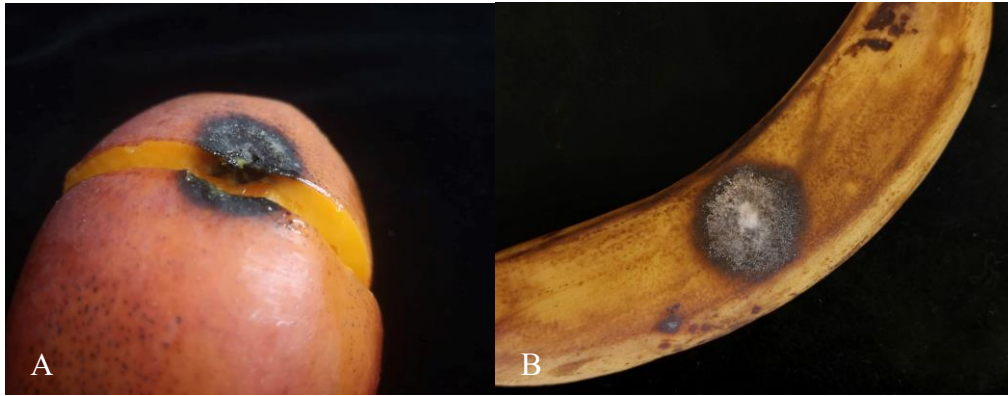
29. ábra Z01 *C. musae* (A) és Z25 *C. musae* (B) izolátumok PDA táptaljon (Farkas, 2023)



30. ábra A Z01-es *C. musae* izolátum konídiumai 400x-as nagyításon (Farkas, 2023)

4.2.2.3. Patogenitási teszt

A vizsgált fajok esetében 4-7 nappal az inokulálást követően elváltozások jelentek meg az inokulált gyümölcsökön. A patogenitási teszt során a Koch pusztulátumok minden izolátum esetében teljesültek (31. ábra). A kontroll terméseken az értékelés napjáig nem jelent meg tünet.



31. ábra Patogenitási tesztek eredményei mangón (A) és banánon (B) (Petróczy és Szendrei, 2023)

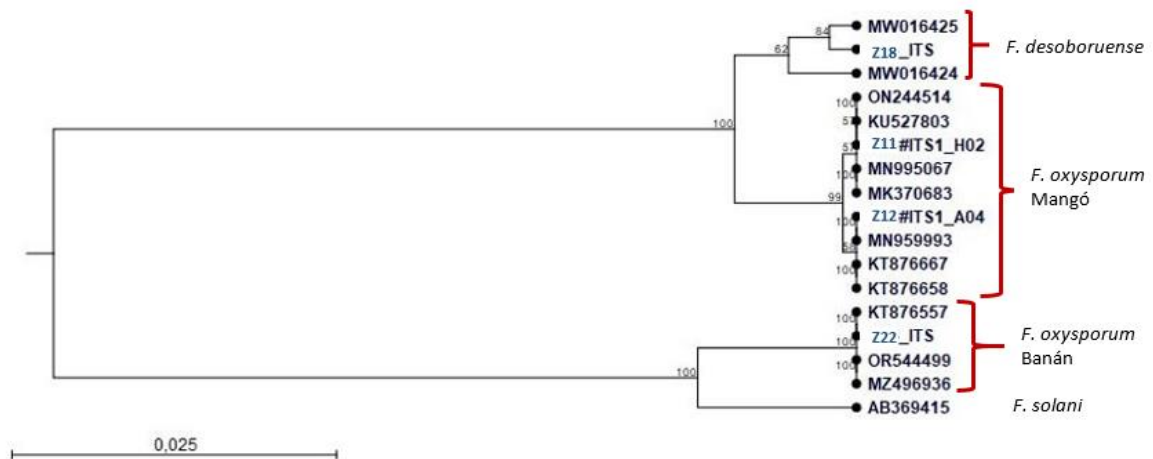
4.3. Kórokozók azonosítása molekuláris módszerekkel

4.3.1. Azonosítás az ITS régió alapján

A molekuláris azonosításhoz olyan tenyészeteket választottunk melyeket előtte a morfológiai bélyegek alapján (legalább nemzetség szinten) meghatároztunk. A molekuláris azonosítás során a Z01, Z11, Z12, Z13, Z14, Z18, Z19, Z20, Z22 izolátumokkal dolgoztunk. Az ITS régió alapján történő azonosítás során az ITS1 és ITS4 univerzális primerek kb. 600 bázispár hosszúságú szakaszt sokszoroztak meg a polimeráz láncreakciókban.

4.3.1.1. *Fusarium* fajok azonosítása

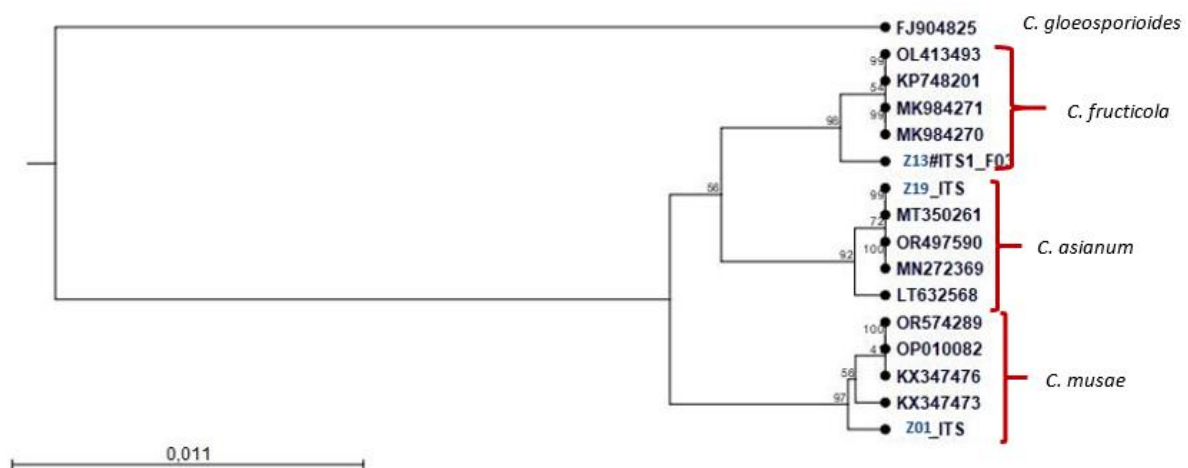
A nukleotid sorrend összehasonlítás eredményeként a Z11, Z12, Z22-es izolátum szekvenciája 100%-ban megegyezett az NCBI adatbázisban szereplő *Fusarium oxysporum* izolátumok szekvenciáival. A Z18-as izolátum szekvenciája 100%-os hasonlóságot mutatott az NCBI adatbázisban szereplő *Fusarium desoboruense* izolátumok szekvenciáival. A törzsfán (32. ábra) a banánról izolált *Fusarium oxysporum* külön ágon helyezkedik el a mangóról izolálttól.



