

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A NAPRAFORGÓ HAMUSZÜRKE HERVADÁSÁT OKOZÓ KÓROKOZÓ
(*MACROPHOMINA PHASEOLINA*) BIOLÓGIÁJÁNAK ÉS KÁRTÉTELÉNEK
VIZSGÁLATA A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN**

Csüllög Kitti

Témavezető:

Dr. Tarcali Gábor

tudományos főmunkatárs



DEBRECENI EGYETEM

Kerpely Kálmán Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola

Debrecen

2023

Tartalomjegyzék

1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI	3
2. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	7
2.1. A kórokozó széleskörű elterjedésének igazolása és a betegség tüneteinek pontos azonosítása a Kárpát-medencében.	7
2.2. A fertőzés okozta gazdasági károk felmérése 2019-es és 2020-as vegetációs évben.	7
2.3. A gomba mikroszklerócium méreteinek vizsgálata, valamint a kompatibilitási csoportok meghatározása.	8
2.4. A kórokozó fajsztípus azonosítása molekuláris biológiai módszerrel (PCR).....	8
2.5. A patogén elleni biológiai védekezési lehetőségek vizsgálata <i>in vitro</i>	8
2.6. A patogén elleni kémiai védekezési lehetőségek vizsgálata <i>in vitro</i> , <i>in vivo</i> és nagy parcellás szántóföldi körülmények között.	9
3. EREDMÉNYEK	10
3.1. A kórokozó elterjedése és az általa okozott tünetek.....	10
3.2. A fertőzés okozta gazdasági károk felmérése 2019-es és 2020-as vegetációs évben.	11
3.3. A gomba mikroszklerócium méreteinek vizsgálata, valamint a kompatibilitási csoportok meghatározása	12
3.4. A kórokozó fajsztípus azonosítása molekuláris biológiai módszerrel	13
3.5. A patogén elleni biológiai védekezési lehetőségek vizsgálata <i>in vitro</i>	13
3.6. A patogén elleni kémiai védekezési lehetőségek vizsgálata <i>in vitro</i> , <i>in vivo</i> és nagy parcellás szántóföldi körülmények között.	14
3.6.1. Fungicid hatóanyagok tesztelése <i>in vitro</i> körülmények között.....	14
3.6.2. A prokloráz hatóanyag csávázó hatásának <i>in vitro</i> tesztelése Petri-csészékben.....	14
3.6.3. A tenyészedényes kísérlet eredményei	16
3.6.4. A prokloráz tesztelése szántóföldi körülmények között	17
4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	19
5. A GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK.....	21
6. IRODALOMJEGYZÉK.....	22
7. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN.....	26

1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich több, mint 500 kétszikű és egyszikű növényfajon fordul elő a világ szinte minden területén (Ghosh et al., 2018). Magyarországon elsőként Békési és munkatársai (1970) azonosították a kórokozót napraforgón (*Helianthus annuus* L.) az ország számos területein. Mára az e gomba által kiváltott kór a napraforgó egyik leggyakoribb és legnagyobb károkat okozó betegsége. A napraforgón okozott tünetek sokrétűek. Olyan fontos napraforgó betegségek, mint a *Diaporthe helianthi* vagy az *Alternaria* spp. hasonló tüneteket okozhatnak, mint a *M. phaseolina*. Az *Alternaria* fajok által okozott levélfertőzést sötét nekrotikus elváltozások jellemzik, barnásszürke központtal és klorotikus széllel (Kim és Mathur, 2006). E két betegség megkülönböztetése érdekében a szárat félbe kell vágni, és nagyító alatt szükséges vizsgálni a bélállományt.

Magyarországon a gazdanövényköre 1970 óta folyamatosan bővül. Vörös és Manninger (1973) az egyik legnagyobb területen termesztett növényről, a kukoricáról (*Zea mays* L.) írták le a kórokozót. Később Érsek (1979) a világszinten az egyik legismertebb gazdanövényről, a szójáról (*Glycine max* (L.) Merr.) izolálta a gombát. Simay (1987) három új hazai gazdanövényét azonosította a kórokozó gombának, a burgonyát (*Solanum tuberosum* L.), a csicsókát (*Helianthus tuberosus* L.) és a lóbabot (*Vicia faba* L.). Három évvel később Simay (1990) újabb gazdanövényekről számolt be, köztük két kertészeti kultúrnövény: a bab (*Phaseolus vulgaris* L.) és a fokhagyma (*Allium sativum* L.) esetében talált hervadásos tüneteket. Vizsgálta a gyomos területeket, ahol megállapította, hogy a *M. phaseolina* képes fertőzni a papsajt (*Malva neglecta* Wallr.), az erdei mályva (*Malva silvestris* L.), a foltos bürök (*Conium maculatum* L.), a vadkender (*Cannabis sativa* L. ssp. *spontanea* Sereb.) és a vadpasztinák (*Pastinaca sativa* L. ssp. *pratensis* (Pers.) Celak) gyomnövényeket. Koppányi és munkatársai (1993) cukorrépáról izolálták a kórokozót, míg Simay és Kadlicskó (1993) a termesztett kenderről (*Cannabis sativa* L. ssp. *sativa*) és a macskagyökérről (*Valeriana officinalis* L.) írták le a gombát. A 2000-es évek előtt Fischl és munkatársai (1995) paprikáról (*Capsicum annuum* L.), Békési és munkatársai (1995) dinnyéről (*Citrullus lanatus* L.) igazolták a gazda-parazita kapcsolatot. Az első fásszárú közlést Vajna és Rozsnyai (1995) tették, akik elsőként igazolták az országban a kajszibarackon (*Prunus armeniaca* L.) a patogént. Később Fischl és munkatársai (2008) ezüstfenyő (*Pinus pungens* Engelm.) gyökeréből detektálták a kórokozót.

A kórokozónak két ivartalan alakja van, a piknídiumos *M. phaseolina* és a mikroszkleróciumot képző *Rhizoctonia bataticola* alakok. Az ivaros szaporodása továbbra sem ismert. A kórokozó fő fertőzési forrása a mikroszkleróciumok, amelyek kedvező körülmények között akár 15 évig is csírázóképesek (Gupta et al., 2012). Az ivaros alak nélküli kórokozók

genetikai diverzifikáltsága eltérő lehet. Az ivartalan szaporodás egyik specifikus esete a paraszexuális szaporodás. Amikor két genetikailag kompatibilis törzs hifái között hifahidak (anasztomózisok) alakulnak ki, ugyanazon citoplazmába kerülnek a genetikailag eltérő sejtmagvak, ezt nevezzük heterokariózisnak (Jakucs és Vajna, 2003). A diploid sejtmagvak stabilitása gyenge, azok osztódása során mitotikus rekombináció és mitotikus non-diszjunkció is előfordulhat, ami új allélkombinációkat tartalmazó rekombináns haploid magokat eredményezhet (Pontecorvo, 1956; Strom és Bushley, 2016). A *M. phaseolina* genetikai vizsgálatok kapott eredmények szerint ez a kórokozó rendkívül nagymértékű genetikai diverzifikáltsággal rendelkezik. Feltehetően a különböző hifák között létrejövő paraszexuális úton történő genetikai információcsere hozzájárul a nagyfokú variabilitáshoz (Almeida et al., 2003).

A *Macrophomina* genus sokáig monotipikus genusnak számított, azonban Sarr és munkatársai (2014) a *Macrophomina* nemzetségen belül két különböző *Macrophomina* fajról számoltak be. A következő években további új fajok kerültek a genusba (Zhao et al., 2019; Kouadri et al., 2021; Sanabria-Velazquez et al., 2022). A *Macrophomina* genusba tartozó fajok morfológiai azonosítására tett erőfeszítések a mikroszkleróciumok eltérő mérete, a tisztatényészetek változékonysága és a patogenitásban mutatkozó eltérések miatt nem vezettek eredményre. Zhao és munkatársai (2019) szerint a fő azonosítási faktor a transzlációs elongációs faktor (TEF).

A gomba biológiájából adódóan a száraz meleg időjárást kedveli, ezért azokon a területeken okoz számottevő gazdasági kárt, ahol a nyarak szárazak (Sarr et al., 2014). A folyamatos éghajlat változás miatt a kórokozó a jövőben olyan területeken is jelentős kárt fog okozni, ahol a korábbiakban egyáltalán nem, vagy csak kis mértékben fordult elő. Európa szerte elterjedt a kórokozó és kisebb nagyobb gazdasági károkat okoz évről-évre. A gombát a 2000-es évek előtt leírták Belgiumban (Hunt, 1952), Horvátországban (Acimović, 1962), Magyarországon (Békési et al., 1970), Görögországban (Pantidou, 1973), Franciaországban (Alabouvetto és Bremeersch, 1976), az Egyesült Királyságban (Scholefield és Griffin, 1979), Olaszországban (Zizzerini, 1980), Spanyolországban (Jiménez-Díaz et al., 1983), Portugáliában (De Barros, 1985), Romániában (Bontea, 1985), Hollandiában (Turkensteen és Lablans, 1988), Németországban (Müller és Grill, 1991), Törökországban (Onan et al., 1992), Szerbiában (Acimović, 1998) és Bulgáriában (Alexandrov, 1999). A 2000 években elsőként Csehországban (Kudlíková et al., 2002), majd Szlovákiában (Bokor, 2007) igazolták jelenlétét. A közelmúltban Máltán, (Haleem et al., 2016) Szlovéniában, (Žerjav et al., 2017), Ukrajnában, (Tančić-Živanov et al., 2019) és Dániában (Dell'Olmo et al., 2022) is megtalálták a kórokozót. Az országok közül Dánia, Anglia és Hollandia is a hűvösebb csapadékosabb éghajlatról ismertek, azonban ez a rendkívüli jó adaptáló képességgel rendelkező kórokozó már ezeken a területeken is megjelent.

