



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

2021. november 24.

A FEJES KÁPOSZTA JELENTŐSEBB KÓROKOZÓI ELLENI KÉSZÍTMÉNYEK *IN VITRO* VIZSGÁLATA

***In vitro* study of preparations against major pathogens of cabbage**

Készítette: Forgács Mária, TXGL81
Növényorvos MSc
Nappali tagozat
Budai Campus

Témavezető: Dr. Tóth Annamária, egyetemi adjunktus
Dr. Karacs-Végh Anita, egyetemi docens

**Budapest
2021.**

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS	3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
2.1 A fejes káposzta jelentősége.....	4
2.2 A kísérletben vizsgált fajta	5
2.3 A fejes káposzta jelentősebb kórokozói	5
2.4 A káposzta xanthomonászos feketeerősége	6
2.4.1 A kórokozó rendszertani besorolása	6
2.4.2 A kórokozó gazdanövényköre	7
2.4.3 A kórokozó földrajzi elterjedése.....	7
2.4.4 A kórokozó által okozott tünetek.....	8
2.4.5 A védekezés lehetőségei	8
2.5 A káposzta alternáriás betegsége.....	9
2.5.1 A kórokozó rendszertani besorolása	9
2.5.2 A kórokozók gazdanövényköre	10
2.5.3 A kórokozók jelentősége, tünetei	10
2.5.4 A kórokozók morfológiája.....	11
2.5.5 A védekezés lehetőségei	12
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	13
3.1. A vizsgálat helye és ideje	13
3.2. A vizsgálat anyaga.....	13
3.2.1. A vizsgált növényi minták	13
3.2.2. Táptalajok, indítószekvenciák, enzim, puffer.....	14
3.2.3. Felhasznált eszközök	14
3.2.4 A vizsgált készítmények	15
3.3. Vizsgálat módszere.....	16
3.3.1. Növényi részek gyűjtése és tárolása	16
3.3.2 A fejes káposzta termesztés módszere.....	17
3.3.3. Kórokozók izolálása táptalajon.....	17
3.3.4. Morfológiai vizsgálatok: szaporítóképletek, tenyészbélyegek jellemzése	18
3.3.5 A baktérium szuszpenzió előállítása.....	18
3.3.6 A baktérium Gram-tulajdonság vizsgálata	19
3.3.7. Patogenitási teszt	19
3.3.8. Molekuláris vizsgálatok.....	20
3.3.9 Készítmények hatásának vizsgálata.....	21
3.4 Statisztikai értékelés	23
4. EREDMÉNYEK	24
4.1. A fejes káposztáról izolált, azonosított jelentősebb kórokozók	24
4.1.1. <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> klasszikus azonosítása.....	24
4.1.2. <i>Alternaria</i> faj klasszikus azonosítása.....	26
4.1.3. Kórokozók molekuláris azonosítása	27
4.2 Készítmények hatásának vizsgálata <i>in vitro</i> a fejes káposzta jelentősebb kórokozóival szemben.....	27
4.2.1. <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> - Agar diffúziós vizsgálat eredményei	27
4.2.2. <i>Alternaria brassicicola</i> - Mérgezett agar-lemezes vizsgálat	34
5. KÖVETKEZTETÉSEK	41
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	45
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	46
8. IRODALOMJEGYZÉK.....	47

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt fektetünk az egészséges táplálkozásra, egészségesebb, „mentes” élelmiszerek fogyasztására. Ehhez szorosan kapcsolódik, hogy egyre több zöldséget fogyasztunk, azonban zöldségfogyasztásunkra még mindig jellemző, hogy összetétele szegényes (Balázs, 2004).

A zöldségfélék legfontosabb szerepe abból adódik, hogy jelentős vitamin- és ásványisó források. Ez utóbbiakból tíz elengedhetetlen az emberi szervezet normál működéséhez, melyek közül a legjelentősebbek a: kalcium, foszfor és vas. Igen nagy mennyiségben tartalmaznak vasat és kalciumot a „zöld zöldségfélék”: a levélzöldségek, valamint a káposztafélék (Balázs, 2004).

A fejes káposzta (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* provar *capitata* DUCH.) az egyik legrégebben termesztésbe vont zöldségféle, hazánkban már a XVI. század óta szántóföldön termesztik. Rendszertanilag a *Brassicaceae* családba, azon belül a *Brassica* nemzetségbe tartozik, kétéves növény. Táplálkozási szempontból jelentősége igen sokrétű, növényi rost- és ballasztanyag-tartalmán kívül vitamintartalma is jelentős. Jelentős C-, B1-, B2- és U-vitamin forrás, kiemelten fontos, hogy C-vitamin-tartalmát a savanyítás folyamata alatt sem veszíti el (Zatykó, 2009). Ki kell emelni, hogy a vecsési savanyúkáposzta a Magyar Értéktár része, valamint a töltött káposzta esélyes arra, hogy hungarikummá váljon (Internet 1).

Azonban a fejes káposzta termesztést két jelentős kórokozó is megnehezíti: az *Alternaria brassicae/brassicicola* ami a káposzta alternáriás levélfoltosságát okozza, valamint a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc), ami pedig a káposzta feketeerűsége nevet viselő betegségért felelős. Ezek a betegségek jelentős gazdasági károkat okoznak, az Xcc a betárolt káposztánál is okozhat nagymértékű termés kiesést. A kórokozók régóta ismertek, szinte minden évben jelentős veszteségeket okoznak.

Növekedő nyomás nehezedik a termelőkre, hogy minél egészségesebb árut állítsanak elő minél gazdaságosabban. Azonban a kórokozók elleni védelem a mai napig nem megoldott. A növényvédelmi rendszer részét képezik a növényvédő szerek beavatkozások, az agrotechnikai elemek, rezisztens/ toleráns fajták termesztése, az alternatív és biológiai védekezés, azonban csak ezek integrált alkalmazása hozhat eredményt, a prevenció továbbra is kulcsfontosságú.

Munkánk során a védekezésre engedélyezett növényvédő szerek mellett vizsgálatba vontunk néhány további, az adott betegségre érvényes engedéllyel nem rendelkező növényvédő szert, antibiotikumot, kondicionáló szert, illóolajat és egyéb készítményt.

Vizsgálataink során az alábbi célkitűzéseket foglalmaztuk meg:

- a fejes káposzta jelentős kórokozóinak izolálását és tenyésztését táptalajon az adott évben, a vizsgált területen,
- a kórokozók azonosítását klasszikus és molekuláris módszerrel,
- a kórokozók ellen leghatékonyabb növényvédő szer/növény kondicionáló/ egyéb készítmény kiválasztását, MIC (Minimal Inhibitory Concentration) érték meghatározását, vagyis a legalacsonyabb koncentráció meghatározását, ami még gátolja a kórokozók növekedését.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A fejes káposzta jelentősége

A fejes káposzta (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* prov. *capitata* DUCH.) az egyik legrégebbi kerti növény. Már a rómaiak és a görögök is beillesztették az étrendjükbe, Egyiptomban szent növényként tekintettek rá. Magyarországon a 15. században már kikerült a házikerti növények közül a szántóföldre is Lippay János szerint (Balázs, 2004).

Napjainkban a fejes káposzta az egyik legfontosabb szerepet betöltő zöldségnövény világszerte, az éves zöldségtermesztés 10%-át teszi ki (Internet 2). Világviszonylatban a legnagyobb fejes káposzta termeszto ország Kína (32 800 ezer t), majd ezt követi India (8500 ezer t), Oroszország (3309 ezer t), Japán (2300 ezer t), Ukrajna (1922,4 ezer t) és Lengyelország (198,724 ezer t) (Internet 9). Európában a legnagyobb termelők közé tartozik Oroszország, Ukrajna, Lengyelország, Németország és Hollandia, továbbá jelentős termelők még Románia, Moldávia, Szerbia és Macedónia is (Internet 1).

Magyarországon 2020-ban a KSH adatai szerint 1,7-1,8 ezer ha körül alakult a fejes káposzta termőterülete (Internet 8). Ebből mindössze 250 ha a hajtatott fejes káposzta termőterülete, jellemzően szabadföldi körülmények között termesztik. Az európai termésátlag 35 t/ha körülire tehető, ettől a magyarországi jelentősen elmarad, mindössze 20-24 t/ha (Internet 1).

Magyarországon a termőterület 45%-a Duna-Tisza közén, 17-18%-a Szabolcs-Szatmár Bereg megyében található, a fennmaradó részen az összes többi megye osztozik. Az összes terület 85-90%-át a háztáji gazdaságok, a kisüzemek és a házikertek teszik ki (Internet 2). A hazai fajtasortimentben rengeteg különböző fejes káposzta fajta található meg, többek között például a Rijk Zwaan, a Takii, a Seminis, az Orosco és a Syngenta kínálatából választhatnak a termelők. A Syngenta kínálatában a frisspiaci felhasználásra és savanyításra szánt fajták közül három rendelkezik 115 napos tenyészidővel ('Professor F1', 'Adaptor F1', 'Agressor F1'), ezek

mindegyike rendelkezik Foc1-es rezisztenciával, ellenállóak tripszekkel szemben, jól tárolhatók, és nem hajlamosak repedésre (Internet 10).

Jellemzően egész évben elérhető, az év bármely hónapjában nyersen vagy akár főzve is fogyasztható zöldségféle, mely sokoldalúan felhasználható. Kiemelten fontos nagy vitamin-, ásványisó- és rosttartalma (Balázs, 2004). Táplálkozási értékét a vitaminok közül a benne található B1-, B2- és C-vitamin adják. Utóbbiból 50 mg/100g található benne, ennek 8-85%-át a savanyítási eljárás során is megtartja. Ezen kívül még 2-3% fehérjét és 1,5-2,5%-nyi cukrot tartalmaz (Balázs, 2004).

Éves fogyasztási mennyisége 20 kg/fő körültre tehető (Internet 7). A káposztafélék fogyasztása a 2021-es évben frissfogyasztás szegmensben növekvő tendenciát mutat, azonban a salátafélék iránti igény a pandémia miatt visszaesett (Internet 11). A Magyar Értéktár részének nyilvánították a vecsési savanyú káposztát, a töltött káposzta pedig esélyes arra, hogy a közeljövőben hungarikummá váljon (Internet 1).

2.2 A kísérletben vizsgált fajta

Az 'Agresszor F1' egy vegyes felhasználású, frisspiacra, savanyításra, valamint középhosszú ideig tartó tárolásra egyaránt alkalmas, szabadföldi termesztésre ajánlott 115 napos tenyészidejű fajta. Ennek a termesztéstechnológiának kedvez az erős, agresszíven növekedő gyökérzet, melynek hála extenzívebb körülményeket is tolerál. Erős növekedésű, kissé lapított fejformájú fajta, a fejek átlagos tömege 2,5-6 kg között változik. Torzsája magas, ennek köszönhetően a fejek távol kerülnek a talajtól, így az alsó levelek rothadása nem okoz gondot. Foc 1-es rezisztenciával bír, vagyis rezisztens a *Fusarium oxysporum* okozta fuzáriumos hervadással szemben, valamint tripsz ellenálló képessége is kiváló (Internet 3).

