

DIPLOMADOLGOZAT

OLUSKI OLGA
Növényorvos MSc

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Növényorvos MSc Szak

**REPCÉRŐL IZOLÁLT *Sclerotinia* TÖRZSEK
ÖSSZEHASONLÍTÓ ÖKOFIZIOLÓGIAI VIZSGÁLATA**

Belső konzulens: Dr. Turóczy György József
egyetemi docens

Külső konzulens: Vizi Ramóna
PhD hallgató

Készítette: **Oluski Olga**
AEYBV4
nappali tagozat

Tanszék:
Integrált Növényvédelmi Tanszék

Gödöllő

2023

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	3
1.1. Célkitűzések.....	3
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
2.1. Kórokozó elnevezése, rendszertani besorolása.....	4
2.2. Kórokozó gazdanövényköre	5
2.3. Kórokozó életmódja.....	6
2.4. Kórokozó okozta tünetek és kártétel.....	7
2.5. Kórokozó elleni védekezési lehetőségek	9
2.5.1. Agrotechnikai védekezési lehetőségek.....	9
2.5.2. Biológiai védekezési lehetőségek	10
2.5.3. Kémiai védekezési lehetőségek.....	11
2.6. Őszi káposztarepcében előforduló különböző <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> törzsek.....	12
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	14
3.1. A szkleróciumok begyűjtési helyszínének bemutatása.....	14
3.2. A szkleróciumok begyűjtési helyszínének éghajlati és területi adottságai	15
3.4. <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> által fertőzött őszi káposztarepce száraz begyűjtése.....	18
3.5. Tiszta <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> törzsek előállítása és jelölése	18
3.6. A micéliális kompatibilitás vizsgálata	20
3.7. Az agresszivitás meghatározása.....	21
3.8. Eredményekhez alkalmazott statisztikai módszerek.....	23
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELELÉSÜK.....	24
4.1. A micéliális kompatibilitás értékelése	24
4.2. Az agresszivitás értékelése	26
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	32
6. ÖSSZEFOGLALÁS	35
7. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS	37
8. IRODALOMJEGYZÉK	38

1. BEVEZETÉS

A *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary az őszi káposztarepce egyik legjelentősebb kórokozója világszerte. Polifág kórokozók közé tartozik, amely az őszi káposztarepce mellett számos gazdaságilag fontos növényt képes megfertőzni, mint a napraforgót és a szóját. Jellegzetes fehér micéliuma és fekete kitartóképletei összetéveszthetetlenek, amely számos növényi részen megjelenhetnek és rendkívül ellenállóak a kedvezőtlen környezeti hatásokkal szemben. A szkleróciumok, a talajban több évig képesek fennmaradni és elsődleges fertőzési forrásként szolgálnak, ebből adódóan a kórokozóval szemben kiemelt szerepet kap az integrált növényvédelem. Az agrotechnikai módszerek közül, mint megelőző védekezési lehetőségek, kiemelendő a kórokozó gazdanövény körét figyelembe vevő vetésforgó kialakítása, továbbá a kórokozóval szembeni toleráns fajta/ hibridek választása. Biológiai módszerek közül számos antagonista gomba és baktérium áll rendelkezésre, amelyek közül kiemelendő a *Coniothyrium minitans* gomba, amely eredményesen csökkenti a kórokozó kitartóképleteit a talajban (Turóczy 2008). Fungicides állománykezeléssel is védekezhetünk fehérpenészes rothadással szemben, azonban az utóbbi időszakban jelentős növényvédőszer került visszavonásra és e kezeléseket a növények fertőződése előtt kell elvégezni. Ezen tényezőket figyelembe véve a kórokozóval szembeni védelemben megoldást jelentene a rezisztens fajták/ hibridek nemesítése, azonban ehhez szükség van a kórokozó fajon belüli törzseinek feltérképezésére és azok agresszivitásának megismerésére.

1.1. Célkitűzések

A diplomadolgozatomban elkészítésekor az alábbi kérdésekre kerestem a választ:

- a törzsek közötti micélium kompatibilitás meghatározása,
- a törzsek agresszivitásának vizsgálata őszi káposztarepce csíranövényeken, in vitro körülmények között.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Kórokozó elnevezése, rendszertani besorolása

A kórokozót először 1837-ben Madame M. A. Libert írta le, amelynek a *Peziza sclerotiorum* tudományos nevet adta. Ez az elnevezés 1870-ig volt használatban, amíg Fuckel meg nem alkotta és írta le a *Sclerotinia* nemzetséget, emiatt Madame Libert tiszteletére *Sclerotinia libertiana*-ra nevezte át. Az Egyesült Államok és más országok kutatói elfogadták és használták a *Sclerotinia libertiana* Fuckel-t egészen addig, amíg Wakefield be nem mutatta, hogy az elnevezés ellentétes a Nemzetközi szabályokkal a botanikai nomenklatúrában és de Bary-t nevezte meg a *Sclerotinia sclerotiorum* névalkotójává, mert ő már 1884-ben használta ezt az elnevezést. Manapság a kórokozó érvényes elnevezése *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (Purdy 1979).

A fehérpenészes rothadást okozó kórokozó rendszertanilag *Ascomycota* törzsbe, *Discomycetes* osztályba, *Leotiales* rendbe és *Sclerotiniaceae* családba tartozik.

Törzs: *Ascomycota* (tömlősgombák)

Osztály: *Leotiomycetes*

Rend: *Helotiales*

Család: *Sclerotiniaceae*

A *Sclerotiniaceae* család fajai aszkuszokat képeznek barnás, hosszúkás apotéciumokon, amelyek sztromatikus képződményből erednek (Holst-Jensen et al. 1997, Whetzel 1945). Alapvetően kétféle sztróma különíthető el (Kohn 1979):

- sztróma, amelynek belsejét hifákkal átszőtt gazdanövény-szövet alkotja, melyet egy vékony fekete kéreg vesz körül (jellemző nemzetségek: *Libertella*, *Ciboria*, *Rutstroemia*, *Ciboriopsis*...)
- valódi szklerócium, amely:
 - nem tartalmazza a gazdanövény szöveteit (*Sclerotinia*, *Martininia*),
 - fejlődhet a gazdanövény szöveteiben, s ennek maradványai a szklerócium, velőállományában fellelhetők (pl: *Ciborinia*, *Monilinia*, *Botryotinia*, *Streptotinia* spp.).

A sztróma kialakulása, amely egy melanizált hífás aggregátum, gyakori közös jellemzője a *Sclerotiniaceae* gombacsalád tagjainak (Bolton et al. 2006).

Nemzetség: *Sclerotinia*

Az ide tartozó fajok közös jellemzője, hogy ivartalan úton nem képeznek spórákat (Varga 2003). A fajok nemzetségen belüli megoszlását többször is felülvizsgálták. A nemzetségen belüli fajok elválasztásának módszerei a szkleróciumok méretét (Jagger 1920), a gazdanövény-kórokozó kapcsolatát (Kreitlow 1949), aszkuszkok és aszkospórák méretét (Ramsey 1924), illetve nukleáris és mitokondriális RFLP (restrikciós fragmenthossz-polimorfizmus) elemzéseket (Kohn et al. 1988) vizsgálták.

Mint általánosan elfogadott három érvényes faj maradt a *Sclerotinia* nemzetségben, szűkebb értelemben: *Sclerotinia minor* Jagger, *Sclerotinia trifoliorum* Eriks és *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (Kohn et al. 1988). A későbbiekben újabb két *Sclerotinia* fajt írtak le, melyek Ázsiában fordulnak elő: *Sclerotinia nivalis*, amely főleg pillangós takarmánynövényeken fordul elő (Li et al. 2000) és *Sclerotinia asari* a salátán felfedezett kórokozó (Kohn et al. 1988).

2.2. Kórokozó gazdanövényköre

A *S. sclerotiorum* egy kozmopolita nekrotróf kórokozó, amely több mint 400 növényfajt képes megfertőzni. A szójababnak, a repcének és a napraforgónak az egyik legnagyobb gazdasági kárt okozó kórokozója közé tartozik. Évente akár több száz millió dolláros veszteséget okozhat ezen kultúrnövényekben, ugyanis a mennyiségi terméskiesésen túl minőségbeli kárt is okozhat (Peltier et al. 2012, Sharma et al. 2015).

Boland és Hall (1994) által készített legfrissebb kutatásokban *S. sclerotiorum* gazdaindex 42 alfajt vagy fajtát, 408 fajt, 278 nemzetséget és 75 növény családot tartalmaz. A gazdanövények jelentős része a következő növény családokban található: *Asteraceae* (Fészkesvirágzatúak), *Cucurbitaceae* (Tököfélék) *Rosaceae* (Rózsafélék), *Fabaceae* (Pillangósok), *Papaveraceae* (Mákfélék), *Solanaceae* (Burgonyafélék), *Brassicaceae* (Keresztesvirágúak), *Lamiaceae* (Ajakosok), *Apiaceae* (Ernyősök) (Adams 1978).

2.3. Kórokozó életmódja

A kórokozó jelentős szaporodási potenciállal és hosszú távú túlélési képességgel rendelkezik, amelyet a kitartóképleteinek, úgynevezett szkleróciumainak köszönhet. A szkleróciumok a környezeti feltételektől függően karpogén vagy miceliogén módon csírázhatnak. A miceliogén módon csírázó szkleróciumok a hifák révén közvetlenül megfertőzhetik a talajfelszínhez közeli növényi részeket (Bardin & Huang 2001, Le Tourneau 1979). A karpogén módon csírázó szkleróciumok pedig apotéciumokat, majd aszkospórákat termelnek, amelyekkel a gazdanövények föld feletti részeit fertőzik (Kohn 1979).

A két csírázási mód közül a karpogén csírázás gyakrabban fordul elő természetes körülmények között (Abawi & Grogan 1979, Schwartz & Steadman 1978, Steadman 1979). Az apotéciumok fejlődését számos környezeti tényező befolyásolja, mint a talaj hőmérséklete (Huang & Kozub 1989), a talaj nedvességtartalma (Morrall 1977) és az a hőmérséklet, amelyen a szkleróciumok képződnek (Huang & Kozub 1993). Egy kutatás szerint megfelelő talajviszonyok mellett (>50%-os nedvességtartalom és 10-14 napig 15-17°C-os hőmérséklet) az alacsony hőmérséklet befolyásolja a legjobban az apotécium képződést (Sharma & Meena 2011). Huang és Kozub (1991) kutatásukban megállapították, hogy a hűvös éghajlati régiókból származó szkleróciumok (10°C) könnyebben csíráznak, mint azok, amelyek magasabb hőmérsékleti régiókból (25–30°C) származnak. Ez azt jelenti, hogy a szkleróciumok földrajzi eredete is fontos szerepet játszik a kórokozó életciklusában.

A karpogén csírázás során fejlődött apotéciumokon aszkuszok képződnek, melyek 8-8 aszkospórárt tartalmaznak és egy apotécium 3×10^7 db aszkospórárt is képezhet (Abawi & Grogan 1975). Az aszkospórák széllel szállítódnak és élettelen vagy öregedő növényi részekben megtapadnak, micéliumot fejlesztenek (kicsíráznak), amely elágazódik az egészséges növényi részekre. Ha a körülmények nem megfelelőek a csírázáshoz, akkor az aszkospóra rövid ideig életképes maradhat, ezután újra kicsírázhat, ha a körülmények kedvezőek lesznek (Purdy 1979). Megfelelő környezeti körülmények között (elsősorban magas páratartalom mellett) bőséges fehér micélium alakulhat ki, ezt követően szkleróciumok keletkeznek az érintett növényi részekben és a fertőzött szár belsejében, növényi részekben vagy szövetek között (kéreg és xilém). A kitartó képletek végül visszakerülnek a talajra, ahol talajfelszínen maradnak vagy műveléssel a talaj mélyebb rétegeibe kerülve maradnak fenn. A talajon levő növényi maradványok megfelelő

tápanyagként szolgálnak a micélium vegetáció utáni növekedéséhez, s ezáltal újabb szkleróciumok képződéséhez (Adams & Ayers 1979).

A kórokozó szklerócium alakban több évig fennmaradhat a talajban. Számos kutatásban foglalkoznak a szkleróciumok élettartásával, azonban eltérően vélekednek arról, hogy mennyi ideig maradnak fertőzőképesek a talajban. A talajban 3 (Cook et al. 1975), 8 (Adams & Ayers 1979) vagy akár 11 évig (Leite 2005) is életképesek maradhatnak a szkleróciumok. Amikor a talaj árnyékos, nedves és hűvös (4-16 °C), akkor a szkleróciumok a talaj felső rétegéből (5 cm) újra fertőzhetnek (Adams & Ayers 1979). A szkleróciumok életképességének a hosszát a talajban több tényező befolyásolja: a talaj szervesanyag-tartalma, a mikroflórája (antagonista szervezetek jelenléte), a talajnedvesség és az is, hogy a szkleróciumok milyen mélyen helyezkednek el a talajban. Mivel minél mélyebben vannak a talajban, annál hamarabb veszítik el életképességüket (Matheron & Porchas 1998). A nagyobb talajnedvesség, továbbá az öntözés jelentősen csökkenti a szkleróciumok élettartamát (Matheron & Porchas 1998). Cosic és munkatársai (2012) kimutatták, hogy a bolygatatlan talajban a mélyebben (10-30 cm) elhelyezett szkleróciumok tovább maradnak életben, mint a felső talajrétegben (5 cm). Hasonló eredményeket értek el Cook és munkatársai (1975), akik arra a következtetésre jutottak, hogy a felső rétegekből származó szkleróciumok gyorsabban lebomlanak, mint a talajszelvényben mélyebben elhelyezkedő szkleróciumok. Duncan és munkatársai (2006) kimutatták ellenben, hogy a 0,5 és 10 cm-re eltemetett szkleróciumok életképessége a mélységgel csökken.