A kórokozó akár 100%-os termésveszteséget is okozhat (Dhingra és Sinclair, 1978). Ez a széles körben elterjedt növénypatogén gomba jelentős gazdasági károkat okoz számos gazdaságilag kiemelt fontosságú növényben. Romero Luna és munkatársai (2017) szerint az Amerikai Egyesült Államokban 2010-2013 között a hamuszürke hervadás már a legnagyobb termés kiesést okozó öt betegség között szerepelt. Van der Waals és munkatársai (2013) szerint az éghajlatváltozás miatt az átlaghőmérséklet 2 °C-kal emelkedik, míg az éves átlagos csapadékmennyiség csökkenni fog. Ez a hatás növelni fogja a hamuszürke hervadás számára optimális körülmények kialakulásának gyakoriságát. Jelenleg korlátozottak az információk a betegség által Dél-Afrikában okozott termés kieséssel kapcsolatban. India száraz és félszáraz régióinak bioökológiai tényezői hozzájárulnak a betegség kialakulásához. A tehénborsó (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) esetében a kórokozó 80%-os előfordulását regisztrálták (Lodha et al., 1986), a napraforgó esetében pedig 30%-os kaszattömeg csökkenést dokumentáltak (Raut, 1981). A szójabab éves termésvesztesége elérheti a 80%-ot (Gupta és Chauhan, 2005). Csicsereborsóban (*Cicer arietinum* L.) közel 40%-os fertőzöttséget mutattak ki (Indira és Gayatri, 2003).

A gomba ellen a védekezés a károsítása miatt indokolt, viszont a rendkívüli adaptálóképessége, nagymértékű genetikai variabilitása, a széles gazdanövényköre és a mikroszkleróciumok életképessége miatt a gyakorlatban alig maradt használható védekezési eljárás. A védekezés tervezésekor figyelembe kell vennünk a *Trichoderma* fajok hatékonyságát. Számos *Trichoderma* faj használható potenciális biokontroll ágensként, valamint növekedésfokozóként különféle haszonnövények esetében (Savazzini et al., 2009). A *Trichoderma* nemzetségben számos antagonista faj található. Ezt a hatást közvetett (verseny a tápanyagokért és az élettérért) vagy közvetlen (mikoparazitizmus) eszközökkel érik el a gombafajok (Benitez et al., 2004). A biológiai védekezés mellett a kémiai védekezés vizsgálata is fontos. Az Európai Unió folyamatos hatóanyag kivonásai megnehezítik az amúgy is nehéz helyzetben lévő védekezést, viszont rendelkezésre állnak még olyan hatóanyagok, amelyek felhasználhatók a kórokozó ellen. Lokesh és munkatársai (2020) különböző szisztémikus (azoxistrobin, karbendazim, hexakonazol, propiokonazol, tebukonazol, tiofanát-metil, difenokonazol) és kontakt (réz-oxiklorid, mankoceb, propineb, tiram, klórtalonil) növényvédő szer hatóanyagokat vizsgáltak *in vitro* körülmények között a *M. phaseolina* gombával szemben. Ezekből számos a mai napon is elérhető a magyar piacon. Lokesh és munkatársai (2020) szerint megállapítást nyert, hogy a szisztémikus fungicidek koncentrációjának növekedésével a micéliumnövekedést gátló hatásuk is nőtt.

Célkitűzéseim:

1. A kórokozó széleskörű elterjedésének igazolása és a betegség tüneteinek pontos azonosítása a Kárpát-medencében.
2. A fertőzés okozta gazdasági károk felmérése 2019-es és 2020-as vegetációs évben.
3. A gomba mikroszklerócium méreteinek meghatározása napraforgó bélszövetben és burgonya dextróz táptalajon.
4. A gomba micéliális kompatibilitásának vizsgálata, ezáltal meghatározni a különböző vegetatív kompatibilitási csoportokat.
5. A kórokozó fajszerű azonosítása molekuláris biológiai módszerrel (PCR).
6. A patogén elleni biológiai védekezési lehetőségek vizsgálata *in vitro* körülmények között
7. A patogén elleni kémiai védekezési lehetőségek vizsgálata *in vitro*, *in vivo* és nagy parcellás szántóföldi körülmények között.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A kórokozó széleskörű elterjedésének igazolása és a betegség tüneteinek pontos azonosítása a Kárpát-medencében.

2019 és 2022 között vizsgáltuk a kórokozó elterjedtségét a Kárpát-medencében. Összesen 66 területet vizsgáltunk, valamint egy csehországi területet. Valamennyi területen 20 növényt választottunk ki random módon és vizsgáltuk azok egészségi állapotát. A napraforgó növények szárának alsó egyharmadát félbevágtuk, majd, ha azok mikroszkleróciummal voltak teltek steril dobozokba helyeztük a szárdarabokat.

A napraforgó növényeken megjelent tüneteket 2021-ben vizsgáltuk egy teljes vegetációs periódusban. A véletlenszerűen kiválasztott területen 4 parcellát jelöltünk ki. Egy parcellában 20 növényt jelöltünk meg, majd hetente ellenőriztük a vizuálisan megjelent tüneteket. A kórokozó penetráció idejének meghatározásához a napraforgó szöveteket laktofenolos gyapotkék festékkel festettük, valamint a szárból származó szövetdarabokat potato-dextrose-agar (PDA) táptalajra helyeztük és inkubáltuk.

2.2. A fertőzés okozta gazdasági károk felmérése 2019-es és 2020-as vegetációs évben.

A második célkitűzésem a kórokozó által okozott gazdasági károk vizsgálata volt. 2019-2020-ban összesen 12 területen az ország keleti régiójában véletlenszerűen vizsgáltuk az NK Neoma napraforgó hibrid *M. phaseolina* fertőzöttségét. A felmérések során mind a két évben 100-100 véletlenszerűen kiválasztott növényt vizsgáltunk minden kiválasztott területen. A vizsgált növények szárának alsó egyharmadát (50-60 cm magasságig) kettévágtuk és meghatároztuk azok egészségi állapotát. Mivel a tányérok nem szabályos kör alakúak, a felvételezett növények tányérátmérőit két merőleges átló mentén mértük le. A tányérokat egyenként kicsépeeltük, majd lemértük a rajtuk fejlődött kaszatok össztömegét, ezerkaszattömegét, és külön vizsgáltuk a fertőzött és egészséges kaszatok olajtartalmát. Vizsgáltuk a kórokozó által okozott veszteségeket a környezeti tényezőkkel és a vetésváltással összefüggésben. Ezért a területekhez tartozó gazdától elkértük a vetésforgót 4 évre visszamenőleg, valamint felhasználtuk a felmérési helyszínekhez tartozó legközelebbi meteorológiai állomás adatait. Regisztráltuk és elemeztük a vegetációs időszak (április-szeptember) átlaghőmérsékletét, hőségnapjainak számát és a csapadék eloszlását. A felmérést követően a 12 vizsgálati területről gyűjtött adatokat Statistica 7 szoftver alkalmazásával elemeztük. A fertőzött és egészséges populációk értékeit t-próbával hasonlítottuk össze, ha adataink megfeleltek a parametrikus tesztek feltételezésének. A homogenitás varianciáját Levene-próbával, míg a normál eloszlást Q-Q diagramokkal vizsgáltuk. A többi esetben nem parametrikus

Mann-Whitney U-tesztet alkalmaztunk $P < 0,5$ szignifikancia szinten. Az időjárási paraméterek és a fertőzési arány közötti összefüggést lineáris regresszióval elemeztük.

2.3. A gomba mikroszklerócium méreteinek vizsgálata, valamint a kompatibilitási csoportok meghatározása.

A harmadik és negyedik célkitűzéseimhez kapcsolódóan valamennyi gyűjtött izolátum szárában talált, valamint a laboratóriumban tisztatenyészetekben fejlődött mikroszkleróciumok átlagos átmérőit megmértük. A mikroszkleróciumok sosem szabályos gömb alakúak, ezért a mérést két egymásra merőleges átmérőn mikroszkóp segítségével végeztük. A kapott adatokat értékeltük. Valamennyi vizsgált izolátumból készített tisztatenyészetet Petri-csészékben egymással teszteltünk kompatibilitásuk megállapítása céljából. A vizsgálatokat Csöndes (2011) módszere alapján végeztük. Ezt követően vizsgáltuk az izolátumok között kialakult hifa-anasztomózisokat mikroszkóp alatt.

2.4. A kórokozó fajszerű azonosítása molekuláris biológiai módszerrel (PCR).

Ötödik célkitűzésem a kórokozó fajszerű azonosítása ITS és TEF- α primerekkel. A DNS izoláláshoz szükséges nagymennyiségű gomba micéliumot folyékony Czapek Dox Broth táptalajban szaporítottuk fel 7 napon keresztül 170 rpm-es sebességen inkubátoros rázógépből, 30°C mellett sötét körülmények között. A DNS izolálását a Macherey-Nagel Nucleospin Plant II DNS izoláló KIT protokollja szerint végeztük. A fajszerű azonosításhoz az ITS1/ITS4, valamint az EF-728/EF2 primerpárokat használtuk. A PCR termékeket a Clean-Up (Macherey-Nagel) KIT-tel tisztítottuk. A szekvenálást a Microsynth Austria-nál végeztettük el. Az ITS1-ITS4 primerpárra a szekvenálást az ITS1 primerre végeztük, míg a TEF primerek esetében mindkét primerre. A kapott szekvenciákat a Chromas szekvenciakép olvasó alapján kiegészítettük, majd a Clustal X programban rendeztük a javított szekvenciákat a többi *Macrophomina* faj szekvenciáival. A szekvenciákat a GeneDoc programban azonos hosszúságúra vágtuk.

Az egyes fajok közötti rokonsági viszonyok meghatározása Neighbour-Joining statisztikai módszerrel (MEGA X programban), 1000-es Bootstrap ismétléssel készült.

