

TDK dolgozat

Szauer Kitti

**Mosonmagyaróvár
2022**

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
ALBERT KÁZMÉR MOSONMAGYARÓVÁRI KAR
NÖVÉNYTUDOMÁNYI TANSZÉK

Konzulens:
Dr. Kerekes Gábor
tudományos főmunkatárs

Macrophomina phaseolina életképességének vizsgálata különböző hőmérsékleten in vitro
körülmények között

Készítette:
SZAUER KITTI
okleveles mérnökjelölt

Növényorvosi Mesterképzési Szak
Mosonmagyaróvár
2022

Absztrakt

A dolgozatom a napraforgó és más növények hamuszürke szárkorhadását előidéző *Macrophomina phaseolina* növényi kórokozó gombából készítettem.

A *Macrophomina phaseolina* mikroszkleróciumokkal – ezek úgynevezett kitartó képletek – vészeli át a számára kedvezőtlen időszakot és ezek micelogén csírázásával képes a kultúrnövények fertőzésére. A talaj felső, 1 cm-es rétege jelentős felmelegedésen és hő ingáson mehet keresztül a napi és vegetációs intervallumot tekintve. Következésképpen a kísérletemben azt vizsgáltam, mely hőmérséklet teheti életképtelenné a mikroszkleróciumokat.

A vizsgálatban használt inokulumot fertőzött, de intakt napraforgó szárból nyertem laboratóriumban, steril körülmények között. Az ebből származó bélrészeket – egyenként hozzávetőlegesen 4,5 cm²-os darabok – Petri-csészébe helyeztem.

A jelölt Petri-csészéket a kívánt hőmérsékleten (40°C és 80°C között) termosztátba inokuláltam.

A különböző hőmérsékleteken a fertőző anyag 1-2-3-4-5 napos időintervallumot töltött bent.

Mindegyik nap elteltével a fertőző anyagot steril körülmények között oltófülkében PDA-ra – Potato Dextroz Agar – oltottam, melyen a gomba könnyen képes telepet fejleszteni.

Az eredmények azt mutatják, hogy a napraforgó bélszöveti részében a mikroszkleróciumok 80°C hőmérsékleten történő több napos inkubálás ellenére is életképes maradt.

Abstract

My thesis is about the ash-gray stem rot of sunflowers and other plants - I made it from the plant pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina*.

Macrophomina phaseolina with its microsclerotia - these are so-called persistent formulas - survives unfavorable periods and is able to infect cultivated plants with its mycelogenic germination. The top 1 cm layer of the soil can experience significant warming and temperature fluctuation in terms of the daily and vegetation interval. Consequently, in my experiment I investigated which temperature could make the *Macrophomina phaseolina* non-viable.

The inoculum used in the study was obtained from an infected but intact sunflower stem in the laboratory under sterile conditions. I placed the interstitial parts - individually from this in pieces of approximately 4,5 cm² - in Petri-dish.

I placed the labeled Petri dishes into a thermostat at the desired temperature (between 40°C and 80°C). Following incubations at different temperatures, the infectious material was placed under sterile conditions onto PDA - Potato Dextrose Agar - on which the fungus can easily develop a colony.

The results show that the microsclerotia in the intestinal part of the sunflower remained viable despite several days of incubation at a temperature of 80°C.

Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS	6
1.1.	CÉLKITÚZÁS	7
2.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	8
2.1.	<i>MACROPHOMINA PHASEOLINA</i> RENDSZERTANI BESOROLÁSA	8
2.2.	<i>MACROPHOMINA PHASEOLINA</i> MORFOLÓGIAI JELLEMZÉSE ÉS BIOLÓGIÁJA	9
2.3.	<i>MACROPHOMINA PHASEOLINA</i> ÁLTAL OKOZOTT TÜNETEK	12
2.4.	<i>MACROPHOMINA PHASEOLINA</i> JELENTŐSÉGE ÉS ELTERJEDÉSE	13
2.5.	<i>MACROPHOMINA PHASEOLINA</i> FEJLŐDÉSÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK	14
2.5.1.	Hőmérséklet	14
2.5.2.	Táptalaj.....	14
2.5.3.	Kémhatás (pH).....	15
2.6.	NÖVÉNYVÉDELMI LEHETŐSÉGEK	16
2.6.1.	Kémiai védekezés.....	17
2.6.2.	Biológiai védekezés.....	17
3.	ANYAG ÉS MÓDSZER.....	18
3.1.	VIZSGÁLAT HELYSZÍNE.....	18
3.2.	VIZSGÁLAT ANYAGA	18
3.2.1.	Kórokozó	18
3.2.2.	Eszközök	19
3.2.3.	Táptalaj.....	20
4.	EREDMÉNYEK.....	22
4.1.	A KÓROKOZÓ TENYÉSZBÉLYEGEI	HIBA! A KÖNYVJELZŐ NEM LÉTEZIK.
4.2.	HŐMÉRSÉKLETI TESZTEREDMÉNYEK	22
4.2.1.	40°C, 50°C, 60°C, 70°C	22
4.2.2.	80°C.....	22
5.	KÖVETKEZTETÉSEK	24
6.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	25
	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	26
	SZAKIRODALOM.....	27
	ÁBRAJEGYZÉK.....	30

1. Bevezetés

Korunk egyik legfőbb kihívása a klímaváltozás, főleg a mezőgazdaság számára. A felmelegedéssel számos olyan kórokozó előkerül a homályból, melyeknek nem tulajdonítottunk eddig nagy jelentőséget, ezzel szemben, az eddig hatalmas károkat okozó betegségek kiszorulhatnak a palettáról. Magyarország éghajlatára egyre inkább jellemzőek a csapadékhiányos, aszályos időszakok, melyek a dolgozatomban vizsgálat alá vont *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. gombának is kedveznek. Hazánkban a szántóföldi növények sorrendjében a gabona növényeket közvetlenül követik az olajosnövények, mint a napraforgó (*Helianthus annuus*) és az őszi káposztarepce (*Brassica napus*).

Napraforgót a mai viszonylatban országunkban 605.295 hektáron termesztnek, melynek termésátlaga 2.750 kg/ha (URL 1).

Az országban a jelenlegi termesztés biztonságát a gombafajok megjelenése határozza meg. Ezen növényt húsnál több gombafaj támadhatja meg, melyek közül súlyos kárt öt faj képes előidézni (Békési, 2002). Ezen gombák közé tartozik a már fentebb említett *Macrophomina phaseolina* is.