2.4. Kórokozó okozta tünetek és kártétel

Egy szakirodalom felmérés szerint, több mint 60 elnevezés fűződik a *Sclerotinia* fajok által kiváltott tünetekhez (Purdy 1979). A tünetek alapján a betegséget fehérpenésznek (Roy & Saikia 1976), fehérrothadásnak (Rai & Dhawan 1976), szárrothadásnak, szártörésnek, szárráknak vagy repceráknak és *Sclerotinia* rothadásnak (AICRP-RM 2009) nevezték el.

A *S. sclerotiorum* kórokozóval fertőzött magvak 88-100%-a nem csírázik. A fertőzött magvakból előállított növények korai stádiumban elpusztulnak, a nem csírázó magvak pedig elkorhadnak és minden mag helyén 3-6 szklerócium keletkezik. Ezek a szkleróciumok a fertőzés forrásává válhatnak (Tu 1988).

A kórokozó széles gazdanövényköre miatt nincs egyedi, jellegzetes tünetei, amelyek a *S. sclerotiorum* kórokozóval fertőzött minden növényre jellemző. A leveleken általában vizenyős léziók alakulnak ki, amelyek gyorsan növekednek és terjednek, illetve az

egészséges és a fertőzött részek élesen elkülönülnek egymástól. A fertőzöttség korai szakaszában a növények nem mutatnak tüneteket. Később az elváltozások nekrotikus szövetekké fejlődnek, amelyen fehér micéliummal átszőtt foltok alakulnak ki, amelyek a fehérpenészes rothadással fertőzött növények legszembetűnőbb jelei. A betegség előrehaladtával a növények jellemzően hervadásnak indulnak, amely a hemicellulóz és a cellulóz pusztulásának a következménye (Bán 2006). Ezután a fertőzött szövetek kifehérednek, gyakran összeragadnak és csak a szár szállítószöveteit maradnak hátra. A szkleróciumok jellemzően a fertőzött szövetek belsejében képződnek, gyakran a szárbélben, de magas páratartalom esetén kialakulhatnak a szövetek felületén is. A szkleróciumok általában virágzáskor vagy magképződéskor fejlődnek a növény egyes részein, ezért gyakran megtalálhatók a betakarítása követően a termésben, így akár a vetőmagban is előfordulhat. Ha a kórokozó a gazdanövényt sikeresen megfertőzte, akkor az átterjedhet a szomszédos növényekre is, kontakt kapcsolaton keresztül (talajfelszínen levő szerves anyagokon) (Jamaux et al. 1995), emiatt a fehérpenészes rothadással fertőzött növények foltokban jelentkeznak a táblákon (Bolton et al. 2005).

Az őszi káposztarepcénél a fertőzött növények szárelágazásainak alapi részénél világosbarna, megnyúlt foltok jelennek meg, amelyeken akár gyűrűs mintázat is megfigyelhető. A tünetek a becőn is jelentkezhetnek, amelyek a fertőzés következtében kifehérednek. A szár belsejében képződő fehér színű micélium között a bélszövetben változatos alakú, fekete szkleróciumok képződnek, amelyek alapján megbízhatóan azonosítható a betegség (Fischl et al. 1995).

A *S. sclerotiorum* által okozott kár nemcsak mennyiségi veszteségben nyilvánul meg, hanem minőségi terméskieséssel is számolni kell (Gulya et al. 1989). Az őszi káposztarepce esetében az 50-80%-os terméskiesésen túl az olajtartalom csökkenést az ezermagtömeg csökkenést, továbbá erukasav- és glükoszínoláttartalom növekedést figyelték meg a kórokozó fertőzésének hatására (Alizadeh 2006, Horváth 1995, Sharma et al. 2015). A fehérpenészes rothadás komoly veszélyt jelent az olajrepce termesztésére, mivel jelentős terméskiesést okozhat világszerte, beleértve Ausztráliát, Európát, Indiát és Észak-Amerikát is (Mccartney & Lacey 1999, Hind et al. 2003, Sprague & Stewart-Wade 2002, Koch et al. 2007, Malvarez et al. 2007, Singh et al. 2008, Saharan & Mehta 2008).

2.5. Kórokozó elleni védekezési lehetőségek

A kórokozóval szembeni védekezésnél az integrált növényvédelem általános alapelveit kell figyelembe venni. Az integrált növényvédelem az összes rendelkezésre álló növényvédelmi módszer gondos mérlegelését és az ezt követő megfelelő intézkedések integrálását jelenti. Csökkentik a károsító populáció kifejlődésének lehetőségét és a növényvédő szerek alkalmazását, illetve más beavatkozásokat a ökonómiailag és ökológiailag indokolt szinten tartják, valamint csökkentik vagy a lehető legalacsonyabb szinten tartják az emberi egészségi vagy a környezeti kockázatokat (Kiss et al. 2017).

2.5.1. Agrotechnikai védekezési lehetőségek

Vetésforgó: Legalább 4-5 évig nem-gazdanövény termesztés (pl.: kukorica, búza, árpa vagy zab), amellyel csökkenthető a szkleróciumok száma a talajban (Gracia-Garza et al. 2002, Rousseau et al. 2007). Továbbá a vetésforgó kialakításakor érdemes figyelembe venni a területek előző évi fehérpenészes rothadással való fertőzöttség mértékét és annak súlyosságát is (Peltier et al. 2012).

Talajművelés: A *S. sclerotiorum* kórokozóval szemben fogékony kultúrák termesztése során a szkleróciumok felhalmozódnak a talajban, így a talaj szkleróciumokkal való fertőzöttsége elérheti a 85%-ot (Tu, 1986). A szántás során a szkleróciumok mélyebb rétegekbe kerülve több évig életképesek maradnak (Sharma et al. 2015). A talajművelés kedvez a kórokozó fejlődésének, mivel számos kutatás arról számol be, hogy azokon a területeken amelyeken rendszeres talajművelést végeztek nagyobb volt a kórokozó fertőzőképessége és a szkleróciumokból kifejlődő apotéciumok száma, mint amelyeken nem végeztek talajművelést (Workneh & Yang 2000, Kurle et al. 2001, Gracia-Garza et al. 2002).

Vetés és vetés előtti teendők: A korai vetésű, keskeny sortávolságú, magas kultúrák, valamint a nagy humusztartalmú talajok elősegítik az állomány záródását, amely kedvez a betegség kialakulásának. Megfelelő tápanyag-gazdálkodási terv elkészítésével megelőzhető a túlzott tápanyag-kijuttatás, amellyel már csökkenthető a fehérpenészes rothadással fertőzött növények aránya. A nagymérvű gyomborítottság több szempontból is kerülendő a szklerotíniás betegséggel szemben, mivel az növelheti az állomány sűrűségét és elősegítheti a nedves mikroklimát, amely kedvez a kórokozó fejlődésének (elsősorban a karpogén csírázási módnak) (Bán 2006, Peltier et al. 2012). Továbbá ezen területeken gyomfelvételezést is érdemes végezni, ugyanis számos gyomnövény (pl.: *Capsella bursa-pastoris*, *Galium aparine*, *Stellaria media*) tartozik a *S. sclerotiorum* gazdanövényköréhez

(Boland & Hall 1994) és e gyomok fertőződésével növelhető a talaj szklerócium „szennyezettsége”.

Fajta / Hibrid választás: A növénybetegségek elleni védekezés egyik leghatékonyabb, leggazdaságosabb és környezetbarát módja a genetikailag rezisztens fajták és hibridek választása. A kórokozó ellen a rezisztencia kialakítás nehéz (több gén is befolyásolja a rezisztenciát) (Hoffman et al. 1999, Arahana et al. 2001) és egyetlen fajta/ hibrid sem rendelkezik a fehérpenészes szárrothadással szembeni teljes rezisztenciával. Ebből az okból kifolyólag több kutatás is irányul számos kultúrnövény esetében a különböző fajták/hibridek ellenállóságának vizsgálatára (Sharma et al. 2015). Szlávik és munkatársai (2004) által végzett kutatásban bebizonyosodott, hogy egyes hibridek kevésbé fogékonyak bizonyulnak a fehérpenészes rothadással szemben. Kutatásukban ellenállósági sorrendet állítottak fel, amely szerint a legellenállóbb a GK Lilla nevű hibrid volt, mivel ezen hibrid esetében átlagosan 2,7% volt a fertőzött növények aránya.

2.5.2. Biológiai védekezési lehetőségek

A talajban lévő biokontroll ágensek (gombák, baktériumok) aktivitását számos abiotikus és biotikus környezeti tényező befolyásolja (hőmérséklet, vízpotenciál, pH, peszticid maradványok, szerves anyagok, antagonista talajmikroorganizmusok, növénymaradványok). A biológiai peszticidek általában kevésbé hatékonyak, mint a szintetikus peszticidek. A környezetre gyakorolt kevésbé káros hatásuk és a hatékony kémiai módszerek hiánya miatt a biztonságosabb biológiai védekezési módszerekre irányulnak a kutatások (Smolínska & Kowalska 2018).

Számos antagonista gomba aktivitást mutatott a *S. sclerotiorum* szemben. Több kutatást is végeztek a *Coniothyrium minitans* parazita gombával (Zeng et al. 2012), amely sejtfalbontó enzimeknek a széles skáláját termeli (kitinázok és glükánázok, valamint másodlagos metabolitok) (Tomprefa et al. 2011) és ezek fokozzák a szklerócium kolonizációját és lebontását a talajban. A *C. minitans* spóraszuszpenziót virágzás közben kijuttatva akár 56%-kal csökkentheti a fehérpenészes rothadás előfordulását (Huang et al. 2000). Ezenkívül a vetés előtt a talajba dolgozva a *C. minitans* hiperparazita gomba 68%-kal csökkenti a betegség súlyossági indexét (DSI) és 95,3%-kal szkleróciumok számát a talajban (Zeng et al. 2012a).

A *Trichoderma* nemzetséghez tartozó gombákat (*Trichoderma hamatum*, *Trichoderma harzianum*) széles körben használják biológiai védekezésben (Benitez et al. 2004).

Számtalan kutatás beszámol a *Trichoderma* törzsek parazitizmusáról a szkleróciumokon és az apotéciumok sűrűségének csökkenéséről (Geraldine et al. 2013). A *Trichoderma* nemzetségbe tartozó antagonista gombákra jellemző a gyors növekedés és a bőséges spóratermelés, továbbá rendkívül versenyképesek a többi talajból származó mikroorganizmushoz képest. Az enzimeik révén (glükánáz, proteáz, celluláz) fontos szerepet játszanak a kórokozó sejtfallebontásában (Chet et al. 1998, Kaur et al. 2005; Zeilinger & Omann 2007, Lopez-Mondejar et al. 2011).

Egyes kutatások számos baktérium mikoparazita képességeikről számoltak be, ilyenek a *Bacillus* és a *Pseudomonas* nemzetségek. Megfigyelték, hogy a *Pseudomonas chlororaphis* és a *Bacillus amyloliquefaciens* jelentősen csökkentik a *S. sclerotiorum* által okozott fehérpenészes szárrothadást őszi káposztarepcében (Fernando et al. 2007). Továbbá az antagonista baktériumok gátolják az aszkospórák csírázását antimikrobiális anyagok (pyoluteorin, pirrolnitrin, fenazinok, szideroforok, cianid) (Compant et al. 2005) és enzimek (cellulóz, kitináz, proteázok, béta-glükánáz) (Hernandez-Leon et al. 2015) termelése révén vagy akár az aszkospórákon való közvetlen növekedésükkel (Fernando et al. 2007).

2.5.3. Kémiai védekezési lehetőségek

Különböző hatásmechanizmusú fungicidet alkalmaznak a fehérpenészes rothadással szemben őszi káposztarepcében, napraforgóban, szójában, szárazbabban és egyes zöldségekben (Bailey et al. 2000, Budge & Whipps 2001), amelyek használata hatékonyan csökkentik a kórokozó okozta súlyos termésvesztést (Morrall & Dueck 1982).

Egy kutatás azt mutatta, hogy a karbendazim hatóanyaggal végzett magkezelés sikeresnek bizonyult a kórokozó csökkentésében (Sharma et al. 2011). Az említett hatóanyagot Magyarországon állománykezelésekben használták, viszont az engedélye 2013-ban lejárt. Magyarországon jelenleg nincsenek csávázószerként használható készítmények az őszi káposztarepcében előforduló *S. sclerotiorum* ellen (Nébih Növényvédőszer adatbázis, 2023).

Az őszi káposztarepcében a fungicides kezeléseket gyakran a teljes virágzásban alkalmazzák, ezzel megakadályozva a fehérpenészes rothadás fertőzését. Mivel a kórokozó a lehullott, elöregedő szirmokat fertőzi meg elsőként, amelyek a levél hónaljára esve a szár fertőzéséhez vezethetnek, így a kórokozó ellen megelőző védelmet alkalmazunk (Kutcher & Wolf 2006). A fungicidek alkalmazása azon túl, hogy költséges eljárás, egyre kevesebb számú hatóanyag áll rendelkezésre, amely komoly kihívást jelent a termelők számára.

Ráadásul a gombaölő szerekkel szembeni rezisztencia kialakulása sem elhanyagolható gondolat (Grossen et al. 2022). Magyarországon jelenleg a következő hatóanyagokkal végezhetünk fungicides kezelést a fehérpenészes rothadással szemben: azoxistrobin, difenokonazol (feltételesen engedélyezettek), boszkalid, folpet, flopiram, protiokonazol és tebukonazol (Nébih Növényvédőszer adatbázis, 2023).

2.6. Őszi káposztarepcében előforduló különböző *Sclerotinia sclerotiorum* törzsek

Számos kutatások leírták a *S. sclerotiorum* törzsek populációszerkezetét különböző gazdaszervezeteken és földrajzi régiókból. Ezek a kutatások arról számoltak be, hogy a *S. sclerotiorum* populációja több régióban túlnyomórészt klonális volt és ritkán kereszteződő (Dunn et al. 2017, Kohli és Kohn 1998, Sexton és Howlett 2004). A *S. sclerotiorum* esetében a klonalitás kialakulása főként az aszkospórák önmegtermékenyítéssel történő ivaros szaporodásának köszönhető (Kohn 1995).