2.3 A fejes káposzta jelentősebb kórokozói

A *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *alba* fajon megjelenő, a termesztést leginkább befolyásoló betegségeket rendszertani sorrendben az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A fejes káposztán előforduló legfontosabb betegségek

BETEGSÉG NEVE	KÓROKOZÓ NEVE	FORRÁS
Karfiolmozaik	<i>Cauliflower mosaic virus</i> , <i>CaMV</i>	Horváth J, <i>et al.</i> , (1980)
Xantomonászos feketeerűség	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	Shackleton DA, (1962), (Pammel, 1895) Dowson, (1939)
Baktériumos lágyrothadás	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	Arsenuević M, Obradović A, (1996)
	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>atroseptica</i>	
	<i>Pseudomonas viridiflava</i>	Wilkie JP, <i>et al.</i> , (1973)

Gyökérnyak-feketedés	<i>Rhizoctonia solani</i>	Keinath AP, Farnham MW, (1997)
	<i>Olpidium brassicae</i>	Singh SL, Pavgi MS, (1977)
	<i>Alternaria brassicae</i>	Corlett M, MacLatchy IA, (1996)
Palántadőlés	<i>Phytium sp.</i>	Singh SL, Pavgi MS, (1978)
	<i>Phoma lingam</i>	Chambers SC, (1959)
	<i>Rhizoctonia solani</i>	Rollins <i>et al.</i> , (1999)
Káposztaperonoszpóra	<i>Hyaloperonospora brassicae</i>	Silué D, <i>et al.</i> , (1996)
Káposzta alternáriás betegsége	<i>Alternaria brassicae</i>	Corlett M, MacLatchy IA, (1996)
	<i>Alternaria brassicicola</i>	Corlett M, MacLatchy IA, (1996)
Mikoszferellás gyűrűsfoltosság	<i>Mycosphaerella brassicicola</i>	Corlett M, (1999)
Cilindrosporiózis	<i>Cylindrosporium concentricum</i> / <i>Pyrenopeziza brassicae</i>	Cheah LH, <i>et al.</i> , (1980)
Káposztalisztharmat	<i>Erysiphe cruciferarum</i>	Lema Márquez, <i>et al.</i> , (2008)
Fuzáriumos hervadás	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>conglutinans</i>	Subramanian CV, (1970)
Plazmodiofórák gyökérgolyva	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	Ingram DS, Tommerup IC, (1972)
Fóvás betegség	<i>Phoma lingam</i>	Bonman, <i>et al.</i> , (1980).
Tárolási rothadások	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Dillard HR, Cobb AC, (1995)
	<i>Botrytis cinerea</i>	Yoder OC, Whalen ML, (1975)

2.4 A káposzta xanthomonászos feketeerősége

2.4.1 A kórokozó rendszertani besorolása

A káposzta xanthomonászos feketeerőségét a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson, (1939) okozza, a kórokozó a Baktériumok (*Bacteria*) országába tartozik, azon belül a *Proteobacteria* törzsbe (Madigan *et al.*, 2005). A „proteobaktériumok” 9 osztályba sorolhatók (Krieg *et al.*, 2005; Cicarelli *et al.*, 2006; Yarza *et al.*, 2010). Az osztályok közül a *Gammaproteobacteria*-ba sorolhatók a *Xanthomonas* fajok. Az osztályba 250 nemzetség tartozik, ami a *Prokaryota*-k leggazdagabb taxonja (Garrity *et al.*, 2005). A kórokozó a *Xanthomonadales* rendbe tartozik. Az ide sorolható baktériumokra jellemző, hogy gram-negatívak, kataláz pozitívak, nem képeznek spórát, valamint aerob metabolizmusúak (Saddler *et al.*, 2005). A rendbe 28 nemzetség tartozik, ezek 2 családba tartoznak: *Xanthomonadaceae* és *Rhodanobacteraceae* (Sayers *et al.*, 2016; Naushad *et al.*, 2015; Oren *et al.*, 2015). Ez előbbi *Xanthomonadeaceae* családba tartozik a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Anzai *et al.*, 2000), a *Xanthomonas* nemzetségbe (Internet 6). A legtöbb törzs sárga színű, nyálkás, csillogó telepeket képez. A sárga pigmentekért felelős a xanthomonadin (mono- vagy dibrom-arilpolién szerkezetek) és a xantán, melyek jellemzőek a nemzetségre (Vauterin *et al.*, 1995), bár vannak atipikus pigmentált izolátumok is, amelyek leírásra kerültek (Poplawsky & Chun, 1995).

2.4.2 A kórokozó gazdanövényköre

A *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc) a fekete rothadás kórokozója, amely a keresztesvirágú növények egyik legpusztítóbb betegsége (Williams, 1980). Ez a kórokozó a keresztesvirágzatú család (*Brassicaceae*) szinte minden tagját megfertőzi, beleértve a fontos zöldségeket, például a brokkolit, a káposztát, a karfiolt, a mustárt, a retket és a nagy olajrepcéféléket, valamint az *Arabidopsis thaliana* mintanövényt (He et al., 2007). Ezen kívül fennmarad még a keresztesvirágúak családjába tartozó gyomnövényeken is (Glits, 1997).

2.4.3 A kórokozó földrajzi elterjedése

Egy világszerte jelentős kórokozóról van szó (Glits, 1997), hazánkban Németh és László írták le 1983-ban, hazánkon kívül még számos országban azonosították a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* baktériumfajt. Ezek közül jópár, a teljesség igénye nélkül: Afrikában: Angola, Etiópia, Ghána, Kenya, Líbia, Malawi, Mauritius, Marokkó, Mozambik, Sechelles,

Dél -Afrikában: Tanzánia, Togo, Uganda, Zambia, Zimbabwe,

Ázsiában: Brunei, Kína, Henan, India, Assam, IARI és indiai pandzsáb, Rajasthan, Indonézia, Szumátra, Irian Jaya, Java, Irán, Izrael, Japán, Jordánia, Kampuchea, Korea, Malajzia, Nepál, Fülöp -szigetek, Srí Lanka, Tajvan, Thaiföld, Törökország, Vietnam, Oroszország, Ukrajna, Voronyezs, Szibéria, Üzbegisztán,

Ausztrália és Óceániában: Ausztrália, Új -Dél -Wales, Queensland, Taszmánia, Nyugat -Ausztrália, Dél -Ausztrália, Északi terület, Victoria, Cook -szigetek, Fidzsi -szigetek, Hawaii, Új -Kaledónia, Új -Zéland, Norfolk -sziget, Pápua Új -Guinea, Szamoa, Tonga, Vanuatu, Európában: Ausztria, Bulgária, Csehország, Szlovákia, Dánia, Finnország, Franciaország, Németország, Görögország, Izland, Ír Köztársaság, Olaszország, Szardínia, Hollandia, Norvégia, Portugália, Azori -szigetek, Románia, Svédország, Svájc, Egyesült Királyság,

Észak -Amerikában: Bermuda, Kanada, Manitoba, New Brunswick, Nova Scotia, Ontario, Prince Edward Island, Quebec, Saskatchewan, Brit Columbia, Mexikó, USA,

Közép -Amerikában és Nyugat -Indiában: Barbados, Belize, Costa Rica, Kuba, Dominikai Köztársaság, Guadeloupe, Guatemala, Haiti, Honduras, Jamaica, Martinique, Nicaragua, Panama, Puerto Rico, Salvador, St Kitts, St Lucia, St Vincent, Trinidad & Tobago,

Dél -Amerikában: Argentína, Brazília, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Chile, Surinam, Venezuela (UK, CAB International, 1987).

2.4.4 A kórokozó által okozott tünetek

A fekete rothadás tüneteit sárgás, V alakú elváltozások jellemzik (1. ábra), fekete erekkel és barna sávokkal a levélszélén. A mikroszkópos megfigyelések kimutatták a baktériumok jelenlétét. A baktérium láthatóvá válik, és csírázás után sík módon mozog a növényben. Elfoglalja az érrendszert és korlátozza a víz áramlását, és jellemzően V alakú klorotikus-nekrotikus elváltozás kialakulásához vezet a levelek és a megfeketedett erek szélén (Akhtar, 1989).



1 ábra: Xcc által okozott tünetek
(Fotó: Forgács, 2021)

A kórokozó melegigényes, 25 °C-os hőmérséklet esetén a sebzéseken, vagy természetes nyílásokon keresztül bejutott baktériumok a xilémen keresztül gyorsan szétterjednek a növényben. Hatásukra a növényben xantán képződik, mely egy gumyszerű poliszacharid. A baktériumsejtek, valamint a képződött anyag elzárják az edénynyalábokat. Az első tünetek, a levélszélén megjelenő tipikus V-alakú elhalások legkorábban 10-14 nap múlva jelennek meg. A fertőzött növények növekedésükben visszamaradnak, részben csak az egyik oldalukon. Elsőként szárazrothadás alakul ki, nedvesrothadás csak késő ősszel jelentkezik az *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, valamint a *Pseudomonas marginalis* kórokozók közreműködésével. A fiatal leveleken helyenként fekete levélerek mutatkoznak, a végső szakaszban a torzsában az edénynyalábok fekete gyűrűt mutatnak (Crüger *et al.*, 2002).

2.4.5 A védekezés lehetőségei

A védekezési lehetőségek közül a legfontosabb a vetésforgó betartása, a fertőzött területeken maximum háromévenként szabad káposztát vagy más keresztesvirágút termesztetni. A fertőzött növényi részek és a betakarítás után a területen maradt növénymaradványok járvány szempontjából jelentősek. A torzamaradványokat, beteg növényi részeket fel kell aprítani és sekélyen a talajba kell szántani. Mély alászántás esetén a gazdaszövetek lassabban rothadnak el, így túl nagy túlélési lehetőséget biztosít a kórokozóknak. A növénymaradványokon a baktériumok 1-2 évig is fennmaradhat, a kis termesztő felületeket fertőtleníteni szükséges, előnyben kell részesíteni a jó vízgazdálkodású talajokat. Ezen kívül a kórokozó fennmaradhat még magban, maghozó száron, téli káposztákon, valamint keresztesvirágú gyomnövényeken. A vetőmaggal történő átvitelt megakadályozhatjuk vízgőzkezeléssel, valamint melegvizes csávázással: 20-25 percig tartó 50 °C-

os áztatással. Azonban meleg vizes csávázással nem mindig érhető el tökéletes eredmény. Bizonyított, hogy a baktérium terjedésének az esőztető öntözés kifejezetten kedvez, azonban a porlasztásos öntözés kifejezetten előnyösnek látszik (Crüger *et al.*, 2002).

Nem elhanyagolható még az állománypermetezés megelőzőképpen, csapadékos nyarakon valamint esőztető öntözés esetén elengedhetetlen. A hatóanyagok közül a kasugamicin (eseti engedéllyel), rézhidroxid, rézsulfát vagy rézoxiklorid használható fel (Glits, 1997).

A betegség biológiai alapú védekezési alternatívájának validálása érdekében tejsavót, meszes ként, biotrágyát, bordeaux-i keveréket vagy nyerstejet alkalmaztak egy kutatásban, a tej alapú termékek (nyers tej és savó) csökkentették a súlyosságot (Nuñez *et al.*, 2018). Alternatív megoldásként a *Bacillus* fajok nagyszámú biológiai vegyületet termelnek baktériumok és gombák ellen: a *Bacillus thuringiensis*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. megaterium* és *B. pumilus* izolátumok közül jó aktivitást mutattak (Issazadeh *et al.*, 2012).

2.5 A káposzta alternáriás betegsége

2.5.1 A kórokozók rendszertani besorolása

A káposzta alternáriás betegségét két kórokozó okozhatja az *Alternaria brassicae* és az *A. brassicicola*. A kórokozók a Gombák (*Fungi*) országába tartoznak, azon belül a *Dikarya* alországba, amely csoport a legtöbb magasabb-rendű gombát magába foglalja, és még néhány ivartalanul szaporodó fajt is, amelyek korábban a penészgombákhoz tartoztak (Hibbett *et al.*, 2007). A *Dikarya*-n belül az *Ascomycota* törzsbe, a Tömlősgombák közé sorolják, azon belül a *Pezizomycotina* altörzsbe, amely a tömlősgombák legnagyobb altörzse. Az altörzsbe tartozó osztályok közül a régi *Loculoascomycetes*-t két másik osztály, a *Chaetothyriomycetes* és a *Dothideomycetes* helyettesíti, ezek tartalmazzák az összes olyan tömlősgombát, amik bitunikátus aszkuszuák (Eriksson *et al.* 1997). Ez utóbbi *Dothideomycetes* osztály, *Pleosporomycetidae* alosztályába tartoznak az *Alternaria* kórokozók. Az alosztály egyik meghatározó jellemzője az pszeudoparafizisek jelenléte (Eriksson OE 1981). Ezek steril sejtek, amelyek az üreg felső részéből nyúlnak le a szexuális struktúrák belsejében lévő zsákszerű aszkusszal, szexuálisan előállított spórákkal (aszkospórákkal). A pszeudoparafizisek kezdetben mindkét végükhöz kapcsolódik, de néha a felső rész szabaddá válhat. Az említett alosztály, de talán az egész *Dothideomycetes* osztály legnagyobb rendjébe, a *Pleosporales* rendbe soroljuk a vizsgált kórokozókat. Egy 2008-as becslés szerint a rend 23 családot, 332 nemzetséget és több mint 4700 fajt foglal magába (Kirk *et al.* 2008). A *Pleosporales* renden belül a *Pleosporaceae*, azon belül az *Alternaria* nemzetségbe tartoznak a szóban forgó kórokozók (Internet 4; Internet 5)

2.5.2 A kórokozók gazdanövényköre

2.5.2.1 *Alternaria brassicicola*

A kórokozó kizárólag a Keresztesvirágúak (*Brassicaceae*) családjába tartozó növények levelein és magjain okoz tüneteket. Ezek közül a fontosabbak: *Brassica napus* var. *napobrassica* (karórépa), *Brassica oleracea* var. *unspecified*, *Brassica oleracea* var. *botrytis* (karfiol), *Brassica oleracea* var. *capitata* (káposzta), *Brassica oleracea* var. *italica* (brokkoli) (Corlett *et al.*,1996).