Békési (2018) számba vette az elsődleges jeleket a betegséggel kapcsolatban, mely szerint az elmúlt évszázadban 5-8 évente ütötte fel a fejét a hamuszürke szárcorhadás (URL 2). Ezzel szemben 2001-óta megnöttek a fertőzési görbék, 2002-ben, 2003-ban, 2011-ben, 2012-ben és 2015-ben – tehát az említett évek 30%-ában. Az adatokból feltűnik, hogy növekedésnek indult a járványos évek száma.

A felmelegedési tendencia várható hatásait a Kárpát-medencében és Magyarországon több hazai éghajlatkutató is elemezte. 2000 és 2050 között az évi középhőmérséklet 0,5 °C-os emelkedésével, a nyári időszakban a napfénytartam 10%-os növekedésével és az évi csapadékmennyiség 10-15%-os csökkenésével számolhatunk (Vörös és Maros, 2004).

Ezen adatokból kifolyólag számolni kell a ténnyel, hogy az évek előre haladtával egyre nagyobb gyakorisággal kell számítani a *Macrophomina phaseolina* járványszerű robbanására.

1.1. Célkitűzés

Elsődleges célkitűzésünk volt annak megvizsgálása, hogy a talajfelszín szezonális és napi hőmérséklet-kilengései befolyásolják-e, mérséklik-e a mikroszkleróciumok fertőzőképességét, illetve kerestük azt a hőmérséklet - kitettségi idő összefüggést, amely során a *Macrophomina phaseolina* mikroszkleróciumai életképtelenné válnak.

Ennek megfelelően az alábbi feladatokat tűztük ki:

- *Macrophomina phaseolina* által fertőzött napraforgó növények begyűjtése szántóföldről
- fertőzött bél részek kinyerése és tárolása steril körülmények között Petri-csészében
- keresni azt a hőmérsékletet, mely károsítja a mikroszkleróciumok életképességét
- meghatározni a gyakorlat számára még értelmezhető hőmérséklet-tartományokat, melyeken az inkubációt a kórokozó mikroszkleróciumaival elvégezzük
- meghatározni azt az időintervallumot, amely idő alatt a kórokozó kitartó képletei adott hőmérsékleten károsodnak.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. *Macrophomina phaseolina* rendszertani besorolása

A *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. nevű kórokozó mintegy 500 növényfaj fertőzésére képes, köztük a számunkra gazdaságilag jelentős kukorica, a szója és a napraforgó hamuszürke szárkorhadását váltja ki.

Korábban számos más neve is volt a kórokozónak:

- *Rhizoctonia lamellifera* W. Small
- *Sclerotium bataticola* Taubenh.
 - *Rhizoctonia bataticola* (Taubenh.)
- *Macrophoma faseoli* Maubl.
- *Macrophomina philippinensis* Petr.
 - *Dothiorella philippinensis* (Petr.) Petr.
- *Macrophoma corchori* Sawada
- *Macrophoma phaseoli* Maubl.
 - *Dothiorella phaseoli* (Mauhl.) Petr.
 - *Macrophomina phaseoli* (Mauhl.)
 - *Botryodiplodia phaseoli* (Mauhl.) Thirum.
 - *Tiarosporella phaseoli* (Mauhl.) Aa (*Mycobank*, 2022)

2.2. *Macrophomina phaseolina* morfológiai jellemzése és biológiája

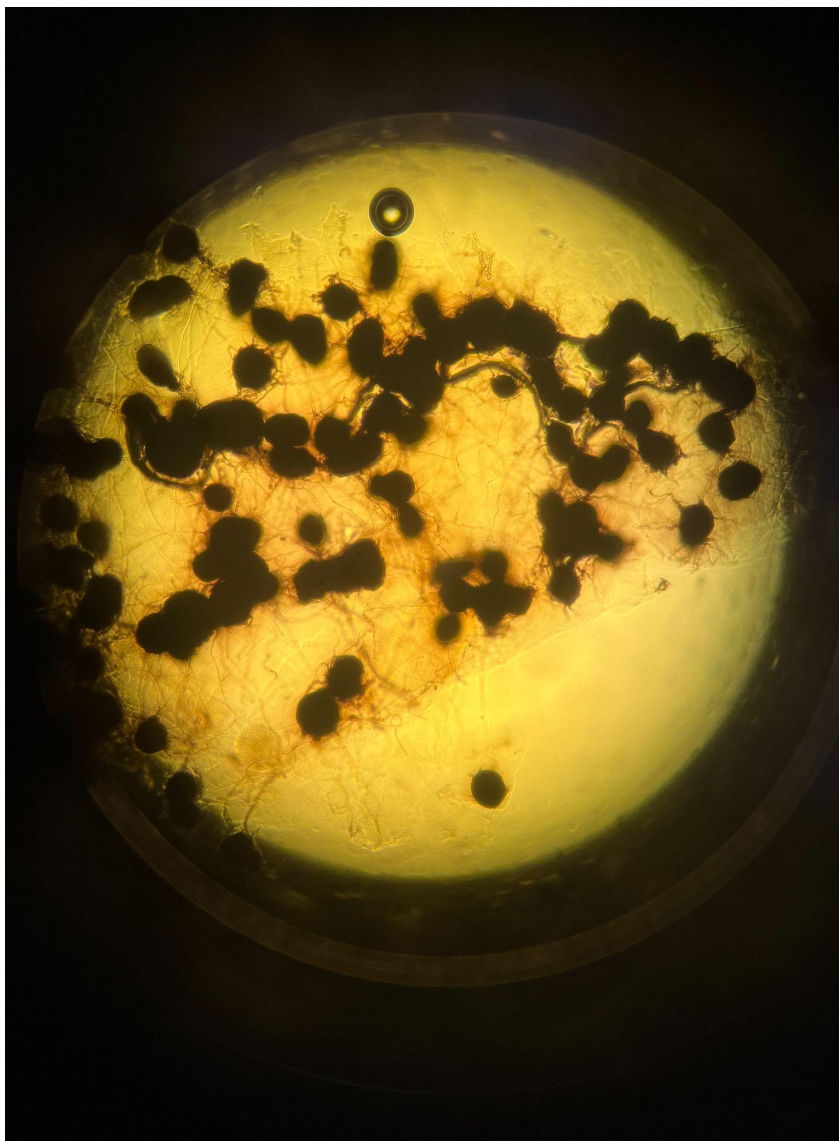
Ivaros alakja ismeretlen. A kórokozó két anamorf alakot képez, egy piknídiumos (*Macrophomina* alak) és egy mikroszkleróciumos formát (*Rhizoctonia* alak). *Taubenhaus* (1913) azonosította elsőként a mikroszkleróciumos (*Rhizoctonia bataticola*) formát, míg *Haig* (1928) a piknídiumos (*Macrophomina phaseolina*) alakot írta le. Az „egy gomba-egy név” szabályai szerint a *Macrophomina phaseolina* (*Botryosphaeriaceae* tömlősgomba család) tekintendő legitim, ezért követendő tudományos névnek (*Kövics*, 2021).