2.5. A patogén elleni biológiai védekezési lehetőségek vizsgálata *in vitro*

A hatodik célkitűzésem megvalósítása céljából 8 *Trichoderma* fajt teszteltünk: *T. harzianum* T22, *T. asperellum* T1, *T. asperellum* T34, *T. simmonsii* és *T. afroharzianum*, *T. harzianum*, *T. gamsii*, *T. orientale*. A fajok *M. Phaseolina* elleni hatékonyságát Petri-csészében végzett konfrontációs teszttel állapítottuk meg. Meghatároztuk a gátló hatást a harmadik napon és

a biokontroll indexet a 3. és 7. napon. A statisztikai értékeléskor a parametrikusságtól függően Tukey tesztet vagy Mann-Whitney U tesztet végeztünk Statistica 7 szoftver programban.

2.6. A patogén elleni kémiai védekezési lehetőségek vizsgálata *in vitro*, *in vivo* és nagy parcellás szántóföldi körülmények között.

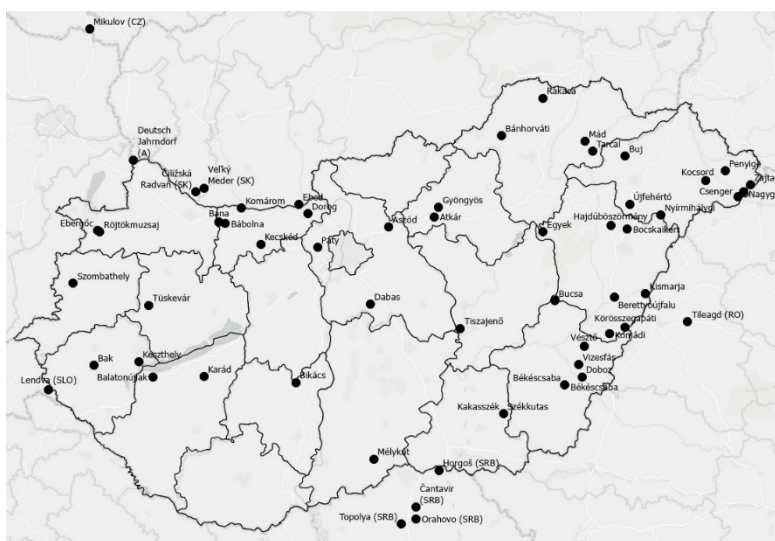
A hetedik célkitűzésem volt megtalálni olyan növényvédő szer hatóanyagot, amely jó hatékonyságú a kórokozó ellen. Első lépésben 5 ismétlésben 8 különböző hatóanyagot teszteltünk 3 dózisban Petri-csészében. A hatóanyagok kórokozóra kifejtett százalékos gátlásait a micélium telep esetében a harmadik napon, a mikroszklerócium telep esetében az 5. napon mértük. A tesztelések során kapott eredmények alapján a prokloráz hatóanyagot választottuk további vizsgálatra. A prokloráz napraforgó csírázásra és a *M. phaseolina* kórokozóra gyakorolt hatását először Petri-csészékben vizsgáltuk. Az irodalmi forrásokat alapul véve meghatároztunk 4 dózist: 0,6-, 0,3-, 0,15- és 0,075 l t⁻¹ dózisokat. A csávázott és a csak vízzel kezelt kaszatokat 7 napos PDA táptalajon növekedett mikroszkleróciummal átszőtt tenyészetekre helyeztük, valamint ugyanennyi Petri csészét teszteltük kórokozó nélkül.

Az eredmények alapján a két legnagyobb dózist vizsgáltuk tovább *in vivo* körülmények között. A fő cél volt meghatározni azt a dózist, amelyre a növény nem reagál negatívan, de a kórokozó igen. A növényeket 6 hetes korukig vizsgáltuk. Meghatároztuk a kórokozó első penetrációját a gazdanövénybe. A kísérlet eredményeiből levont következtetés szerint a 0,3 l t⁻¹ vizsgáltuk tovább szántóföldi körülmények között. Vizsgáltuk a prokloráz hatékonyságát, mint csávázó szer és mint állománykezelő szer. Összesen 16 kísérleti nagy parcellát állítottunk be, ahol: 4 parcella kontroll (csávázatlan); 4 parcella kontroll (csávázatlan), de egy alkalommal állománykezelt; 4 parcella csávázott; 4 parcella csávázott, plusz állománykezelt területek lettek beállítva random elhelyezésben. A vizsgálat értékelését a 2.2-es fejezetben taglalt módszertan szerint végeztük. A statisztikai elemzéskor a parametrikusságtól függően Tukey tesztet vagy Mann-Whitney U tesztet végeztünk Statistica 7 szoftver programban.

3. EREDMÉNYEK

3.1. A kórokozó elterjedése és az általa okozott tünetek

Az első célkitűzésemhez tartozó eredmények szerint igazoltuk, hogy a kórokozó a Kárpát-medencében széles körben elterjedt. A Kárpát-medencében összesen 66 területet vizsgáltunk, ebből 58 terület volt *Macrophomina* sp. gombával fertőzött. Igazoltuk a korábban leírt csehországi jelenlétét is a gombának (1. ábra). Elsőként detektáltuk a kórokozó jelenlétét Ausztriában, valamint sikerült azonosítani Szlovéniában napraforgón, ami ott a kórokozó új gazdanövényének számít.



1. ábra: A vizsgálatban igazolt *Macrophomina phaseolina* lelőhelyek

A patogén ugyan csiranövényfertőző, azonban hazánkban a napraforgó vetésekor a talajhőmérséklet még alacsony. Elsőként a június második hetében vett mintákból mutattunk ki a gombát. Az első látható tünetek júliusban jelentkeztek, az alsóbb levelek elveszítették turgorukat. Július végén már láthatók voltak foltszerűen hervadó növények a táblában. Megállapítottuk, hogy a szár külsején lévő jellegzetes poros fekete elszíneződés nem mindig látható. Augusztusban a szár alsó egyharmadáról leváló epidermisz réteg és a gyökérnyakon megjelenő mikroszkleróciumok gyakori tünetek voltak. Meghatároztuk, hogy a kórokozó azonosítására a legmegbízhatóbb tényező a mikroszkleróciumok tömeges jelenléte a száron belül, a gyökérnyaktól egészen 40-50 cm magasságig. Extrém időjárási körülmények között zöld száron is előfordulhat mikroszklerócium (2022-es év).

3.2. A fertőzés okozta gazdasági károk felmérése 2019-es és 2020-as vegetációs évben.

A *M. phaseolina* mindkét vizsgált évben jelen volt minden mintavételi helyen. Megállapítottuk, hogy a vetésváltás nagymértékben befolyásolhatja az inokulum mennyiségét a talajban. A kórokozó előfordulása és a vetésforgó szorosan összefügg. Azokon a területeken, ahol a napraforgó vetések között 2 év telt el, a növények 77,34%-os megbetegedést mutattak, míg ez az érték 67,00% volt azokon a területeken, ahol 3 év telt el két napraforgó kultúra vetése között. Vizsgáltuk a fertőzöttség mértékét az időjárási viszonyok függvényében. Az időjárási körülmények közül a hőségnapok számát, a vegetációs időszak csapadékmennyiségét, valamint az átlag hőmérsékletet havi bontásban vettük figyelembe (1. táblázat). Mind a mintavételi helyek, mind a vizsgált évek időjárási viszonyai nagy eltéréseket mutattak, így sem a csapadék, sem a hőmérsékleti adatok áttekintése egyértelmű következtetésekre nem adott lehetőséget.

1. táblázat: A fertőzöttség mértéke, a hőségnapok száma és a vegetációs periódus átlaghőmérséklet adatai a két vizsgált évben

	Terület	Fertőzöttség mértéke %	Hőségnapok száma	Vegetációs periódus átlaghőmérséklet (°C)
2019	Székkutas 1	73	32	18.3
	Békéscsaba 1	77	42	18.1
	Vésztő 1	78	35	18.8
	Bucsa 1	70	45	17.8
	Hajdúdorog 1	83	46	17.6
	Buj 1	82	46	17.6
2020	Székkutas 2	71	43	17.8
	Békéscsaba 2	68	31	17.4
	Vésztő 2	68	49	19.4
	Bucsa 2	65	20	17.1
	Hajdúdorog 2	64	25	17.1
	Buj 2	9	25	17.1

A *M. phaseolina* fertőzés jelentős termésvesztést okozott a vizsgált növények tányérátmérőjének, kaszattömegének és ezerkaszattömegének csökkenése miatt (2. táblázat). A legalacsonyabb mértékű hatást a tányérátmérők esetében tapasztaltuk. A kaszatok össztömegvesztése volt a legnagyobb. Az ezerkaszattömeg csökkenése a két vizsgált évben azonos tendenciát mutatott.

2. táblázat: A fertőzés hatása a napraforgó vizsgált paramétereire

	2019	2020	2019	2020
Fejátmérő (cm±SH)			termésveszteség (%)	
Egészséges	25.07 (±0.20)a	24.27 (±0.14)a		
Fertőzött	18.11 (±0.10)b	20.42 (±0.10)b	-27.76	-15.86
Kaszattömeg (g±SH)				
Egészséges	133.85 (±1.50)a	128.41 (±1.08)a		
Fertőzött	77.15 (±1.00)b	95.59 (±0.90)b	-42.36	-25.56
Ezer-kaszattömeg (g±SH)				
Egészséges	84.44 (±0.66)a	82.38 (±0.40)a		
Fertőzött	58.64 (±0.66)b	68.30 (±0.55)b	-30.55	-17.09
Olajtartalom (%)				
Egészséges	42.67 (±0.24)a	41.89 (±0,24)a		
Fertőzött	44.98 (±0.22)b	44.57 (±0,19)b	5.41	6.40

Forrás: Saját szerkesztés

3.3. A gomba mikroszklerócium méreteinek vizsgálata, valamint a kompatibilitási csoportok meghatározása

A napraforgószárban keletkezett mikroszkleróciumok átlagos átmérői 60-90 µm közöttiek voltak. A kórokozó táptalajon képzett mikroszkleróciumainak átlagos átmérője méréseink alapján 108-145 µm volt.