32. ábra A *Fusarium oxysporum* és *F. desaboruense* izolátumok dendrogramja az ITS régió szekvenciárészlete alapján (Tóth és Szendrei, 2024)

4.3.1.2. *Colletotrichum* fajok azonosítása

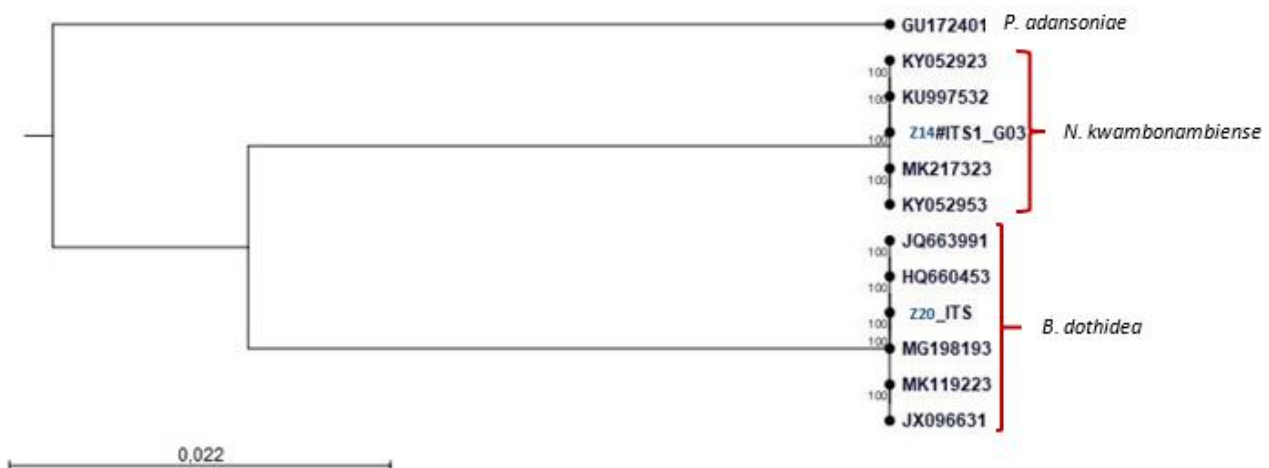
A nukleotid sorrend összehasonlítás eredményeként a Z01-es izolátum szekvenciája 99,8%-os hasonlóságot mutatott az NCBI adatbázisban szereplő *Colletotrichum musae* izolátumok szekvenciáival. A Z13-as izolátum szekvenciája 100%-ban megegyezett az NCBI adatbázisban szereplő *Colletotrichum fructicola* izolátumok szekvenciáival. A Z19-es izolátum szekvenciája homológ volt az NCBI adatbázisban szereplő *Colletotrichum asianum* izolátumok szekvenciáival. A törzsfán (33. ábra) a *Colletotrichum gloeosporioides* izolátumok csoporton kívülként másik ágon jól elkülönülnek a *C. asianum*, *C. musae* és *C. fructicola* izolátumoktól.



33. ábra A *C. fructicola*, *C. asianum* és *C. musae* izolátumok dendrogramja az ITS régió szekvenciárészlete alapján (Tóth és Szendrei, 2024)

4.3.1.3. *Botryosphaeriaceae* családba tartozó fajok azonosítása

A nukleotid sorrend összehasonlítás eredményeként a Z14-es izolátum szekvenciája homológ volt (100% egyezés) az NCBI adatbázisban szereplő *Neofusicoccum kwambonambiense* izolátumok szekvenciáival. A Z20-as izolátum szekvenciája 100%-ban egyezett az NCBI adatbázisban szereplő *Botryosphaeria dothidea* izolátumok szekvenciáival. A törzsfán (34. ábra) a *Pseudofusicoccum adansoniae* izolátumok csoporton kívülként másik ágon jól elkülönülnek a *B. dothidea* és *N. kwambonambiense* izolátumoktól.



34. ábra A *B. dothidea* és *N. kwambonambiense* izolátumok dendrogramja az ITS régió szekvenciárészlete alapján (Tóth és Szendrei, 2024)

Magyarázat az 32-34. ábrához: Az izolátumokat a dendrogramon az NCBI adatbázis hivatkozási számaival tüntettük fel. 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 törzsfá alatti skála mértéke 1 bázis eltérést jelöl 100 bázisonként.

4.3.1. Azonosítás kalmodulin és β -tubulin gének alapján

Sok esetben (pl. fajkomplexen belüli elkülönítéshez) nem elegendő csupán az ITS régió vizsgálata. Ezért az izolált *Colletotrichum* fajok esetében a kalmodulin és a β -tubulin gén alapján történő azonosítást is elvégeztük, mely során a CA_CAL1 - CA_CAL2 primerek kb. 750 bázispár, míg a Bt1a és Bt1b primerek kb. 500 bázispár hosszúságú szakaszt sokszoroztak meg a polimeráz láncreakciókban. A többi izolált faj esetében az ITS régió kívül csak β -tubulin gén alapján történt az azonosítás. Az azonosítás során az NCBI adatbázist, illetve annak BLAST programját használtuk fel. A nukleotid sorrend összehasonlítás eredménye minden esetben megerősítette az ITS régió alapján történt meghatározást.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálataink folyamán sikeresen izoláltunk mangó gyümölcsökről *Fusarium*, *Colletotrichum* nemzetségbe és *Botryosphaeriaceae* családba tartozó kórokozókat. Banán esetében *Fusarium* és *Colletotrichum* fajokat izoláltunk: a kórokozók kártétele külföldi irodalmakból ismert (Marsberg *et al.*, 2016; Kausar *et al.*, 2021; Zakaria, 2021).

Fusarium fajok

Vizsgálataink során 6 esetben (Z11, Z12, 18, Z21, Z22, Z23, Z24) izoláltunk *Fusarium* fajt. Mangó esetében a *Fusarium* fajok okozta jellegzetes tüneteket, gyümölcs- és kocsány felőli rothadását (Ghag *et al.*, 2015; Kausar *et al.*, 2021; Zakaria, 2023) tapasztaltuk az általunk vizsgált gyümölcsökön. A tenyészetek fehér árnyalatúak voltak, vattaszerű légmicéliumot képeztek. A lilás pigmentáció, *Fusarium*oknál, PDA tátalajon Leslie és Summerell (2006) szerint gyakori lehet, amit mi is tapasztaltunk a Z11-es izolátum esetében. Az általunk vizsgált Z11 és Z12 izolátumok mikrokonídiumai 6,34 x 2,69 μm (Z11) és 9,59 x 3,2 (Z12) μm méretűek voltak, 1-3 sejtűek, hialinok. Makrokonídiumai 38,7-3,02 μm méretűek, 2-3 szeptummal elválasztott enyhén ívelt hialinok voltak. Ezen bélyegek megegyeznek a szakirodalomban *F. oxysporum*-ról leírtakkal (Chai *et al.*, 2018; Din *et al.*, 2020; Htp1, 2024). A molekuláris vizsgálatok során az ITS genomi régió, és a β tubulin gén egy részét vizsgálva megállapítottuk, hogy a Z11, Z12-es izolátum 100%-os egyezést mutat a *Fusarium oxysporum* szekvenciákkal. A Z21-es izolátum tenyészbélyegei eltértek a Z11 és Z12 izolátumok tenyészbélyegeitől, a kórokozó krémes- fehér színű telepeket képzett, bennük zónázottságot figyeltünk meg.