2.5.2.2 *Alternaria brassicae*

A kórokozó kizárólag a Keresztesvirágúak (*Brassicaceae*) családjába tartozó növények levelein, szárán, magjain, virágain és termésein okoz tüneteket. Ezek közül a fontosabbak: *Brassica napus*, *napobrassica* csoport [*B. napobrassica* Mill.] (svéd karórépa); *Brassica napus* L. (repce); *Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L. (karfiol); *Brassica rapa* L. (karórépa); *Brassica* (repce); *Raphanus sativus* L. (reték) (Corlett *et al.*,1996).

2.5.3 A kórokozók jelentősége, tünetei

A két kórokozó gomba közül nagyobb jelentőséget az *Alternaria brassicae* fajnak lehet tulajdonítani. Mindkét faj károsítja a csíranövényeket is, ez esetben az *A. brassicae* faj agresszívabb. Az *A. brassicicola* faj inkább levélfoltosságot okoz és a magtermesztésben, továbbá növényházban is károsít. A repcebetakarítás bizonyítottan konídium-szétszóródást okoz, ami sokszoros fertőzésekhez vezet fejeskáposztánál. Szaporítóanyag-termesztésben a maghozó szárak és a becőtermés megbetegedése korai érést okoz, valamint a magvak kiszáradnak, csekély csírázóképesseggű, töppedt magvak keletkeznek (Crüger *et al.*, 2002). Glits Márton a Növényvédelem című 1997-es könyvében leírja, hogy a kórokozónak nagy jelentőséget lehet tulajdonítani a fejes káposzta külső levelein (2. ábra), maghozó szárán valamint a karfiolrózsán megjelenő foltoknak.



2. ábra: *Alternaria* okozta tünetek fejes káposztán (Fotó: Forgács, 2021)

Az elsődleges fertőzési források a beteg növénymaradványok, valamint a fertőzött vetőmag. Innen a kórokozó a sziklevelekre majd a lomblevelekre kerül át. A szikleveleken kezdetben apró sötétbarna foltok jelennek meg sárgászöld udvarral, majd a kifejlett leveleken apró lilásbarna, majd 10-15 mm átmérőjű ovális foltok jelennek meg, melyek zónázottak, és rajtuk sötétbarna konídiumtartó gyp is megjelenik. A gomba fejlődéséhez szükséges 25-30 °C, valamint kedvez neki a levélfelület-nedvesség (Glits, 1997).

18 °C feletti hőmérséklet és 85% relatív páratartalom felett a konídiumképzés hozzávetőleg 13 óra elteltével megindul. Az *Alternaria brassicae* konídiumképzése alacsony hőmérséklet (10 °C) esetén gyorsabb, 19 óra, míg az *A. brassicicola*-nak 32 óra kell ehhez. A fertőzéshez legalább 5 órás levélfelület-nedvesség szükséges (Crüger *et al.*, 2002).

2.5.4 A kórokozók morfológiája

2.5.4.1 *Alternaria brassicicola*

A kórokozó léziókat okoz a gazdanövényeken, a vizenyős foltok sötét olívaszürkék vagy sötét olíwabarnák. Méretük 1 mm -től 7 (8) cm átmérőig terjed, az idős foltok bársonyosan feketévé válnak, bőséges konídium termeléssel. A micélium endofita; hifák szerkezete harántfalas, sötét olíwabarna, 2-7 µm széles. A konídiumlánc mérsékelten hosszú vagy hosszú, akár 20 konídiumot tartalmazó vagy annál több lineáris láncokban először nagyobb és keskeny tojásdad alakú konídiumokat képez, amelyek fokozatosan kisebbek és nagyjából tojásdadok. A konídiumok egyenesek, keskenyek vagy szélesen tojásdadok, kissé elkeskenyednek a csúcs felé, halvány vagy sötét olajos barnák, méretük 20-70 x 8-20 µm, legfeljebb 9-10 keresztirányú válaszfallal (többnyire 5-6) (Corlett *et al.*, 1996).

A kórokozó PDA táptalajon bársonyos felületű és sötét olíwabarna színű. Átlagos ütemben növekszik (7,8-8,8 mm/nap), és bőségesen képi a konídiumokat (Pattanamahakul és Strange, 1999).

2.5.4.2 *Alternaria brassicae*

A kórokozó halvány olíva szürke vagy sötét olajbarna léziókat okoz a gazdanövényeken, melyek akár 7 (8) cm méretűek is lehetnek, a foltokon megjelenik a konídiumtartó gyp. Az idős foltok gyakran kör alakúak és zónáltak, sötétebb nekrotikus középponttal, klorotikus zónával körülvéve. Endofita micéliumot képez, melyet harántfalakkal tagolt hifák alkotnak, színük hialin vagy olíva barna, 2,5-7,5 µm széles. A konídiumok magányosak, vagy alkalmanként 2 vagy 3 láncban képződnek. A konídium egyenes vagy enyhén ívelt, halvány olíwabarna, vagy sötétebb olajosbarna agar táptalajon (Corlett *et al.*, 1996). A konídiumok mérete 56-240 (300) x 11-38 (42) µm, 9-15 (20) keresztirányú válaszfallal és általában egy függőleges válaszfallal (Corlett *et al.*, 1996).

A két kórokozó konídiumainak dimenzióit a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat *A. brassicicola* és *A. brassicae* konídium méretei az irodalmi adatok alapján

<i>A. brassicicola</i> Hosszúság (mm) x Átmérő(mm)	<i>A. brassicae</i> Hosszúság (mm) x Átmérő(mm)	Szerző (k)
--	---	------------

45-55x11-16	96-114 x 17-24	Meena et al., (2010)
-	86,4-240,5 × 15,5-30,0 µm	Singh et al., (2014)
44-55 x 11-16	148-184 x 17-24	Kumar et al., (2014)
36,5 x 2,4	152,2 x 13,1	Blagojević et al., (2020)

A kórokozó tenyészbélyege PDA táptalajon gyorsan növekszik, kezdetben hamuszürke, majd sötétzöld, olívazöld színűvé válik. Felületén bőségesen képzik a konídiumokat (Singh et al., 2014).

2.5.5 A védekezés lehetőségei

A védekezési lehetőségek közül a legfontosabb a magcsávázás kaptán- vagy tirám tartalmú szerekkel. Állománypermetezésre azoxistrobin, azoxistribin+difenokonazol, rézhidroxid vagy difenokonazol+fluxapiroxad hatóanyagú szerek használhatók (Agromedium, 2021). A védekezést káposztafejesedés időszakában kell megkezdeni, 10 napos fordulókkal, 3-4 alkalommal szükséges az ismétlés (Glits, 1997).

A maghozó állománynál kerülni kell a sűrű ültetést, mivel eső után hamar fel kell száradnia. Vetőmagátvitel esetében a külső fertőzöttség két éves tárolás után jelentősen csökken, azonban ha belső fertőzöttségről van szó, az tovább fennmarad. Bebizonyították, hogy földibolhák is átvihetik az *A. brassicola*-t. Egyes fejeskáposzta-fajták azonban, mint például az 'Albion', 'Lion', 'Krautomi' mutatnak ellenállóságot az *Alternaria* fajokkal szemben. (Crüger et al., 2002).

A 2000-es évek óta egyre nagyobb szerepet kapnak az alternatív megoldások a növényvédelemben is. Kimutatták például az *Agave armeniaca* metanolos kivonatának gombaellenes hatását az *Alternaria brassicae* ellen (Sanjay & Ashok, 2009). Hatásosnak bizonyult még a növényi kivonatok közül az eukaliptusz (*Eucalyptus gunnii*) levél 10%-os kivonata, a sétányrózsa levelének (*Lantana camara*) kivonatának 10%-os töménysége, valamint a csattanómaszlag (*Datura stramonium*) levelének 10%-os kivonata. Továbbá hatékony volt még a *Trichoderma harzianum* 2%-os töménysége, valamint a *Pseudomonas fluorescens* 2%-os dózisa (Khalse et al., 2017). Egy másik kísérletben pozitív eredményt a fokhagyma (*Allium sativum*) hagymakivonatával végzett levélpermetezés, ami fungicid hatása mellett magasabb maghozamot is eredményezett (Meena et al., 2013). A korábban felsorolt növényi kivonatokon kívül gátolta még a micélium növekedését a közönséges gyömbér (*Zingiber officinale*) kivonatával végzett kezelés, valamint a szalicilsav is pozitív értékelésre vezetett (Biswas et al., 2018).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A vizsgálat helye és ideje

A kísérlet alapanyagául szolgáló fertőzött növényi részeket Bugyi községben gyűjtöttem, egy helyi termelő területén (3. ábra) 2020 és 2021-es években. A minták szabadföldi termesztésből származnak. Bugyi nagyközség Pest megye déli részén található, Budapesttől mintegy 42 km-re, Alsónémedi szomszédságában, a Pesti-síkságon. A terület uralkodó talaja a lápos réti talaj, a csapadék mennyisége és a hőmérséklet nagy ingadozást mutat a tenyészidőszakban. A gazdaság összes területe 4,5 ha, melyből 3,3 ha az összes káposzta-féle, 1,2 ha pedig burgonya. A káposztaféléknek 70%-a 'Agressor F1' fejes káposzta, 10 %-ot tesznek ki a friss piacra szánt fajták, a 'Zenon' és a 'Lagrima', a terület 10 %-án 'David' fajtájú karfiolt termesztünk, a fennmaradó 10 % pedig 'Buscaro' vöröskáposzta.



3. ábra: A fejes káposzta termesztés helye (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

A kórokozók izolálását, klasszikus és molekuláris módszerekkel történő azonosítását, valamint a kórokozók ellen használatos készítmények hatásának vizsgálatát az agar diffúziós módszerrel és a mérgezett agar-lemezes vizsgálatokkal a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi Intézetének, Növénykórtani Tanszékének laboratóriumában végeztük el.

3.2. A vizsgálat anyaga

3.2.1. A vizsgált növényi minták

A növényi mintákat Bugyiról, egy ismerős termelőtől, szabadföldi termesztésből gyűjtöttem. Minden vizsgált növényi rész az 'Agressor F1' fajtáról származik, ugyanarról a területről. A

baktériummal fertőzött növényi részeket 2020. szeptemberében, az alternáriás betegség tüneteit mutató mintákat 2021. augusztusában gyűjtöttem.

3.2.2. Táptalajok, indítószekvenciák, enzim, puffer

A baktérium izolátumokat King-B (BioLab Zrt) táptalajon, szobahőmérsékleten tenyésztettük. King-B táptalaj összetétele: 20 g pepton, 10 g glycerol, 1,5 g K₂HPO₄, 1,5 g MgSO₄ X 7 H₂O, 15 g agar, desztillált víz. A táptalaj végtérfogata 1 liter, pH-ja 7,2. Ugyanebből a táptalajból készítettük az agar diffúziós vizsgálathoz 5%-os lágy agar-t. Univerzális indítószekvenciákat használtunk, a polimeráz láncreakció során, mely a baktérium 16S rRNS gén egy részét sokszorozzák meg. 63F primer: 5'-CAGGCCTAACACATGCAAGTC-3', 1389R primer: 5'-ACGGGCGGTGTGTACAAG-3'.

A vizsgált növénypatogén gombát burgonya dextróz agar (Potato dextrose agar, PDA, BioLab Zrt.) táptalajon izoláltuk. A tenyészetek előállításához és az izolátumok fenntartásához (jellemzéshez, patogenitási teszthez, molekuláris azonosításhoz) szintén PDA táptalajt használtunk.

Univerzális indítószekvenciákat használtunk, a polimeráz láncreakció során, melyek a kórokozók 18S rRNS gén egy részét, az ITS1 régiót, az 5,8S rRNS gént, az ITS2 régiót és a 28S rRNS kódoló gén egy részét sokszorozzák meg. ITS1 primer: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG - 3', ITS4 primer: 5'- TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'.

A kórokozók PCR vizsgálatához Taq DNS polimeráz enzimet (rekombináns) használtunk [(5 u/μl); puffere: 10x-es Taq puffer +KCl, - MgCl₂, pH: 8,8 25 °C-on]. A PCR termékeket szekvencia meghatározás előtt High Pure PCR Product Purification Kit-tel tisztítottuk.