Az izolátumok kompatibilitási tesztelése során 5133 párosítást végeztünk el. Az összes párosítási lehetőségéből (1711) mindösszesen 42 esetben nem tapasztaltunk anasztomózis képződést. A Debreceni Egyetem Növényvédelmi Intézetében tárolt törzsgyűjteménybe vett azonosítóval ellátott DENI_MacPha054-es izolátum 7 másik izolátummal nem képzett anasztomózist, ezért ez az izolátum számított a legtöbb barrier zónát képző izolátumnak. Az izolátumok esetében a legtöbb alkalommal egy-egy izolátum között alakult ki barrier zóna.

A tesztelt 59 izolátum közötti anasztomózis képzés vizuálisan értékelt eredményei alapján az izolátumok nem bonthatóak kompatibilitási csoportokra. Az összes párosítási lehetőség közül (1711) 97,55%-ban anasztomózis képzés volt látható két izolátum között. Az eredmények alapján az általunk vizsgált izolátumok ugyanabba a kompatibilitási csoportba tartoznak.

3.4. A kórokozó fajszintű azonosítása molekuláris biológiai módszerrel

A *Macrophomina* genusba tartozó fajokat morfológiai paraméterek alapján elkülöníteni bonyolult és nehéz folyamat. Ezért az azonosítás egyetlen biztos módszere a molekuláris azonosítás, melynek során elsőként ITS1-ITS4 primerpárral vizsgáltuk a mintákat. A szekvenciákat az NCBI génbankba deponáltuk. Az ITS törzsfát a saját NCBI génbankba deponált szekvenciák azonosítóival és az irodalmi forrásokat alapul véve készítettük.

A törzsfa értékelése során egyértelműen megállapítható, hogy az ITS alapon történő fajmeghatározás nem elegendő. A fajokat nem sorolta egyértelmű csoportokba a program, ezért a TEF- α primerekkel is szekvenáltuk a mintáinkat. A TEF- α primerekkel végzett szekvenálás eredménye során kapott szekvenciákat a MEGA X program már faj szerint csoportosította. A csoportosítás során a *Macrophomina phaseolina* fajokhoz sorolta a program az általunk izolált mintákat. Megállapítható, hogy az általunk gyűjtött valamennyi izolátum *Macrophomina phaseolina*.

3.5. A patogén elleni biológiai védekezési lehetőségek vizsgálata *in vitro*

A vizsgálatot ekkor és ekkor végeztük itt és itt. A vizsgálat harmadik napján az inhibíciós százalék tekintetében az általunk tesztelt *Trichoderma* nemzetségbe tartozó fajok közül a *T. afroharzianum* 60%-os, a *T. asperellum* T1-es törzse 56%-os a *T. asperellum* T34-es törzse 54%-os a *T. harzianum* T22-es törzse 62%-os a *T. gamsii* 66%-os a *T. harzianum* 61%-os a *T. orientale* 59%-os a *T. simmonsii* 64%-os gátló hatást fejtett ki a *M. phaseolina*-val szemben. A vizsgálat harmadik napján meghatároztuk a biokontroll indexet (%). A vizsgált antagonista fajok közül a *T. afroharzianum* 59%-os, a *T. asperellum* T1-es törzse 67%-os a *T. asperellum* T34-es törzse 64%-os a *T. harzianum* T22-es törzse 62%-os a *T. gamsii* 64%-os a *T. harzianum* 53%-os a *T. orientale* 59%-os a *T. simmonsii* 64%-os biokontroll hatással volt a patogénre. A negyedik mérési naptól kezdve a konfrontációs zóna folyamatosan tolódott a patogén irányába valamennyi antagonista esetében, azonban egyik antagonista sem sporulált a patogénen. Az ötödik napra a *T. harzianum* T22 és a *T. gamsii* ránőtt a patogénre, bőséges légmicéliumot képzett és sporulált rajta. A mérés hatodik napjára a *T. afroharzianum* és a *T. simmonsii* is benőtte a Petri-csészét teljes terjedelmében. A mérés hetedik napjára csak a *T. orientale* nem nőtte be teljes egészében a Petri-csészét, a biokontroll indexe 57% volt. A többi vizsgált *Trichoderma* faj teljesen benőtte a Petri-csészét, ezáltal 100%-os biokontroll indexet (%) mutatott.

3.6. A patogén elleni kémiai védekezési lehetőségek vizsgálata *in vitro*, *in vivo* és nagy parcellás szántóföldi körülmények között.

3.6.1. Fungicid hatóanyagok tesztelése in vitro körülmények között

A vizsgálat során tesztelt 8 hatóanyagot hatásmechanizmusuk szerint 3 csoportba lehet sorolni: QoI (azoxistrobin, piraklostrobin) SDHI (boszkalid, benzovindiflupír, fluopiram) és DMI (prokloráz, protiokonazol, tebukonazol).

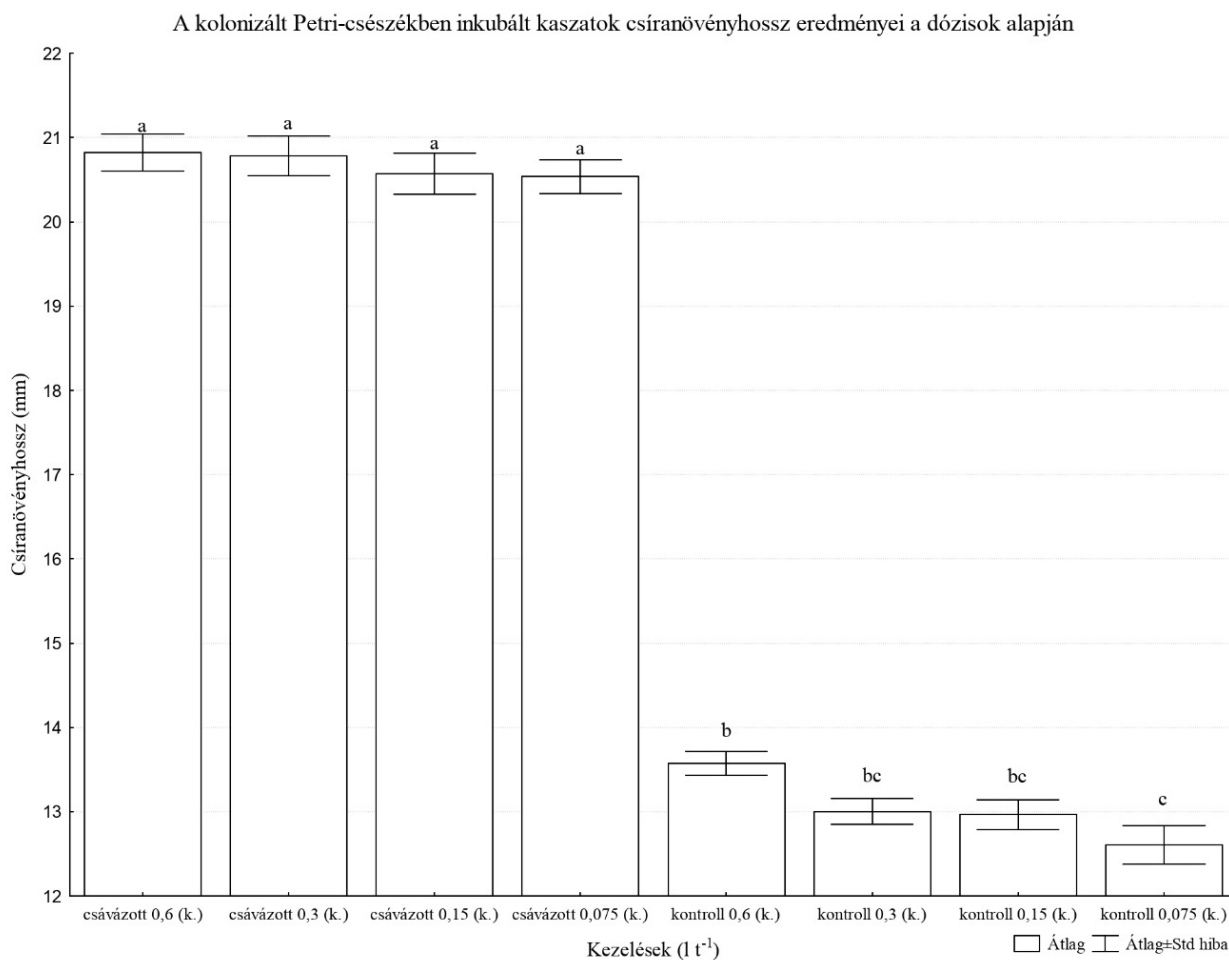
A harmadik napon az azoxistrobinnal (34,1 mm), a boszkaliddal (42,5 mm), a fluopirammal (18 mm) és a piraklostrobinnal (11,2 mm) a legkisebb dózissal kezelt táptalajon is mérhető volt micélium telep. A DMI csoportba tartozó hatóanyagokkal mérgezett táptalajon nem növekedett micélium telep. A vizsgált hatóanyagok az engedélyokiratukban szereplő maximális dózisainak felével végzett kísérlet eredményei szerint az azoxistrobinnal (26,9 mm), boszkaliddal (38 mm) és a fluopirammal (16,8 mm) kezelt táptalajokon növekedett a kórokozó. A szintén az SDHI csoportba tartozó benzovindiflupír totálisan gátolta a patogén növekedését. A többi hatóanyag totális gátlással bírt a patogén micéliális növekedésére a harmadik napon. A maximálisan kijuttatható dózisok tesztelésének eredményei szerint hasonlóképpen a közepes dózis eredményeihez a kórokozó csak az azoxistrobinnal (21,3 mm), boszkaliddal (28,3 mm) és a fluopirammal (15,4 mm) mérgezett táptalajon volt képes növekedni.