Az importált banánokon a *Fusarium* fajok a kocsány körül enyhén besüppedő, barnuló foltokat okoztak, melyeket a szakirodalom is említ (Triest és Hendrickx, 2016). Z18 és Z22-es izolátum morfológiai bélyegei hasonlóak voltak. A Z18-as izolátum makrokonídiumai, hialinok, 1-3 sejtűek voltak, méretük átlagosan 10,39 x 2,69 μm . Mikrokonídiumai lekerekített végű vékony-keskeny ovális alakúak és átlagosan 7,81 x 2,53 μm nagyságúak voltak, mely eredmények hasonlóak Maryani *et al.*, (2019) eredményeihez. A Z22-es izolátum makrokonídiumai többsejtűek voltak, hialinok, méretük átlagosan 23,98x4,5 μm . Mikrokonídiumai ovális vékonyfalú hialin képletek voltak 0-1 szeptummal elválasztva és méretük átlagosan 7,21 x 2,95 μm volt mely tulajdonságok hasonlóak a szakirodalomban fellelhető adatokkal (Chai *et al.*, 2018; Din *et al.*, 2020; Htp1, 2024). A molekuláris vizsgálatok

során az ITS genomi régió, és a β tubulin gén egy részét vizsgálva megállapítottuk, hogy a Z18-as izolátum a *Fusarium desaboruense*, míg a Z22-es izolátum a *F. oxysporium* szekvenciákkal 100%-os egyezést mutat a vizsgált szakaszokon (Edel-Hermann és Lecomte, 2019). A Z21-es, Z23-as és Z24-es izolátumok morfológiai bélyegeik alapján szintén a *Fusarium* fajok közé tartoznak (Leslie és Summerell, 2006).

Colletotrichum fajok

Mangó gyümölcsökön az antraknózist okozó *Colletotrichum* fajok jellegzetes, besüppedő, barna foltokat okoztak a gyümölcs epidermiszén vagy a kocsány körül (Yahia, 2011; Sudarma *et al.*, 2021). A kórokozók izolátumainak tenyészei krémfehér (Z13) vagy szürkés-fehér (Z19) színűek voltak, az idősebb tenyészetekben fekete színű micélium-tömörülések képződését tapasztaltuk. Mindkét izolátum konídiumai a *Colletotrichum* nemzetségre jellemzően egysejtűek, hialinok, henger alakúak voltak. Z13-as izolátum tenyészetében képződött konídiumok átlagos mérete 17,49 x 4,75 μm volt, míg a Z19-es izolátum esetében ennél kissé nagyobbak, átlagosan 19 x 5,25 μm nagyságúak. A fajok meghatározása csupán morfológiai tulajdonságok által nehéz, de Z13-as izolátum morfológiai bélyegei megegyeztek a szakirodalomban *C. fructicola*-ról leírtakkal, illetve a Z19-es izolátum bélyegei pedig *C. asianum*-ról leírtakkal (Damm *et al.*, 2012; Abera, 2016). A molekuláris vizsgálatok során az ITS genomi régió, a kalmodulin és β tubulin gén egy részét vizsgálva megállapítottuk, hogy a Z13-as izolátum a *Colletotrichum fructicola*, míg a Z19-es izolátum a *C. asianum* szekvenciákkal mutat 100%-os egyezést a vizsgált szakaszokon.

A banánról izolált (Z01, Z25) kórokozók által okozott tünetek és morfológiai bélyegeik hasonlóak voltak. Mindkét esetben besüppedő, kávébarna foltok jelentek meg a banánokon, melyekben narancssárga színű konídiummassza képződött, ezeket a tüneteket Silva és Michereff (2013) is említi *C. musae* esetében. A tenyészetek krémfehér színűek voltak, a leoltási pont körül szintén tapasztaltuk a narancssárga színű konídiummassza képződését. A kórokozók konídiumai egysejtűek, hialinok és henger alakúak voltak. A konídiumok átlagos mérete, valamint a tenyészbélyegek megfelelnek a szakirodalomban *C. musae*-ról leírtakkal (Zakaria *et al.*, 2009; Kuppusamy *et al.*, 2011), amit az ITS régió, a kalmodulin és a β -tubulin gén vizsgálata is megerősített.

Botryosphaeriaceae családba tartozó fajok

A vizsgálatunk során kettő, a *Botryosphaeriaceae* családba tartozó fajt azonosítottunk: a *Botryosphaeria dothidea* (Z20) és a *Neofusicoccum kwambonambiense* (Z14) fajokat izoláltuk. A tüneteket mutató gyümölcsök gyümölcsbűsát szinte teljes mértékben felélték a gombák, a családra jellemző kocsány felőli rothadást okoztak (Marsberg *et al.*, 2016). PDA

táptalajon gyors növekedésük és szürkés-olviás, idővel sötétedő barnás telepek képződtek, bő légmicélium tömeggel (Ni *et al.*, 2010). Konídiumokat a vizsgálat ideje alatt egyik kórokozó izolátuma sem képzett. Csak a *Botryosphaeria dothidea* gombafaj jelenlegi tudásunk szerint 24 különböző nemzetséghez tartozó növényt képes fertőzni (Marsberg *et al.*, 2016) és 403 gazdanövénye van 66 országban (Batista *et al.*, 2021). Gazdanövényei között szerepel például a szőlő, alma, akác, szeder, dió (Ma és Michailides, 2002; Marsberg *et al.*, 2016; Vučković *et al.*, 2022). A klímaváltozás miatt jövőbeli szélesebb elterjedése feltételezhető (Batista *et al.*, 2021).

Egyéb kórokozó

Sikeresen izoláltunk mangó gyümölcsről *Plectosphaerella cucumerina* gomba fajt is (Z10). A tenyészet morfológiailag megegyezett Carlucci *et al.*, (2012) eredményeivel. Mangón a patogenitási teszt is sikeres volt. Carlucci *et al.*, (2012) kutatásai szerint a kórokozó tökféléken, paradicsomon, kaliforniai paprikán okozhat gazdasági kárt, de polifág kórokozóként tartják számon.