3.2.3. Felhasznált eszközök

A vizsgálatainkhoz a Növénykórtan laboratóriumban található általános fém-, porcelán-, üveg- és műanyag eszközöket használtunk (lándzsátű, bonctű, 5 mm-es dugófűrő, dörzsmozsár, tárgylemez, lombik, Eppendorf csövek, műanyag kémcsövek, mérőpohár stb.). A tenyészeteket 85 mm-es műanyag Petri-csészékben tartottuk fenn. A kórokozók táptalajra oltása Thermo Scientific MSC 1.2 lamináris fülke alatt történt. A fertőzött növényi részek és a szaporítóképletek vizsgálata során Leica MZ6 sztereomikroszkópot és Nikon Eclipse 50i citoplaszt mikroszkópot használtunk. A mikroszkópos felvételeket QImaging MicroPublisher 5.0 RTV kamerával készítettük. A kísérletekhez a növényvédő szerek kimérése analitikai mérleg, valamint pipetta segítségével történt.

Az agar diffúziós kísérlethez használtunk még 10 mm-es dugófűrőt, valamint a növényvédő szerek hozzáadása után a Petri-csészéket 1 órára hűtőszekrénybe tettük, a készítmények diffundálása végett. Ezen kívül a vizsgált készítmények pH-ját is meghatároztuk.

3.2.4 A vizsgált készítmények

A vizsgálatokhoz a növényvédő szereket és az antibiotikumot a gyakorlatban alkalmazott dózisban, valamint 10%-os, 1%-os, 0,1%-os és 0,01%-os hígításban alkalmaztuk, míg a kondicionáló készítmények, illóolajok, természetes- és egyéb anyagok hatékonyságát gyakorlati dózis helyett töményen és az előbbi hígításokban is vizsgáltuk. Az *Alternaria* esetében a 10%-os töménységet nem tudtuk vizsgálni, mivel ott nem vízben, hanem a PDA táptalajban oldottuk fel a növényvédő szereket, és a por formulájú készítményeket nem tudtuk maradéktalanul feloldani.

A *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* ellen a következő készítményeket vontuk be a vizsgálatba: Aliette 80 WG, Bordóilé + Kén Neo SC, Champion WG, Cuproxat FW, Kasumi 2 L – SzE, Kupfer Fusilan WG, Streptomycin (sztreptomycin-szulfát), fahéjolaj (Aromax), Phosfik Cu, 10%-os étellecet, ezüst kolloid (Dr. Juice Co.), Fitostore F.

Az *Alternaria* ellen az alábbi növényvédő szereket vizsgáltuk: Amistar, Bordóilé+Kén Neo SC, Champion WG, Cuproxat FW, Dithane M-45, Folicur Solo, Kupfer Fusilan WG, Score 250 EC és Vegesol R. Ezen kívül megnéztük még a fahéjolaj, valamint a Fitostore F fertőtlenítő oldat hatékonyságát.

A baktérium ellen alkalmazott gyakorlati dózisokat a 3. táblázat tartalmazza, míg az *Alternaria* ellen alkalmazott készítmények gyakorlati dózisait a 4. táblázat.

3. táblázat: *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* ellen alkalmazott készítmények
gyakorlati dózisai

Növényvédő szer neve	Gyakorlati dózis (mg/µl/50 ml)	Engedélyezett kultúrák
Aliette 80 WG	78 mg	fejes saláta
Bordóilé + Kén Neo SC	405 µl	burgonya
Champion WG	167 mg	burgonya, cukkini, paradicsom
Cuproxat FW	500 µl	burgonya, uborka, paradicsom
Kasumi 2L - SzE	167 µl	paprika, paradicsom, uborka, bab
Kupfer Fusilan WG	272 mg	burgonya, borsó, paradicsom
Phosfik Cu	125 µl	általános
Streptomycin	0,030 mg	nincs engedélyezve

Az engedélyezett zöldség kultúrák oszlopokban (3. és 4. táblázat) található a növényi kultúrák, melyeknek az ajánlott alkalmazási dózisai alapján kiszámoltuk az általunk beállított gyakorlati dózis értékeit.

4. táblázat: *Alternaria* ellen alkalmazott készítmények gyakorlati dózisa

Növényvédő szer neve	Gyakorlati dózis (mg/μl/100 ml)	Engedélyezett kultúrák
Amistar	220 μl	repce, brokkoli
Bordóilé + Kén Neo SC	810 μl	burgonya
Champion WG	333 mg	burgonya, cukkini, paradicsom
Cuproxat FW	1000 μl	burgonya, uborka, paradicsom
Dithane M-45	400 mg	burgonya
Folicur Solo	187 μl	repce
Kupfer Fusilan WG	544 mg	burgonya, borsó, paradicsom
Score 250 EC	30 μl	almatermésűek, őszibarack
Vegesol R	600 μl	paprika, paradicsom, borsó, burgonya

3.3. Vizsgálat módszere

3.3.1. Növényi részek gyűjtése és tárolása

A xantomónászos feketeerűség tüneteit mutató leveleket (3. ábra) 2020.09.24-én gyűjtöttem a „Márkus kert” névre hallgató területről. A mintákat papírzacskóba tettem, majd az éjszaka folyamán hűtőszekrényben tároltam a vizsgálat megkezdése előtt. A táptalajra oltás 09.24-én történt meg.

Az alternáriás levélfoltosság tüneteit (4. ábra) mutató növényi anyagot szintén erről a területről gyűjtöttem 2021.09.06-án. A minták tárolása szintén papírzacskóban történt a szállítás idejére, azonban ezeket a mintákat azonnal szállítottam a laboratóriumba, és még aznap vizsgáltuk a konídiumokat, valamint táptalajra oltottuk a kórokozót.



4. ábra: A xantomónászos feketeerűség (A) és az alternáriás betegség (B) tünetei fejes káposztán (Fotó: Forgács, 2021)

3.3.2 A fejes káposzta termesztés módszere



5. ábra: 'Agressor F1'
állomány Bugyi területén
(Fotó: Forgács, 2021)

A fertőzött növényi részeket egy bugyii őstermelőtől gyűjtöttem, szabadföldi termesztésből. Az 'Agressor F1' egy középhosszú tenyészidejű, átmeneti tárolásra vagy frisspiaci értékesítésre szánt, savanyításra is alkalmas fajta. Nagy fejeket képes nevelni, súlya elérheti a 6 kg-ot is. Ennek megfelelően a tenyészterület-igénye is nagy: 70x50 cm az ültetési sor- és tőtáv (5. ábra).

Az ültetési anyagot a termelő magának állította elő palántaneveléssel, a közeg amelybe a magot vetették tőzeg volt. A palántanevelés a szabad ég alatt történt, a vetőtálcák alá a legyökerezés gátlására geotextílt terítettek, időtartama 4-5 hét volt. A palántát a palántakori gombás betegségek ellen a propamokarb hatóanyagú Proplant-tal beöntözéssel védekeztek.

A termőterületen alaptrágyaként 20-25 kg/m² szerves trágya került szétszórásra, így a fejlett erős palánták egy tápanyaggal megfelelően ellátott közegbe kerülhettek. Az öntözést esőztető öntözéssel oldották meg, fűrt kútról. A tenyészidőszak során 3 alkalommal juttattak ki fejtrágyát, a gyomirtás mechanikai úton történt kultivátorral, valamint kézi erővel kapálással és gyomlálással. A növényvédelmi beavatkozások közül a kísérlet szempontjából a gombaölőszerek kezeléseket fontosak. A tenyészidőszak során 3 alkalommal juttattak ki 62,5 g/l fluopikolid és 625 g/l propamokarb hidroklorid hatóanyagtartalmú Infinito márkanévű gombaölőszert. Az első permetezésre 07.21-én került sor, a második kezelés 08.13-án volt esedékes, a harmadik beavatkozás pedig 09.03-án került elvégzésre. Az időjárási viszonyok a 2021-es évben nem indokolták a mintagyűjtés időpontjáig a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* elleni rezes védekezést.

3.3.3. Kórokozók izolálása táptalajon

A szállítást követően a feketerűség tüneteit mutató minták felületét fertőtlenítettük, majd steril desztillált vízzel homogenizáltuk. Az elegyet a laboratóriumban steril King-B agarra szélesztettük, tenyésztettük, majd végezetül tiszta tenyészetbe hoztuk. A Petri-csészéket 1-2 napon keresztül 26 °C-on inkubáltuk, majd glycerolos közegben fenntartottuk, megőriztük. Munkánk során végül a felhasznált baktérium izolátumok paramétereit az 5. táblázat foglalja össze.

5. táblázat: Baktérium izolátumok paraméterei

Izolátum kódja	Gyűjtés helye	Gyűjtés ideje	Növényi rész
Xcc1	Bugyi	2020	levél
Xcc2	Bugyi	2020	torzsa
Xcc3	Bugyi	2020	levél

Az alternáriás levélfoltosságot okozó kórokozót lamináris fülkében, steril körülmények között két módszerrel is sikeresen izoláltuk. Először a fertőzött levelekről konídiumokat emeltünk le sterilizált lándzsátű segítségével, melyeket steril vízbe mosva konídium-szuszpenziót készítettünk. Az így előállított szuszpenziót mikroszkóppal ellenőriztük és 100 µl-enként szélesztettük PDA táptalajon. A tenyészeteket szobahőmérsékleten, normál körülmények között inkubáltuk. Két nap elteltével megvizsgáltuk a tenyészeteket és a növekedésnek indult kolóniákból néhányat steril PDA lemezekre helyezve egykonídiumos tenyészeteket hoztunk létre. Az így átolított egykonídiumos tenyészeteket szintén szobahőmérsékleten normál körülmények között inkubáltuk addig, amíg a kórokozó micéliuma teljesen be nem nőtte a Petri-csészét.

A másik módszer a három pont leoltás volt. Ennek során steril lándzsátű segítségével közvetlenül konídiumokat helyeztünk a táptalajra. A növekedésnek indult tenyészetek széléből micéliumkorongokat metszettünk ki és helyeztünk át steril táptajra, így létrehoztuk a tiszta tenyészeteket. Munkánk során egy izolátummal dolgoztunk, ezt A_Hu01-nek neveztük el.

3.3.4. Morfológiai vizsgálatok: szaporítóképletek, tenyészbélyegek jellemzése

A tüneteket okozó növénypatogén kórokozó gombát szaporítóképletei morfológiája alapján határoztuk meg. A meghatározáshoz szükséges bélyeg a konídiumok keletkezése, színe, alakja és sejtszáma. A kísérletem során a vizsgált kórokozónál részletes morfológiai jellemzést végeztünk a következőképpen: steril lándzsátűvel konídiumokat helyeztünk át tárgylemezre és citoplaszt mikroszkóppal vizsgáltuk a korábban említett tulajdonságoknak megfelelően a szaporítóképleteket. Összesen 50 konídiumot vizsgáltunk, hosszúságuk és a legnagyobb átmérőjük, valamint sejtszámuk alapján.

A monospóras tenyészetek növekedését 5 naponta mértük, két egymással derékszöget bezáró átmérő mentén. A mért értékekből kiszámoltuk a tenyészetek napi növekedési ütemét mm-ben. A tenyészbélyegek vizsgálta során feljegyeztük a tenyészetek alakját, színét, felszínüket és mintázottságukat.

3.3.5 A baktérium szuszpenzió előállítása

A baktérium szuszpenziót 24 órás, 26 °C-on tartott tiszta izolátumok (Xcc1, Xcc2, Xcc3) tenyészetéből állítottuk elő. A szuszpenziót desztillált vízzel kalibrált spektrofotométerrel 540 nm-en, 5×10^7 sejt/ml töménységűre állítottuk be (Klement, 1964).

3.3.6 A baktérium Gram-tulajdonság vizsgálata

A Gram-tulajdonság vizsgálata elengedhetetlen módszer a baktériumok azonosításában (Buck, 1982). A módszer alapja, hogy a Gram-negatív baktériumok sejtfala lúgos közegben hamar feloldódik, és nyúlós állagúvá válik a keletkező dezoxiribonukleinsav miatt (Powers, 1995). A teszt elvégzéséhez a 24 órás tenyészetekből egy-egy kolóniát üveg tárgylemezre helyeztünk, melyre egy csepp 3%-os KOH oldatot cseppentettünk, majd homogenizáltuk. Amennyiben az elegy nyúlós állagúvá vált, akkor a KOH oldat feloldotta a baktérium sejtfalát, vagyis a teszt pozitív, és a baktérium Gram-negatív tulajdonságú. Ha nem oldotta fel a baktérium sejtfalát, akkor az elegy vizes állagú, ami negatív tesztet és Gram-pozitív baktériumot jelent (Klement, 1964).