A *S. sclerotiorum* ellentétben sok gombafajjal, taxonómiailag jól meghatározható számos kritérium alapján, beleértve a morfológiai jellemzőket (Kohn 1979, Willets & Wong 1980) az izoenzimeket (Kohn 1979, Willets & Wong 1980) és a nukleinsav szekvencia alapú csoportosítást (Kohn et al. 1988). A kozmopolita eloszlású és széles gazdaszervezettel rendelkező nekrotróf kórokozó magas szintű fajon belüli fenotípusos variabilitást mutat (Le Tourneau 1979, Purdy 1979).

A fajon belüli csoportosítás racionális, szisztematikus meghatározása olyan tényezők alapján, mint a patogenitás, virulencia vagy a földrajzi eloszlás, nehéz volt. Ez részben a vizsgálati eljárásokkal kapcsolatos problémák miatt volt, de hiányoztak olyan független kritériumok is, mint a micélium (vegetatív) inkompatibilitás vagy a molekuláris-genetikai markerek, amelyekkel jellemezni lehetne a fajon belüli heterogenitást. A heterogenitás azonosítása után a csoport definiálható, és ezeknek a csoportoknak a fenotípusai, például az agresszivitást és a gazda specifikusságot befolyásoló tényezők leírhatók (Kohn et al. 1991).

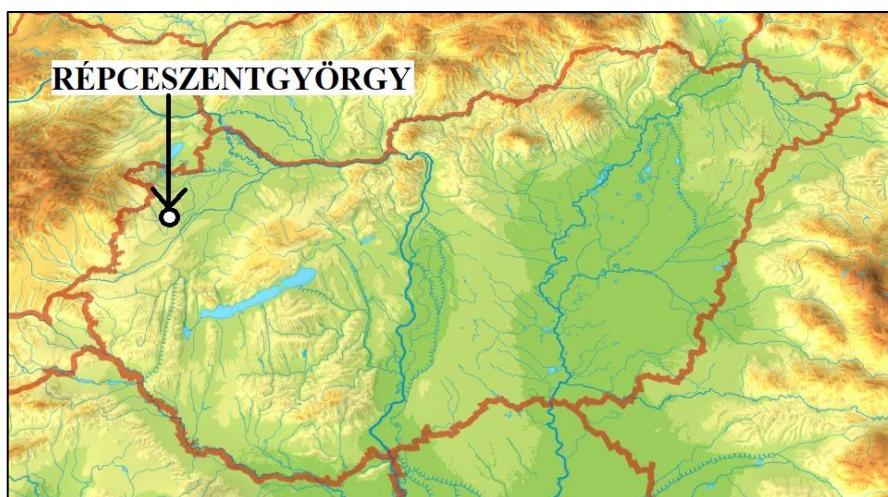
Agronómiai szempontból fontos a kórokozó genetikai diverzitásának és kór folyamatának megértése a betegségkezelési stratégiák fejlődésében, annak érdekében hogy hatékonyan tudjunk ellene védekezni megfelelő fajtaválasztással és növényvédő szerekkel (Renuka et al. 2013). A populációkon belüli nagyfokú genetikai sokféleség miatt a *S. sclerotiorum* kórokozóval szembeni betegségrezisztencia kifejeződése különböző gazdanövényeken a kórokozó törzsétől függhet (Li et al. 2008). A genetikai elemzések kimutatták, hogy a *S.*

sclerotiorum törzsei homogének, korlátozott variabilitással a 18S és 28S rDNS régiókban (Kohli et al. 1995). A *S. sclerotiorum* populációgenetikai szerkezetének részletes elemzése elősegíti a szklerotíniás betegséggel szemben rezisztens repcefajták kifejlesztését (Yu et al. 2020).

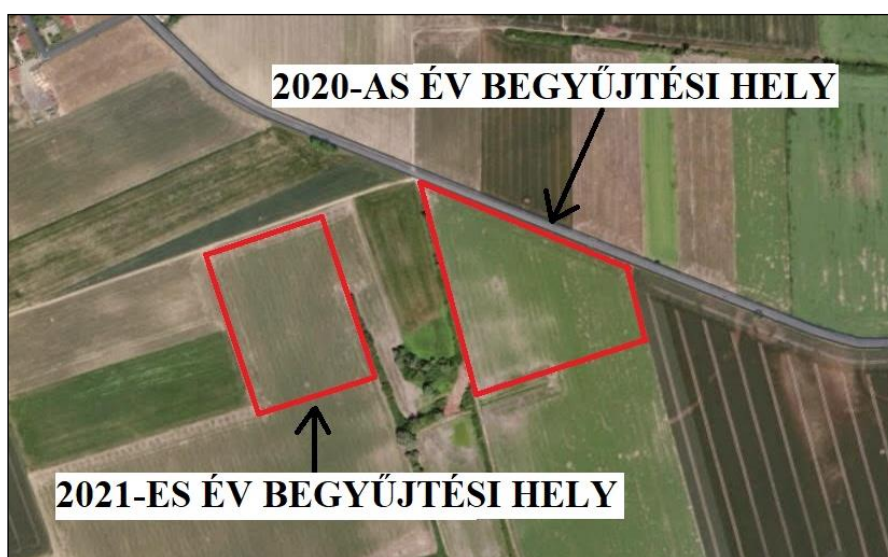
3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A szkleróciumok begyűjtési helyszínének és területének bemutatása

Az őszi káposztarepce szárazból izolált szkleróciumok a 2021-es, illetve a 2022-es betakarítási évből származnak. Mindkét évben ugyanazon településről, Répceszentgyörgyről gyűjtöttem be a *S. sclerotiorum* kórokozóval fertőzött repceszárakat. Répceszentgyörgy az ausztriai határtól 45km-re található, ezen kívül 25 km-re található a településtől Szombathely és 15 km-re pedig Sárvár (1. ábra). A 2021-es évben 3,83 ha-os területről, míg a 2022-es évben 5,9 ha-os területről származtak a szkleróciumok, továbbá ezen két terület egymástól 100 méter távolságra helyezkedtek el (2. ábra).



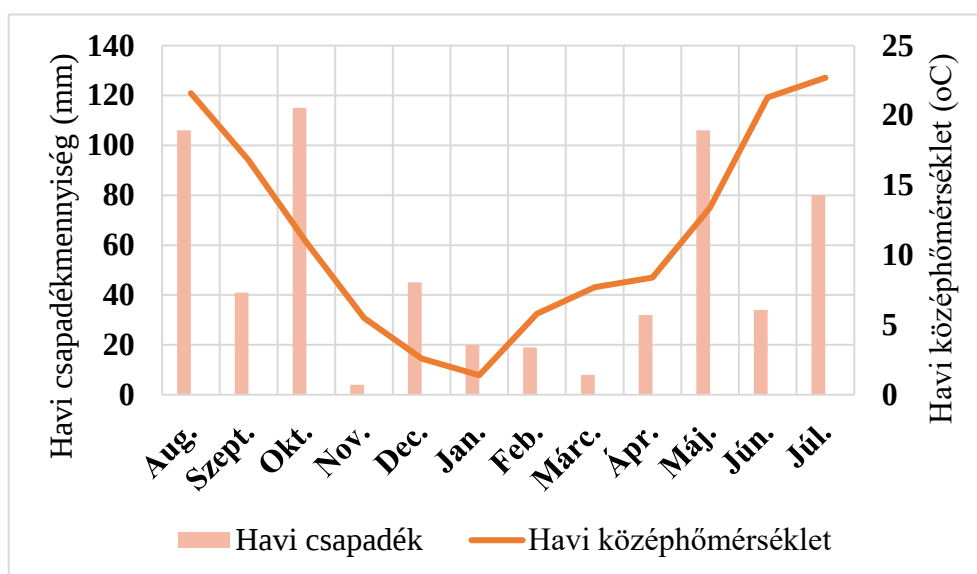
1. ábra: Répceszentgyörgy, Vas Vármegye, Magyarország (forrás: www.mozaweb.hu)



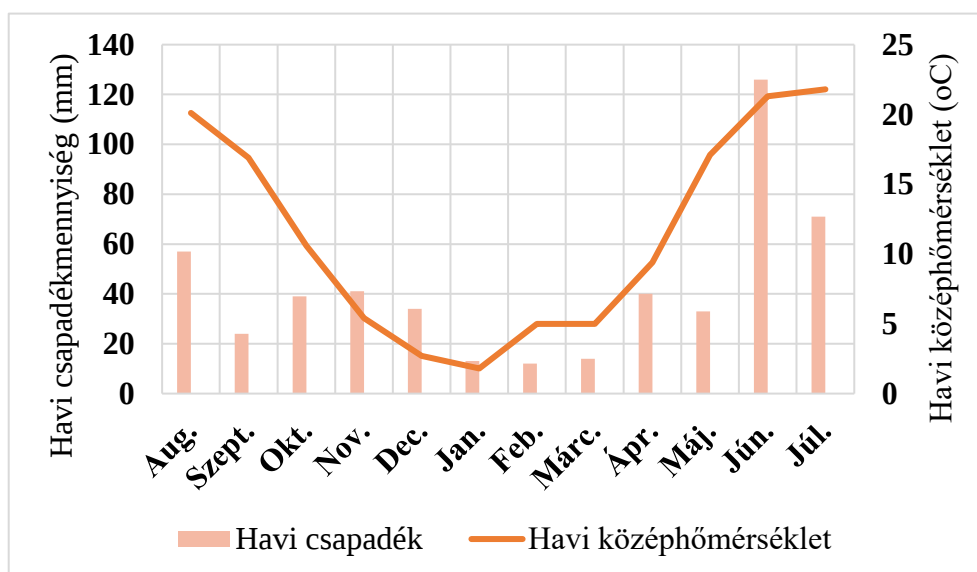
2. ábra: A *Sclerotinia sclerotiorum* kórokozóval fertőzött repceszárak begyűjtési helye (forrás: www.google.com/maps)

3.2. A szkleróciomok begyűjtési helyszínének éghajlati és területi adottságai

A két vegetációs időszak havi középhőmérséklete és havi csapadékmennyisége között észrevehetőek a különbségek. A 2021/22-es vegetációban februártól áprilisig átlagban 1,7°C-kal alacsonyabb volt a havi középhőmérséklet, valamint áprilistől júliusig átlagban 2,3°C-kal volt magasabb. Az első vegetációs időszakban összesen 610 mm csapadék hullott, míg a második vegetációs időszakban jelentősen kevesebb (106 mm csapadékkal), amely eltérő eloszlású is volt (3. ábra és 4. ábra).



3. ábra: 2020/2021-es vegetációs időszak havi csapadékmennyiségei és középhőmérséklete (saját szerkesztés, forrás: met.hu)



4. ábra: 2021/2022-es vegetációs időszak havi csapadékmennyiségei és középhőmérséklete (saját szerkesztés, forrás: met.hu)

3.3. Kísérleti téren történő agronómiai és növényvédelmi kezelések

A kísérleti területen mindkét vegetációt tekintve tavaszi árpa volt az elővetemény. Az elővetemény betakarítását követően tárcsázásra került sor mindkét vegetációban, amelyet középmező-lazítás követte. Alapműtrágyaként a 7:21:21 hatóanyagú komplex műtrágya lett kijuttatva (mindkét évben), amelyet magágykészítéssel dolgoztunk be. A 2020-as évi vetés szeptember 1-én, és a 2021-es évi vetés augusztus 31-én történt. A vetés során 15 cm sortávolságra, 3-4 cm mélységre és 2,8 kg/ha vetésnormával vetettük el a Cristal hibridet mindkét vegetációban. A vetőmagot Lumigen (Integral Pro (*Bacillus amyloliquefaciens*), Lumiposa (ciántraniliprol), Lumibio Kelta (biostimulátor)) csávázási technológiával kezelték, amely véd a talajból fertőző csírákori kórokozókkal, a korai kártevőkkel szemben, illetve segíti a gyors, egyenletes kelést és véd a kifagyás ellen. A Cristal hibrid kiváló terméshozamú és jó hozamstabilitású hibrid, amely középérésű kategóriába tartozik és a kórokozókkal szemben jó ellenállósággal rendelkezik. A 2020/21-es és a 2021/22-es vegetációban több alkalommal végeztünk fungicides növényvédelmi kezeléseket, amely során az alábbi készítményeket alkalmaztuk: Caramba Turbo (mepikvát-klorid, metkonazol), Magnello (difenkonazol, tebukonazol), Teson (tebukonazol), Pictor (dimoxistrobin, boszkalid). A 2. táblázat a mindkét évi vegetációs időszak agronómiai és növényvédelmi kezeléseket mutatja be.