Melegebb éghajlaton a babon és számos más gazdanövények úgynevezett hamuszürke rothadást („ashy stem blight”) okoz. Elsősorban a gyökereket károsítja, ezeken kívül csiranövény-pusztulást, szár- és gyümölcsrothadást idéz elő. A piknídiumok gömbölyűek, lapítottak, feketésbarnák, 100-200 µm átmérőjűek. A konídiumok megnyúlt tojásdadok, 16-32 x 6-11 µm méretűek. A beteg növényi részeken lapított gömbölyű, fekete, bő olaj tartalmú szkleróciumok is keletkeznek (*Ubrizsy*, 1965).

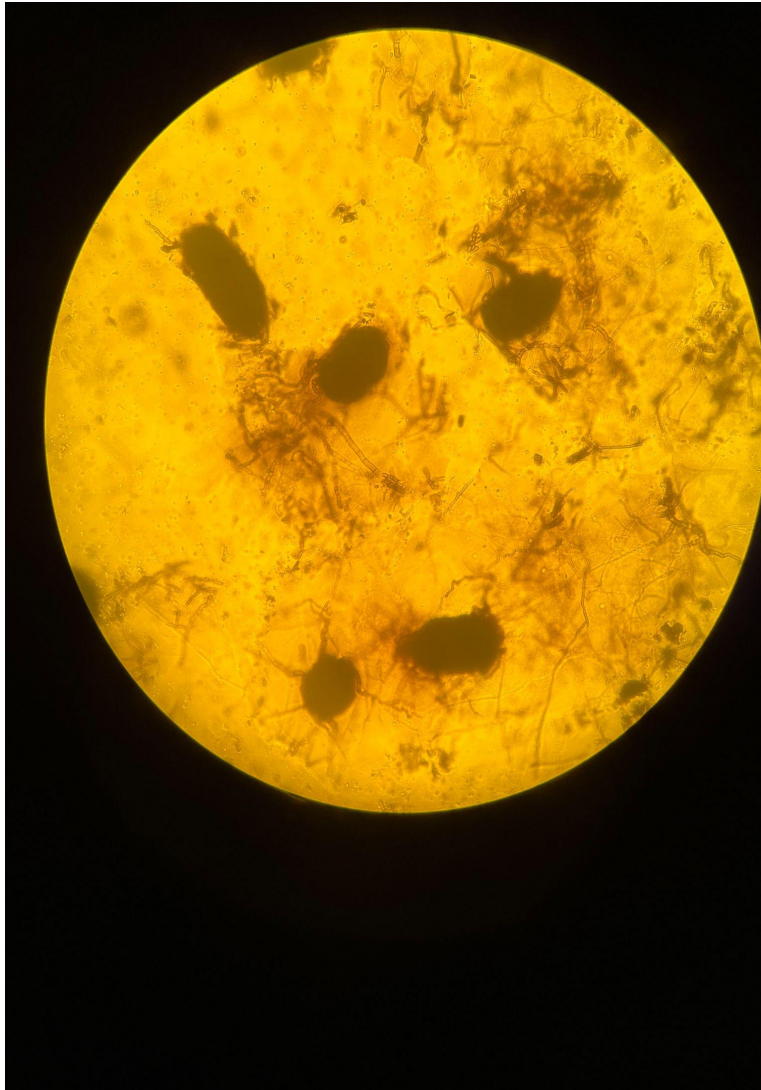
A *Macrophomina* micélium növekedését és a betegségek kialakulását a 30-35°C közötti talajhőmérséklet teszi lehetővé (*Mathur és Sackston*, 1963).

A *Macrophomina phaseolina* egy toxint termel, amely a leveleken lévő nekrotikus foltokért felelős (*Chan és Sackston*, 1969), míg a hervadásért a xilémekben lévő erek micéliummal való eltömődése a felelős (*Zizzerini et al.*, 1985).

A gazdanövény gyökér- és szár szövetében mikroszkleróciumokat termel (1. ábra és 2. ábra), amelyek lehetővé teszik, hogy 2-15 évig fennmaradjon a talajban, és elsődleges inokulum forrásként szolgáljon (*Meyer et al.* 1974).



1. ábra Macrophomina phaseolina mikroszkleróciukai 10-szeres nagyításban (Szauer, 2022)



2. ábra *Macrophomina phaseolina* mikroszkleróciukai 20-szoros nagyításban (Szauer, 2022)

2.3. *Macrophomina phaseolina* által okozott tünetek

Korábbi közlések szerint, a csíranövények gyökérnyaki részén és levelein barna léziók alakultak ki, klorotikus hervadás következett be, de leírtak olyat is, hogy a növények föld feletti részein tünetek hiányában, gyors pusztulás következett be. A virágzás-terméskötődés időszaka a növény számára nagy vízvesztést eredményez, így ezek együttes hatására a napraforgón hervadásos tünetei figyelhetők meg, fitotoxin-termelés miatt lankadnak a levelek, egy hirtelen hervadási folyamat megy végbe a fertőzött egyedeken. További tünetként a növény szára felreped, lehámlik az epidermisz és hamuszürkévé válik a bélrész, aminek a magyar elnevezést is köszönheti a kórokozó (*URL 3*).

Az első föld feletti tünetek 1-4 héttel a rendes érés előtt jelentkeznek. A kórokozó elváltozást okoz a gyökereken, a száron, a hüvelyeken és a magvakon. A talajszinttől felfelé a száron ritkán, felszínes, világosbarnától szürkés színű elváltozások jelennek meg. Az érszövetekben és a bélben mikroszkleróciumok képződnek, amelyek szürkésfekete megjelenést kölcsönöznek a szár szubepidermális szöveteinek (*Bristow és Wyllie, 1986*).