A gyümölcsszövetből izolált kórokozók, mint a *Botryosphaeria dothidea*, *Neofusicoccum kwambonambiense*, *Fusarium* spp. ismertek a szakirodalomból, mint SER-t előidéző kórokozók (Galsurker *et al.*, 2018). A vizsgált mangók és banánok antraknózisát *Colletotrichum* fajok okozták, mint a *C. asianum*, *C. fructicola*, *C. musae*. Vizsgálatunk során először mutattuk ki *Colletotrichum asianum*, *C. fructicola*, *Neofusicoccum kwambonambiense* kórokozókat hazánkban, importált mangó gyümölcsökön. A *C. fructicola* polifág kórokozó, a *C. gloeosporioides* fajkomplex tagja, amely számos természetű növényfajon okoz tüneteket (antraknózis és levélfoltosság), köztük hazánkban is elterjedt gyümölcskultúrákban, mint a *Malus domestica*, *Malus pumila*, *Prunus persica* (Bragard *et al.*, 2021, Talhinhas, 2023). A *Fusarium desaboruense*-t 2019-ben írták le a *Fusarium fujikuroi* fajkomplex új tagjaként, amely a Panama betegséget okozza Indonéziában (Maryani *et al.*, 2019). Azóta egy tanulmány kimutatta, hogy a *F. desaboruense*-t a *F. sacchari* szinonimájának kell tekinteni (Yilmaz *et al.*, 2021). A cukornád mellett a *F. sacchari* a *Solanaceae* növényeket, a chilipaprikát és a szamócát is fertőzi (Saseetharan és Zakaria, 2014).

A fertőzött gyümölcsrészek komposztálása lehetőséget biztosít a kórokozók megtelepedésére is. A globális felmelegedéssel az éghajlati tényezők egyre kedvezőbbé válnak számos kórokozó számára, ezért nagyobb figyelmet kell fordítani az újonnan behurcolt kórokozókra.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az egzotikusnak számító trópusi gyümölcsök a világ minden táján közkedvelt gyümölcsöknek számítanak. Hazánkba is nagy mennyiségben érkeznek trópusi gyümölcsök. A sok gyümölccsel sajnos kórokozók is érkeznek hazánkba, melyek rontják a gyümölcsök pulpon tarthatóságát vagy megtelepedve veszélyt jelenthetnek a hazánkban termesztett növényekre.

Vizsgálataink során felvételeztük, hogy mely kórokozók érkeznek országunkba mangón és banánon. Kizárólag tünetet mutató gyümölcsöket vizsgáltunk. A kórokozók izolálása PDA táptalajon, fertőtlenítést követően, a gyümölcsök belső szöveteiből történt. A Koch-posztulátumokat követve bebizonyosodott az izolált kórokozók fertőzőképessége, valamint molekuláris azonosítást is végeztünk.

A kutatás során számos kórokozót izoláltunk mangóból és banánból, összesen 16 izolátumot határoztunk meg. Többek között 7 *Fusarium* nemzetségbe tartozó fajt, 4 db *Colletotrichum* fajt, 2 db *Botryosphaeriaceae* család tagját és egy különálló kórokozót a *Plectosphaerella cucumerina* gombafajt. Mangón a *Fusarium* fajok jellegzetes gyümölcs- és kocsányrothadást okoztak, míg a banán esetében a *Fusarium* által okozott tünetek barna, besüppedő foltok formájában jelentkeztek. A *Fusarium* izolátumok részletes morfológiai és molekuláris vizsgálata alapján azonosítottuk többek között a *F. oxysporum* és *F. solani* fajokat. A *Colletotrichum* fajok mangón antraknózist, banánon pedig szintén barna, besüppedő foltokat okoztak. A *Colletotrichum* fajok közül azonosítottuk a *C. fructicola* és *C. asianum* fajokat, melyek új előfordulásnak számítanak hazánkban mangó gyümölcsökön. A *Botryosphaeriaceae* családból a *Botryosphaeria dothidea* és *Neofusicoccum kwambonambiense* fajokat azonosítottuk, amelyek gyümölcshúst teljesen felélő kórokozóként jelentkeztek. Az eredmények fontosak a különböző növénybetegségek jobb megértéséhez és a hatékonyabb növényvédelmi stratégiák kialakításához.

Vizsgálatainkkal szeretnénk felhívni a figyelmet arra, hogy számos idegenhonos kórokozót importálunk hazánkba. Ezek közül bizonyos kórokozók széles gazdanövénykörrel rendelkeznek. Az importált kórokozók közül vannak olyanok is, amik több rasszal is rendelkeznek. Az új rasszok megtelepedése fokozza a hazai populáció diverzitást, mely a későbbiekben könnyebb adaptációhoz is vezethet!

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom Szendrei Lillának a szakdolgozat írása folyamán tanúsított folyamatos segítségéért. Köszönettel tartozom továbbá Dr. Tóth Annamáriának és Dr. Horváthné Petróczy Mariettának a dolgozat elkészítéséhez nyújtott szakmai segítségükért.

Továbbá köszönettel tartozom a családomnak, akik tanulmányaim alatt végig támogattak.

8. IRODALOMJEGYZÉK

1. Abera, A. (2016). Morphological Characteristics of *Colletotrichum* Species Associated with Mango (*Mangifera indica* L.) in Southwest Ethiopia. *Food Science and Quality Management*, 46, 106–115. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/FSQM/article/download/28686/29448>
2. Aiello, D., Bregant, C., Carlucci, A., Guarnaccia, V., Gusella, G., Linaldeddu, B. T., Mugnai, L., Raimondo, M. L., és Polizzi, G. (2023). Current status of *Botryosphaeriaceae* species in Italy: Impacts on agricultural crops and forest ecosystems. *Phytopathologia Mediterranea*, 62(3), 381–412. <https://doi.org/10.36253/phyto-14711>
3. Alkan, N., és Kumar, A. (2018). Post-harvest storage management of mango fruit. In *Burleigh Dodds series in agricultural science* (pp. 377–402). <https://doi.org/10.19103/as.2017.0026.16>
4. Bahadur, A. (2022). Current Status of *Fusarium* and Their Management Strategies. In *IntechOpen eBooks*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.100608>
5. Batista, E., Lopes, A., és Alves, A. (2021). What Do We Know about *Botryosphaeriaceae*? An Overview of a Worldwide Cured Dataset. *Forests*, 12(3), 313. <https://doi.org/10.3390/f12030313>
6. Benatar, G. V., Wibowo, A., és Suryanti, S. (2021). First report of *Colletotrichum asianum* associated with mango fruit anthracnose in Indonesia. *Crop Protection*, 141, 105432. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105432>
7. Borve, J., Djonne, R. T., és Stensvand, A. (2010). *Colletotrichum acutatum* occurs asymptotically on sweet cherry leaves. *European Journal of Plant Pathology*, 127(3), 325–332. <https://doi.org/10.1007/s10658-010-9597-x>
8. Bragard, C., Dehnen-Schmutz, K., Di Serio, F., Gonthier, P., Jacques, M., Miret, J. a. J., Justesen, A. F., MacLeod, A., Magnusson, C. S., Milonas, P., Navas-Cortés, J. A., Parnell, S., Potting, R., Thulke, H., Van Der Werf, W., Civera, A. V., Yuen, J., Zappalà, L., Migheli, Q., Reignault, P. L. (2021). Pest categorisation of *Colletotrichum fructicola*. *EFSA Journal*, 19(8). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6803>