2. táblázat: A 2020/21-es és 2021/22-es vegetációs időszak agronómiai és növényvédelmi kezelések

Művelet	2020/2021-es vegetációs időszak			2021/2022-es vegetációs időszak		
	Időpont	Eszköz/ anyag	Dózis, mérték- egység	Időpont	Eszköz/ anyag	Dózis, mérték- egység
Vetés	2020.09.01.	Cristal hibrid	2,8 kg/ha	2021.08.31.	Cristal hibrid	2,8 kg/ha
Növény- védőszeres kezelés	2020.09.16.	Runway	1,5 l/ha	2021.09.15.	Butisan complete	2,5 l/ha
		Pantera	1 l/ha		Pantera	1 l/ha
	2020.10.01.	Caramba turbo	1 l/ha		Fendona	0,1 l/ha
		Fendona	0,1 l/ha	2021.10.08.	Caramba Turbo Mospilan	1 l/ha 0,2 kg/ha
Tápanyag- kijuttatás	2021.02.15.	Pétisó 27%	300 kg/ha	2022.02.17.	Pétisó 27%	300 kg/ha
				2022.03.24.	Répce kén	6 l/ha
Növény- védőszeres kezelés	2021.02.26.	Fendona	0,1 l/ha	2022.03.24.	Teson	1 l/ha
	2021.03.26.	Magnello Fitohorm Turbo Kén	0,8 l/ha 7 l/ha		Blade	0,2 kg/ha
Tápanyag- kijuttatás	2021.04.01.	Pétisó 27%	300 kg/ha	2022.03.30.	Pétisó 27%	300 kg/ha
	2021.04.10.	Fitohorm Turbo Nitrogén	8 l/ha			
Növény- védőszeres kezelés	2021.04.10.	Avaunt	0,17 l/ha	2022.04.09.	Mospilan	0,2 kg/ha
Tápanyag- kijuttatás	2021.04.12.	Fitohorm Aktív keserűső	5 kg/ha	2022.04.09.	Fitohorm Bór	3 l/ha
		Fitohorm Turbó Kén	4 l/ha			
		Wuxal Boron Plus	2 l/ha			
	2021.05.03.	Fitohorm Aktív keserűső	6 kg/ha			
Növény- védőszeres kezelés	2021.05.03.	Picasso	0,4 l/ha	2022.05.09.	Mospilan	0,2 kg/ha
		Proteus	0,6 l/ha		Pictor	0,5 l/ha
Tápanyag- kijuttatás	/			2022.05.09.	Fitohorm Aktív keserűső	6 kg/ha
Betakarítás	2021.07.02.			2022.07.01.		

3.4. *Sclerotinia sclerotiorum* által fertőzött őszi káposztarepce szárok begyűjtése

A 2020-as és 2021-es évben az őszi káposztarepce tábláról közvetlenül betakarítás előtt a táblán átlóban haladva vizuális értékelés alapján gyűjtöttem be 20 fertőzött repceszárat. A vizuális értékelés során a kórokozó okozta szártő- és szárközépen kialakuló tipikus tüneteket vettem figyelembe (5. ábra), de a biztos azonosítás végett minden tünetet mutató szárat kettévágtam és azon szárazakat gyűjtöttem csak be, amelyekben/amelyeken a kórokozó kitartóképletei is megjelentek. A szárazakat külön- külön papírzacskóba helyeztem és egyedi azonosítóval láttam el.



5. ábra: *Sclerotinia sclerotiorum* által fertőzött őszi káposztarepceszár (saját felvétel)

3.5. *Tiszta Sclerotinia sclerotiorum* törzsek előállítása és jelölése

Az őszi káposztarepce szárazakat a Magyar Agrár -és Élettudományi Egyetem Növényvédelmi Intézet (Gödöllői campus) laboratóriumába szállítottam, amelyeket felvágva minden szárból legalább 4 szkleróciumot emeltem ki. A szkleróciumokon felületi fertőtlenítést végeztem 2 %-os nátrium-hipoklorit oldattal, majd azokon többszöri steril vizes öblítést végeztem. Az ugyanazon szárból kiemelt szkleróciumokat egy 90 mm átmérőjű Petri-csészére, PDA táptalajra helyeztem.

A PDA (burgonya dextróz agar) táptalajt úgy készítettem, hogy 1 liter csapvízben megfőztem 200 g burgonyát, majd átszűrtem és hozzáadtam 20 g glükózt és 20 g agart. Az

így kapott keveréket autoklávban sterilizáltam. Vegül, miután kehült, hozzáadtam 100 ppm kloramfenikolt és szétöntöttem Petri-csészékbe steril körülmények között.

Ezen tenyészeteket 20°C-on, sötétben 5 napig inkubáltam. A kifejlett törzseket tiszta tenyészetbe hoztam és oltókacs segítségével a gomba hifacsúcsát PDA táptalajra helyeztem. A tiszta tenyészeteket újabb 5 napig inkubáltam 20°C-on és azokat az alábbiak szerint jelöltem (3. táblázat).

3. táblázat: A 2021-es és 2022-es évből izolált *Sclerotinia sclerotiorum* törzsek jelölése

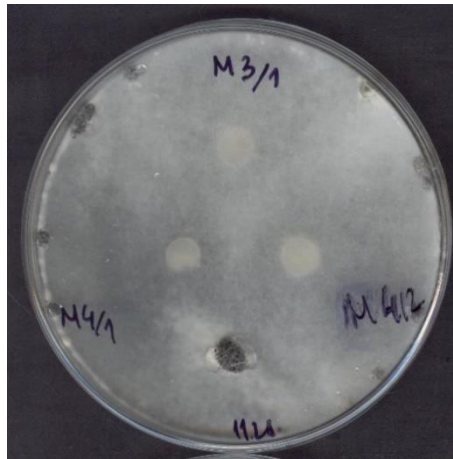
<i>2020-as évből származó törzsek</i>	<i>2021-es évből származó törzsek</i>
3H1a	1b
3H1c	2+
3H3b	3
7H1a	4/1
7H1b	4/2
7H1c	5+/1
7H2a	5+/2
7H2b	6
7H2c	7a
7H3a	7b
7H3b	MIX1/1
7H3c	MIX1/2
	MIX2/1
	MIX2/2
	MIX3/1
	MIX3/2
	MIX4/1
	MIX4/2
	MIX5/1
	MIX5/2

A törzsek hosszú távú tárolása tenyészet formában, steril paraffin olajjal fedett ferde-
agaron, szintén PDA-táptalajon, 5°C-on történt.

3.6. A micéliális kompatibilitás vizsgálata

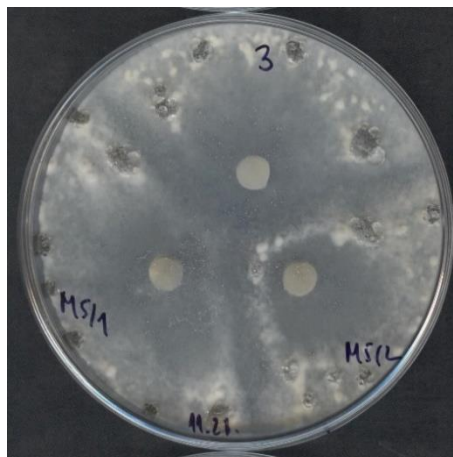
A micélium kompatibilitási vizsgálatokat Kohn és munkatársai (1991) módszerei alapján végeztem el. A vizsgált tiszta tenyészetbe hozott törzsekből dugófuró segítségével korongot vágtam ki, majd három különböző törzset egy 90 mm Petri-csészére, PDA-táptalajra helyeztem. Mind a két évben a leoltásokat úgy végeztem el, hogy az azonos évből származó törzseket minden lehetséges kombinációban elvégeztem. A micélium kompatibilitási vizsgálatokat az alábbiak szerint értékeltem:

- Ha a telepek egybe tudtak nőni úgy, hogy egy telepet alkottak, akkor a kapcsolat kompatibilis, és a törzsek azonos micéliális kompatibilitási csoportba tartoznak (6. ábra).



6. ábra: Kompatibilis törzsek közös PDA táptalajon

- Ha a telepek között, a találkozási zónában a hifák egy része elhalt, és ezek között megfelelő (jól látható) határvonal képződött, akkor a törzsek inkompatibilisek (7. ábra).



7. ábra: Inkompatibilis törzsek közös táptalajon

3.7. Az agresszivitás meghatározása

Az *S. sclerotiorum* agresszivitási vizsgálatait laboratóriumi körülmények között végeztem. A vizsgálathoz két különböző típusú magot használtam, a fungicides csávázószer hatásának kiküszöbölése érdekében: az Architect őszi káposztarepce fémzárolt vetőmagot és az erről származó (előző évi) betakarított termést. A betakarított termés genetikailag más mint az eredeti vetőmag, a genetikai anyag nem homogén, és emiatt eltérő lehet a *S. sclerotiorum* kórokozóval szembeni fogékonysága. Minden törzs esetében egy ismétlésben 15 növényt vontam be a kísérletbe. A fungicides csávázószerrel a vetőmag felületéről detergens szer segítségével eltávolítottam, ezután kétszer desztillált víz segítségével átmostam. A vetőmagon, illetve a termésen is ezután felületi fertőtlenítést végeztem, úgy, hogy 10 percig 10%-os nátrium-hipoklorit oldatban áztattam a magokat. A magokat ezt követően kétszer desztillált vízzel mostam át és később szűrőpapíron szárítottam. Ezt követően a magokat 20-25°C-on tároltam két napig. A fertőzéshez minden törzsből 5 mm-es micélium korongokat vágtam ki, amelyet a csíranövény hypokotil részére helyeztem. Az inokulált növényeket 7 nap után vizuális megfigyelés alapján értékeltem az alábbi bonitálási skála szerint: 0 - a csíranövényeken egyáltalán nem alakult ki fertőzés (8. ábra), 1 - a micélium korong alatt látható a barnulás a fiatal növényen, de nem terjed tovább (9. ábra), 2 - a micélium korong alatt látható a barnulás a fiatal növényen, a micélium tovább terjed de nem pusztult el az egész csíranövény (10. ábra), 3 - a micélium teljesen elfedi a csíranövényt, és az egész növény elpusztult (11. ábra).



8. ábra: A vizsgált csíranövényeken nincs fertőzés (0)



9. ábra: A vizsgált csíranövényeken enyhe barnulás észlelhető (1)



10. ábra: A vizsgált csíranövényeken tovább terjedt a micélium (2)



11. ábra: A micélium ellepte a csíranövényeket, és a gyökerek elpusztultak (3)

3.8. Eredményekhez alkalmazott statisztikai módszerek

A kapott eredményeket Excel programban értékeltem ki. A 2020-as és 2021-es évi agresszivitási eredmények statisztikai elemzéséhez a PAST program segítségével egytényezős variancia analízist (ANOVA) és a páronkénti összehasonlításhoz Tukey-tesztet végeztem. Majd a különbségek megállapításához az 5%-os küszöbértéket vettem figyelembe (Baráth et al. 1996).

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. A micéliális kompatibilitás értékelése

A micéliális kompatibilitás vizsgálat a 2021-es évből származó 12 *S. sclerotiorum* törzs között és a 2022-es évből származó 20 *S. sclerotiorum* törzs között a kapcsolat jellege értelemszerűen azonosítható volt: az inkompatibilis kapcsolatok esetében a két telep között a micélium evidensen kiritkult, a kompatibilis törzsek telepei azonban teljesen egymásba szövődtek.

A kísérletben a mindkét évből származó *S. sclerotiorum* mindegyik törzset mindegyikkel szemben leoltottam, így a 2021-es évből származó törzseknél 66 egyedi törzs pár és a 2022-es évből származó törzseknél 190 egyedi törzs pár közötti kompatibilitási viszonyokat 7 nap elteltével értékeltem, amelyeket a 4. és az 5. táblázat szemlélteti.

4. táblázat: A 2021-es évből származó törzsek micéliális kompatibilitása

Jelmagyarázat: rózsaszín = az adott két törzs között a kapcsolat kompatibilis; zöld = az adott két törzs között a kapcsolat inkompatibilis.

	3H1a	3H1c	3H3b	7H1a	7H1b	7H1c	7H2a	7H2b	7H2c	7H3a	7H3b	7H3c
3H1a	/											
3H1c		/										
3H3b			/									
7H1a				/								
7H1b					/							
7H1c						/						
7H2a							/					
7H2b								/				
7H2c									/			
7H3a										/		
7H3b											/	
7H3c												/

A 2021-es évben kialakított törzs-párok között 45 „párosítás” mutatott kompatibilis kapcsolatot és 21 inkompatibilis, illetve az összes vizsgált törzs kompatibilis volt legalább három másik törzzsel. Mindössze egy törzs, a 3H1c csak három másik törzzsel volt

kompatibilis. Kiemelendő azonban két törzs (7H1b, 7H3a), amelyek ugyanebben az évben vizsgált 10 másik törzzsel kompatibilisnek mutatkozott. A 7H1b törzs a 3H1C törzzsel, míg a 7H3a törzs a 7H2b törzzsel nem volt kompatibilis. Míg a 3H1c törzs mutatott a legtöbb törzzsel szemben inkompatibilis kapcsolatot és csak a 7H3a, 7H3b, és 7H3c törzzsel mutatott csak kompatibilis kapcsolatot.

5. táblázat: A 2022-es évből származó törzsek micéliális kompatibilitása

Jelmagyarázat: rózsaszín = az adott két törzs között a kapcsolat kompatibilis; zöld = az adott két törzs között a kapcsolat inkompatibilis.