A növény pusztulását követően számos, apró, gombostűfejnyi mikroszklerócium jelenik meg, amelyek jól láthatóak, ha az alsó szárok és gyökerek hámszövetét lehúzza az érintett részekről. A fertőzött növényállomány a szántóföldön elszórt foltokban idő előtti sárgulást mutat. Súlyos betegség esetén a szántóföldön nagy területen a fertőzött növényen az elhalt levelek a levélnyélhez tapadva maradnak még néhány napig az elhullás után (*Gupta et al., 2012*).

2.4. *Macrophomina phaseolina* jelentősége és elterjedése

A *Macrophomina phaseolina* világszerte megtalálható, de legelterjedtebb, és a legtöbb kárt a forró, száraz vegetációs időszakokkal rendelkező régiókban okozza, mint például Egyiptomban, Indiában, és Pakisztánban. A napraforgó fertőzöttségéről Argentínából, Ausztráliából, Egyiptomból, Franciaországból, Magyarországról, Indiából, Olaszországból, Romániából, a volt Szovjetunióból, az USA-ból, Uruguayból és Jugoszláviából jelentettek (Békési, 1970; Kolte, 1985; Bhutta et al., 1993).

Wather et al. (2010) becsléseket készített a szójabab termésvesztéséről a nyolc legnagyobb szójatermelő országban. A rozsda után a jelentős termésvesztést a szójabab-fonálféreg, a barnafoltosság, a palántabetegségek, az antraknózis és a hamuszürke szárkorhadás betegségek és kártevők okozták az ismertetett sorrendben.

Magyarországi megjelenésekor Agárd, Baja, Ikrény, Röjtökmuzsaj, Tordas és Villány-Siklós környékén a gomba 1-20% közötti napraforgón észlelt előfordulásáról számoltak be (Békési, 1970).

A termésvesztés a napraforgó esetében fejtámró és a magtömeg csökkenése miatt következik be (Tikhonov et al., 1976).

Az 1980-as években elvégzett felmérések alapján a *Macrophomina phaseolina* által okozott fertőzöttség Hajdúszoboszlónál 1% körüli, Szekszárdnál 2-8% közötti, míg Mélykút környékén az 50%-ot is meghaladta. Ahol 50-60%-os a fertőzöttség ott a két döntő termésleletet vizsgálták, a tányérátmérőt és az ezerkaszattömeget, hogy a gomba mekkora hatással volt a termésre. A beteg növények tányérátmérője 15-17%-kal, az ezerkaszattömeg pedig 25%-kal csökkent. Ezen adatokból az következik, hogy a kórokozó a fertőzött egyedek termését 30-40%-kal csökkenti, ami 50%-os állományfertőzöttségnél 15-20% termésvesztést jelent (Békési, 1981).

2.5. *Macrophomina phaseolina* fejlődését befolyásoló tényezők

Számos tényező bír befolyással a kórokozóra. Ezek közül az elsődlegesek a környezeti tényezők. Fejlődésmenete függ a hőmérséklettől és a táptalajtól, valamint a tápanyagösszetétel és a pH, a nedvesség és a fény is hatást gyakorol rá.

2.5.1. Hőmérséklet

A kórokozó növekedéshez szükséges hőmérsékleti optimumát világszerte többen is vizsgálták már. Megállapításra került, hogy a *Macrophomina phaseolina* számára legkedvezőbb hőmérsékleti viszonyok 25-35°C között találhatók, a gomba viszont 15-40 °C között képes a növekedésre (Rana és Tipathi, 1988; Devi és Singh 1998; Csöndes és Kadlicskó, 2007; Csöndes et. al., 2012).

2.5.2. Táptalaj

Acimovic (1964) megfigyelte, hogy a leggyorsabb micéliumnövekedés és a mikroszkleróciumok leggyorsabb termelődése PDA-n észlelhető. Wasser et al. (1990) is hasonló következtetésre jutott.

Ezzel szemben Singh és Chohan (1982) szacharóz tartalmú Czapek-Dox (CDA) agaron találták a gomba micéliumnövekedését és a már említett mikroszkleróciumok kialakulását a legmegfelelőbbnek.

A kórokozó tápanyagforrása minden táptalajban más: glükóz PDA-ban (burgonya-dextróz agar), szacharóz CDA-ban (Czapek-Dox agar), dextrin MFA-ban (kukoricaliszt agar), maltóz MEA-ban (malátakivonatos agar), glükóz és pepton SGA-ban (Sabouraud-glükóz agar) (Csöndes, 2012).

2.5.3. Kémhatás (pH)

A mikroszkleróciumok képződése bőséges 2,0 és 7,0 pH között, 9,0-es pH-nál viszont elmaradt (Singh és Chohan, 1982).

Mindezekkel szemben a gomba 6,0 és 8,0 pH között jó növekedést mutatott *Lokesha és Bengani* (2004) számára.

Csöndes et al. (2012) arra a következtetésre jutott, hogy a kórokozó 2,0 – 9,0 pH-tartományban tudott kifejlődni. A pH növelésével a gomba fejlődése fokozatosan nőtt, de 7,0-es pH fölött ismét csökkent. A micélium fejlődésének in vitro pH optimuma 5,0 és 6,0 között volt.

2.5.4. Ultra ibolya fény hatása

A gomba reprodukciójában – a hőmérsékleten, a páratartalmon, a kémhatáson és a tápközegen kívül – az UV sugárzás intenzitása is fontos faktor lehet (*Jakucs és Vajna*, 2003).

A szakirodalom áttekintése során nem sok tanulmány foglalkozott az UV sugárzásnak a *Macrophomina phaseolina* kórokozóra gyakorolt hatását. Ezen terület nem ismert még annyira, mint az ultraibolya fény hatása az emberi, illetve az állati szervezetre.

Ezzel szemben meg kell említeni, hogy az utóbbi időben *Nagy és Fischl* (2002a; 2002b) folytatott kutatásokat ezen témakörben *Sclerotinia sclerotiorum* (fehérpenész) és *Macrophomina phaseolina* (hamuszürke szárkorhadás) kórokozók viszonylatában.

2.6. Növényvédelmi lehetőségek

A kórokozó ellen jelenleg nem áll rendelkezésre a gyakorlatban is megbízhatóan alkalmazható gombaölő szerek védekezési eljárás (*URL 4*).

A napraforgó növényvédelmi technológiájába engedélyezett gombaölő szerek között viszont találhatók olyan széles hatásspektrummal rendelkező, felszívódó tulajdonságú készítmények melyekkel eredményesen mérsékelhetők a fertőzések. Elsősorban azon szerek jöhetnek számításba melyek a növényen belül mindkét irányba (gyökér és tenyészőcsúcs is) szállítódnak (*URL 5*).