3.3.7. Patogenitási teszt

A patogenitási tesztet végeztünk, annak érdekében, hogy az izolált kórokozók valóban képesek-e fertőzni a vélt gazdanövényt. A patogenitási teszt során először az egészséges fejes káposzta levelek felszínét fertőtlenítettük. Az leveleket 70%-os etanolba helyeztük 2 percre, majd a leveleket steril csipesszel áthelyeztük steril desztillált vízbe további 2 percre. A lamináris fülkében felszárítottuk a nedvességet a levelek felületéről.

Az *Xcc* izolátumok (*Xcc1*, *Xcc2*, *Xcc3*) esetében először a hiperszenzitív reakció (HR) vizsgálata során dohánynövények (*Nicotiana tabacum* L. cv. Xanthi) levelébe 5×10^7 sejt/ml töménységű baktérium szuszpenziót injektáltunk fecskendő segítségével (Klement, 1964). A tesztet 24- 48 óra elteltével értékeltük a kialakult tünetek alapján (gyors szöveti nekrozis), a patogenitás tesztelése végett. Ezután 'Agressor F1' fajtájú káposztafejet daraboltunk fel, majd a kontroll részeket steril desztillált vízzel kezeltük, a többit pedig inokuláltuk a tiszta tenyészetbe hozott izolátumokkal. Az üveg kamrába helyezett növényi részeket szobahőmérsékleten (25 ± 2 °C-on) természetes fényviszonyok mellett inkubáltuk 5-6 napon keresztül.

Alternaria esetében a leveleket steril nedves kamrába helyeztük, mely steril csíráztató üvegekből, és nedves, steril üveggyöngyökből áll össze. A kórokozó 14 napos tenyészeiből származó 5 mm-es micélium korongokkal inokuláltuk a levelet. Két különböző mechanizmussal történt az inokuláció: az egyikben a levél ép felszínére helyeztük a korongot, a másikban megsebezttük a levél epidermiszét és a sebésre tettük a micélium korongot. Kontrollként az egészséges levelekre steril PDA táptalaj korongokat tettünk. A leveleket 5–6 napon keresztül szobahőmérsékleten (25 ± 2 °C-on) természetes fényviszonyok mellett inkubáltuk. A patogenitási teszt akkor tekinthető sikeresnek, ha az megfelel a Koch-féle posztulátumoknak (Koch, 1878).

3.3.8. Molekuláris vizsgálatok

DNS felhasználása a *Xanthomonas* tenyészetekből

A baktérium izolátumok (Xcc1, Xcc2, Xcc3) 24 órás tiszta tenyészetéből egy-két kolóniát használunk fel, melyből baktériumszuszpenziót készítünk, melyet 5×10^7 sejt/ml töménységűre állítunk be, és ebből 2 µl DNS-t adunk a PCR elegyhez.

Örökítőanyag kivonása az *Alternaria* kórokozó tiszta tenyészetéből

A kórokozó 10 napos tenyészetéből DNS-t nyertünk ki a molekuláris vizsgálatok elvégzéséhez. A kórokozó tenyészetéből lamináris fülkében micéliumot emeltünk le, majd dörzsmozsárban kvarchomok segítségével eldörzsöltük. 700 µl CTAB puffert (2% CTAB; 1,4 M NaCl; 20 mM EDTA; 100 mM TRIS-HCL pH: 8; 0,2% 2-ME) adtunk hozzá, és tovább homogenizáltuk a mintákat. Az elegyet Eppendorf-csövekbe töltöttük, majd 40 percig 65 °C-os hőmérsékleten asztali termosztátban inkubáltuk. A szennyeződések és egyéb anyagok (pl. fehérjék) eltávolítása miatt az Eppendorf-csövekbe szerves oldószert – 700 µl izoamilalkoholos-kloroformot – pipettáztunk, amelyet kézi rázás után, vortex segítségével kevertünk össze, majd 10 percig centrifugáltuk szobahőmérsékleten, asztali centrifugával. Az Eppendorf-csövek felső részén lévő, puffert tartalmazó vizes fázist átpipettáztuk tiszta Eppendorf-csövekbe, majd hozzáadtunk 500 µl izoamilalkoholos-kloroformot, majd ismét vortexeltük a mintákat, melyeket ezt követően újabb 10 percig centrifugáltunk. A felső fázist ismét tiszta Eppendorf-csövekbe pipettáztuk és hozzáadtunk 600 µl izopropanolt, amellyel a nukleinsavakat denaturáltuk. A következő centrifugálás (5 perc) után leöntöttük a felülúszót és a pelletet 5 perces centrifugálás során 70%-os etanollal mostuk. Az etanolt leöntöttük, lecsepegtettük, majd a pelletet 10 percig vákuum szárítóban szárítottuk ki, és ezt követően 30 µl RNase-t tartalmazó TE-oldatban oldottuk vissza. A kivont örökítőanyagot mélyhűtőben tároltuk -20 °C-on.

PCR (Polimeráz-lánreakció, polymerase chain reaction) vizsgálat

A molekuláris vizsgálatokhoz PCR módszert alkalmaztunk, a baktérium esetében a 63F és 1389R primerek segítségével, míg a gomba esetében az ITS1 és ITS4 primerpárok felhasználásával. A PCR reakció összetevői 25 µl végtérfogatra a következők a baktérium esetében: 10 µl H₂O, 12 µl Thermo Scientific Master mix (2X), 0,5 µl 63F primer (20 pmol/µl), 0,5 µl 1389R primer (20 pmol/µl), 2 µl DNS.

A vizsgálatához az alábbiakat mértük össze 40 µl végtérfogatra reakciónként a gomba esetében: 20 µl Thermo Scientific Master Mix (2X) (MgCl₂ 20mM, dNTPS 5mM, DreamTaq puffer, DreamTaq polimeráz enzim 5 u/µl), 2-2 µl ITS1, ITS4 primer (20 pmol/µl), 4 µl DNS és 12 µl steril víz.

A PCR reakciót 6. táblázat foglalja össze. A denaturálás, a primer kötődés és a lánchosszabbítás egymást követően harmincször játszódik le mindkét kórokozó esetében.

6. táblázat: A PCR ciklusok paraméterei

	<i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>campestris</i> - 16S rRNS	<i>Alternaria</i> - ITS régió
1. elődenaturálás	94 °C - 5 p	94 °C – 5 p
2. denaturálás	94 °C - 15 mp	94 °C - 30 mp
3. anelláció-primer kötődés	55 °C - 30 mp	55 °C - 30 mp
4. elongáció- lánchosszabbítás	72 °C - 90 mp	72 °C - 120 mp
5. lánchosszabbítás	72 °C - 10 p	72 °C - 10 p

A nukleotid szekvencia meghatározása

Az agaróz gélben ellenőrzött PCR termékeket a PCR High Purification Kittel (Roche, Németország) tisztítottuk ki a gyártó utasításai szerint. A tisztítást követően a koncentrációját spektrofotométerrel ellenőriztük. A fragmentumokat a BaseClear B.V. (Leiden, Hollandia) céghez küldtük közvetlen szekvencia meghatározásra. A kórokozó azonosításához az NCBI (National Center for Biotechnology Information) adatbázist, illetve annak BLAST programját használtuk fel. A szekvenciák elemzéséhez és összeillesztéséhez CLC Genomics workbench 6.8.1. (CLC Bio A/S, Cambridge, MA) software csomagot használtuk.

3.3.9 Készítmények hatásának vizsgálata

3.3.9.1. Agar diffúziós módszer

A *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* esetében a növényvédő szerek, antibiotikumok, kondicionáló készítmények, illóolajok, fertőtlenítő-, és természetes anyagok hatását vizuális módon, a korábban kidolgozott agar diffúziós módszerrel-lyuktesztel vizsgáltuk (Didry *et al.*, 1998; Wilkinson *et al.*, 2003).

A Petri-csészékbe 15 ml King-B agart öntöttünk. A baktérium törzskeveréket megolvasztott (45°C) 5%-os King-B agarhoz kevertük 4:1 arányban, így 0,75%-os agart kaptunk. Ezt a szilárd agar tetejére öntöttük. A dermedést követően 10



6. ábra: Készítmények lyukakba mérése
(Fotó: Karacs-Végh, 2021)

mm átmérőjű dugófúróval lyukakat készítettünk. A lyukakba 150 µl-t mértünk a vizsgálatba vont készítmények különböző koncentrációiból (6. ábra). Kontrollként steril vizet használtunk. A kísérletet 5 ismételtsben végeztük el, hígításonként megmérve a készítmények pH értékét. A Petri-csészéket 1 órán át 4 °C-on tartottuk a diffúzió elősegítése miatt, mert ezzel visszafogtuk a baktérium növekedését. Ezután a vizsgálati anyagot 48 órán át szobahőmérsékleten, 26-28 °C-on inkubáltuk. Ezt követően a lyukak körüli baktériummentes, tiszta gátlási zónát mm-ben mértük meg.

3.3.9.2. Mérgezett agar-lemezes vizsgálat

Ez a módszer alkalmas fungicid készítmények micéliumnövekedést, konídiumcsírázást befolyásoló hatásának értékelésére és *in vitro* tenyésztető kórokozók rezisztenciájának vizsgálatára. A módszer alapja, hogy a vizsgálni kívánt készítménnyel mérgezett agar-lemezt készítünk, majd azon vizuális módon értékeljük a micéliumnövekedést, konídiumcsírázást, melyet az *Alternaria* esetében alkalmaztunk.

Minden készítmény 1-1 koncentrációját 100 ml kézmeleg PDA felhasználásával készítettük el, ezt osztottuk szét az 5 ismételtshez előkészített Petri-csészékbe, így minden Petri-csészébe nagyjából 20 ml mérgezett PDA került. A készítményeket közvetlenül a táptalajban oldottuk fel Erlenmeyer lombikok segítségével. A táptalaj megszilárdulása után került sor a ráoltásra, a korábban létesített tiszta tenyészetekből 5 mm átmérőjű dugófúró segítségével korongokat készítettünk, ezeket steril lándzsátűvel helyeztük a Petri-csésze közepére (7. ábra). Kontrollként tiszta, készítménnyel nem mérgezett steril PDA-ra oltottuk a kórokozót. A tenyészeteket szobahőmérsékleten, normál megvilágítási viszonyok között inkubáltuk. A kísérletet akkor értékeltük, amikor a kontroll táptalajon a tenyészetek benőtték a Petri-csészéket, ez idő alatt legalább kétszer került mérésre a tenyészetek átmérője.



7. ábra: A kórokozó mérgezett agar-lemezekre oltása (Fotó: Tóth, 2021)

3.3.9.3. MIC (Minimum Inhibitory Concentration) érték meghatározása



8. ábra: Hígítási sorok elkészítése
(Fotó: Karacs-Végh, 2021)

A készítmények legalacsonyabb hatásos, gátlást kifejtő hígítási értékét a kvalitatív meghatározásra alkalmas ún. 'MIC' értékkel jellemezzük. A készítményekből steril desztillált vízzel százalékos hígítási sort (tömény/gyakorlati dózis; 10; 1; 0,1; 0,01%) készítettünk (8. ábra). A baktérium esetében a legalacsonyabb hatásos hígítási értéket, koncentrációt agar diffúziós módszerrel határoztuk meg, a gomba esetében a mérgezett agar-lemezes vizsgálatból

következtettünk erre az értékre.

3.4 Statisztikai értékelés

A statisztikai értékeléshez az IBM SPSS Statistics 27 programot használtuk. Az agar-diffúziós módszer értékelését két faktoros ANOVA modellel elemeztük, ahol a faktor a készítmény (Aliette 80 WG, Bordóilé + Kén Neo SC, Champion WG, Cuproxat FW, Kasumi 2 L – SzE, Kupfer Fusilan WG, Streptomycin, Fahéjolaj, Phosfik Cu, Ecet, Ezüst kolloid, Fitostore F) és a hígítás (gyakorlati dózis/tömény, 10%; 1%; 0,10%; 0,01%). A mérgezett agarlemez módszer során kapott eredményeket egy faktoros ANOVA modellel elemeztük, ahol a faktor a készítmények hígítása (gyakorlati dózis/tömény, 10%; 1%; 0,10%; 0,01%).

Mindkét esetben a hibatagok normalitását Shapiro-Wilk teszttel ellenőriztük. A szóráshomogenitást Levene-próbával igazoltuk. Azonban a agar-diffúziós módszer esetében páronkénti összehasonlítás a Games-Howell teszt alapján történt, míg a mérgezett agarlemez módszer esetében a páronkénti összehasonlítás a Tukey teszt alapján történt.