A vizsgálatba vont hatóanyagok mikroszklerócium képzésre kifejtett hatékonyságát az 5. napon értékeltük. A leggyengébb hatással az azoxistrobin volt a kórokozóra. A legkisebb dózisban mérgezett táptalajon a mikroszklerócium telep 36 mm átmérőjű volt (57%-os gátlás). Az azoxistrobin mellett az ötödik napra csak a boszkaliddal kezelt táptalajon képződött mikroszklerócium telep (40,9 mm), amely 51%-os gátlásnak felel meg. A kísérletben használt további hatóanyagok közül (csoportosítástól függetlenül) nem képződött mikroszklerócium telep a tesztelt dózisok esetében. A közepes dózison az azoxistrobin esetében 27,6 mm átmérőjű telep képződött, ami 67%-os gátlásnak felel meg. A legnagyobb dózisok esetében a gátlási százalék ebben az esetben 71% volt.

3.6.2. A prokloráz hatóanyag csávázó hatásának in vitro tesztelése Petri-csészékben

A Syngenta Kft. nem csávázott 1. osztályú NK Neoma vetőmagot biztosított a kísérlethez, és azt használtuk a teljes kísérlet folyamán. A kórokozó csíranövényfertőző (megfelelő körülmények között), ezért visszafogja annak növekedését, amelyet ezzel a kísérlettel megerősítettünk. A patogénnel kolonizált Petri-csészékben inkubált csávázott kaszatok dózisa és a kontroll kaszatok eredményei szerint a csávázás jótékony hatással bírt a csíranövények méretére,

míg a kórokozó negatívan befolyásolta a proklorázzal nem kezelt kaszatok csíranövényeit (2. ábra).



2. ábra: A kolonizált Petri-csészékben inkubált kaszatok csíranövényhossz eredményei a dózisok alapján (csávázott: proklorázzal kezelt; kontroll: vízzel kezelt; k.: patogénnel kolonizált termeszőközeg)

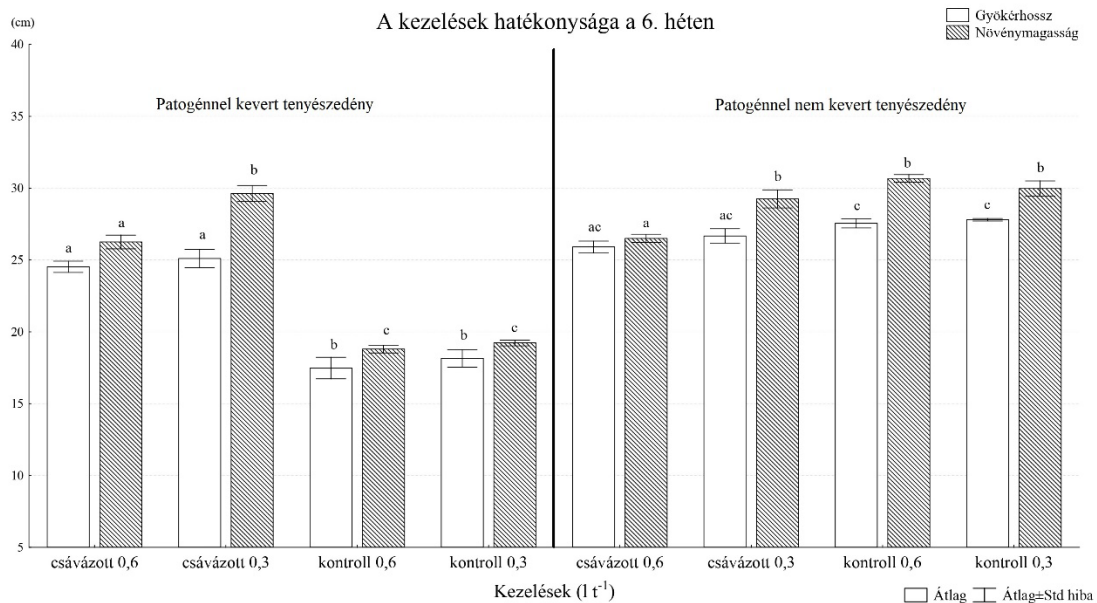
A prokloráz fitotoxikus hatását elemezve megállapítható, hogy a csávázószer nem csak hatékonynak bizonyult a *M. phaseolina* korai fertőzésének megakadályozásában, de fitotoxikus hatással sem volt a csíranövényekre, mivel a kolonizált és nem kolonizált Petri-csészékben inkubált kaszatok csíranövényei a tizedik napon közel azonos méretűek voltak. A vizuális eredmények szerint a kontroll kaszatok esetében a kórokozó benőtte a kaszatok többségét és mikroszkleróciumokat képzett azok felületén. A proklorázzal kezelt kaszatoknál a 0,6 l t⁻¹ és a 0,3 l t⁻¹ dózisoknál nem történt micélium kolonizáció a kaszatok felületén, míg a proklorázzal 0,15 l t⁻¹ és 0,075 l t⁻¹ dózissal történő kezeléskor a kaszatokon tapasztalható volt némi micélium telep, azonban mikroszkleróciumok nem képződtek, ezért a két előbbi dózist vizsgáltuk tovább.

3.6.3. A tenyészedényes kísérlet eredményei

A Petri-csészékben tesztelt hatóanyag dózisok közül a $0,6 \text{ l t}^{-1}$, valamint a $0,3 \text{ l t}^{-1}$ dózist teszteltük a tenyészedényes kísérletben. Az eredmények alapján elmondható, hogy a kórokozót a harmadik héten kimutattuk a fertőzött napraforgó növények gyökérnyaki szöveteiből. A patogén visszafogta a csávázatlan napraforgó növények gyökér növekedését. Ezzel egyidőben a patogénnel kevert tenyészedényben nevelt csávázó szerrel kezelt növények és a nem kolonizált tápközegben fejlődött növények gyökérhossz méretei között szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható, tehát a csávázó szer megvédte a növényeket a károsodástól. A csávázó szer nem befolyásolta a növények magasságát. A kórokozó jelenléte viszont visszafogta a kontroll növények magasságát a harmadik napon.

A hatodik héten értékelt növények esetében a legkisebb gyökérhosszt a kolonizált tápközegben növekedett kontroll növények esetében tapasztaltuk. A nem csávázott növények gyökérhossza a kórokozóval kolonizált tenyészedényben szignifikánsan kisebbnek bizonyultak, mint a nem kolonizált tápközegben fejlődött kontroll és csávázott, valamint a kolonizált tenyészedényben lévő csávázott növények gyökérhossza. A legnagyobb gyökérhosszokat a kontroll nem kolonizált növények esetében mértünk.

A növénymagasság tekintetében a legalacsonyabb növénymagasságot a kórokozóval kevert tenyészedényben növekedett kontroll növények esetében mértünk. A kórokozó jelenléte nagymértékben befolyásolta a növények növekedését. Szignifikáns eltérés nem volt tapasztalható a patogénmentes tenyészedényben fejlődött csávázatlan és a patogénnel kevert tenyészedényben fejlődött 100%-os dózisban kezelt növények között. Tehát a csávázó szer tekintetében elmondható, hogy az hatékonyan védte meg a növényeket a patogén károsításától. A hatékony dózis megválasztásakor figyelembe vettük a fitotoxikus hatást is. A $0,3 \text{ l t}^{-1}$ dózissal kezelt növények nem szenvedtek a patogén hatásától sem a csávázó szer fitotoxikus hatásától, míg a $0,6 \text{ l t}^{-1}$ dózisban kezelt növények esetében jelentkeztek fitotoxikus tünetek. Ezért a $0,3 \text{ l t}^{-1}$ dózist teszteltük tovább.



3. ábra: A kezelések hatékonysága a 6. héten

3.6.4. A prokloráz tesztelése szántóföldi körülmények között

Vizsgáltuk a prokloráz hatékonyságát a fertőzöttség mértékére, a napraforgó értékmérő paramétereire (tányérátmérő, összkaszattömeg, ezerkaszattömeg, olajszázalék) egyaránt. Megállapítottuk, hogy a csávázás megvédte a növényeket a fertőzéstől. A csávázott, de nem állománykezelt parcellákban átlagosan 8,26% volt a fertőzöttség mértéke, míg az egyszer állománykezelt parcellákban 6,52% volt. A két kezelés között nem volt statisztikailag értékelhető szignifikáns különbség. A kontroll parcellák esetében a fertőzöttség mértéke szignifikánsan ugyan nagyobb volt (46%, 54%), de a két kezelés között szignifikáns eltérést nem tapasztaltunk. Megállapítottuk, hogy az állománykezelés nem volt hatással a fertőzöttség mértékére kontroll és csávázott körülmények között sem.