A kórokozó elleni védekezés több tényező miatt is nehéz:

- még nincs ellene egy bevált technológia;
- napraforgó növények közti fogékonyságbeli különbség;
- ugyanez igaz a napraforgó hibridekre is;
- az állománykezelés nem nyújt teljes védelmet;
- vetésváltás a széles gazdanövénykör miatt nem mindig jelent megoldást;
- nem minden tábla öntözése megoldott
- mikroszkleróciumok hosszú ideig életképesek a talajban (*URL 3*).

2.6.1. Kémiai védekezés

A benomil, a tiofanát-metil, a tiram, a tiobendazol, a triofin és a kaptán (ezek közül Magyarországon négy hatóanyag nincs forgalomban) talajba keverve a hatékonyság csökkenő sorrendjében csökkentette a mikroszkleróciumok életképességét a talajban és a szójabab szárdarabokban a laboratóriumi vizsgálatok során (Ilyas et al., 1976).

A nátrium-metil-ditiokarbamáttal (szintén nem engedélyezett hatóanyag) végzett talajfertőtlenítés csökkentette a kórokozó populációit a szójabab maradványain és a szántóföldi parcellákon termesztett növények gyökereiben (Kittle és Gray, 1982).

A gombaölő szerekkel végzett vetőmagkezelés bizonyos mértékig hatékonyan csökkenti a *Macrophomina phaseolina* által okozott veszteségeket a növényekben, amelyek palántakorban különösen sérülékenyek (Gupta et al., 2012).

A növekedés szabályozók közül a gibberelinsav (GA) és a 2,3,5-trijód-benzoészav 1 (TIBA) hormonok csökkentették a hamuszürke szárkorhadás súlyosságát a szójababban, míg az indol-3-ecetsav és a kinetin nem adott konzisztens választ (Oswald és Wyllie, 1973).

2.6.2. Biológiai védekezés

Indiában a *Trichoderma viride* vagy a *Trichoderma harzianum* használatát javasoltak magkezelésre (4-5 g/kg vetőmag) a szójabab hamuszürke szárkorhadás kezelésére (Gupta és Chauhan, 2005).

A magvak *Pseudomonas aeruginosa* kezelésével 14-100%-kal csökkentette a *Macrophomina phaseolina* fertőzést a baktériumtörzstől és a felhasznált szójabab fajtától függően (Ehteshamul-Haque et al., 2007).

A *Bacillus subtilis*-ről azt is közölték, hogy gátolja a *Macrophomina phaseolina* növekedését in vitro körülmények között (Dawar et al., 2010).

Ezen eredmények alapján hangsúlyozott, hogy az állati hulladékok és más mezőgazdasági melléktermékek biokontroll-aktivitása értékelhető a talajban található *Macrophomina phaseolina* szkleróciumokkal szemben (Gupta et al., 2012).

3. Anyag és módszer

3.1. Vizsgálat helyszíne

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Növénytudományi Tanszék növényvédelmi laboratóriuma, B épület.

3.2. Vizsgálat anyaga

3.2.1. Kórokozó

2022 őszén izoláltuk a kórokozót a begyűjtött napraforgó növények szárából. A szár gyökér feletti részén szürke folt látható a fertőzött részek, a bőrszövet könnyen leválik. Szét vágva a szárát a bélszövet hamuszürke színű, benne feketén láthatóak a gomba kitartó képletei. A szövetet eltávolítása után, a kórokozót agarra oltottam. Az idő haladtával először fehér micélium köteg jelenik meg a táptalajon (4. ábra), mely feketébe fordul át a mikroszkleróciumok megjelenése miatt.

Steril körülmények között a napraforgó szárát felvágtam, a fertőzött bél részt kiemeltük, majd 4,5 cm² darabokra vágtam. További felhasználás céljából steril és száraz körülmények között, laborhőmérsékleten tároltam.

Üvegházhatású fertőzéseknél általában ikerszár-rendellenesség figyelhető meg (*Bristow és Wyllie*, 1986).



3. ábra *Macrophomina phaseolina* által fertőzött napraforgó bél (Szauer, 2022)



4. ábra *Macrophomina phaseolina* fehér micéliumának növekedése (Szauer, 2022)

3.2.2. Eszközök

A vizsgálat során 70 mm átmérőjű steril Petri-csészéket használtam. Ezekbe történt a kórokozó termosztátba való elhelyezése illetve ugyanolyan méretű Petri-csészékben inkubáltam PDA táptalajon a korábban hőkezelésnek kitett mikroszklerócium tömeget. A sterilitás megtartását lamináris fülke igénybevétele tette lehetővé, míg a változó hőmérsékleteket termosztát segítségével tudtam beállítani és fenntartani. A műveletekhez használt eszközök (csipesz, szike, stb,) szintén fertőtlenítettek voltak.

3.2.3. Táptalaj

A kórokozó tenyésztéséhez PDA táptalajt használtam. A gyártó utasítása szerint jártam el az agar kiöntésében. 39 g agar port 1 l desztillált vízhez adtam, majd forráspontig főztem. Ez után autoklávban sterilizáltam, majd kiöntöttük a kívánt méretű Petri-csészékbe agar lemezeket öntöttem, amelyen majd a kórokozó tenyésztése történik. Az agarlemez vastagsága 2-3 mm volt. A lemezek kiöntése után a Petri-csészék a sterilitás megőrzése céljából azonnal lefedésre kerültek és szintén steril körülmények között megdermedésig a lamináris fülkében hűltek ki. Ezt követően parafilm szalaggal a kiszáradástól és a szennyeződéstől védendő lezártam és a további felhasználásig hűtőben, 5°C-on tároltam.

3.3. A vizsgálat módszere

Macrophomina phaseolina által fertőzött napraforgó növényeket gyűjtöttem szántóföldről. A betegség jeleit mutató bélszöveti részt steril körülmények között ki emeltem és inkubáltam. Az inkubációs hőmérsékletek a következők voltak: 40°C, 50°C, 60°C, 70°C és 80°C. Az inkubációs idő hossza pedig 1 és 5 nap között alakult, azzal, hogy a beállításhoz képest 24 óra elteltével az inkubált bél állományból kivettem a mintákat és a megfelelő táptalajra helyezve 23°C-on tovább inkubáltam annak eldöntése céljából, hogy az így hőkezelt kórokozó agar lemezen képes-e optimális körülmények között a rá jellemző képletek fejlesztésére. Majd újabb 24 óra elteltével ismételten mintavételre került sor, majd agar lemezre helyeztem a hőkezelt kórokozót. Minden hőmérsékleten 5-5 időpontban történt meg a mintavétel. A kísérletet párhuzamosan 3-3 ismétlésben végeztem el.