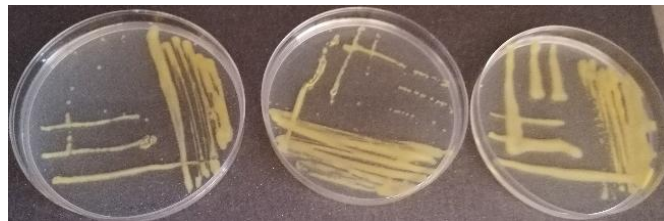
4. EREDMÉNYEK

4.1. A fejes káposztáról izolált, azonosított jelentősebb kórokozók

4.1.1. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* klasszikus azonosítása

4.1.1.1 A kórokozó tenyészbélyege

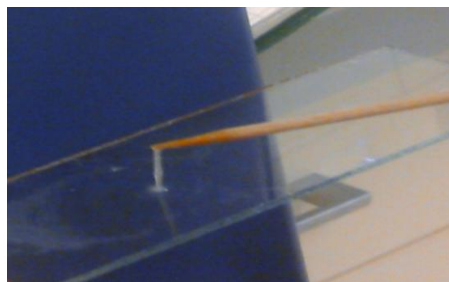
A káposzta leveléről gyűjtött mintákból sikeresen tenyésztettük a baktériumot, melyből három tiszta tenyészetet (Xcc1, Xcc2, Xcc3) állítottunk elő. 24 órás inkubációt követően a táptalajon felnőttek a fajra jellemző sárga színű baktériumtelepek (9. ábra). Az izolátumok mindegyike King-B táptalajon könnyen tenyészthető és fenntartható volt. A *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* apró, sárga színű telepekkel jellemezhető, mely pigmentet nem termel, felületük sima és enyhén kiemelkedő a táptalaj felületéről.



9. ábra: Xcc1,2,3 izolátumok tenyészbélyegei King B táptalajon (Fotó: Forgács, 2020)

4.1.1.2 A kórokozó Gram tulajdonságának vizsgálata

A káposztáról izolált összes izolátum (Xcc1, Xcc2, Xcc3) sejtfalát oldotta a KOH oldat, ezért KOH pozitív tesztet mutattak, vagyis Gram tulajdonság alapján Gram-negatív baktériumok közé sorolhatók (10. ábra).



10. ábra: Xcc1 izolátum esetében a KOH oldat oldotta a sejtfalát, így Gram-negatív

4

(Fotó: Forgács, 2020)

4.1.1.3 Patogenitás vizsgálat

Az izolátumok 5×10^7 sejt/ml töménységű szuszpenziójával inokulált dohánynövény (*Nicotiana tabacum* L. cv. *Xanthi*) levelein 24 óra elteltével pozitív reakciót, azaz gyors szöveti nekrozist-hiperszenzitív reakciót tapasztaltunk (11. ábra), mely igazolja a patogén kórokozó jelenlétét.

A patogenitást az izolátumok szuszpenziójával inokulált 'Agressor F1' fejes káposztán vizsgáltuk. A feldarabolt káposztafejet több helyen inokuláltuk a baktérium szuszpenzióval, melyen a fertőzést követő 11. napon kialakultak a nekrosisok, mely alapján a betegséget feketeerűségnek nevezik (12. ábra). A steril desztillált vízzel inokulált kontroll csoporton nem alakultak ki elváltozások az értékelés időpontjáig. A kórokozót sikeresen visszaizoláltuk a fertőzött növényi részekből King B táptalajra, így a Koch posztulátumok alapján bizonyítottuk a kórokozó megbetegítő képességét.



11. ábra: Xcc1 izolátum hiperszenzitív reakciót indukáló képességének vizsgálata dohánynövény levelén az inokulálást követő 48 órával (Fotó: Forgács, 2020)



12. ábra: A fejes káposztáról izolált izolátumok (Xcc1, Xcc2, Xcc3) patogenitási vizsgálata az inokulálást követő 11. napon (Fotó: Forgács, 2020)

4.1.2. *Alternaria* faj klasszikus azonosítása

4.1.2.1 A kórokozó tenyészbélyege, morfológiája

Az *Alternaria* által fertőzött levelek foltjain a fő tünet (konídiumtartó gye) szabad szemmel is látható volt. Az erről leemelt konídiumokat sztereomikroszkóppal is megvizsgáltuk. A konídiumok többsejtűek voltak (13. ábra), 50 db esetben sejtszámukat feljegyeztük, átmérőjüket valamint hosszukat megmértük, ezeknek az átlagait, valamint a minimum és maximum értékeket a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat: A lemért konídiumok dimenziói

	hossz (µm)	átmérő (µm)	sejtszám
minimum	24,4	9,4	3
átlag	42,0	13,5	4,5
maximum	59,0	18,6	7

A kórokozót sikeresen tenyésztettük PDA táptalajon (14. ábra), 1 izolátummal dolgoztunk, A_Hu01-nek neveztük el. A konídiumok 24 órán belül csírázásnak indultak, ezt követően a 2 napos tenyészetekben létrejött kolóniákat kiválogattuk és átoltottuk. A tenyészetek többnyire szabályos kör alakúak voltak, szélük ép volt. A növekedő szél színe fehér volt, a tenyészet színe olívbarna, benne koncentrikus körök figyelhetők meg, rajta sötétbarna konídiumtartó gyeppel. A tenyészetekben konídiumok képződését is megfigyeltük. A tenyészetek átlagos gyorsasággal növekedtek, átlagosan 7,4 mm-t növekedtek 24 óra alatt.



13. ábra: A_Hu01 izolátum konídiumai
(Fotó: Forgács, 2021)



14. ábra: A_Hu01 tenyészet PDA táptalajon
(Fotó: Forgács, 2021)

4.1.2.2. Patogenitás vizsgálat

Az *Alternaria* faj esetében is sikeresen elvégzett patogenitási vizsgálatról számolhatunk be. 'Agressor F1' fajtájú, tünetet nem mutató fejes káposztalevelet inokuláltunk a kórokozó micéliumával, sebzés okozásával, valamint sebzés nélkül is, ezután nedves kamrába helyeztük a növényi részeket. A mesterséges fertőzést követő 7. napon jól látható léziók jelentek meg a levélen, benne a fajra jellemző koncentrikus körökkel (15.



15. ábra: A_Hu01 izolátummal történő patogenitási vizsgálat eredménye
(Fotó szerk.: Forgács, 2021)

ábra). A fertőzött szövetekből való újra izolálás PDA táptalajon sikeres volt, így bebizonyosodott a kórokozó megbetegítő képessége a Koch posztulátumoknak megfelelően (16. ábra). Kontrollként a levelet steril PDA koronggal inokuláltuk, majd szintén nedves kamrába helyeztük. Ezen a növényi részen semmilyen elváltozás nem jelent meg az értékelés napjáig.



16. ábra: *Alternaria* faj újra izolálása (Fotó : Forgács, 2021)

4.1.3. Kórokozók molekuláris azonosítása

4.1.3.1. A 16S rRNS gén molekuláris vizsgálata

A fejes káposztáról izolált baktérium izolátumok (Xcc1, Xcc2, Xcc3) 16S rRNS gén molekuláris vizsgálata során ~1300 bázispár hosszúságú termékek keletkeztek. Az izolátumok részlegesen meghatározott 16S rRNS szekvenciáit összehasonlítottuk a nemzetközi adatbázisban (NCBI) található különböző 16S rRNS szekvenciákkal. A szekvencia analízis alapján izolátumaink 99,5-100% azonosságot mutattak más *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* izolátumokkal. A saját izolátumaink egymással 100% egyezést mutatnak.

4.1.3.2. Az ITS régió molekuláris vizsgálata

A molekuláris vizsgálat során sikeresen vontunk ki össznukleinsavat a gomba (A_Hu01 izolátum) micéliumából. Az ITS régió vizsgálata során az ITS1 és ITS4 univerzális primerekkel egy kb. 650 bázispár hosszúságú terméket amplifikáltunk a polimeráz láncreakció során. Szekvenciánkat összevetve a nemzetközi adatbázisban található szekvenciákkal, megállapítottuk, hogy a vizsgált szakaszon 99-100%-os hasonlóságot mutatott az *Alternaria brassicicola* izolátumokkal.

4.2 Készítmények hatásának vizsgálata *in vitro* a fejes káposzta jelentősebb kórokozóival szemben

4.2.1. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*- Agar diffúziós vizsgálat eredményei

24 órás inkubáció után a kontroll lemezekén nem alakult ki gátlási zóna (17. ábra). A vizsgálat során a különböző készítmények gátlási zónáit mindig a kontroll lemezhez viszonyítottuk.

A kísérletet 5 ismétlésre alapozva állítottuk be, minden hígítás esetében megmértük a készítmények pH-ját is. A pH értékek döntő többségben azonban 5-7 közötti tartományba esett.



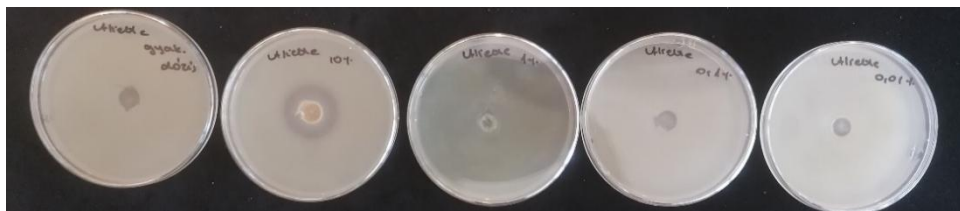
17. ábra: 24 órás inkubáció után nincs gátlási zóna a kontroll lemezekben (Fotó: Forgács, 2021)

4.2.1.1. . Növényvédő szerek, antibiotikumok hatása Xcc baktériumfajra

Aliette 80 WG

Hatóanyaga: foszetil-Al

24 órás inkubációt követően a 0,01 %-os, 0,1 %-os, valamint a gyakorlati dózissra hígított Aliette 80 WG oldatok nem alakítottak ki gátlási zónát, hatástalanok voltak *in vitro* körülmények között. 1 %-os valamint 10 %-os töménységben különböző méretű tiszta gátlási zónák keletkeztek: 1 % esetében 12,5 mm, 10 % esetében 26,2 mm volt a gátlási zónák átlagos mérete (18. ábra). Ezekben a koncentrációkban tehát *in vitro* körülmények között baktericid hatással rendelkezik a készítmény. A leghatékonyabb a 10%-os töménységű oldat, a legalacsonyabb hatásos dózis (MIC érték) pedig az 1%-os töménységű Aliette 80 WG oldat volt.



18. ábra: Az Aliette 80 WG antibakteriális hatásának kimutatása a gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

Bordóilé + kén Neo SC

Hatóanyaga: bordói keverék, kén

24 órás inkubációt követően 0,01 %-os, és 0,1%-os hígítású oldatok hatástalanok voltak *in vitro* körülmények között. 1%-os töménység esetében 12,5 mm, 10%-nál 25,9 mm, a gyakorlatban alkalmazott dózissnál pedig 13 mm volt a tiszta gátlási zóna mérete (19. ábra), ezek a koncentrációk rendelkeznek baktericid hatással. A leghatékonyabb a 10%-os töménységű oldat volt, a legalacsonyabb gátlást kialakító dózis (MIC érték) pedig az 1%-os Bordóilé + kén Neo SC oldat volt.

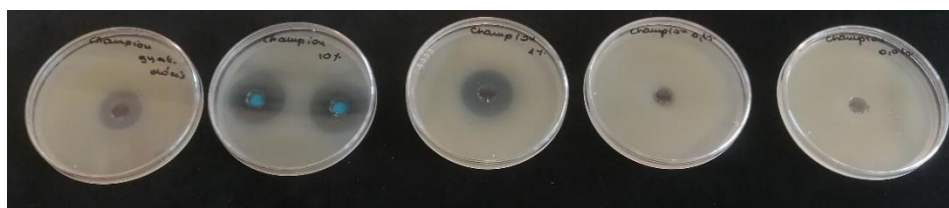


19. ábra: Bordóilé + kén Neo SC antibakteriális hatásának kimutatása gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

Champion WG

Hatóanyaga: rézhidroxid

24 órás inkubációt követően 0,01%-os töménységben az oldat nem rendelkezik baktericid hatással *in vitro* körülmények között. 0,1% koncentrációban 12,3 mm, 1%-nál 28,6 mm, 10% esetében 31,3 mm volt a gátlási zóna, a gyakorlatban alkalmazott dózis pedig 23,3 mm méretű tiszta gátlási zónát alakított ki (20. ábra), tehát ezek a koncentrációk *in vitro* körülmények között rendelkeznek baktericid hatással. A legnagyobb méretű gátlási zónát a 10%-os töménységű Champion WG oldat alakította ki, míg a MIC értékhez tartozó koncentráció a 0,1%-os töménység.