	1b	2+	3	4,1	4,2	5+/1	5+/2	6	7a	7b	MIX1/1	MIX1/2	MIX2/1	MIX2/2	MIX3/1	MIX3/2	MIX4/1	MIX4/2	MIX5/1	MIX5/2
1b	/																			
2+		/																		
3			/																	
4,1				/																
4,2					/															
5+/1						/														
5+/2							/													
6								/												
7a									/											
7b										/										
MIX1/1											/									
MIX1/2												/								
MIX2/1													/							
MIX2/2														/						
MIX3/1															/					
MIX3/2																/				
MIX4/1																	/			
MIX4/2																		/		
MIX5/1																			/	
MIX5/2																				/

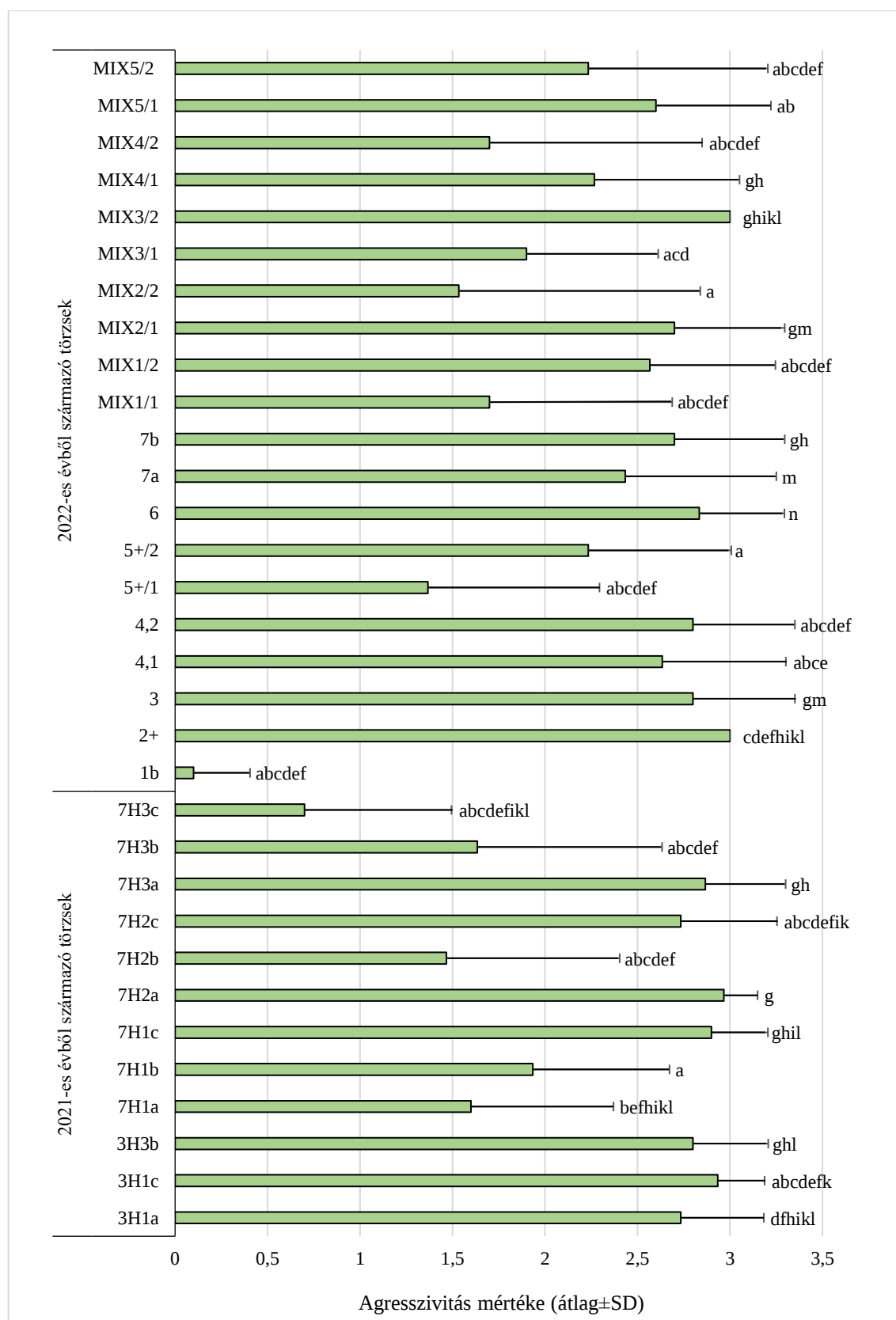
A 2022-es évben vizsgált törzseknél 79 törzs-pár alkotott kompatibilitást és 111 inkompatibilitást és az ebben az évben vizsgált törzsek legalább öt másik törzzsel voltak kompatibilisek. A vizsgált törzsekből a 7a és a 7b törzs 14 másik vizsgált törzzsel nem alakított ki kompatibilis kapcsolatot. Ezen törzsek hasonlóan bizonyultak mivel kompatibilis kapcsolatot alakítottak ki egymással, továbbá a 6, MIX 3/1, MIX4/1 és MIX4/2 törzzsel. Továbbá a MIX 3/1 törzs pedig számos másik törzzsel kompatibilis kapcsolatot alakított ki (kivétel: 1b és 7b törzzsel).

Annak ellenére, hogy a törzsek között a kompatibilis és nem kompatibilis kapcsolatok pontosan meghatározhatóak voltak, nem lehetett őket egyértelműen kategorizálni micéliális kompatibilitási csoportokba (pl. A és B törzsek kompatibilisek, B és C törzsek kompatibilisek, de A és C törzsek nem kompatibilisek). Ez arra utalhat, hogy két törzs micéliális kompatibilitását számos tényező befolyásolhatja, amelyek minden törzs esetében eltérőek lehetnek.

4.2. Az agresszivitás értékelése

A vetőmagon vizsgált agresszivitási értékek az első vizsgált évből származó törzsek nem mutattak olyan széles skálát, mint a második vizsgált évből származók. A 2021-es évből származó törzsek közül a 7H3c törzs mutatta a legkisebb értéket (átlagosan 0,7 agresszivitás mértéke), míg a 2022-es évből származók közül a 1b törzs mutatta (átlagosan 0,1 agresszivitás mértéke). A legnagyobb érték az első évből származók közül a 7H2a törzsre (átlagosan 2,966 agresszivitás mértéke) volt jellemző, míg a második évből származók közül a 2+ és a MIX3/2 törzset (átlagosan 3 agresszivitás mértéke, azaz minden növény elérte a maximális bonitálási értéket) jellemezte.

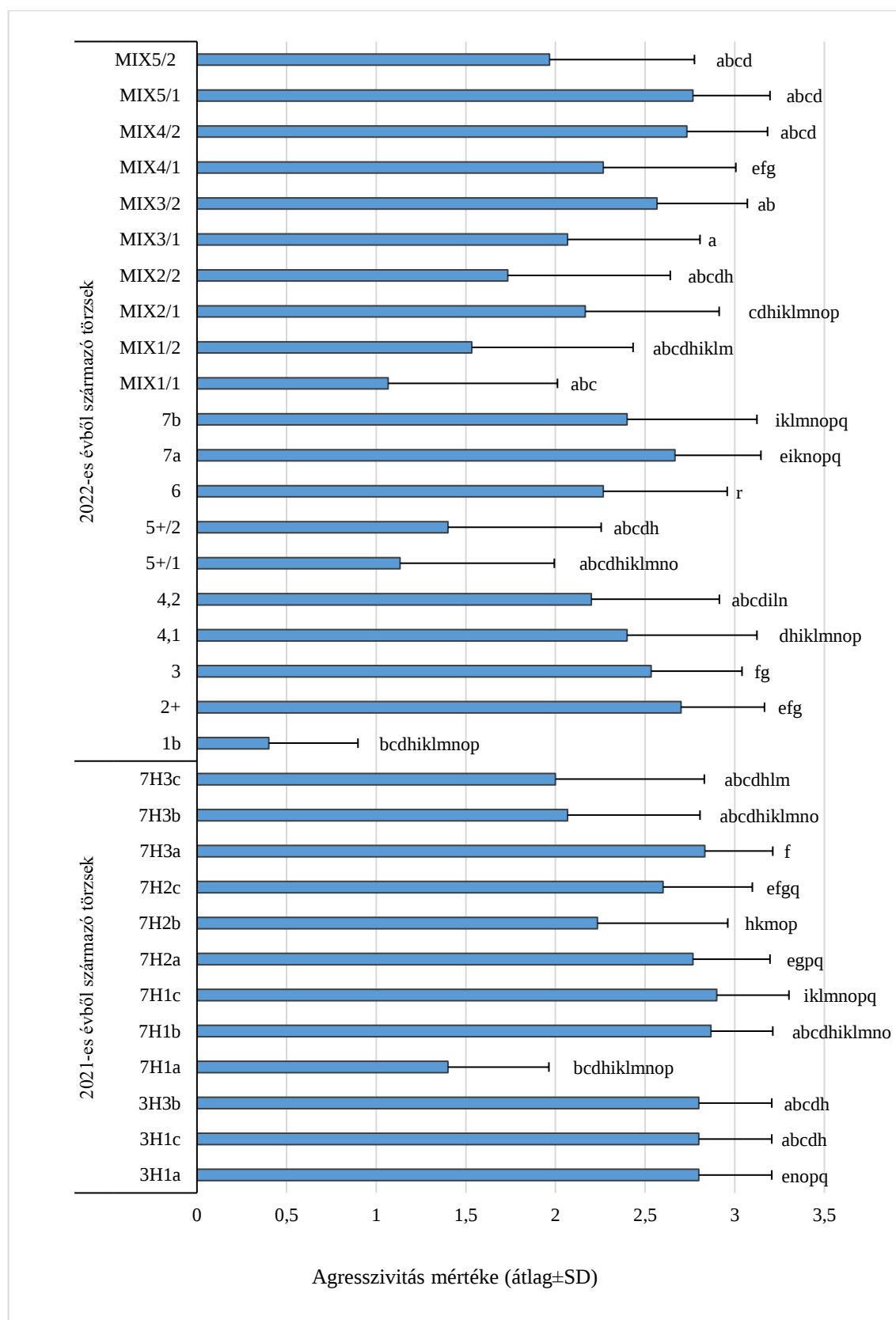
A vizsgált törzsek agresszivitási mértékai között számos esetben szignifikánsan különbség volt megfigyelhető. Kiemelendő a vetőmagon végzett agresszivitási vizsgálatok közül az 1b törzs, amelynél mindkét vegetációt tekintve a legkisebb agresszivitás volt rá jellemző és ez szignifikánsan is kisebb volt a mindkét évben vizsgált összes törzzsel szemben ($p=0,00$) (kivétel 7H3c törzs). A 7H3c törzs, amely szintén szinte az összes törzzsel szemben szignifikánsan kisebbnek bizonyult ($p\leq 0,01$), azonban nem volt szignifikáns kapcsolat az 1b törzs és a 5+/1 törzs között (12. ábra).



12. ábra: A vizsgált *S. sclerotiorum* törzsekkel fertőzött vetőmag csíranövényeinek agresszivitási mértéke

A termésen vizsgált agresszivitási mértékek között (hasonlóan a vetőmaghoz) az első vizsgált évből származó törzsek nem mutattak olyan széles skálát az agresszivitási szinten, mint a második vizsgált évből származók. A legnagyobb agresszivitási szinttel a 2021-es évből származó törzsek közül a 7H1b törzs (átlagosan 2,866 agresszivitás mértéke rendelkezett, míg a 2022-es évből származók közül a MIX5/1 törzs (átlagosan 2,766 agresszivitás mértéke). A legkisebb értéket az első évben a 7H1a törzs esetében kaptam, amely átlagosan 1,4 érték volt a bonitálási skálán. A második vizsgált évből származó törzsek közül az 1b törzset jellemezte a legkisebb agresszivitási érték, mivel átlagosan 0,4 volt az agresszivitás mértéke.

A statisztikai elemzés során az agresszivitási szint értékelése a vetőmagon számos törzs esetében szignifikánsan különbözött. Hasonlóan a terméshez, ebben az esetben is kiemelendő az 1b törzs, amely szignifikánsan kisebb agresszivitási szinttel rendelkezett a többi vizsgált (mindkét vizsgált évet tekintve) törzshöz képest ($p=0,00$). Továbbá kiemelendő a 5+/1 és a MIX 1/1 törzsek, amelyek hasonló agresszivitási szinttel rendelkeztek. Az 5+/1 törzs és a 7H1a, MIX1/1, MIX1/2, MIX2/2 törzsek között nem volt szignifikáns kapcsolat. A MIX 1/1 törzset tekintve pedig nem volt kimutatható szignifikáns különbség a 7H1a, 5+/1, 5+/2, MIX1/2 törzsekhez képest (13. ábra).



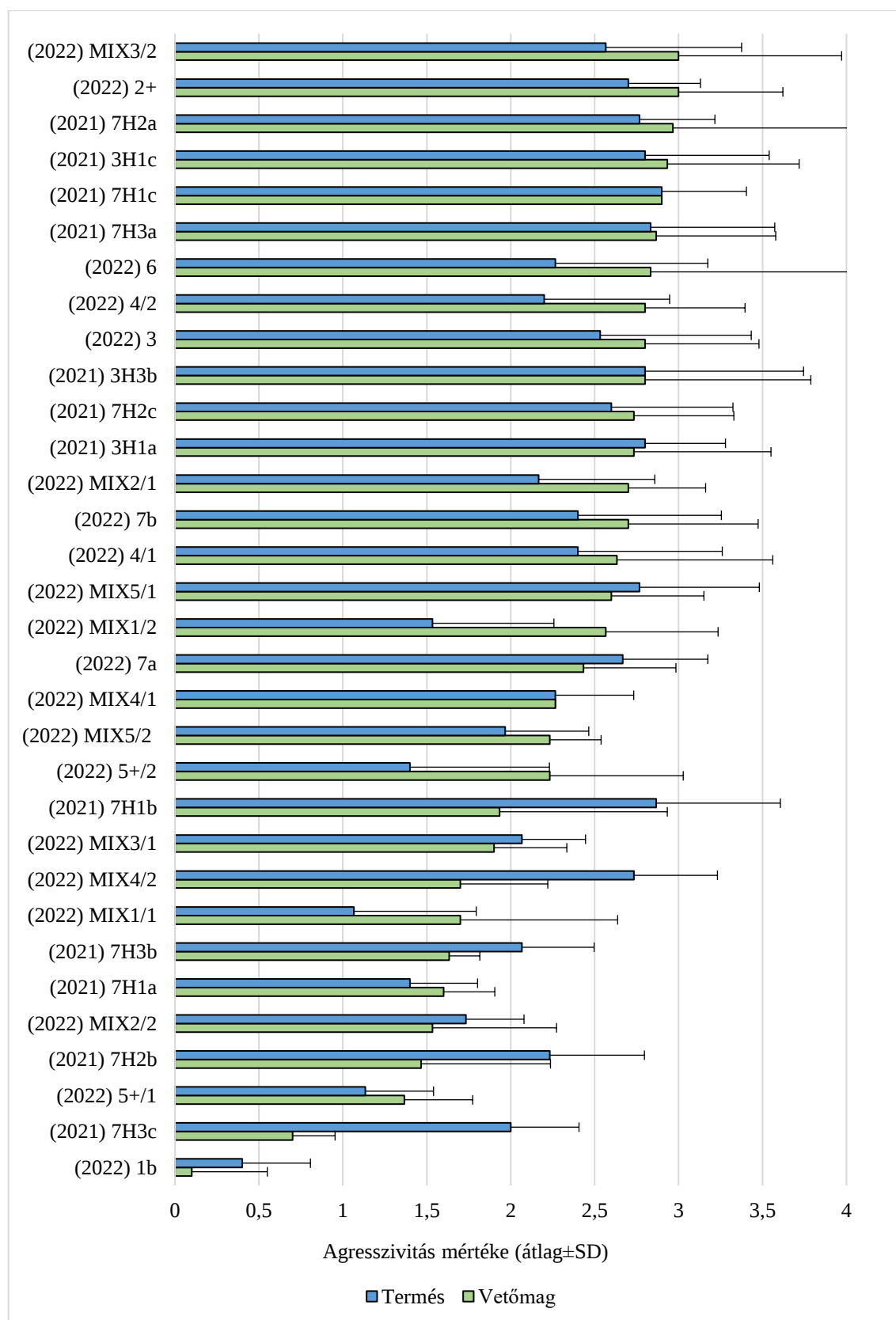
13. ábra: A vizsgált *S. sclerotiorum* törzsekkel fertőzött termés csíranövényeinek agresszivitási mértéke

Az összes törzs átlagos agresszivitási mértéket vetőmag és termés csíranövényeken összehasonlítva, észrevehető hogy helyenként nagy volt az eltérés mindkettő csíranövény típusnál (14. ábra). A vetőmagból, illetve a termés magból fejlődött csíranövények egyes törzsekkel szemben nagyon eltérően reagáltak. Voltak olyan törzsek, amelyek csíranövényeket kevésbe tudtak megfertőzni, viszont nagyon erős fertőzést okoztak a termés csíranövényein (7H1b, 7H2b, 7H3c, 1b, MIX4/2).