A napraforgó értékmérő tulajdonságai közül a kórokozó a tányérátmérőre gyakorolt hatását vizsgáltuk. Valamennyi kezelés között szignifikáns eltérést tapasztaltunk. Megállapítottuk, hogy az állománykezelés mindkét esetben nagyobb átlagos tányérátmérőt eredményezett. A legnagyobb átlagos tányérátmérőt a csávázott + állománykezelt parcellákban detektáltunk átlagosan 26,6 cm. A legkisebb átlagos tányérátmérőt a csávázatlan parcellákban mértük (21,56 cm). A csávázatlan, de egy alkalommal állománykezelt parcellákban átlagosan 22,18 cm-es tányérokat mértünk, míg a csávázott, de nem állománykezelt parcellákban 25,3 cm-t. A csávázás és az állománykezelés is szignifikáns hatással volt az átlagos tányérátmérőkre a kezelt parcellákban. Továbbá vizsgáltuk a kezelések hatékonyságát a tányérokba kicsépett kaszatok össztömegére. A tányérokba kicsépett

kaszatok tömege a csávázatlan parcellákban 110-115 gramm között volt. A csávázatlan, de egyszer állománykezelt parcellák esetében 120-125 g-ot mértünk. A csávázott és csávázott + állománykezelt parcellák esetében ~140g volt a kicsépelte kaszatok tömege tányéronként. A csávázott és csávázatlan, de nem felületkezelt parcellák között szignifikáns eltérést detektáltunk, a két kezelés között átlagosan ~28 gramm eltérés volt. A következő vizsgált paraméter az ezerkaszattömeg volt. A kezelések szignifikáns hatással voltak az ezerkaszattömeg alakulásra. A legnagyobb értékű ezerkaszattömeget a csávázott és egy alkalommal állománykezelt parcellákban mértük (83 gramm), a legkisebbet a csávázatlan és nem állománykezelt parcellákban (57 g). Az utolsó értékmérő paraméterre, az olajtartalomra a kezelések nem voltak szignifikáns hatással. A fertőzés hatására szignifikáns olajtartalom növekedés volt tapasztalható, azonban az érték mindösszesen 2% volt. Ez a csekély mértékű növekedés nem ellensúlyozza a fentebb említett mennyiségi veszteségeket.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Megállapítottuk, hogy a *Macrophomina phaseolina* Magyarországon széles körben elterjedt kórokozó. Kimutattuk a kórokozót Ausztria területéről, valamint Szlovéniából napraforgón, ami ott új gazdanövény.
2. Megállapítottuk, hogy a vetésforgó hiánya miatt felszaporodott inokulum mennyiség nagyobb befolyással bír a fertőzöttség mértékére, mint a környezeti hatások. A hároméves vetésváltás esetében lényegesen kevesebb volt a fertőzött növények mennyisége a vizsgált táblákban, mint a kétéves vetésváltás esetében. A felmérések során megállapítottuk ugyanakkor, hogy az olajtartalom a fertőzött növények esetében átlagban 2%-kal magasabb volt, de ez az emelkedés nem ellensúlyozza az akár 42%-os összkaszattömeg veszteséget tányéronként.
3. Megállapítottuk, hogy a hazai izolátumok hasonló méretű mikroszkleróciumokat képeznek a gazdanövényben, illetve PDA táptalajon is, mint a Szlovákiából származó izolátumok és a szakirodalmak által leírt Észak-Dakotában vizsgált izolátumok.
4. A patogén ivartalan paraszexuális szaporodásához szükséges anasztomózis képzésének vizsgálatakor megállapítottuk, hogy nem lehet kompatibilitási csoportokat létrehozni az általunk gyűjtött kárpát-medencei izolátumok esetében. Az izolátumok egymás között nagymértékű kompatibilitási erélyt (97,2%) mutattak. A szerbiai DENI-MacPha054-es izolátum 8 esetben nem képzett anasztomózist a többi vizsgált izolátummal, míg a szintén szerbiai DENI_MacPha56-os izolátum valamennyi izolátummal képzett anasztomózist. A földrajzi elkülönülés nem adhat megbízható következtetést az izolátumok kompatibilitását illetően.
5. Megállapítottuk, hogy a kórokozó fajszerű azonosításához nem elegendő az ITS1-ITS4 primerpár. A pontos fajszerű azonosításhoz a tefa primerek közül az EF728-EF2 primerpár használata szükséges.
6. Megállapítottuk, hogy Magyarországon a jelenleg ismert 4 *Macrophomina* fajból kizárólag a *Macrophomina phaseolina* van jelen.
7. Biológiai védekezési célú kísérletünkben bizonyítottuk, hogy a *T. simmonsii* kiváló BCI hatással bír a kórokozóval szemben. A *T. orientale* potenciális humánpatogén, viszont a BCI hatása eredményeink szerint a vizsgált fajok közül a leggyengébb volt, ezért további kutatását nem javasoljuk. A többi általunk tesztelt *Trichoderma* faj eredményeink alapján kiváló hatékonysággal parazitálja a *M. phaseolina* kórokozót *in vitro* körülmények között.
8. Megállapítottuk, hogy a patogénnel szemben eredményesen a DMI gátló csoportjába tartozó hatóanyagok (prokloráz, protiokonazol, tebukonazol) alkalmazhatók. A hatóanyagok

hatásmechanizmusaik alapján nem voltak egyértelműen csoportosíthatóak, mert QoI gátlók csoportjába tartozó azoxistrobin maximális dózisban sem gátolta mikroszkleróciumok képződését, míg a szintén ebbe a csoportba tartozó piraklostrobin a legkisebb dózisban is hatékonynak bizonyult.

5. A GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. Szántóföldön csak a napraforgó szára alsó egyharmadának felvágását követően igazolható egyértelműen a gomba jelenléte a gazdanövényben, mert a patogén által a növényen okozott külső tünetek gyakran nem egyértelműek. A kívülről egészségesnek tűnő növények is lehetnek belülről fertőzöttek. Vizsgálataink megerősítették, hogy az általános tünetekhez tartozik a csökkent tányérátmérő, az elbarnult szár, a kókadtt levelek, az epidermisz leválása és a mikroszkleróciumok megjelenése a szár külsején.
2. Megállapítottuk, hogy a napraforgó fő értékmérő tulajdonságait kedvezőtlenül befolyásolja a fertőzés. Az ezerkaszattömeg csökkenése miatt a kombájn tisztítási vesztese és szórása is megnő, ezáltal jelentős árvakelés alakulhat ki.
3. A *Macrophomina phaseolina* fajszintű azonosításához szükséges az EF-728/EF2 primerpár használata az ITS primerpárok mellett.
4. A *Trichoderma* fajokat tartalmazó készítmények *in vitro* körülmények között eredményesek a patogénnel szemben.
5. Az *in vitro* körülmények között tesztelt hatóanyagok közül kiemelkednek a DMI gátlók. A hatóanyagok engedélykiratának folyamatos visszavonása miatt a prokloráz általunk megállapított hatékonyságát az Európai Unión belül ugyan már nem tudjuk kihasználni, ugyanakkor szélesebb nemzetközi viszonylatban egyértelműen lehet létjogosultsága.
6. Megállapítottuk, hogy a prokloráz hatóanyaggal történő csávázás eredményes lehet a kórokozóval szemben *in vitro*, tenyészedényes és szántóföldi körülmények között is. *In vitro* körülmények között a 0,3 l t⁻¹ és a 0,6 l t⁻¹ dózisosk voltak eredményes hatásúak a kórokozó kolonizációjára, ugyanakkor a tenyészedényes vizsgálatok eredményei szerint a magasabb dózisonak fitotoxikus hatása van. A proklorázzal történő csávázás szignifikáns hatékonysággal bírt a fertőzöttségi indexre és a napraforgó többi értékmérő tulajdonságára. A csávázás és az állománykezelés között a fertőzöttségi mértékre vetítve nem volt szignifikáns eltérés, ezért megállapítható, hogy a csávázás elegendő a fertőzés kialakulásának meggátlására. Az állománykezelés a napraforgó tányérátmérő, összkaszattömeg és ezerkaszattömeg értékmérő tulajdonságai esetében eredményezett pozitív hatást. A gyakorlatban ezért mind csávázás, mind az állománykezelés fontos védekezési feladat.

6. IRODALOMJEGYZÉK

- Acimovič, M.: 1962. *Sclerotium bataticola* Taub. kao uzročnik uvelosti suncokreta u Vojvodiny. *Zaštita bilja*, 69–70.
- Alabouvetto, C., – Bremeersch, P.: 1976. *Macrophomina phaseolina* parasite due to tournesol. et el. actual de nos. connaissances et orientation des. recherches, Centre Tech. Interprob, *Oleagineux, Melrop. Inform. Tech.* 52:13.
- Alexandrov, V.: 1999. Incidence of charcoal rot of sunflower caused by *Sclerotium bataticola* Taub. in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* 5 (6), 867-870.
- Almeida A.M.R., – Abdelnoor R.V., – Arias C.A.A., – Carvalho V.P., – Martin S.R.R., – Benato L.C., – Pinto M.C., – Carvalho C.G.P.: 2003. Genotypic diversity among Brazilian isolates of *Macrophomina phaseolina* revealed by RAPD. *Fitopatologia Brasileira* 28, 279–285.
- Békési, P., – Szani Sz., – Zalka, A.: 1995. A *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. hazai előfordulása dinnyén. Integrált termesztés a kertészetben (16.. Budapest, 107.
- Békési, P., – Vörös J., – Calvert, O. H.: 1970. *Macrophomina phaseolina* in Hungary damaging sunflower. *Plant Disease Reporter* 54. (4). 286–287.
- Benitez, T., – Rincon, A. M., – Limon, M. C., – Condon, A. C.: 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology* 7 (4). 249–260.
- Bokor, P.: 2007. *Macrophomina phaseolina* causing a charcoal rot of sunflower through Slovakia. *Biologia* 62 (2). 136-138.
- Bontea, V.: 1985. *Ciuperci paraziteși saprofite din România. Volumul I.* Editura Academiei Republicii Socialiste România Bucharest Romania
- De Barros, L. M.: 1985. Disease Complex (*Fusarium oxysporum* and *Macrophomina phaseolina*) responsible for sunflower wilt in Portugal. p. 445-448. In: Proc. 11th International Sunflower Conference, Mar del Plata, Argentina. International Sunflower Association, Paris, France.
- Dell'Olmo, E., – Tripodi, P., – Zaccardelli, M., – Sigillo, L.: 2022. Occurrence of *Macrophomina phaseolina* on Chickpea in Italy: Pathogen Identification and Characterization. *Pathogens*. 10.3390/pathogens11080842.
- Dhingra, O. D. – Sinclair, J. B.: 1978. Biology and Pathology of *Macrophomina phaseolina*. Vicoso, MG., Brasil: Universidade Federal de Vico sa Press