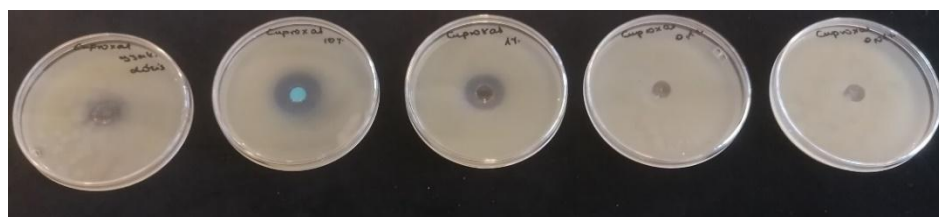


20. ábra: Champion WG antibakteriális hatásának kimutatása gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

Cuproxat FW

Hatóanyaga: tribázikus rézsulfát

24 órás inkubációt követően 0,01%-os és 0,1%-os töménységben nem alakított ki a Cuproxat FW gátlási zónát. A legalacsonyabb hatásos dózis (MIC érték) az 1%-os töménység volt, ennek a tiszta gátlási zónának a mérete 21,5 mm volt. 10%-os töménység esetében alakult ki a legnagyobb méretű zóna, 25,1 mm átmérővel, tehát ennek a dózisnak volt a legnagyobb a baktericid hatása *in vitro* körülmények között. A gyakorlatban alkalmazott dózis esetében megfigyelhettünk egy tiszta gátlási zónát, melynek átmérője 13,4 mm volt, valamint egy azt körülvevő homályos gátlási zónát 24,9 mm-es átmérővel (21. ábra).

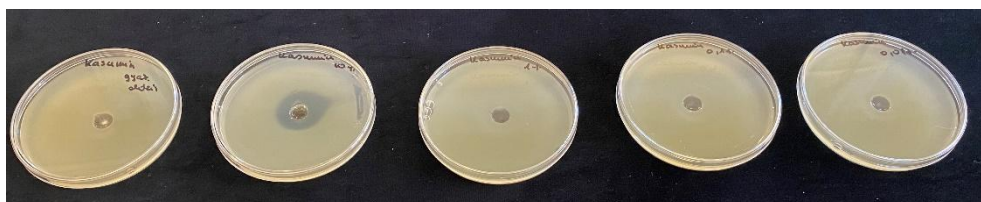


21. ábra: Cuproxat FW antibakteriális hatásának kimutatása gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

Kasumi 2L -SzE

Hatóanyaga: kasugamicin

24 órás inkubációt követően a 0,01% -os, 0,1%-os, 1%-os töménységek, valamint a gyakorlatban alkalmazott dózis nem alakítottak ki gátlási zónát, nem rendelkeztek baktericid hatással. Kizárólag a 10%-os töménységű Kasumi 2L -SzE oldat mutatott hatékonyságot *in vitro* körülmények között, a gátlási zóna mérete 27,3 mm volt (22. ábra), így ez a koncentráció határozza meg a MIC értéket.



22. ábra: Kasumi 2L -SzE antibakteriális hatásának kimutatása gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

Kupfer Fusilan WG

Hatóanyaga: cimoxanil, rézoxiklorid

24 órás inkubációt követően a 0,01%-os töménységű oldat nem mutatott hatékonyságot az *Xcc* ellen. A 0,1%-os töménységű Kupfer Fusilan WG 12,7 mm átmérőjű gátlási zónát alakított ki, 1%-os töménységben 34,5 mm, 10% esetben pedig 45,9 mm volt a tiszta gátlási zóna mérete. A gyakorlatban alkalmazott dózis esetében megfigyelhettünk egy 24,6 mm átmérőjű tiszta gátlási zónát, valamint egy 30,4 mm-es átmérővel rendelkező homályos gátlási zónát (23. ábra). A leghatékonyabbnak a 10%-os töménység bizonyult, a legalacsonyabb gátlást kifejtő koncentráció pedig a 0,1%-os hígítás volt.



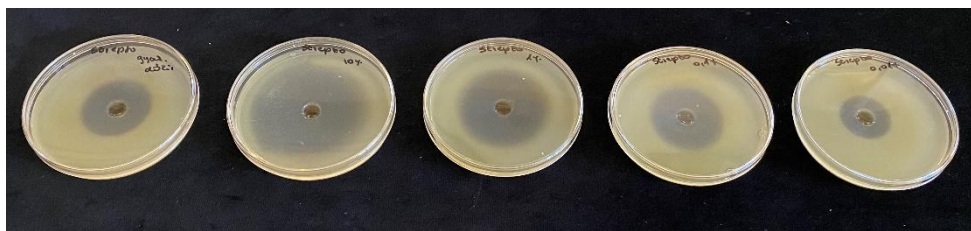
23. ábra: Kupfer Fusilan WG antibakteriális hatásának kimutatása gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

Streptomycin

Hatóanyaga: sztreptomycin-szulfát

24 órás inkubációt követően minden hígításnál megfigyelhettünk gátlási zónát, minden koncentráció rendelkezett baktericid hatással *in vitro* körülmények között. 0,01% esetében 27,4 mm, 0,1%-nál 41,1 mm, 1%-os töménységben 49,5 mm, 10%-os dózisban pedig 66,4 mm voltak a gátlási zónák méretei. A gyakorlatban alkalmazott előírt dózis 36,9 mm-es gátlási zónát alakított ki

(24. ábra). A leghatékonyabbnak a 10%-os töménység bizonyult, míg a legkisebb 0,01 %-os töménységhez köthettük a MIC értéket.



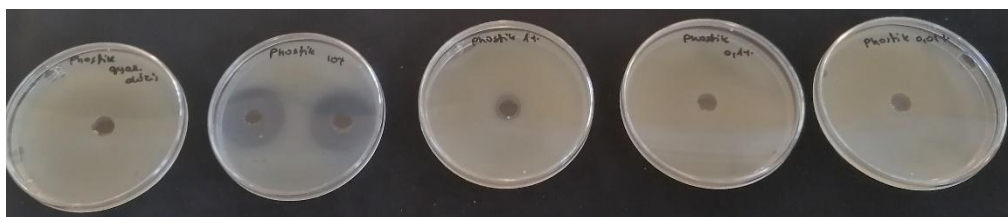
24. ábra: Streptomycin antibakteriális hatásának kimutatása gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

4.2.1.2. Növénykondicionáló szerek, természetes anyagok

Phosfik Cu

Hatóanyaga: NPK lombtrágya + 4% réz

24 órás inkubációt követően 0,01%-os, valamint 0,1%-os töménységben, továbbá a gyakorlatban alkalmazott dózis koncentrációjában nem alakult ki gátlási zóna. 1%-os töménység esetén 13 mm, 10%-nál pedig 27,6 mm volt a tiszta gátlási zóna mérete (25. ábra). A leghatékonyabb dózis a 10%-os töménység volt, a legalacsonyabb gátlást kifejtő koncentráció pedig az 1%-os hígítás Phosfik Cu esetében.



25. ábra: Phosfik Cu antibakteriális hatásának kimutatása gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

Fahéjolaj

24 órás inkubációt követően a 0,01%-os töménységű oldat nem rendelkezett baktericid hatással *in vitro* körülmények között. A 0,1%-os dózis esetében 12,4 mm, 1%-nál 46,1 mm, 10%-os töménységnél 49,2 mm, tömény fahéjolaj esetében pedig 56,9 mm volt a tiszta gátlási zóna mérete (26. ábra). A leghatékonyabb, legnagyobb gátlást okozó koncentráció a tömény fahéjolaj volt, a legalacsonyabb hatást kiváltó dózis pedig a 0,1%-os hígítás.



26. ábra: Fahéjolaj antibakteriális hatásának kimutatása gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

Ezüst kolloid

24 órás inkubációt követően a 0,01%-os, 0,1%-os, 1%-os, valamint a 10%-os töménységű ezüst kolloid oldat nem rendelkezett baktericid hatással *Xcc* fajra, *in vitro* körülmények között. Az egyedüli gátlást kifejtő koncentráció a töményen alkalmazott ezüst kolloid volt, így ez a MIC értéket meghatározó koncentráció. A tiszta gátlási zóna mérete 15,6 mm volt (27. ábra).



27. ábra: Ezüst kolloid antibakteriális hatásának kimutatása gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

Ételecet

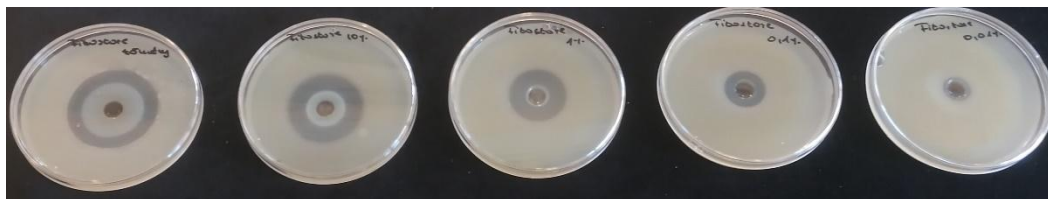
24 órás inkubációt követően 0,01%-os, valamint 0,1%-os töménységben nem alakult ki gátlási zóna. 1%-os töménységben 28,5 mm, 10% esetében pedig 63,3 mm volt a tiszta gátlási zóna átmérőjének mérete (28. ábra). Ételecet tekintetében tömény oldatról nem beszélhettünk, mivel nincs kereskedelmi forgalomban. A leghatásosabb dózis a 10%-os töménység volt, a legalacsonyabb gátlást kifejtő koncentráció pedig az 1%-os dózis volt *in vitro* körülmények között.



28. ábra: Ételecet antibakteriális hatásának kimutatása gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

Fitostore F

24 órás inkubációt követően minden alkalmazott koncentráció esetében megfigyelhettünk tiszta gátlási zónát. 0,01 % esetében a zóna mérete 13,2 mm, 0,1%-nál 20,8 mm, 1%-os hígításnál 30,4 mm, 10 %-nál 39,1 mm, tömény Fitostore F esetében pedig 39,4 mm volt (29. ábra).



29. ábra: Fitostore F antibakteriális hatásának kimutatása gátlási zóna alapján a különböző hígításokban (Fotó: Forgács, 2021)

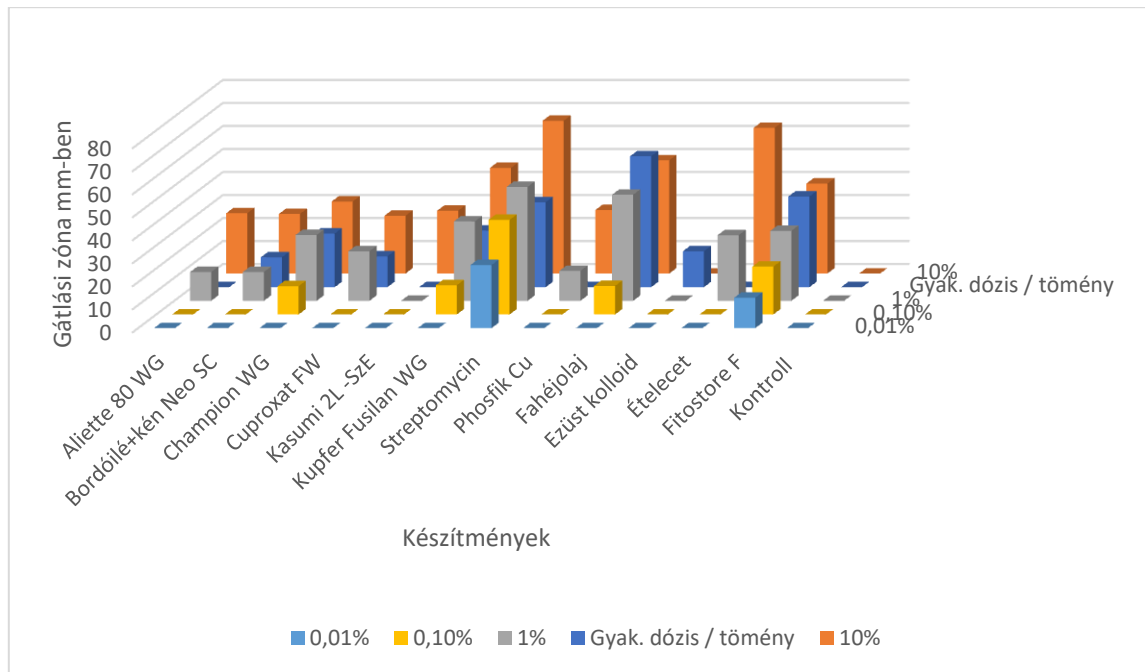
4.2.1.3. MIC érték meghatározása, statisztikai elemzés

A kísérletben 5 ismételtesben vizsgált szerek és készítmények egyes dózisaival kialakított gátlási zónák átlagos méreteit mm-ben megadva a 8. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban piros színnel emeltük ki az egyes szerek esetében a MIC értékeket.