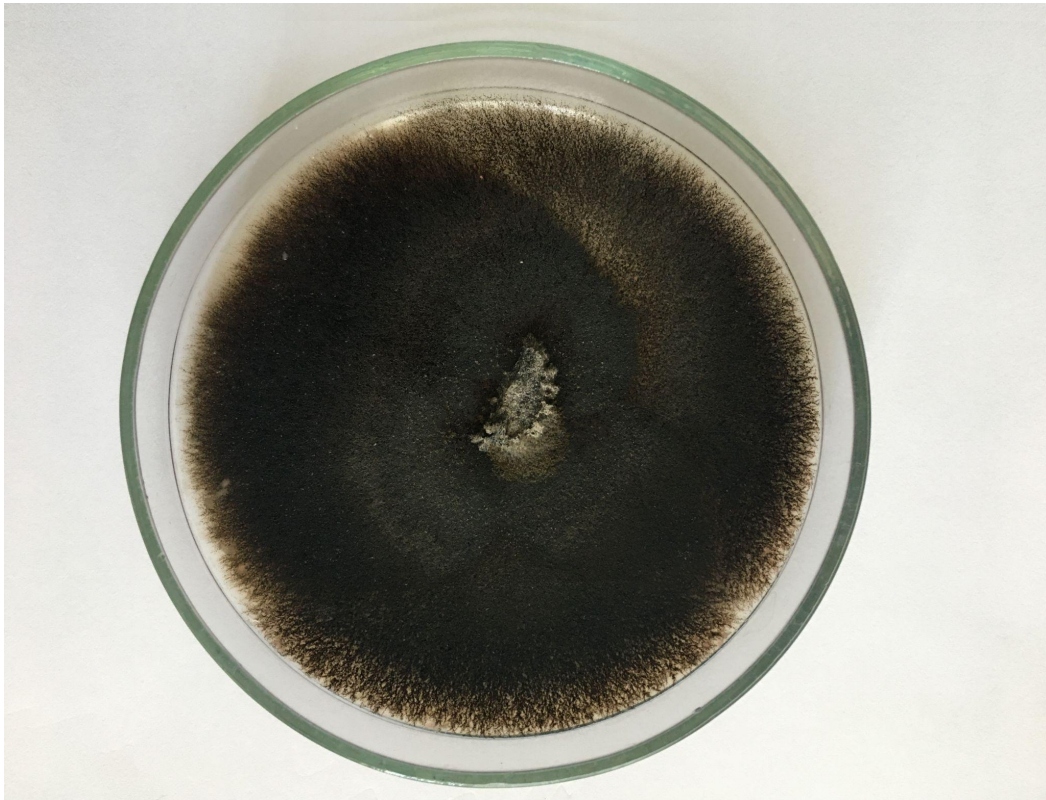
A hőkezelés után táptalajra helyezett mikroszklerócium-tömeg 5 napos inkubálás után kiértékelésre került. Az értékelés arról szólt, hogy megállapítottam, hogy "csírázott-e" a kórokozó (telepet fejlesztett-e), vagy sem. Így megállapításra került, hogy a vizsgált hőmérsékleten hány napos inkubációra van szükség ahhoz, hogy a kórokozó kitartóképletei inaktiválódjanak.

4. Eredmények

4.1. Hőmérsékleti teszteredmények

4.1.1. 40°C, 50°C, 60°C, 70°C

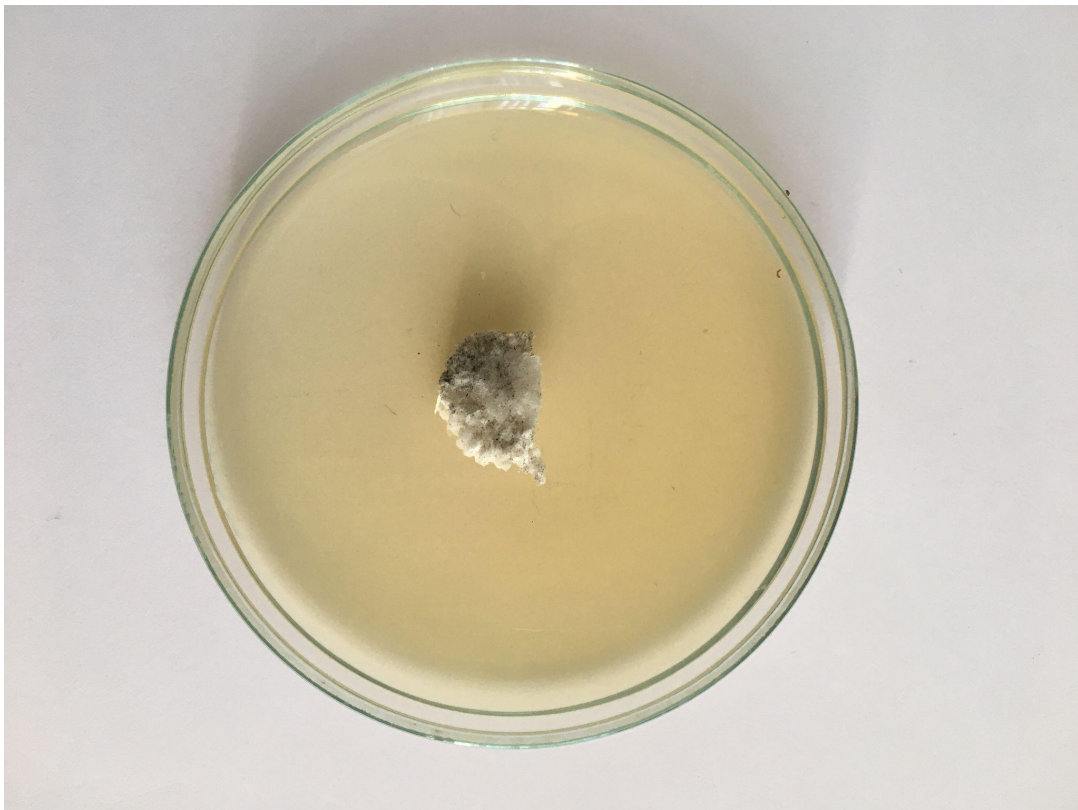
40°C-os hőmérsékleti hatás ellenére a micélium növekedés és a szklerócium termelés is megindult. A gombára nem volt hatással ezen hőmérsékletnek való kitettség. Életképes maradt 1-2-3-4-5 nap után is. Ebből a megfontolásból döntöttem a hőmérséklet emelése mellett. A további hőmérséklet-emelés hatására a vizsgálatok során sem történt változás, a gomba életképes maradt (5. ábra) a következő extrém hőmérsékleteken is.