- Érsek, T.: 1979. Occurrence of charcoal rot and anthracnose of soybeans in Hungary. *Acta Phytopathologica*, 14: 17-21.
- Fischl G., – Kadlicskó S. – Ifj. Kovács J.: 1995. A *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. okozta tőhervadás paprikán. *Növényvédelem*, 31 (12). 589-592.
- Fischl, G., – Csöndes, I. – Kadlicskó, S.: 2008. Az ezüstfenyő (*Pinus pungens* ENGELM.) vörösödését és pusztulását okozó tényezők vizsgálata. *Növényvédelem*, 44 (8). 401-402.
- Ghosh, T., – Biswas, M. K., – Guin, C., – Roy, P.: 2018. A review on characterization, therapeutic approaches and pathogenesis of *Macrophomina phaseolina*. *Plant Cell Biotechnology Molecular Biology* 19, 72–84.
- Gupta G. K., – Sharma S. K. – Ramteke R.: 2012. Biology, Epidemiology and Management of the Pathogenic Fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with Special Reference to Charcoal Rot of Soybean *Glycine max* (L.) Merrill. *Phytopathology* 160 (4), 167–180. doi:10.1111/j.1439-0434.2012.01884.x
- Haleem, R., – Saedo, K., – Shareef, B.: 2016. Fungi colonized the roots of seedlings in forest nurseries. *Mycopathology* 14 (1). 9-13
- Hunt, J.: 1952. *List of intercepted plant pests, 1951* Service and Regulatory announcements. U.S. Department of Agriculture, Agricultural. Research Service, Plant Quarantine Division.
- Jakucs, E. – Vajna, L.: 2003. Mikológia. Agroinform Kiadó, Budapest.
- Jiménez-Díaz, R. M., – Blanco-López, M. A. – Sackston, W. E.: 1983. Incidence and distribution of charcoal rot of sunflower caused by *Macrophomina phaseolina* in Spain. *Plant Disease*. 63: 1033-1036.
- Koppányi, M., – Nagy, J., – Zsembery, S. – Bódis, Z.: 1993. Új hervadásos betegség cukorrépában. *Gyakorlati Agrofórum*, 7: 41.
- Kouadri, M. E. A., – Zaim, S. – Bekkar, A. A.: 2021. First report of *Macrophomina pseudophaseolina* infecting *Lens culinaris*. *Australasian Plant Disease Notes*, 16, 26 <https://doi.org/10.1007/s13314-021-00440-0>
- Kudlíková, I., – Šárová, J., – Žalud, Z., – Veverka, K.: 2002. Neue Sonnenblumenkrankheiten in der Tschechischen Republik. In: 53. Pflanzenschutztagung DPG, Bonn 17.–19. 9. 356–357
- Lokesh, R., – Rakholiya, K. B., – Thesiya, M. R.: 2020. Evaluation of Different Fungicides against *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Causing Dry Root Rot of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in vitro. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 9, 901-911.

- Müller, D., – Grill, E.: 1991. *Macrophomina phaseolina* on Sonnenblumen in Mittedeutschland. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 43: 61–62.
- Onan, E., – Çimen, M., – Karcilioğlu, A.: 1992. Fungal diseases of sunflower in Aegean region of Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology* 21 (2-3) 101-107
- Pantidou, M. E.: 1973. Fungus-host index for Greece. Benaki Phytopathol. Inst., Kiphissia, Athens., 382 pages.
- Pontecorvo, G.: 1956. The parasexual cycle in fungi. *Annual Review of Microbiology*, 10 (1), 393–400. <https://doi.org/10.1146/annurev.mi.10.100156.002141>
- Raut, J. G.: 1981. Anthesis and seed development stage of sunflower in relation to seed-borne infection of *Macrophomina phaseolina* and comparison of charcoal rot affected plants with healthy plants (abstract. In *Third International Symposium on Plant Pathology, New Delhi, 14–18 December 1981* (Ed. IARI. New Delhi: Indian Agricultural Research Institute.
- Romero Luna, – M. P. R., – Mueller, D., – Mengistu, A., – Singh, A. K., – Hartman, G. L., – Wise, K. A.: 2017. Advancing our understanding of charcoal rot in soybeans. *Journal of Integrated Pest Management* 8, 1-8.
- Sanabria-Velazquez, A., – Cubilla, A., – Flores-Giubi, M., – Barua, J., – Romero-Rodríguez, C., – Enciso-Maldonado, G. A., – Thiessen, L., – Shew, H. D.: 2022. First Report of *Macrophomina euphorbiicola* Causing Charcoal Rot of Stevia in Paraguay. *Plant disease*, 10.1094/PDIS-06-21-1279-PDN.
- Sarr, M. P., – Ndiaye, M., – Groenewald, J. Z., – Crous, P.: 2014. Genetic diversity in *Macrophomina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot. *Phytopathologia Mediterranea*, 53 (3), 250–268. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-13736
- Savazzini, F., – Longa, C. M. O., – Pertot, I. 2009. Impact of the biocontrol agent *Trichoderma atroviride* SC1 on soil microbial communities of a vineyard in northern Italy. *Soil Biology and Biochemistry* 41: 1457–1465
- Scholefield, S.M. – Griffin, M. J.: 1979. Charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) on mung bean. *Plant Pathology* 28 (3) 155-156.
- Simay E. I. – Kadlicskó S.: 1993. A *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich újabb gazdanövényei Magyarországon. *Növényvédelem*, 29 (1-2) 27-28.
- Simay E. I.: 1987. A *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. három új gazdanövénye Magyarországon. *Növénytermelés*, 36: 91-96.
- Simay E. I.: 1990. Adatok a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. növényköréhez Magyarországon. *Növénytermelés*, 39: 23-26.

- Strom, N. B., – Bushley, K. E.:* 2016. Two genomes are better than one: History, genetics, and biotechnological applications of fungal heterokaryons. *Fungal Biology and Biotechnology*, 3(1), 1–4. <https://doi.org/10.1186/s40694-016-0022-x>
- Tančić Živanov, S., – Dedić, B., – Dimitrijević, A., – Dušanić, N., – Jocić, S., – Miklič, V., – Kovačević B., – Miladinović D.:* 2019. Analysis of genetic diversity among *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. isolates from Euro-Asian countries. *Journal of Plant Diseases and Protection* 126, 565–573. doi: 10.1007/s41348-019-00260-6
- Turkensteen, L. J., – Lablans, W. N.:* 1988. Meteorological aspects of disease management in potato crops. In: *Acta Horticulturae*, 214 157-163.
- Vajna, L., – Rozsnyai, Zs.:* 1995. *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. és a *Diaporthe eres* Nitschke, mint a fiatal kajszifák elhalásában szerepet játszó gombák Magyarországon. *Növényvédelem*, 31 (2) 81-83.
- Vörös, J., – Manninger, I.:* 1973. A *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. előfordulása kukoricán, Magyarországon. *Növényvédelem*, 9: 193-195.
- Zizzerini, A.:* 1980. Sunflower diseases in Italy. *Helia*, 3:45–46.
- Žerjav M. – Rodič, K. – Zemljič, M. U. – Schroer, H. J.:* 2017. Soybean diseases caused by fungi in Slovenia Lectures and papers: presented at the 13th Slovenian conference on plant protection with international participation Rimske Toplice, March 7-8 2017.
- Zhao, L., – Cai, J., – He, W., – Zhang, Y.:* 2019. *Macrophomina vaccinii* sp. nov. causing blueberry stem blight in China. *MycoKeys*, 55, 1.

7. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/113/2023.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Csüllög Kitti
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10071636

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

1. **Csüllög, K.**, Tarcali, G.: A *Macrophomina phaseolina* gomba, mint a létező klímaváltozás egyik bioindikátorának kutatása.
In: Növényorvos képzés Debrecenben. Szerk.: Tarcali Gábor, Kövics György, Radócz László, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 323-336, 2021. ISBN: 9789634903475

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (1)

2. **Csüllög, K.**, Rácz, D., Tarcali, G.: Effectiveness of different fungicides against *Macrophomina phaseolina* in poisoned media technique in vitro.
In: Precision Agriculture and Sustainable Crop Production. Ed.: H. K. Chourasia, K. Acharia, V. K. Singh, Today & Tomorrow's Printers and Publishers, New Delhi, 53-62, 2020. ISBN: 9788170196679

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

3. **Csüllög, K.**, Biró, G., Gonsalves, J. D., Sanga, S. M., Tuly, N. M., Abushawish, A. K., Tóth, G., Vartek, C., Ernhardt, N., Tarcali, G., Csótó, A.: Examination of the efficacy of different fungicides against *Macrophomina phaseolina* and *Sclerotinia sclerotiorum* in laboratory conditions.
Agrártud. Közl. 1, 21-24, 2022. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/1/10692>
4. **Csüllög, K.**, Prokopcics, S., Tarcali, G.: Investigation of the mycelial compatibility of *Macrophomina phaseolina* in the Carpathian Basin.
Agrártud. Közl. 1, 25-28, 2022. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/1/10654>
5. **Csüllög, K.**, Tarcali, G.: Examination of different fungicides against *Macrophomina phaseolina* in laboratory conditions.
Agrártud. Közl. 2, 65-69, 2020. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/2/3768>





Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

6. **Csüllög, K.**, Tarcali, G.: Investigation of the mycelial compatibility of *Macrophomina phaseolina*.
Folia Oecologica. 47 (2), 155-158, 2020. ISSN: 1336-5266.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/foecol-2020-0018>

Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

7. **Csüllög, K.**, Tarcali, G.: A *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. kórokozó gomba elleni fungicidés védekezés tesztelése in vitro körülmények között.
Georgicon Agric. 24 (1), 23-30, 2020. ISSN: 0239-1260.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (7)

8. **Csüllög, K.**, Riczu, P., Tarcali, G.: A *Macrophomia phaseolina* elterjedtsége Magyarországon és Európában.
In: Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara : XVII. Növényorvos nap, Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara, Budapest, 81-82, 2022.
9. **Csüllög, K.**, Seres, E., Tarcali, G., Tóth, G., Csótó, A.: A prokloráz hatóanyag hatékonysága in vivo körülmények között a *Macrophomina phaseolina* növénykórokozó gombára napraforgó állományban.
In: 27. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum : Program és Összefoglalók. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 45-46, 2022.
10. **Csüllög, K.**, Tóth, G., Tarcali, G.: Szisztémikus fungicidek tesztelése in vitro körülmények között a napraforgó két kiemelten fontos kórokozója ellen.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen Összefoglalók - Abstracts. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, DE MÉK, Debrecen, 72-73, 2021.
11. **Csüllög, K.**, Tarcali, G.: A *Macrophomina phaseolina* elterjedése és kártétele napraforgóban Magyarországon.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen : Abstracts. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, DE MÉK, Debrecen, 58-59, 2021.
12. **Csüllög, K.**, Prokopic, S., Tarcali, G.: A *Macrophomina phaseolina* micéliális kompatibilitásának vizsgálata.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen Összefoglalók - Abstracts. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, DE MÉK, Debrecen, 55-57, 2021.