9. Carlucci, A., Raimondo, M. L., Santos, J., és Phillips, A. J. L. (2012). *Plectosphaerella* species associated with root and collar rots of horticultural crops in southern Italy. *Persoonia*, 28(1), 34–48. <https://doi.org/10.3767/003158512x638251>
10. Chai, X., Yang, Z., Fu, Q., Pan, B., Tang, M., Li, C., és Xu, Z. (2018). First Report of Root and Basal Stem Rot in Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) Caused by *Fusarium oxysporum* in China. *Plant Disease*, 102(1), 242. <https://doi.org/10.1094/pdis-06-17-0784-pdn>
11. Chehri, K., Salleh, B., Yli-Mattila, T., Reddy, K. R. N., és Abbasi, S. (2011). Molecular characterization of pathogenic *Fusarium* species in cucurbit plants from Kermanshah province, Iran. □*Al-Mi'galat' Al-sa'udiyat' Lī-ulum Al-ḥayat'*, 18(4), 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2011.01.007>
12. Coulombe, R. A. (1993). Biological action of mycotoxins. *Journal of Dairy Science*, 76(3), 880–891. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(93\)77414-7](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(93)77414-7)
13. Damm, U., Cannon, P. F., Woudenberg, J., és Crous, P. W. (2012). The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Studies in Mycology*, 73, 37–113. <https://doi.org/10.3114/sim0010>
14. Diedhiou, P., Mbaye, N., Drame, A., és Samb, P. (2007). Alteration of post harvest diseases of mango *Mangifera indica* through production practices and climatic factors. *African Journal of Biotechnology*, 6(9), 1087–1094. <https://doi.org/10.5897/ajb2007.000-2140>
15. Din, H. M., Rashed, O., és Ahmad, K. (2020). Prevalence of *Fusarium* Wilt Disease of Cucumber (*Cucumis sativus* Linn) in Peninsular Malaysia Caused by *Fusarium oxysporum* and *F. solani*. *Tropical Life Sciences Research*, 31(3), 29–45. <https://doi.org/10.21315/tlsr2020.31.3.3>
16. Edel-Hermann, V., és Lecomte, C. (2019). Current Status of *Fusarium oxysporum* FormaeSpecialesand Races. *Phytopathology*, 109(4), 512–530. <https://doi.org/10.1094/phyto-08-18-0320-rvw>
17. Ekhuemelo, C., and M. D. Yaaju (2017). "Identification and management of fungi associated with crown rot of banana in Makurdi, Benue State, Nigeria." *Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment* 13.2: 50-55.
18. EPPO 1 (2024), <https://gd.eppo.int/taxon/1COLLG>, Letöltés dátuma: 2024.02.18.
19. EPPO 2 (2024), <https://gd.eppo.int/taxon/PHYORH/hosts> Letöltés dátuma: 2024.03.15
20. FAO (2017) The global programme on banana fusarium wilt disease <https://www.fao.org/3/i7956e/i7956e.pdf>

21. FAO (2023.) Major tropical fruits Market Review Preliminary Results 2023
<https://www.fao.org/3/cc9308en/cc9308en.pdf>
22. Farr, D.F., Rossman, A.Y. Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. (2024), from <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> Letöltés dátuma: 2024.03.15.
23. Fátima D., Silva, B., D., C., és Michereff, S. J. (2013). biology of *colletotrichum spp.* and epidemiology of the anthracnose in tropical fruit trees. *doaj (DOAJ: Directory of Open Access Journals)*. <https://doaj.org/article/403b5aa6ce984a74820cb6ca2ebf4ae6>
24. Fisheries, A. A. (2023). *Mango malformation disease*. Business Queensland. <https://www.business.qld.gov.au/industries/farms-fishing-forestry/agriculture/biosecurity/plants/priority-pest-disease/mango-malformation-disease>
25. Freeman, S. (2008). Management, Survival Strategies, and Host Range of *Colletotrichum acutatum* on Strawberry. *Hortscience*, 43(1), 66-68. <https://doi.org/10.21273/hortsci.43.1.66>
26. Freeman, S., Shtienberg, D., Maymon, M., Levin, A. G., és Ploetz, R. C. (2014). New Insights into Mango Malformation Disease Epidemiology Lead to a New Integrated Management Strategy for Subtropical Environments. *Plant Disease*, 98(11), 1456–1466. <https://doi.org/10.1094/pdis-07-14-0679-fe>
27. Galsurker, O., Diskin, S., Duanis-Assaf, D., Doron-Faigenboim, A., Maurer, D., Feygenberg, O., és Alkan, N. (2020). Harvesting Mango Fruit with a Short Stem-End Altered Endophytic Microbiome and Reduce Stem-End Rot. *Microorganisms*, 8(4), 558. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8040558>
28. Galsurker, O., Diskin, S., Maurer, D., Feygenberg, O., és Alkan, N. (2018). Fruit Stem-End rot. *Horticulturae*, 4(4), 50. <https://doi.org/10.3390/horticulturae4040050>
29. Ghag, S. B., Shekhawat, U. K. S., és Ganapathi, T. R. (2015). *Fusarium* wilt of banana: biology, epidemiology and management. *International Journal of Pest Management*, 61(3), 250–263. <https://doi.org/10.1080/09670874.2015.1043972>
30. Giblin, F., Tan, Y. P., Mitchell, R. R., Coates, L. M., Irwin, J. a. G., és Shivas, R. G. (2018). *Colletotrichum* species associated with pre-and post-harvest diseases of avocado and mango in eastern Australia. *Australasian Plant Pathology*, 47(3), 269–276. <https://doi.org/10.1007/s13313-018-0553-0>