5. ábra *Macrophomina phaseolina* által fertőzött napraforgó bél 70°C-os hőkezelés után agar lemezre helyezve és inkubálva 5 napon keresztül (Szauer, 2022)

4.2.2. 80°C

Ezen hőmérsékleten a kórokozónak már hőmérsékleti tűréshatára volt észlelhető. Az első második és harmadik napi fertőzött anyag steril körülmények között való agarra oltását követően észrevételem az volt, hogy az oltást követő minden másnapra a gomba növekedésnek indult. A negyedik napi oltás is elindult azonban itt érte el a gomba a határait, a telep az oltást követő negyedik napra 5 cm-es telep nagyságot fejlesztett. Az ötödik napi fertőzött anyag oltását követően várokztam, de a micélium növekedés nem indult meg (6. ábra), tehát a mikroszkleróciumok életképtelenné váltak a napraforgó bélben.



6. ábra *Macrophomina phaseolina* által fertőzött napraforgó bél 80°C-os hőkezelést követően, mely életképtelenné vált (Szauer, 2022)

5. Következtetések

A hőmérséklet hatását vizsgálva az a tapasztalat, hogy mikroszklerócium formában a *Macrophomina phaseolina* hőtűrése széles palettán mozog (80°C hőkezelést is életképesen képes túlélni), az extrém körülményeket is tűri bizonyos mértékig. A 80°C-os hőmérsékleten négy napos kitettség után válik életképtelenné. Annak ismeretében, hogy ez a gomba melegigényes, a szubtrópusi és trópusi területeken terjedt el, ezen adatok a növényvédelem szempontjából negatívnak számítanak, nem számíthatunk azon elképzelésre, hogy a talaj felszínén lévő napraforgó maradványokba kellő hő és UV sugárzás kitettségére elpusztul. *Vörös és Maros (2004)* által leírt felmelegedési tendenciával, mely szerint 2000 és 2050 között az évi középhőmérséklet 0,5 °C-os emelkedésével, a nyári időszakban a napfénytartam 10%-os növekedésével és az évi csapadékmennyiség 10-15%-os csökkenésével számolva arra a következtetésre jutottam, hogy a kórokozó képes lesz könnyedén elviselni a Magyarországon létrejövő környezeti körülményekhez és minél inkább előtérbe fog kerülni, hatalmas károkat okozva számos termesztett növénykultúránk esetében.

6. Összefoglalás

A *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. világviszonylatban egyre nagyobb teret hódít magának és okoz fejtörést a gazdálkodók számára a klímaváltozás végett. Egyenlőre hatékony kémia gombaölő szeres védekezés nincs ellene, a szakirodalmakban is csak azt mondják, hogy öntözéssel kiszorítható, ugyan is ennek a gombának az optimális környezeti feltétele a szárazság és a meleg.

Úgy gondolom, hogy a növényvédelemnek egyre több kihívással kell szembenéznie az idő előre haladtával, ugyanis a már említett klímaváltozás következtében még senki nem tudja milyen új kórokozókkal kell majd megküzdeniük a világ egyes országainak amellet, hogy a termesztett növények köre is változás alatt áll, ugyanis egyre több kultúrnövény szorul ki az adott éghajlati övek felmelegedése miatt és lép helyébe eddig nem termesztett növény.

Eredményként megállapítható, hogy a *Macrophomina phaseolina* gomba életképességét eddig még nem vizsgálták ilyen extrém hőmérsékleti értékeken és az életképességét sem bizonyították ezeken a hőmérsékleteken.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megragadni az alkalmat, hogy köszönetet mondjak témavezetőnek Dr. Kerekes Gábornak, aki két éves növényorvosi tanulmányaim során készséges támogatást nyújtott, emellett nélkülözhetetlen módon segítette kutató munkám elvégzését és koordinálását. Köszönettel tartozom még Kathy Viviennek és Sülyné Máté Anitának, akiktől bármilyen segítséget is kértem mindenben segítségemre voltak és támaszt nyújtottak számomra. Hálával tartozom továbbá a családomnak és barátaimnak a türelmükért és támogatásukért.

A dolgozat elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta.

Szakirodalom

- Acimovic, M. (1964): The occurrence of *Macrophomina phaseolina* on some agricultural crops and morphological and ecological proper- ties of the parasite. Savremena Poljoprivreda 12:55–66.
- Békési P. (1970): A *Macrophomina phaseolina* (Maubl.) Ashby magyarországi megjelenése és kártétele napraforgón. Növényvédelem, 7: 304-307.
- Békési P. (1981): A napraforgó makrofominás szártőkorhadása. Magyar Mezőgazdaság, 19: 7.
- Békési P. (2002): A napraforgó legfontosabb betegségei és az ellenük alkalmazható védekezés lehetőségei. Gyakorlati Agrofórum, 13 (1): 23-26.
- Bhutta, A.R – Bhatti, M.H.R. – Ahmad, S. – Ahmad, I. (1993): Prevalence and incidence of sunflower diseases in Pakistan. Helia 16(19):93-98.
- Bristow, P.R. – Wyllie, T.D. (1986): *Macrophomina phaseolina*, another cause of the twin-stem abnormality disease of soybean. Plant Dis 70:1152–1153.
- Chan, Y.H. – Sackston, W.E. (1969): Mechanisms of pathogenesis in *Sclerotium bataticola* on sun- flowers. I. Production and translocation of a necrosis-inducing toxin. Can. Bot. 47:1147-1151.
- Csöndes I. - Kadlicskó S. (2007): A hőmérséklet hatása a *Macrophomina phaseolina* izolátumok növekedésére. Növényvédelem, 43 (9): 407-413.
- Csöndes I. - Cseh A. - Taller J. - Poczai P. (2012): Genetic diversity and effect of temperature and pH on the growth, of *Macrophomina phaseolina* isolates from sunflower fields in Hungary, Mol Biol Rep, 39:3259–3269.
- Csöndes I. (2012): Effect of culture media on the growth and morphology of Hungarian *Macrophomina phaseolina* isolates, faculty of animal science, university of Kaposvár, Hungary
- Dawar, S. – Wahab, S. - Tariq, M. - Zaki, M. Z. (2010): Application of *Bacillus* species in the control of root rot disease of crop plants. Arch Phytopathol Pfl 43:412–418.
- Devi, T. P. – Singh, R. H. (1998): Growth and sclerotia production of *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. isolates of *Vigna radiata*. Annals of Agricultural Research, 19 (2): 181-187.
- 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). J Phytopathol 160:167–180