13. **Csüllög, K.**, Tarcali, G.: A *Macrophomina phaseolina* elleni védekezés különböző gombaölő szerekkel in vitro körülmények között.
In: XXIII. Tavasz Szél Konferencia 2020: Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia. Absztrakt kötet I.. Szerk.: Barna Boglárka Johanna, Kovács Petra, Molnár Dóra, Pató Viktória Lilla, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 30, 2020. ISBN: 9786155586705
14. **Csüllög, K.**, Tarcali, G.: A *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich kelet-magyarországi elterjedtségének vizsgálata.
In: 24. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum. Program és Összefoglaló, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 40-41, 2019.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

15. **Csüllög, K.**, Rácz, D., Tarcali, G.: The Charcoal rot disease (*Macrophomina phaseolina*) on sunflower in Hungary.
In: 60. Österreichischen Pflanzenschutztag : Tagungsband, [s.n.], Leibnitz, 67, 2019.

További közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

16. Tarcali, G., Varga, M., Biró, G., **Csüllög, K.**: Az agrokemizálás zászlóshajója: a kémiai növényvédő szerek alkalmazása, történelme és aktuális helyzete = Use, history and current situation of chemical pesticides.
In: Az agrokémia, talajtan és a kapcsolódó tudományok időszerű kérdései : Jubileumi kiadvány. Szerk.: Balláné Kovács Andrea, Kocsisné Demjén Ágnes, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 345-375, 2022. ISBN: 9789634904717

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészletek (1)

17. Tarcali, G., Szalai, B., **Csüllög, K.**, Nagy-Szalárdi, T., Bodnár, D.: Investigations of phytoplasma diseases on apricot and grapevine in Hungary and Central Europe.
In: Precision Agriculture and Sustainable Crop Production. Ed.: H. K. Chourasia, K. Acharia, V. K. Singh, Today & Tomorrow's Printers and Publishers, New Delhi, 27-52, 2020. ISBN: 9788170196679

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (7)

18. Pintér, C., Kövics, G., Biró, G., **Csüllög, K.**, Tarcali, G.: Az európai mogyoró (*Corylus avellana*) lisztharmat betegségei: a *Phyllactinia guttata* és az újonnan megjelent *Erysiphe corylacearum* Magyarországon.
84 (3), 93-103, 2023. ISSN: 0133-0829.





19. Pintér, C., Kövics, G., Biró, G., **Csüllög, K.**: Lisztharmat gombák az európai moggyorón (*Corylus avellana*).
Georgicon Agric. 26 (1), 147-154, 2022. ISSN: 0239-1260.
20. **Csüllög, K.**, Tarcali, G., Ragó, A., Lelesz, J. É., Fehér, M., Virág, I. C., Kutasy, E., Biró, G.:
Védekezés a fehérpenészes rothadást okozó *Sclerotinia sclerotiorum* növénykórokozó
gomba ellen cickafark olajjal és nátrium- kloriddal in vitro környezetben.
Georgicon Agric. 26 (1), 115-125, 2022. ISSN: 0239-1260.
21. Kövics, G., Tarcali, G., **Csüllög, K.**, Rácz, D., Biró, G., Csótó, A., Szarukán, I., Nagy, A., Szanyi,
S., Szilágyi, A., Kovács, G. E., Radócz, L.: A szója integrált védelme.
Növényvédelem. 81 (6), 251-275, 2020. ISSN: 0133-0829.
22. Tarcali, G., **Csüllög, K.**: Növényorvosok a termelés az élelmiszer, a fogyasztó és környezet
biztonságáért.
Növényvédelem. 55 (1), 38-44, 2019. ISSN: 0133-0829.
23. Tarcali, G., Bodnár, D., **Csüllög, K.**: Növényorvosok élelmünkért, egészségünkért: Beszámoló a
12. Növényorvos Napról.
Növényvédelem. 53 (78), 550-556, 2017. ISSN: 0133-0829.
24. Lantos, F., **Csüllög, K.**, Albert, R., Künstler, A., Király, L.: A kalciumhiány és a szuperoxid (O₂⁻)
termelődésének összefüggése paprikabogyó-szövetekben.
Kertgazdaság. 47 (3), 25-28, 2015. ISSN: 1419-2713.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

25. Biró, G., **Csüllög, K.**, Tarcali, G., Fehér, M., Virág, I. C., Kutasy, E., Csajbók, J., Lelesz, J. É.:
Inhibition of the spread of *Sclerotinia sclerotiorum* in aquaponics.
Agrártud. Közl. 1, 5-8, 2022. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/1/10736>
26. Bodnár, D., **Csüllög, K.**, Tarcali, G.: Review of the biology of plant psyllid (*Cacopsylla pruni*,
Scopoli 1763), and its role in the spreading of European stone fruit yellows, ESFY-
phytoplasma with Hungarian data.
Agrártud. Közl. 74, 25-33, 2018. ISSN: 1587-1282.
DOI: <https://doi.org/10.34101/actaagrar/74/1660>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

27. **Csüllög, K.**, Tóth, B., Lelesz, J. É., Fehér, M., Virág, I. C., Kutasy, E., Jász, B., Tarcali, G., Biró,
G.: First report of *Sclerotinia sclerotiorum* on watercress (*Nasturtium officinale*) in aquaponic
system in Hungary.
Plant Dis. 106 (2), 767, 2022. ISSN: 0191-2917.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-07-21-1472-PDN>
IF: 4.614 (2021)





Magyar nyelvű konferencia közlemények (2)

28. **Csüllög, K.**, Bodnár, D., Albert, R., Tarcali, G.: A paprika száraz magházkorhadása (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.) és a kalciumhiány okozta nekrotízis kapcsolata.
Georgicon Agric. 22 (1), 7-12, 2018. ISSN: 0239-1260.
29. Lantos, F., **Csüllög, K.**, Györgyi, E., Fazakas, P., Molnár, L.: Alternatívák, lehetőségek a batáta (*Ipomoea batatas*) hazai kertészeti termesztésben.
In: Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban XXXII. : Budapest, 2015. november 25.. Szerk.: Gál Péter, Novák Róbert, Pánczél Milán, Ripka Géza, MNT, Budapest, 79-84, 2015. ISBN: 9789638969033

Idegen nyelvű konferencia közlemények (1)

30. Virág, I. C., Kutasy, E., Lelesz, J. É., Biró, G., Tarcali, G., **Csüllög, K.**: Appearance of aspergillus flavus and aspergillus niger toxin producing fungi on maize around debrecen in 2019 and 2020.
In: 44th Conference For Students Of Agriculture And Veterinary Medicine With International Participation : Proceedings book, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, 95-101, 2020.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

31. **Csüllög, K.**, Ragó, A., Tóth, B., Lelesz, J. É., Fehér, M., Virág, I. C., Kutasy, E., Biró, G., Tarcali, G.: A vízitorma (*Nasturtium officinale*), a fehérpenészes rothadást okozó *Sclerotinia sclerotiorum* gomba új gazdanövénye akvapóniás rendszerben Magyarországon.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen Összefoglalók - Abstracts. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, DE MÉK, Debrecen, 61-62, 2021.
32. Király, L., Albert, R., **Csüllög, K.**, Tarcali, G., Künstler, A.: Fokozott spontán sejtelhalás és kalcium-felhalmozódás - az oltással átvihető lisztharmat rezisztencia előrejelzése paprikában.
In: 66. Növényvédelmi Tudományos Napok 2020. Szerk.: Haltrich Attila, Varga Ákos, Magyar Növényvédelmi Társaság, Budapest, 92, 2020.
33. **Csüllög, K.**, Albert, R., Tarcali, G.: A kalciumhiány okozta csúcsrothadás és az *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. kapcsolatának vizsgálata különböző paprikafajtákon.
In: 23. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum : 8th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen : Program-Összefoglalók, DE MÉK, Debrecen, 41-42, 2018.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

34. Cheradil, A. E. B. D., Tarcali, G., **Csüllög, K.**, Boukhili, M.: Study of chemical control options against chestnut blight disease.
In: 19th Wellmann International Scientific Conference : Book of abstract. Ed.: Kiss Orsolya, University of Szeged Faculty of Agriculture, Hódmezővásárhely, 20, 2022. ISBN: 9789633068601





35. Tarcali, G., **Csüllög, K.**, Radócz, L., Kovács, G. E.: New results of research on hypovirulent fungal strains against chestnut blight fungus (*Cryphonectria parasitica*) in Hungary and Central Europe.
In: National Seminar on Recent Advances in Fungal Diversity, Plant-Microbes Interaction and Disease Management RFPIDM-2020, Banaras Hindu University, Varanasi, 15-16, 2020.
36. **Csüllög, K.**, Rácz, D., Tarcali, G.: The Charcoal rot disease (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.) in Hungary.
In: National Seminar on Recent Advances in Fungal Diversity, Plant-Microbes Interaction and Disease Management RFPIDM-2020, Banaras Hindu University, Varanasi, 76-77, 2020.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 4,614

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapján szolgáló közleményekre): 0

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2023.04.18.