A 2022-es törzseknél, a 7a és a 7b törzseknek volt legtöbb inkompatibilis párjuk (11 pár), és a MIX3/1 a legkevesebb (2 pár). Ellentétben a kompatibilitási eltérésekben, ezek a törzsek hasonló agresszivitási mértéket fejeztek ki mindkét csíranövény típuson (7a törzs vetőmag esetében átlagosan 2,43, termésnél átlagosan 2,66 az agresszivitás mértéke; 7b törzs vetőmag esetében átlagosan 2,70, termésnél átlagosan 2,40 az agresszivitás mértéke; MIX3/1 törzs vetőmag esetében átlagosan 1,90, termésnél átlagosan 2,06 az agresszivitás mértéke).

Érdekes, hogy a 2021-es évből származó 7H1b és a 7H3a törzsek, amelyek ugyanazon évből származó számos törzzsel kompatibilis kapcsolatot alakítottak ki, ezzel ellentétben az agresszivitásuk eltért. A 7H1b törzs a termés csíranövényein nagy agresszivitást mutatott (átlagosan 2,86 agresszivitás mértéke), viszont a vetőmag csíranövényein az agresszivitási mérték lényegesen kisebb volt (átlagosan 1,93 agresszivitás mértéke). Ezzel ellentétben, a 7H3a törzs agresszivitási mértéke mindkét csíranövény típusnál kiemelten nagy volt (vetőmagnál átlagosan 2,86 agresszivitás mértéke, termésnél átlagosan 2,83 agresszivitás mértéke). Továbbá a 2021-es évből származó 3H1c törzs, amelynek csak három kompatibilis törzs-párja volt, nagy agresszivitást mutatott mindkét csíranövény típusnál, hasonló átlagos értékekkel (vetőmagnál átlagosan 2,93, termésnél átlagosan 2,80 agresszivitás mértéke).

A 2022-es törzseknél, a 7a és a 7b törzseknek volt a legtöbb inkompatibilis párjuk (11 pár), és a MIX3/1 a legkevesebb (2 pár). Ellentétben a kompatibilitási eltérésekben, ezek az törzsek hasonló agresszivitási mértéket fejeztek ki mindkét csíranövény típuson (7a törzs vetőmag esetében átlagosan 2,43, a termésnél átlagosan 2,66 az agresszivitás mértéke; 7b törzs vetőmag esetében átlagosan 2,70, a termésnél átlagosan 2,40 az agresszivitás mértéke; MIX3/1 törzs vetőmag esetében átlagosan 1,90, termésnél átlagosan 2,06 az agresszivitás mértéke) (14. ábra).



14. ábra: A vizsgált törzsek agresszivitási mértéke a vetőmagon és a termésen

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kísérletem eredményei szerint a micéliális kompatibilitás vizsgálatában, a 2021-es törzseknél nagyobb volt a kompatibilis törzs-párok aránya (68,18%), mint a 2022-es törzseknél (41,58%). Mivel az egymást követő évekből származó *S. sclerotiorum* törzsek egyazon területen termesztett őszi káposztarepcéből lettek begyűjtve, egyértelmű, hogy a kórokozó populációja az említett évekből jelentősen más heterogenitással rendelkezett. A törzsek közötti diverzitás a genetikai rekombinációk megnövekedett előfordulását tükrözheti, amely a második évből származó törzsek esetén 26,6 %-kal kisebb törzsek közötti micéliális kompatibilitással járt. Az összes törzs átlagos agresszivitási mértéket vetőmag és termés csíranövényeken összehasonlítva, észrevehető hogy helyenként nagy volt az eltérés mindkettő csíranövény típusnál. A vetőmag csíranövényeknél (legtöbb törzs esetében) kiemelten nagy volt az agresszivitás mértéke (átlagban 2,5 felett), ami arra utal, hogy a vizsgált vetőmag az évek során fogékonyabb lett a kórokozóval szemben. Eredményeim szerint, a vizsgált törzseknél nem állapítható meg egyértelműen az összefüggés a micéliális kompatibilitás és az agresszivitás között.

Zándoki (2007) szerint, aki elsőként vizsgálta a Magyarországról származó *S. sclerotiorum* törzsek micéliális kompatibilitását, Magyarországon sok micéliális kompatibilitási csoport (MCG) fordul elő. Az én kutatásom során nem lehetett egyértelműen csoportosítani a törzseket MCG-ba. Kutatása során előfordultak olyan Magyarországról származó törzsek, amelyek külföldről származó törzsekkel is azonos kompatibilitási csoportba tartoztak, ami arra utal, hogy egyes, széles körben elterjedt törzsek jelen vannak Magyarországon is. Ez mellett megállapította (hasonlóan az általam kapott eredményekhez), hogy a kompatibilitási csoportok és az agresszivitás között nem mutatható ki összefüggés.

A kutatásomat érdemes lenne Magyarország több régiójában, valamint szomszédos országokban is elvégezni, és az eredményeket összehasonlítani hasonlóan Kull és munkatársai (2004) kutatásához, a kórokozó populáció monitorozása érdekében. A szerzők különbségeket azonosítottak Argentín, USA-i DeKalb és Watseka (Illinois állam) szója termesztési területekről származó törzsek, valamint különböző termőterületekről és kultúrákból származó „vegyes csoport” törzsei között. A széles körben elterjedt MCG-k variabilitást mutattak az agresszivitás terén. A DeKalbból és Watsekaból származó egyes MCG-ok különböztek a törzsek agresszivitásában.

Yousef és Ghosta (2015) 223 *S. sclerotiorum* törzset gyűjtötték be Urmia város (Irán) különböző területeiről. A kísérlet eredményei azt mutatták, hogy az urmiai káposztaföldekről nyert törzsek között magas volt a micéliális inkompatibilitás mértéke. A vizsgált törzsek agresszivitása igen eltérő volt, hasonlóan az általam kapott eredményekhez. Nem volt összefüggés a törzsek agresszivitása, az MCG-k és a törzsek begyűjtési helye között, azaz a törzsek agresszivitása eltérő volt a csoportokon belül és között. A micélium-inkompatibilitás magas szintje ennek a kórokozónak a genetikai heterogenitását jelzi, és ezt figyelembe kell venni a növényvédelmi stratégiák során, különös tekintettel a rezisztens fajták választásában.

Laboratóriumi vizsgálataim során én is hasonlóan azt tapasztaltam, hogy a 2022-es évből származó törzseknél nagyobb volt a micéliális inkompatibilitás mértéke mint az előző évből származóknál, valamint hogy az agresszivitás mértéke vetőmag és termés csíranövényeken eltérő volt, így én se találtam összefüggést a két tényező között.

Eredményeimmel ellentétben, Kohn (1995) kanadai vizsgálatainak eredményei azonos *S. sclerotiorum* klónokat mutattak ki 2000 km-es távolságig. Ez összefügg lehet azzal, hogy Kanadában az őszi káposztarepcét több évtizede extenzív területeken termesztik, emiatt folyamatos a fertőző anyag képzése és jelenléte, ami elősegíti a kórokozó terjedését nagyobb távolságokra (Kohn 1995). Eredményeim szerint, a kórokozó populációja a vizsgált termőterületeken mindkét évben nagy heterogenitással rendelkezett.

Más szerzők eredményei is ellentmondásosak, mivel Durman és munkatársai (2001) Argentínában végzett vizsgálatok alapján nem találtak szignifikáns különbséget a szójáról és napraforgóról származó 160 kórokozó törzs agresszivitásban, illetve Atallah és munkatársai (2004) nem állapítottak meg szignifikáns különbséget a 35 észak-amerikai törzsek agresszivitásban burgonyán. Ezzel szemben Kull és munkatársai (2004) arról számoltak be, hogy az agresszivitás változott az Észak- és Dél-Amerikai különböző termőterületekről származó törzsek és azok kompatibilitási csoportjai között, ami megegyezik a saját eredményeimmel.

A két vizsgálati évben (2021-es és 2022-es) végzett kísérleteim eredménye alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a *S. sclerotiorum* törzsei micéliális kompatibilitása mindkét évben eltérő volt, továbbá a törzsek agresszivitása (vetőmag és termés csíranövényein is) különböző értékeket mutatott (a vetőmag jobban ellenállt a fertőzésnek), ami arra is utalhat, hogy a szkleróciumok különböző gazdanövényekből származnak, illetve hogy egyes törzsek

az adott területen (éghajlati adottságok, talaj adottságai és mikroflórája) jobban tudnak érvényesülni.

Eredményeim kiemelten fontosak lehetnek a *S. sclerotiorum* populációszerkezetének és virulenciájának megismerésében, hiszen előnyös információként szolgál a kórokozó elleni védekezési stratégiák kialakításában. A védekezési stratégiák alatt beleértve az őszi káposztarepce *S. sclerotiorum* kórokozóval szembeni rezisztencia nemesítését, amelyet folyamatosan fejleszteni kell, és ami jelenleg a legmegbízhatóbb védekezési lehetőség. Ezen túlmenően további kutatásokra van szükség, hogy a törzsek közötti kereszteződés és rekombináció milyen potenciális hatást gyakorolhat a kórokozó kezelésére. Továbbá javasolnám különböző kultúrnövényekről származó *S. sclerotiorum* törzsek összehasonlítását, így lehetőség lenne a kórokozó populáció diverzitásának megismerésére egyes kultúrnövényeken belül.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A *Sclerotinia sclerotiorum* az őszi káposztarepce egyik legjelentősebb kórokozója közé tartozik világszerte. Polifág kórokozók közé sorolható, mivel az őszi káposztarepce mellett számos gazdaságilag fontos kétszikű növényt képes megfertőzni, mint a napraforgót és a szóját. A kórokozó a talajban több évig képes fennmaradni kitartóképleteivel, amelyek elsődleges fertőzési forrásként szolgálnak. Ebből kifolyólag a fehérpenészes rothadással szemben kiemelt szerepet kap az integrált növényvédelem. A fungicides állománykezelést a növények fertőződése előtt kell elvégezni, továbbá az évről évre egyre több növényvédőszer visszavonásnak és azok növekvő költsége miatt a megelőző védekezésre nagy hangsúlyt kell fektetni. Megelőző védekezésként agrotechnikai módszerek közül a kórokozó gazdanövény körét figyelembe vevő vetésforgó kialakítása, továbbá a kórokozóval szembeni toleráns fajta/ hibridek választásával csökkenhető a fehérpenészes rothadás mértéke. Biológiai módszerek közül számos antagonista gomba és baktérium áll rendelkezésre, amelyek közül kiemelendő a *Coniothyrium minitans* gomba, amellyel eredményesen csökkenthető a kórokozó kitartóképletei a talajban. Ezen tényezőket figyelembe véve a kórokozóval szembeni védelemben megoldást jelentene a rezisztens fajták/ hibridek nemesítése, azonban ehhez szükség van a kórokozó fajon belüli törzseinek feltérképezésére és azok agresszivitásának megismerésére.

Ebből adódóan kutatásom céljául tűztem ki, hogy feltérképezem ugyanazon területen előforduló *S. sclerotiorum* törzseket, továbbá azok agresszivitási mértékét. Kísérletem során a 2021-es és a 2022-es évben Répceszentgyörgyön fertőzött repceszárakat gyűjtöttem be, amely során az első évben 12 törzset, illetve a második évben 20 törzset izoláltam. A micéliális kompatibilitási vizsgálatok esetében három különböző törzset PDA-táptalajra leoltottam és az azonos évből származó törzseket minden lehetséges kombinációban vizsgáltam (Kohn et al. 1999). Ha a telepek egybe tudtak nőni úgy, hogy egy telepet alkottak, akkor a kapcsolat kompatibilis, míg ha a találkozási zónában a hifák egy része elhalt, és ezek között jól látható határvonal képződött, akkor a törzsek inkompatibilisnak számítottak. A vizsgált törzsek agresszivitási vizsgálatait őszi káposztarepce fémzárolt vetőmaggal és az erről származó (előző évi) betakarított terméssel végeztem. Minden törzs esetében egy ismétlésben 15 növényt vontam be a kísérletbe. A fertőzéshez minden törzsből micélium korongokat vágtam ki és a csíranövények hypokotil részére helyeztem. A kísérletet vizuális megfigyelés alapján értékeltem bonitálási skála szerint (0-3 skála szerint).