31. Glass, N.L. és Donaldson, G.C. (1995) Development of Primer Sets Designed for Use with the PCR To Amplify Conserved Genes from Filamentous Ascomycetes. *applied and environmental microbiology*, 61(4), 1323–1330.
32. Goudarzi, A., Samavi, S., Mazraie, M. A., és Majidi, Z. (2021). Fungal pathogens associated with pre- And postharvest fruit rots of mango in southern Iran. *Journal of Phytopathology*, 169(9), 545–555. <https://doi.org/10.1111/jph.13027>
33. Guo, Z., Yu, Z., Li, Q., Tang, L., Guo, T., Huang, S., Mo, J., Hsiang, T., és Luo, S. (2021). *Fusarium* species associated with leaf spots of mango in China. *Microbial Pathogenesis*, 150, 104736. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.104736>
34. Hassan, O., Lee, Y. R., és Chang, T. (2019). *Colletotrichum* Species Associated with Japanese Plum (*Prunus salicina*) Anthracnose in South Korea. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48108-1>
35. Hattori, Y., Ando, Y., Sasaki, A., Uechi, N., és Nakashima, C. (2021). Taxonomical study of noteworthy species of *botryosphaeria* in Japan. *Mycobiology*, 49(2), 122–132. <https://doi.org/10.1080/12298093.2021.1895486>
36. Hiremath, S.V., Hiremath, P.C., Hegde, R.K. (1993). Studies on cultural and growth characters of *Colletotrichum gloeosporioides* A casual agent of shisham blight. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 6(1): (30-32)
37. Honger, J. O., Ablomerti, F. K., Coleman, S., Cornelius, E. W., Owusu, E., és Odamttten, G. (2018). Differentiation of two *Botryosphaeriaceae* species isolated from declining mango trees in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*, 26(2), 14–25. <https://journals.ug.edu.gh/index.php/wajae/article/download/510/292>
38. Http 1: The University of Adelaide (2024). *Fusarium* letöltés dátuma: 2024.04.02., forrás: <https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/fusarium#fusarium-solani-complex>
39. Jeon, C. S., Kim, G. H., Son, K. I., Hur, J. S., Jeon, K. S., Yoon, J. H., és Koh, Y. J. (2013). Root Rot of Balloon Flower (*Platycodon grandiflorum*) Caused by *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum*. *Plant Pathology Journal/the Plant Pathology Journal*, 29(4), 440–445. <https://doi.org/10.5423/ppj.nt.07.2013.0073>
40. Joa, J. H., Lim, C., Choi, I. Y., Park, M. J., és Shin, H. (2016). First Report of *Colletotrichum fructicola* Causing Anthracnose on Mango in Korea. *Plant Disease*, 100(8), 1793. <https://doi.org/10.1094/pdis-10-15-1225-pdn>
41. Kausar, R., Iram, S., Ahmad, K. S., és Jaffri, S. B. (2021). Molecular characterization of *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum* phyto-pathogens causing mango maturity

- malconformation. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 54(17–18), 1372–1390. <https://doi.org/10.1080/03235408.2021.1910417>
42. Khodadadi, F., González, J., Martin, P. L., Giroux, E., Bilodeau, G. J., Peter, K. A., Doyle, V. P., és Aćimović, S. G. (2020). Identification and characterization of *Colletotrichum* species causing apple bitter rot in New York and description of *C. noveboracense* sp. nov. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66761-9>
43. Kuppusamy, P., Peeran, M. F., Gandhi, K., és Raguchander, T. (2011). Morphological and Physiological Characterization of *Colletotrichum musae* the Causal Organism of Banana Anthracnose. *World Journal of Agricultural Sciences*, 7(6), 743–754. https://www.researchgate.net/profile/Mohammed_Faisal_Peeran/publication/236308579_Morphological_and_Physiological_Characterization_of_Colletotrichum_musae_the_Causal_Organism_of_Banana_Anthracnose/links/0c960517936773a42a000000.pdf?disableCoverPage=true
44. Leslie, J. F., és Summerell, B. A. (2006). The *Fusarium* Laboratory Manual. In *Wiley eBooks*. <https://doi.org/10.1002/9780470278376>
45. Li, L., Mohd, M. H., Nor, N. M. I. M., Subramaniam, S., és Zakaria, L. (2020). Identification of *Botryosphaeriaceae* associated with stem-end rot of mango (*Mangifera indica* L.) in Malaysia. *Journal of Applied Microbiology*, 130(4), 1273–1284. <https://doi.org/10.1111/jam.14828>
46. Li, Q., Bu, J., Shen, J., Yu, Z., Tang, L., Huang, S., Guo, T., Mo, J., Luo, S., Solangi, G. S., és Hsiang, T. (2019). *Colletotrichum* species associated with mango in southern China. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54809-4>
47. Lima, N., De Aragão Batista, M. V., De Moraes, M. A., Barbosa, M. a. G., Michereff, S. J., Hyde, K. D., és Câmara, M. P. S. (2013). Five *Colletotrichum* species are responsible for mango anthracnose in northeastern Brazil. *Fungal Diversity*, 61(1), 75–88. <https://doi.org/10.1007/s13225-013-0237-6>
48. Lin, Y., Su, C., Chao, C., Chen, C., Chang, C. J., Huang, J., és Chang, P. L. (2012). A molecular diagnosis method using real-time PCR for quantification and detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4. *European Journal of Plant Pathology*, 135(2), 395–405. <https://doi.org/10.1007/s10658-012-0096-0>
49. Liu, X., Zheng, X., Khaskheli, M. I., Sun, X., Chang, X., és Gong, G. (2020). Identification of *Colletotrichum* Species Associated with Blueberry Anthracnose in Sichuan, China. *Pathogens*, 9(9), 718. <https://doi.org/10.3390/pathogens9090718>

50. Ma, Z., és Michailides, T. J. (2002). Characterization of *Botryosphaeria dothidea* Isolates Collected from Pistachio and Other Plant Hosts in California. *Phytopathology*, 92(5), 519–526. <https://doi.org/10.1094/phyto.2002.92.5.519>
51. Marasas, W. F. O., Ploetz, R. C., Wingfield, M. J., Wingfield, B. D., és Steenkamp, E. T. (2006). Mango malformation disease and the associated fusarium species. *Phytopathology*, 96(6), 667–672. <https://doi.org/10.1094/phyto-96-0667>
52. Marsberg, A., Kemler, M., Jami, F., Nagel, J. H., Postma-Smidt, A., Naidoo, S., Wingfield, M. J., Crous, P. W., Spatafora, J. W., Hesse, C., Robbertse, B., és Slippers, B. (2016). *Botryosphaeria dothidea*: a latent pathogen of global importance to woody plant health. *Molecular Plant Pathology*, 18(4), 477–488. <https://doi.org/10.1111/mpp.12495>
53. Maryani, N., Sandoval-Denis, M., Lombard, L., Crous, P. W., és Kema, G. H. J. (2019). New endemic *Fusarium* species hitch-hiking with pathogenic *Fusarium* strains causing Panama disease in small-holder banana plots in Indonesia. *Persoonia*, 43(1), 48–69. <https://doi.org/10.3767/persoonia.2019.43.02>
54. Mo, J., Xian, M., Li, Q., Solangi, G. S., Tang, L., Guo, T., Huang, S., és Hsiang, T. (2018). Identification and Characterization of *Colletotrichum* Species Associated with Mango Anthracnose in Guangxi, China. *Plant Disease*, 102(7), 1283–1289. <https://doi.org/10.1094/pdis-09-17-1516-re>
55. Mussi-Dias, V., Santos, P. H. D. D., Carvalho, B. M., Santos, A. V., és Freire, M. D. G. M. (2021). Is the endophytic fungus *Neofusicoccum kwambonambiense* another brick in the wall of the post-harvest pathogenic fruit fungi system? *Perspectivas Online*, 11(36), 26–40. <https://doi.org/10.25242/8868113620212233>
56. Mycobank 1, (2024): <https://www.mycobank.org/Simple%20names%20search> Letöltés dátuma: 2024. 02. 18.
57. Mycobank 2, (2024): <https://www.mycobank.org/Simple%20names%20search> Letöltés dátuma: 2024. 02. 18.
58. Mycobank 3, (2024): <https://www.mycobank.org/Simple%20names%20search> Letöltés dátuma: 2024. 02. 18.
59. Ni, H., Liou, R., Hung, T., Chen, R. S., és Yang, H. R. (2010). First Report of Fruit Rot Disease of Mango Caused by *Botryosphaeria dothidea* and *Neofusicoccum mangiferae* in Taiwan. *Plant Disease*, 94(1), 128. <https://doi.org/10.1094/pdis-94-1-0128c>
60. Nikitin, D. A., Ivanova, E. A., Semenov, M., Zhelezova, A. D., Ksenofontova, N., Tkhakakhova, A. K., és Kholodov, V. A. (2023). Diversity, ecological characteristics