- Gupta, G. K. – Chauhan, G. S. (2005): Symptoms, identification and management of soybean diseases. Technical Bulletin 10. Indore, India, National Research Centre for Soybean.
- Horváth J. (1995): A szántóföldi növények betegségei, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Ilyas, M. B. – Ellis, M. A. – Sinclair, J. B. (1976): Effect of soil fungicides on *Macrophomina phaseolina* sclerotium viability in soil and in soybean stem pieces. *Phytopathology* 66:355–359.
- Jakucs E. - Vajna L. (2003): Mikológia. Agroiinform Kiadó, Budapest.
- Kittle, D. R. – Gray, L. E. (1982): Response of soybeans and soybean pathogens to soil fumigation and foliar fungicide sprays. *Plant Dis* 66:213–215.
- Kolte, S. (1985): Diseases of annual edible oilseed crops. Vol. III: Sunflower, safflower and nigerseed diseases. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Kövics J. (2021): Növényorvos Képzés, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen.
- Lokesha, N.M. – Benagi, V.I. (2004): Effect of pH and temperature on the growth of *Macrophomina phaseolina*. *Plant Pathology Newsletter*, 22: 7-8.
- Mathur, S.B. – Sackston, W.E. (1963): Effect of temperature and age of host on infection of sun- flower by *Sclerotium bataticola*. *Phytopathology* 53:350.
- Meyer, W.A. – Sinclair, J.B. – Khare, M.N. (1974): Factors affecting charcoal rot of soybean seedlings. *Phytopathology* 64:845–849.
- Mycobank: <https://www.mycobank.org>, Letöltés dátuma: 2022.10.18.
- Nagy P. - Fischl G. (2002a): Effect of UV and visible light irradiation on mycelial growth and sclerotium formation of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 37 (1-3): 83–89.
- Nagy P. - Fischl, G. (2002b): The effect of UV and visible light irradiation on the development of microsclerotium of the fungus *Macrophomina phaseolina*. *Cereal Research*, 30 (3-4): 383–389.
- Oswald, T.H. – Wyllie, T.D. (1973): Effect of growth regulator treatments on severity of charcoal rot disease of soybean. *Plant Dis Rep* 57:789–792.
- Rana, R.S. – Tripathi, N.N. (1985): Influence of inoculum host and soil environment on the incidence of collar rot of Indian mustard. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology*, 14 (3): 223-228.
- Singh, R. S. – Chohan, J. S. (1982): Physio-pathological studies of *Macrophomina phaseolina* causing charcoal rot muskmelon. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology*. 12: 81-82.

Tikhonov, O.J. - Nedelko, Y.K. - Perestova T. A. (1976): Infection period and spreading pattern of *Sclerotium bataticola* in sunflower tissue. p. 134.

Ubrizsy G. (1965): Gombás megbetegedések, virágos élősködők károsításai, Akadémia Kiadó, Budapest

URL 1: https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn018c.html

URL 2:

<https://agroforum.hu/lapszam-cikk/varhato-e-a-napraforgo-hamuszurke-szarkorhadasanak-macrophomina-phaseolina-fellepese-2018-ban/>

URL 3: <https://agraragazat.hu/hir/macrophomina-phaseolina-nehez-a-vedekezes/>

URL 4:

<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2008/03/szantofold/a-napraforgo-regi-uj-betegsegeirol>

URL 5:

https://www.researchgate.net/publication/345736795_A_Macrophomina_phaseolina_elleni_vedekezes_kulonbozo_gombaolo_szerekkel_in_vitro_korulmenyek_kozott

Vörös G. - Maros P. (2004): Aszályos 2003. év – súlyos növényvédelmi gondok a Tolna megyei kukoricákban. Növényvédelem, 40: 287-292.

Waseer, N.A. – Pathan, M.A. – Wondiar, M. – Solangi, G.R. (1990): Studies on charcoal rot of soybean caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Pak J Phytopathol 2:22–30.

Wrather, A. – Shannon, G. – Balardin, R. – Carregal, L. – Escobar, R. – Gupta, G.K. – Tenuta, A. (2010): Effect of diseases on soybean yield in the top eight producing countries in 2006. Plant Health Progress, 11(1), 29.

Zazzerini, A. – Monotti, M. – Buonauro, R. - Pirani V. (1985): Effects of some environmental and agronomic factors on charcoal rot of sunflower. Helia 8:45-49.

Ábrajegyzék

1. ÁBRA MACROPHOMINA PHASEOLINA MIKROSKLERÓCIUMAI 10-SZERES NAGYÍTÁSBAN (SZAUER, 2022)	10
2. ÁBRA MACROPHOMINA PHASEOLINA MIKROSKLERÓCIUMAI 20-SZOROS NAGYÍTÁSBAN (SZAUER, 2022) ...	11
3. ÁBRA MACROPHOMINA PHASEOLINA ÁLTAL FERTŐZÖTT NAPRAFORGÓ BÉL (SZAUER, 2022)	18
4. ÁBRA MACROPHOMINA PHASEOLINA FEHÉR MICÉLIUMÁNAK NÖVEKEDÉSE (SZAUER, 2022).....	19
5. ÁBRA MACROPHOMINA PHASEOLINA ÁLTAL FERTŐZÖTT NAPRAFORGÓ BÉL 70OC-OS HŐKEZELÉS UTÁN AGAR LEMEZRE HELYEZVE ÉS INKUBÁLVA 5 NAPON KERESZTÜL (SZAUER, 2022)	22
6. ÁBRA MACROPHOMINA PHASEOLINA ÁLTAL FERTŐZÖTT NAPRAFORGÓ BÉL 80°C-OS HŐKEZELÉST KÖVETŐEN, MELY ÉLETKÉPTELENNÉ VÁLT (SZAUER, 2022)	23