A 2021-es évből származó törzseket a 66 egyedi törzs-pár között 45 pár mutatott kompatibilis kapcsolatot és 21 inkompatibilisat. A 7H1b és a 7H3a törzsek számos törzzsel kompatibilis kapcsolatot alakítottak ki. A 2022-es évi izolátumoknál 190 egyedi törzs pár között 79 törzs-pár volt kompatibilis és 111 inkompatibilis. A 7a és a 7b törzseknél kiemelten nagy volt az inkompatibilis párok száma. Az összes vizsgált törzset nem lehetett egyértelműen besorolni micéliális kompatibilitási csoportokba. Ez arra utalhat, hogy két törzs micéliális kompatibilitását számos tényező befolyásolhatja, amelyek minden törzs esetében eltérőek lehetnek.

A törzsek nagyobb részénél a fertőzés különböző mértékben tovább terjedt, így ezeknél a minimális értékelés átlaga 2 volt: vetőmagnál 20, termésnél 23 törzs. Csak egy törzs, az 1b, nem mutatott olyan mértékű agresszivitást mint a többi törzs, mivel az értékelési átlaga mindkét csíranövény típusnál 1 alatt volt. Valamint a 7H3a törzs agresszivitási átlaga a vetőmagnál szintén 1 alatt volt. A törzsek agresszivitása tehát rendkívül különböző.

A vizsgált *S. sclerotiorum* törzsek micéliális kompatibilitása mindkét évben eltérő volt, továbbá a törzsek agresszivitása különböző értékeket mutatott, ami arra is utalhat, hogy a szkleróciumok különböző gazdanövényekből származnak, illetve hogy egyes törzsek az adott területen (éghajlati adottságok, talaj adottságai és mikroflórája) jobban tudnak érvényesülni. Eredményeim kiemelten fontos lehet a *S. sclerotiorum* populációszerkezetének és virulenciájának megismerésében, hiszen az előnyös információként szolgál a kórokozó elleni védekezési stratégiák kialakításában. A védekezési stratégiák alatt beleértve az őszi káposztarepce *S. sclerotiorum* kórokozóval szembeni rezisztencia nemesítését, amelyet folyamatosan fejleszteni kell, és ami jelenleg a legmegbízhatóbb védekezési lehetőségként szolgálna.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni belső konzulensemnek **Dr. Turóczy Györgynek**, aki tanácsaival és segítségével, továbbá számtalan útmutatásával segítette dolgozatom elkészítését. Külön köszönet **Vizi Ramónának**, külső konzulensemnek, aki ötletekkel és tanácsokkal látott el, illetve türelemmel és támogatással segítette a diplomadolgozatomat. Végül, de nem utolsó sorban köszönetemet fejezem ki családomnak az általuk nyújtott támogatásért és biztatásért.

8. IRODALOMJEGYZÉK

1. Adams, P. B., Ayers, W. A. (1979): Ecology of *Sclerotinia* Species. *Phytopathology* Vol. 69, No. 8.
2. Alizadeh, N., Babai-Ahary, A., Assadi, Y., Valizadeh, M., Passebaneslam, B. (2006) The Effects of *Sclerotinia* Stem Rot of Oilseed Rape on the Production and Quality of Extracted Oil. *JWSS.*; 10 (3) :485-495
3. Attanayake, R. N., Carter, P. A., Jiang, D., Del Río-Mendoza, L., Chen, W. (2013): *Sclerotinia sclerotiorum* Populations Infection Canola from China and the United States Are Genetically and Phenotypically Distinct. *Plant Disease* Vol. 103, No. 7, The American Phytopathological Society
4. Bán R. (2006): *Növénykórtan- A fontosabb szántóföldi és kertészeti növények betegségei.* Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 106p.
5. Baráth Cs., Ittész A. és Ugrósdý Gy. (1996): *Biometria módszertani alapok és a Minitab programcsomag alkalmazása.* In Baráth Cs. (szerk.) *Mezőgazda Kiadó, Budapest*
6. Bolton, M.D., Thomma, B. P. H. J., Nelson, B. D. (2006): *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Molecular Plant Pathology* 7(1), 1–16.
7. Brustolin, R., Reis, E. M., Pedron, L. (2016): Longevity of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia on the soil surface under field conditions. *Summa Phytopathologica, Botucatu*, v. 42, n. 2, p. 172-174.
8. Can, J. (1978): Screening Sunflower Seedlings for Resistance to Toxic Metabolites Produces by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Sci.* 58: 1107-1110.
9. Dunn, A. R., Kikkert, J. R., and Pethybridge, S. J. 2017. Genotypic characteristics in populations of *Sclerotinia sclerotiorum* from New York State, USA. *Ann. Appl. Biol.* 170:219-228.
10. Fischl G. (1995): A napraforgó gombabetegségei. In: Horá váth J. (szerk): *A szántóföldi növények betegségei.* Mezőgazda Kiadó, Budapest
11. Hegedus, D. D., Rimmer, S. R. (2005): *Sclerotinia sclerotiorum*: When “to be or not to be” a pathogen? *FEMS Microbiology Letters* 251 177–184.
12. Jamaux, I., Gélíe, B. and Lamarque, C. (1995): Early stages of infection of rapeseed petals and leaves by *Sclerotinia sclerotiorum* revealed by scanning electron microscopy. *Plant Pathology*, 44(1): 22–30.
13. Kohli, Y., and Kohn, L. M. 1998. Random association among alleles in clonal populations of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Fungal Genet. Biol.* 23:139-149.
14. Kohn, L.M., Stasovski, E., Carbone, I. (1991): Mycelial incompatibility, and molecular markers identify genetic variability in field populations of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Phytopathology* 81: 480-485.
15. Kohn, L. M. (1995). The clonal dynamic in wild and agricultural plant-pathogen populations. *Can. J. Bot.* 73 (S1):1231-1240.
16. Kull, S. L., Pedersen, W. L., Palmquist, D., Hartman, G. L. (2004): Mycelial Compatibility Grouping and Aggressiveness of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Disease / Vol. 88 No. 4.*

17. Peltier, A. J., Bradley, C. A., Chilvers, M. I., Malvick, D. K., Mueller, D. S., Wise, K. A., Esker, P. D. (2012): Biology, Yield loss and Control of *Sclerotinia* Stem Rot of Soybean. *Journal of Integrated Pest Management* 3(2).
18. Poslušna, J., Plachká, E., Mazáková, J. (2016): Influence of Selected Fungicides Registered in the Czech Republic for Winter Oilseed Rape on In Vitro *Sclerotinia sclerotiorum* Mycelial Growth. *Plant Protection Science* doi: 10.17221/137/2016-PPS.
19. Purdy, L.H. (1979): *Sclerotinia sclerotiorum*: History, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. *Phytopathology* 69: 875-880.
20. Szilávik Sz., Gergely L., Zalka A., Orlóciné Debreceni Á., Bartus E. (2004): Államilag elismert őszi káposztarepce fajták fogékonysága a fehérpenészes szárrothadással (*Sclerotinia sclerotiorum*) szemben. 9. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum. Debrecen, 2004. október 20-21., 130-133p.
21. Sexton, A. C., and Howlett, B. J. (2004). Microsatellite markers reveal genetic differentiation among populations of *Sclerotinia sclerotiorum* from Australian canola fields. *Curr. Genet.* 46:357-365.
22. Sharma, P., Meena, P. D., Verma, P. R., Saharan, G. S., Mehta, N., Singh, D., Kumar, A. (2015): *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary causing *Sclerotinia* rot in oilseed Brassicas: A review. *Journal of Oilseed Brassica*, 6 (Special).
23. Smolińska, U., Kowalska, B. (2018): Biological control of the soil-borne fungal pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* – a review. *Journal of Plant Pathology* (2018) 100:1-12
24. Turóczy Gy. (2008): Biológiai védekezés növényi kórokozókkal szemben. In: Darvas B. (szerk): Biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon. MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, Budapest, 259 p., 100-151.p.
25. Uloth, M. B., You, M. P., Finnegan, P. M., Banga, S. S., Banga, S. K., Sandhu, P. S., Yi, H., Salisbury, P. A., Barbetti, M. J. (2013): New sources of resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* for crucifer crops. *Field Crops Research* 154 (2013) 40–52.
26. Wang, Z., Mao, H., Dong, C., Ji, R., Cai, L., Fu, H., Liu, S. (2008): Overexpression of *Brassica napus* MPK4 Enhances Resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in Oilseed Rape. *Plant Disease* Vol. 22, No. 3, The American Phytopathological Society.
27. Wong, A. L., Willetts, H. J. (1975): A Taxonomic Study of *Sclerotinia sclerotiorum* and Related Species: Mycelial Interactions. *Journal of General Microbiology*, 88, 339-344.
28. Yu, Y., Cai, J., Ma, L., Huang, Z., Wang, Y., Fang, A., Yang, Y., Qing, L., Bi, Ch. (2020): Population Structure and Aggressiveness of *Sclerotinia sclerotiorum* From Rapeseed (*Brassica napus*) in Chongqing City. *Plant Disease* Vol 104, No. 4, The American Phytopathological Society
29. Zándoki, E. (2007): A *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary hazai és Európai izolátumainak változékonysága. Doktori (PhD) értekezés, SZIE, Gödöllő, 120 p.
30. Nébih Növényvédőszer adatbázis (2023): <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso>
31. https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/varosok_jellemzoi/Szombathely/ (letöltve: 2023.04.01.)
32. <https://www.google.com/maps> (letöltve: 2023.04.01.)
33. <https://portal.nebih.gov.hu> (letöltve: 2023.04.01.)