- and identification of some problematic phytopathogenic fusarium in soil: a review. *Diversity*, 15(1), 49. <https://doi.org/10.3390/d15010049>
61. O'Donnell, K., Nirenberg, H.I., Aoki, T. and Cigelnik, E. (2000): A multigene phylogeny of the *Gibberella fujikuroi* species complex: Detection of additional phylogenetically distinct species. *Mycoscience*, 41: 61–78.
 62. Omar, N. H., Mohd, M. H., Nor, N. M. I. M., és Zakaria, L. (2018). Characterization and pathogenicity of *Fusarium* species associated with leaf spot of mango (*Mangifera indica* L.). *Microbial Pathogenesis*, 114, 362–368. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.12.026>
 63. Pavlic, D., Slippers, B., Coutinho, T. A., és Wingfield, M. J. (2009). Molecular and phenotypic characterization of three phylogenetic species discovered within the *Neofusicoccum parvum/N. ribis* complex. *Mycologia*, 101(5), 636–647. <https://doi.org/10.3852/08-193>
 64. Reyes-Pérez, J. J., Hernández-Montiel, L. G., Vero, S., Noa-Carrazana, J. C., Quiñones-Aguilar, E. E., és Rincón-Enríquez, G. (2019). Postharvest biocontrol of *Colletotrichum gloeosporioides* on mango using the marine bacterium *Stenotrophomonas rhizophila* and its possible mechanisms of action. *Journal of Food Science and Technology*, 56(11), 4992–4999. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03971-8>
 65. Saseetharan, N. H. M. and Zakaria, L. (2014). Occurrence of *Fusarium spp.* on vegetable crops and assessment of their pathogenicity. *Pertanika J Trop Agri Sci* 37 (4): 445-455.
 66. Saurabh, K., Sandip, W., Swapnali, K., Pravin, K., és Dipali, P. (2023). Symptomatology and Morpho-Cultural Characterization of *Colletotrichum musae*, a Causal Agent of Anthracnose Disease in Banana. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(12), 658–668. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i123727>
 67. Silva, D., B., F., D., C., Michereff, J., S. (2013). Biology of *Colletotrichum spp.* and epidemiology of the anthracnose in tropical fruit trees. Universidade Federal Rural do Semi-Arido
 68. Silva, D. D., Crous, P. W., Ades, P. K., Hyde, K. D., és Taylor, P. W. J. (2017). Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 155–168. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2017.05.001>
 69. Slippers, B., és Wingfield, M. J. (2007). *Botryosphaeriaceae* as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. *Fungal Biology Reviews*, chapter 3. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2007.06.002>

70. Sudarma, Suniti, W., N., Darmiati, N., N., (2021) View of molecular identification of anthracnose pathogen (*Colletotrichum musae*) in banana fruits and the use of exophytic and endophytic fungi to control the pathogen. *Jornal Of Agriculture Research*, 2021/4,10. szám, <https://www.gphjournal.org/index.php/ar/article/view/503/309>
71. Talhinas, P. (2023). Hosts of *Colletotrichum*. *Mycosphere*, 14(si2), 158–261. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/14/si2/4>
72. Tóth (2017). A meggyantraknozis, Doktori dolgozat
73. Trabelsi, R., Sellami, H., Gharbi, Y., Krid, S., Cheffi, M., Kammoun, S., Dammak, M., Mseddi, A., Gdoura, R., és Triki, M. A. (2017). Morphological and molecular characterization of *Fusarium spp.* associated with olive trees dieback in Tunisia. *3 Biotech*, 7(1). <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0587-3>
74. Triest, D., és Hendrickx, M. (2016). Postharvest Disease of Banana Caused by *Fusarium musae*: A Public Health Concern? *PLOS Pathogens*, 12(11), e1005940. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1005940>
75. Vučković, N., Vico, I., Duduk, B., és Duduk, N. (2022). Diversity of *Botryosphaeriaceae* and *Diaporthe* Species Associated with Postharvest Apple Fruit Decay in Serbia. *Phytopathology*, 112(4), 929–943. <https://doi.org/10.1094/phyto-07-21-0304-r>
76. Wang, L., Huang, H., Zhou, Z., Tu, H., és Yuan, H. (2021). Identification and Detection of *Botryosphaeria dothidea* from Kiwifruit (*Actinidia chinensis*) in China. *Plants*, 10(2), 401. <https://doi.org/10.3390/plants10020401>
77. Weir, B. S., Johnston, P. R., és Damm, U. (2012). The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. *Studies in Mycology*, 73, 115–180. <https://doi.org/10.3114/sim0011>
78. White, T.J., Bruns, T., Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: *A Guide to Molecular Methods and Applications* (Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White JW, eds). Academic Press, New York: 315–322.
79. Yahia, E. M. (2011). Mango (*Mangifera indica* L.). In Elsevier eBooks (pp. 492–567e). <https://doi.org/10.1533/9780857092885.492>
80. Yilmaz, N., Sandoval-Denis, M., Lombard, L., Visagie, C. M., Wingfield, B. D., és Crous, P. W. (2021). Redefining species limits in the *Fusarium fujikuroi* species complex. *Persoonia*. <https://doi.org/10.3767/persoonia.2021.46.05>

81. Zakaria, L. (2021). Diversity of *Colletotrichum* Species Associated with Anthracnose Disease in Tropical Fruit Crops—A Review. *Agriculture*, 11(4), 297. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040297>
82. Zakaria, L. (2023). *Fusarium* Species Associated with Diseases of Major Tropical Fruit Crops. *Horticulturae*, 9(3), 322. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030322>
83. Zakaria, L., Sahak, S., Zakaria, M., és Salleh, B. (2009). Characterisation of *Colletotrichum* species associated with anthracnose of banana. PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24575184>
84. Zhan, Y., Peng, W., Xu, Z., Feng, X., Zu, H. First report on *Neofusicoccum kwambonambiense* causing strawberry root rot on strawberry in China. *J Plant Pathol* 103, 1003–1004 (2021). <https://doi.org/10.1007/s42161-020-00720-1>

9. ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. ábra. *Colletotrichum gloeosporioides* tünetei mangó gyümölcsökön (Alkan és Kumar, 2018),9. oldal
2. ábra. *Colletotrichum musae* tünetei banán gyümölcsökön (Saurabh *et al.*, 2023), 9. oldal
3. ábra. Mangó gyümölcsök kocsány felőli rothadása *Botryosphaeriaceae* fajok által (*Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum parvum*) (Honger *et al.*, 2018), 10. oldal
4. ábra. *Fusarium solani* tenyészbélyegei PDA táptalajon (Jeon *et al.*, 2013), 11. oldal
5. ábra. *Fusarium oxysporum* tenyészet PDA táptalajon (Kausar *et al.*, 2021), 12. oldal
6. ábra. *C. fructicola* telepek és konídiumai (Mo *et al.*, 2018), 13. oldal
7. ábra. *C. asianum* telepek és konídiumai (Mo *et al.*, 2018), 13. oldal
8. ábra. *C. musae* telep (Saurabh *et al.*, 2023), 14. oldal
9. ábra. *Botryosphaeria dothidea* telepek és konídiumok PDA táptalajon (Wang *et al.*, 2021), 15. oldal
10. ábra. *Neofusicoccum kwambonambiense* PDA táptalajon (Mussi-Dias *et al.*, 2021),1 15. oldal
11. ábra Mangón megfigyelt tünetek: besüppedő foltok (A) és kocsány felőli rothadás kezdeti tünete (B) (Szendrei, 2023), 22. oldal
12. ábra Antraknózis tünetei mangó gyümölcsön: nagy kiterjedésű foltok (A) és kocsány felől induló rothadás (B) (Szendrei, 2023), 23. oldal
13. ábra *Botryosphaeria* sp. által okozott tünetek mangó gyümölcsökön (Szendrei, 2023), 23. oldal
14. ábra Varasodás tünetei mangó gyümölcsökön: az epidermiszen (A) és belső szöveti barnulás (B) (Farkas, 2023), 24. oldal
15. ábra *Fusarium* sp. által okozott tünetek banánon (Farkas, 2023), 24. oldal
16. ábra Antraknózis tünetei banánon (Farkas, 2023), 25. oldal
17. ábra Z11-es (*F. oxysporum*) izolátum tenyészbélyegei PDA táptalajon, színi (A) és fonáki (B) oldal (Szendrei, 2023), 26. oldal
18. ábra Z21-es (*F. solani sensu lato*) izolátum tenyészbélyegei PDA táptalajon, színi (A) és fonáki (B) oldal (Szendrei, 2023), 27. oldal
19. ábra A Z12-es (*F. oxysporum*) izolátum tenyészet PDA táptalajon és mikrokonídiumjai 400x-as nagyításon., 27. oldal
21. ábra Z21-es (*F. solani sensu lato*) izolátum makro- és mikrokonídiumai 400x-as nagyításon. (Szendrei, 2023), 28. oldal

20. ábra Z11-es (*F. oxysporum*) izolátum mikrokonídiumai 400x-as nagyításon (Farkas, 2023), 28. oldal
22. ábra Z13-es (*C. fructicola*) izolátum idősebb tenyésztete és konídiumai 600x-as nagyításon (Szendrei, 2023), 29. oldal
23. ábra Z19-es (*C. asianum*) izolátum fiatalabb tenyésztete és konídiumai 600x-as nagyításon (Szendrei, 2023), 29. oldal
24. ábra Z14-es izolátum (*Neofusicoccum kwambonambiense*) (A) fiatalabb tenyésztete és a Z20-as izolátum (*Botryosphaeria dothidea*) idősebb tenyésztete (Szendrei, 2023), 30. oldal
25. ábra Z10-es izolátum tenyésztete (*Plectosphaerella cucumerina*) (Szendrei, 2023), 30. oldal
26. ábra Z10-es izolátum (*Plectosphaerella cucumerina*) konídiumai 400x-as nagyításon (Farkas, 2023), 30. oldal
27. ábra Z18 (*F. desaboruense*) (A), Z22 (*F. oxysporum*) (B) és Z24 (C) (*Fusarium sp.*) izolátumok tiszta tenyésztetei PDA táptalajon (Farkas, 2023), 32. oldal
28. ábra A Z18-as (600x) *F. desaboruense* izolátum makrokonídiumjai és mikrokonídiumjai (A), Z22-es (400x) *F. oxysporum* izolátum makrokonídiumjai (B) és Z24-es (600x) *Fusarium sp.* izolátum mikrokonídiumjai (C). (Farkas 2023), 32. oldal
29. ábra Z01 *C. musae* (A) és Z25 *C. musae* (B) izolátumok PDA táptalajon (Farkas, 2023), 33. oldal
30. ábra A Z01-es *C. musae* izolátum konídiumai 400x-as nagyításon (Farkas, 2023), 33. oldal
31. ábra Patogenitási tesztek eredményei mangón (A) és banánon (B) (Petróczy és Szendrei, 2023), 34. oldal
32. ábra A *Fusarium oxysporum* és *F. desaboruense* izolátumok dendrogramja az ITS régió szekvenciárészlete alapján (Tóth és Szendrei, 2024), 35. oldal
33. ábra A *C. fructicola*, *C. asianum* és *C. musae* izolátumok dendrogramja az ITS régió szekvenciárészlete alapján (Tóth és Szendrei, 2024), 35. oldal
34. ábra A *B. dothidea* és *N. kwambonambiense* izolátumok dendrogramja az ITS régió szekvenciárészlete alapján (Tóth és Szendrei, 2024), 36. oldal

9. táblázat *Fusarium solani* mikro- és makrokonídiumai, 11. oldal
10. táblázat *Fusarium oxysporum* mikro- és makrokonídiumai 12. oldal
11. táblázat *C. fructicola* konídiumai 13. oldal
12. táblázat *C. asianum* konídiumai 13. oldal
13. táblázat *C musae* konídiumai 14. oldal
14. táblázat *Neofusicoccum kwambonambiense* 15. oldal
15. táblázat A vizsgálat anyagául gyümölcsök, a gyűjtés ideje és az izolált kórokozó kódja 18. oldal
9. táblázat Mangó gyümölcsökről izolált kórokozók konídiumainak méretei 25-26. oldal
10. táblázat Banánokról izolált kórokozók konídium adatai 31. oldal

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Farkas Zoltán
A Hallgató Neptun kódja: Q71UPZ
A dolgozat címe: Importált mangó és banán gyümölcsökön megjelenő kórokozók azonosítása
A megjelenés éve: 2024.
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.

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 szellemitulajdon-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 eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2024. április 19.



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Farkas Zoltán (hallgató Neptun azonosítója: Q71UPZ) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre **javaslom** / **nem javaslom**¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024. április 19.



belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.