MELLÉKLETEK

I. táblázat: *S. sclerotiorum* törzsek agresszivitása vetőmagon, ANOVA

S. sclerotiorum törzsek agresszivitási mértéke hibrid vetőmagon																																
	3H1a	3H1c	3H3b	7H1a	7H1b	7H1c	7H2a	7H2b	7H2c	7H3a	7H3b	7H3c	1b	2+	3	4,1	4,2	5+1	5+2	6	7a	7b	MIX1/1	MIX1/2	MIX2/1	MIX2/2	MIX3/1	MIX3/2	MIX4/1	MIX4/2	MIX5/1	MIX5/2
3H1a		1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,62	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,76	0,00	1,00	0,62
3H1c	1,56		1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,04	1,00	0,62	1,00	0,00	0,98	1,00	0,00	1,00	0,07	0,00	1,00	0,04	
3H3b	0,52	1,04		0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,33	1,00	0,98	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,47	0,00	1,00	0,33		
7H1a	8,82	10,38	9,34		1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,13	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,07	1,00	0,00	0,13		
7H1b	6,23	7,78	6,75	2,59		0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,33	1,00	0,00	0,62	0,01	1,00	0,13	0,01	0,95	1,00	0,00	1,00	0,07	1,00	
7H1c	1,30	0,26	0,78	10,12	7,52		1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,07	1,00	0,76	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,13	0,00	1,00	0,07	1,00	
7H2a	1,82	0,26	1,30	10,64	8,04	0,52		0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,02	1,00	0,47	1,00	0,00	0,95	1,00	0,00	1,00	0,04	0,00	0,98	0,02	
7H2b	9,86	11,42	10,38	10,4	3,63	11,16	11,67		0,00	0,00	1,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,87	0,00	0,00	1,00	0,00	0,01	
7H2c	0,00	1,56	0,52	8,82	6,23	1,30	1,82	9,86		1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,62	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,76	0,00	1,00	0,62		
7H3a	1,04	0,52	0,52	9,86	7,26	0,26	0,78	10,90	1,04		0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,13	1,00	0,87	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,21	0,00	1,00	0,13		
7H3b	8,56	10,12	9,08	0,26	2,34	9,86	10,38	1,30	8,56	9,60		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,21	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,13	1,00	0,00	0,21		
7H3c	15,83	17,38	16,34	7,01	9,60	17,12	17,64	5,97	15,83	16,86	7,26		0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1b	20,50	22,05	21,01	11,67	14,27	21,79	22,31	10,64	20,50	21,53	11,93	4,67		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2+	1,82	0,26	1,30	10,64	8,04	0,52	0,00	11,67	1,82	0,78	10,38	17,64	22,31		1,00	1,00	1,00	0,00	0,02	1,00	0,47	1,00	0,00	0,95	1,00	0,00	1,00	0,04	0,00	0,98	0,02	
3	0,52	1,04	0,00	9,34	6,75	0,78	1,30	10,38	0,52	0,52	9,08	16,34	21,01	1,30		1,00	1,00	0,00	0,33	1,00	0,98	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,47	0,00	1,00	0,33		
4,1	0,78	2,34	1,30	8,04	5,45	2,08	2,59	9,08	0,78	1,82	7,78	15,05	19,72	2,59	1,30		1,00	0,00	0,95	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,02	1,00	0,98	0,00	1,00	0,95	
4,2	0,52	1,04	0,00	9,34	6,75	0,78	1,30	10,38	0,52	0,52	9,08	16,34	21,01	1,30	0,00	1,30		0,00	0,33	1,00	0,98	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,47	0,00	1,00	0,33	
5+1	10,64	12,19	11,16	1,82	4,41	11,93	12,45	0,78	10,64	11,67	2,08	5,19	9,86	12,45	11,16	9,86	11,16		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,47	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
5+2	3,89	5,45	4,41	4,93	2,34	5,19	5,71	5,97	3,89	4,93	4,67	11,93	16,60	5,71	4,41	3,11	4,41	6,75		0,21	1,00	0,76	0,47	1,00	0,76	0,04	1,00	0,02	1,00	0,47	0,98	1,00
6	0,78	0,78	0,26	9,60	7,01	0,52	1,04	10,64	0,78	0,26	9,34	16,60	21,27	1,04	0,26	1,56	0,26	11,42	4,67		0,95	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,33	0,00	1,00	0,21	
7a	2,34	3,89	2,85	6,49	3,89	3,63	4,15	7,52	2,34	3,37	6,23	13,49	18,16	4,15	2,85	1,56	2,85	8,30	1,56	3,11		1,00	0,02	1,00	0,00	0,47	1,00	0,02	1,00	1,00	0,76	
7b	0,26	1,82	0,78	8,56	5,97	1,56	2,08	9,60	0,26	1,30	8,30	15,57	20,24	2,08	0,78	0,52	0,78	10,38	3,63	1,04	2,08		0,00	1,00	0,00	1,00	0,87	0,00	1,00	0,76		
MIX1/1	8,04	9,60	8,56	0,78	1,82	9,34	9,86	1,82	8,04	9,08	0,52	7,78	12,45	9,86	8,56	7,26	8,56	2,59	4,15	8,82	5,71	7,78		0,00	1,00	1,00	0,33	1,00	0,00	0,47		
MIX1/2	1,30	2,85	1,82	7,52	4,93	2,59	3,11	8,56	1,30	2,34	7,26	14,53	19,20	3,11	1,82	0,52	1,82	9,34	2,59	2,08	1,04	1,04	6,75		1,00	0,00	0,07	0,95	1,00	1,00	1,00	
MIX2/1	0,26	1,82	0,78	8,56	5,97	1,56	2,08	9,60	0,26	1,30	8,30	15,57	20,24	2,08	0,78	0,52	0,78	10,38	3,63	1,04	2,08	0,00	7,78	1,04		0,00	0,00	0,87	0,00	1,00	0,76	
MIX2/2	9,34	10,90	9,86	0,52	3,11	10,64	11,16	0,52	9,34	10,38	0,78	6,49	11,16	11,16	9,86	8,56	9,86	1,30	5,45	10,12	7,01	9,08	1,30	8,04	9,08		0,98	0,00	0,02	1,00	0,04	
MIX3/1	6,49	8,04	7,01	2,34	0,26	7,78	8,30	3,37	6,49	7,52	2,08	9,34	14,01	8,30	7,01	5,71	7,01	4,15	2,59	7,26	4,15	6,23	1,56	5,19	6,23	2,85		0,98	1,00	0,04	1,00	
MIX3/2	1,82	0,26	1,30	10,64	8,04	0,52	0,00	11,67	1,82	0,78	10,38	17,64	22,31	0,00	1,30	2,59	1,30	12,45	5,71	1,04	4,15	2,08	9,86	3,11	2,08	11,16	8,30	0,04	0,00	0,98	0,02	
MIX4/1	3,63	5,19	4,15	5,19	2,59	4,93	5,45	6,23	3,63	4,67	4,93	12,19	16,86	5,45	4,15	2,85	4,15	7,01	0,26	4,41	1,30	3,37	4,41	2,34	3,37	5,71	2,85		0,33	1,00	1,00	
MIX4/2	8,04	9,60	8,56	0,78	1,82	9,34	9,86	1,82	8,04	9,08	0,52	7,78	12,45	9,86	8,56	7,26	8,56	2,59	4,15	8,82	5,71	7,78	0,00	6,75	7,78	1,30	1,56	9,86	4,41	0,00	0,47	
MIX5/1	1,04	2,59	1,56	7,78	5,19	2,34	2,85	8,82	1,04	2,08	7,52	14,79	19,46	2,85	1,56	0,26	1,56	9,60	2,85	1,82	1,30	0,78	7,01	0,26	0,78	8,30	5,45	2,85	2,59	7,01	0,98	
MIX5/2	3,89	5,45	4,41	4,93	2,34	5,19	5,71	5,97	3,89	4,93	4,67	11,93	16,60	5,71	4,41	3,11	4,41	6,75	0,00	4,67	1,56	3,63	4,15	2,59	3,63	5,45	2,59	5,71	0,26	4,15	2,85	

II.

táblázat: *S. sclerotiorum* törzsek agresszivitása termésen, ANOVA

S. sclerotiorum törzsek agresszivitási méréke termésen																																
	3H1a	3H1c	3H3b	7H1a	7H1b	7H1c	7H2a	7H2b	7H2c	7H3a	7H3b	7H3c	1b	2+	3	41	42	5+1	5+2	6	7a	7b	MIX11	MIX12	MIX21	MIX22	MIX31	MIX32	MIX41	MIX42	MIX51	MIX52
3H1a		1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,17	1,00	1,00	0,01	0,00	0,00	1,00	1,00	0,87	0,09	0,00	0,00	0,28	1,00	0,87	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	1,00	0,28	1,00	1,00	0,00
3H1c	0,00		1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,17	1,00	1,00	0,01	0,00	0,00	1,00	1,00	0,87	0,09	0,00	0,00	0,28	1,00	0,87	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	1,00	0,28	1,00	1,00	0,00
3H3b	0,00	0,00		0,00	1,00	1,00	1,00	0,17	1,00	1,00	0,01	0,00	0,00	1,00	1,00	0,87	0,09	0,00	0,00	0,28	1,00	0,87	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	1,00	0,28	1,00	1,00	0,00
7H1a	11,86	11,86	11,86		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,98	1,00	0,00	0,98	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	
7H1b	0,56	0,56	0,56	12,43		1,00	1,00	0,05	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,98	0,58	0,02	0,00	0,00	0,09	1,00	0,58	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	1,00	0,09	1,00	1,00	0,00
7H1c	0,85	0,85	0,85	12,71	0,28		1,00	0,02	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,95	0,42	0,01	0,00	0,00	0,05	1,00	0,42	0,00	0,00	0,01	0,00	0,98	0,05	1,00	1,00	0,00	
7H2a	0,28	0,28	0,28	11,58	0,85	1,13		0,28	1,00	1,00	0,01	0,00	0,00	1,00	1,00	0,95	0,17	0,00	0,00	0,42	1,00	0,95	0,00	0,00	0,09	0,00	0,01	1,00	0,42	1,00	1,00	0,00
7H2b	4,80	4,80	4,80	7,06	5,37	5,65	4,52		0,95	0,09	1,00	1,00	0,00	0,58	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,74	1,00	0,00	0,01	1,00	0,42	1,00	0,98	1,00	0,42	0,28	1,00
7H2c	1,70	1,70	1,70	10,17	2,26	2,54	1,41	3,11		1,00	0,28	0,09	0,00	1,00	1,00	1,00	0,87	0,00	0,00	0,98	1,00	1,00	0,00	0,74	0,00	0,28	1,00	0,98	1,00	1,00	0,05	
7H3a	0,28	0,28	0,28	12,14	0,28	0,56	0,56	5,08	1,98		0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,74	0,05	0,00	0,00	0,17	1,00	0,74	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	1,00	0,17	1,00	1,00	0,00
7H3b	6,21	6,21	6,21	5,65	6,78	7,06	5,93	1,41	4,52	6,50		1,00	0,00	0,05	0,58	0,98	1,00	0,00	0,02	1,00	0,09	0,98	0,00	0,28	1,00	0,98	1,00	0,42	1,00	0,02	0,01	1,00
7H3c	6,78	6,78	6,78	5,08	7,34	7,63	6,50	1,98	5,08	7,06	0,56		0,00	0,01	0,28	0,87	1,00	0,00	0,09	1,00	0,02	0,87	0,00	0,58	1,00	1,00	0,17	1,00	0,01	0,00	1,00	0,00
1b	20,34	20,34	20,34	8,47	20,90	21,18	20,05	15,53	18,64	20,62	14,12	13,56		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,74	1,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2+	0,85	0,85	0,85	11,02	1,41	1,70	0,56	3,95	0,85	1,13	5,37	5,93	19,49		1,00	1,00	0,42	0,00	0,00	0,74	1,00	1,00	0,00	0,28	0,00	0,05	1,00	0,74	1,00	1,00	0,01	0,00
3	2,26	2,26	2,26	9,60	2,82	3,11	1,98	2,54	0,56	2,54	3,95	4,52	18,08	1,41		1,00	0,98	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,95	0,00	0,58	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17	0,00
41	3,39	3,39	3,39	8,47	3,95	4,24	3,11	1,41	1,70	3,67	2,82	3,39	16,95	2,54	1,13		1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,02	0,98	1,00	1,00	0,98	0,95	0,74	0,00
42	5,08	5,08	5,08	6,78	5,65	5,93	4,80	0,28	3,39	5,37	1,13	1,70	15,25	4,24	2,82	1,70		0,00	0,00	1,00	0,58	1,00	0,02	1,00	0,58	1,00	0,95	1,00	0,28	0,17	1,00	0,00
5+1	14,12	14,12	14,12	2,26	14,69	14,97	13,84	9,32	12,43	14,40	7,91	7,34	6,21	13,27	11,86	10,73	9,04		1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,87	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5+2	11,86	11,86	11,86	0,00	12,43	12,71	11,58	7,06	10,17	12,14	5,65	5,08	8,47	11,02	9,60	8,47	6,78	2,26		0,00	0,00	0,00	0,98	1,00	0,00	0,98	0,02	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00
6	4,52	4,52	4,52	7,34	5,08	5,37	4,24	0,28	2,82	4,80	1,70	2,26	15,82	3,67	2,26	1,13	0,56	9,60	7,34		0,87	1,00	0,00	0,01	1,00	0,28	1,00	1,00	0,58	0,42	1,00	0,00
7a	1,13	1,13	1,13	10,73	1,70	1,98	0,85	3,67	0,56	1,41	5,08	5,65	19,21	0,28	1,13	2,26	3,95	12,99	10,73	3,39		1,00	0,00	0,42	0,00	0,09	1,00	0,87	1,00	1,00	0,01	0,00
7b	3,39	3,39	3,39	8,47	3,95	4,24	3,11	1,41	1,70	3,67	2,82	3,39	16,95	2,54	1,13	0,00	1,70	10,73	8,47	1,13	2,26		0,00	0,00	0,02	0,98	1,00	1,00	0,98	0,95	0,74	0,00
MIX11	14,69	14,69	14,69	2,82	15,25	15,53	14,40	9,89	12,99	14,97	8,47	7,91	5,65	13,84	12,43	11,30	9,60	0,56	2,82	10,17	13,56	11,30	0,58	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MIX12	10,73	10,73	10,73	1,13	11,30	11,58	10,45	5,93	9,04	11,02	4,52	3,95	9,60	9,89	8,47	7,34	5,65	3,39	1,13	6,21	9,60	7,34	3,95		0,05	1,00	0,28	0,00	0,01	0,00	0,74	0,00
MIX21	5,37	5,37	5,37	6,50	5,93	6,21	5,08	0,56	3,67	5,65	0,85	1,41	14,97	4,52	3,11	1,98	0,28	8,76	6,50	0,85	4,24	1,98	9,32	5,37		0,74	1,00	0,87	1,00	0,17	0,09	1,00
MIX22	9,04	9,04	9,04	2,82	9,60	9,89	8,76	4,24	7,34	9,32	2,82	2,26	11,30	8,19	6,78	5,65	3,95	5,08	2,82	4,52	7,91	5,65	5,65	1,70	3,67		0,98	0,00	0,28	0,00	0,00	1,00
MIX31	6,21	6,21	6,21	5,65	6,78	7,06	5,93	1,41	4,52	6,50	0,00	0,56	14,12	5,37	3,95	2,82	1,13	7,91	5,65	1,70	5,08	2,82	8,47	4,52	0,85	2,82		0,42	1,00	0,02	0,01	1,00
MIX32	1,98	1,98	1,98	9,89	2,54	2,82	1,70	2,82	0,28	2,26	4,24	4,80	18,36	1,13	0,28	1,41	3,11	12,14	9,89	2,54	0,85	1,41	12,71	8,76	3,39	7,06	4,24	1,00	1,00	1,00	0,09	0,00
MIX41	4,52	4,52	4,52	7,34	5,08	5,37	4,24	0,28	2,82	4,80	1,70	2,26	15,82	3,67	2,26	1,13	0,56	9,60	7,34	0,00	3,39	1,13	10,17	6,21	0,85	4,52	1,70	2,54		0,58	0,42	1,00
MIX42	0,56	0,56	0,56	11,30	1,13	1,41	0,28	4,24	1,13	0,85	5,65	6,21	19,77	0,28	1,70	2,82	4,52	13,56	11,30	3,95	0,56	2,82	14,12	10,17	4,80	8,47	5,65	1,41	3,95		1,00	0,00
MIX51	0,28	0,28	0,28	11,58	0,85	1,13	0,00	4,52	1,41	0,56	5,93	6,50	20,05	0,56	1,98	3,11	4,80	13,84	11,58	4,24	0,85	3,11	14,40	10,45	5,08	8,76	5,93	1,70	4,24	0,28		0,00
MIX52	7,06	7,06	7,06	4,80	7,63	7,91	6,78	2,26	5,37	7,34	0,85	0,28	13,27	6,21	4,80	3,67	1,98	7,06	4,80	2,54	5,93	3,67	7,63	3,67	1,70	1,98	0,85	5,08	2,54	6,50	6,78	0,00

EREDETISÉG ÉS SZELLEMI TULAJDONKEZELÉSI NYILATKOZAT

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Oluski Olga
A Hallgató Neptun kódja: AEYBV4
A dolgozat címe: Repceről izolált Sclerotinia törzsek összehasonlító
A megjelenés éve: otofiziológiai vizsgálata
A konzulens tanszék neve: 2023.
Növényvédelmi intézet, Szent István Campus, Gödöllo

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s 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 mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: Gödöllo 2023. év május hó 02. nap

Oluski Olga
Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Oluski Olga (név) (hallgató Neptun azonosítója: AEYBV4)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre
javaslom/nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2023. év május hó 02. nap



Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.