8. táblázat: Gátlási zónák átlagai mm-ben

Készítmények	Gyakorlatban alkalmazott dózis / tömény készítmény	10%	1%	0,1%	0,01%
Aliette 80 WG	0	26,2	12,5	0	0
Bordóilé+kén Neo SC	13	25,9	12,5	0	0
Champion WG	23,3	31,3	28,6	12,3	0
Cuproxat FW	24,9 (h) 13,4	25,1	21,5	0	0
Kasumi 2L - SzE	0	27,3	0	0	0
Kupfer Fusilan WG	30,4 (h) 24,6	45,9	34,5	12,7	0
Streptomycin	36,9	66,4	49,5	41,1	27,4
Phosfik Cu	0	27,6	13	0	0
Fahéjolaj	56,9	49,2	46,1	12,4	0
Ezüst kolloid	15,6	0	0	0	0
Ételecet	-	63,3	28,5	0	0
Fitostore F	39,4	39,1	30,4	20,8	13,2

Az agar diffúziós módszerrel végzett lyukteszt vizsgálatok eredményeként elmondható, hogy a vizsgálatba vont növényvédő szerek és antibiotikumok közül a leghatásosabbnak a Streptomycin bizonyult: 10%-os hígításban a tiszta gátlási zóna mérete 66,4 mm. A növényvédő szerek és antibiotikumok közül a MIC érték 0,01%, melyet a Streptomycin esetében mérhettünk (27,4 mm), melyet a 26. ábra szemléltet. A vizsgálatba vont növénykondicionáló szerek, természetes anyagok közül leghatékonyabbnak a 10%-os ételecet mondható: 63,3 mm átmérőjű tiszta gátlási zónát alakított ki. Jelentős baktericid hatással bír még a fahéjolaj, valamint a Fitostore F nevű készítmény is (30. ábra). Ebben a csoportban a MIC érték 0,01%, melyet a Fitostore F esetében tapasztalhattunk (13,2 mm).



30. ábra: A kísérletbe vont készítmények különböző hígításainak hatása a kontrollhoz viszonyítva a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* tenyésztetnövekedésére

A statisztikai elemzés alapján kijelenthetjük, hogy csak a dózisok között van szignifikáns különbség ($F(5;2) = 41,86$ $p = 0,023$), a készítmények között nincs szignifikáns különbség ($p = 0,052$). A post-hoc vizsgálat során a túl sok nulla szórásértékű adatpont miatt az egyes dózisok közötti szignifikáns különbség nem vizsgálható. Ezért a készítményen belül a dózisok hatékonyságát az oszlopdiagramm szemlélteti.

4.2.2. *Alternaria brassicicola* - Mérgezett agar-lemezes vizsgálat

A mérgezett agar-lemez vizsgálat esetében a kísérlet addig tartott, amíg a kontroll csoportra oltott *Alternaria brassicicola* micéliummal átszőtt korongok teljesen be nem nőttek a táptalajt (31. ábra), ez 14 napot vett igénybe. A 14. napon értékelésre kerültek a vizsgálatba vont készítmények, hogy mennyivel kisebbre nőtt a kórokozó micéliuma a kontrollhoz (100%) képest a „mérgezett” táptalajon *in vitro* körülmények között.



31. ábra: A kontroll tenyészetek 14 nap alatt benőttek a táptalajt (Fotó: Forgács, 2021)

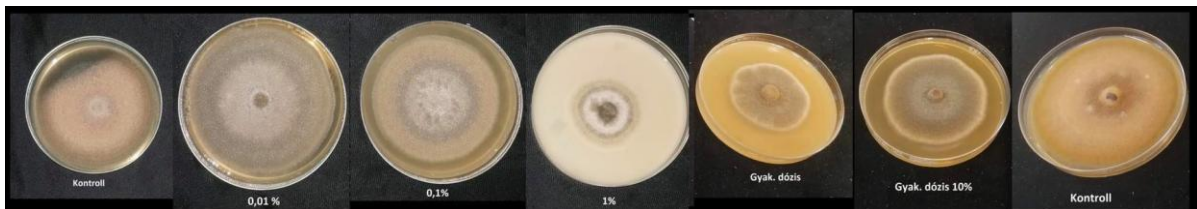
4.2.2.1. Növényvédő szerek hatása *Alternaria brassicicola* kórokozóra

Az egyes növényvédőszerek esetében, minden dózisonál a növekedést a kontrollhoz viszonyítottuk, a növekedés mértékét %-ban megadva fejeztük ki. A növekedési értékeket az 5-5 ismételts értékeinek átlagaiból számoltuk ki.

Amistar

Hatóanyaga: azoxistrobin

Amistar esetében minden koncentráció gátolta valamilyen mértékben a gomba micéliumnövekedését *in vitro* körülmények között. 0,01%-os hígításnál a kontrollhoz képest 89,3%, 0,1%-os hígításnál 82,47%, a gyakorlatban alkalmazott dózis 10%-nál 76,59%, gyakorlati dózis esetében 56,82%, 1%-os töménység esetében pedig 46,12% volt a micélium növekedése (32. ábra). A leghatékonyabb dózis az 1%-os hígítás, a MIC érték pedig 0,01%.

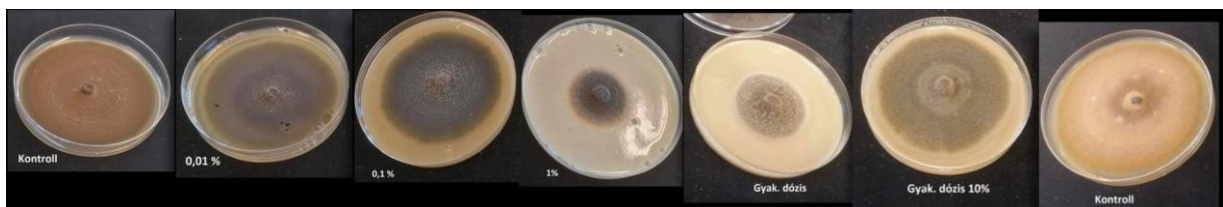


32. ábra: Amistar különböző dózisainak gátló hatása *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

Bordóilé + kén Neo SC

Hatóanyaga: bordói keverék, kén

Bordóilé + kén Neo SC esetében is tapasztaltunk gátlást *in vitro* körülmények között. 0,01%-os koncentrációnál 90,35%, 0,1%-nál, valamint a gyakorlatban alkalmazott dózis esetében 85,41%, a gyakorlatban előírt dózis esetében 56,59%, 1%-os töménységben pedig 43,53% volt a micéliumnövekedés a kontroll csoporthoz viszonyítva (33. ábra). A leghatékonyabb hígítás az 1%-os töménység, a MIC érték pedig 0,01%.

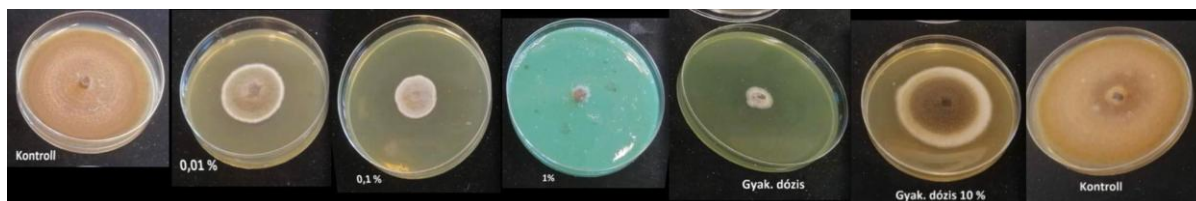


33. ábra: Bordóilé + kén Neo SC különböző dózisainak gátló hatása *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

Champion WG

Hatóanyaga: rézhidroxid

Champion WG esetében is minden vizsgált koncentráció hatásos volt. Legkisebb gátló hatással a gyakorlatban alkalmazott dózis 10%-a bírt, itt 64,35%-a volt a micéliumnövekedés a kontroll csoporténak. 0,01% esetében 42,7%, 0,1%-os hígításban 29,88%, míg a gyakorlatban alkalmazott dózisonál 14,12% volt a micéliumnövekedés a kontroll csoporthoz viszonyítva. A legnagyobb hatékonysággal az 1%-os koncentráció bírt, fungisztatikus hatást tapasztalhattunk ebben az esetben, nem indult meg a micéliumnövekedés (34. ábra). A MIC érték a gyakorlati dózis 10%-os hígítása.

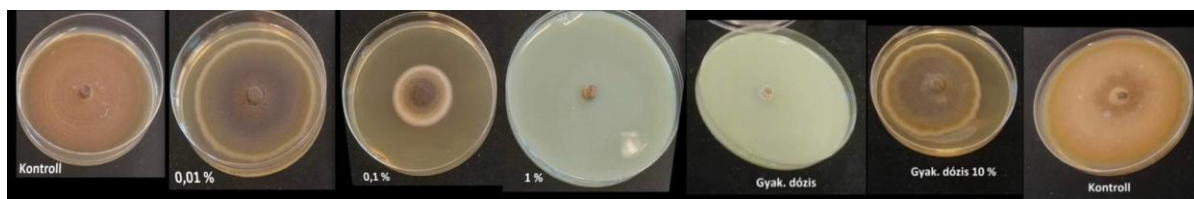


34. ábra: Champion WG különböző dózisainak gátló hatása *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

Cuproxat FW

Hatóanyaga: tribázikus rézsulfát

A Cuproxat FW is minden vizsgált koncentráció esetében gyakorolt hatást az *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére *in vitro* körülmények között. Legkisebb hatással a 0,01%-os koncentráció rendelkezett, itt 85,17% volt a micéliumnövekedés. A sorban a gyakorlati dózis 10%-a követte, ebben a koncentrációban 75,76%, 0,1% esetében 41,3%, a gyakorlatban alkalmazott dózis esetében 9,52%-a volt a micéliumnövekedés a kontroll csoporthoz képest. 1%-os töménység esetében nem indult növekedésnek a kórokozó (35. ábra), ebben az esetben fungisztatikus hatásról beszélünk, így ez volt a leghatásosabb koncentráció. A MIC érték 0,01%.



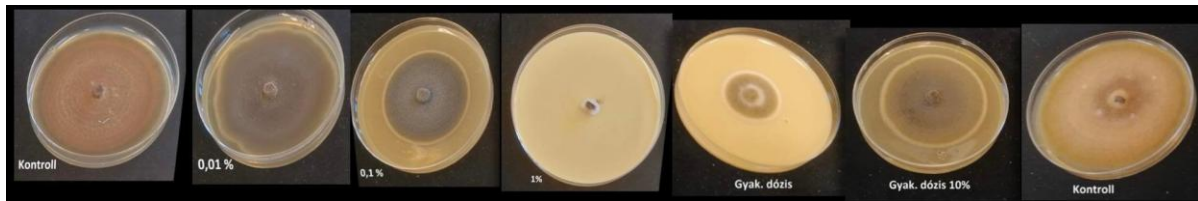
35. ábra: Cuproxat FW különböző dózisainak gátló hatása *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

Dithane M-45

Hatóanyaga: mankoceb

Dithane M-45 esetében is minden dózis alakított ki gátlást a micélium növekedésében *in vitro* körülmények között. 0,01%-os koncentrációban 89,88%, a gyakorlati dózis 10%-nál 75,52%, 0,1% esetében 62%, míg a gyakorlatban alkalmazott dózisonál 37,3% volt a micéliumnövekedés a

kontroll csoporthoz képest. A legnagyobb hatással az 1%-os töménység bírt, gátolta a micéliumnövekedést (36. ábra), fungisztatikus hatást gyakorolt. A MIC érték 0,01%.



36. ábra: Dithane M-45 különböző dózisainak gátló hatása *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

Folicur Solo

Hatóanyaga: tebukonazol

A Folicur Solo összes vizsgált koncentrációja gyakorolt hatást a micéliumnövekedésre. 0,01% esetében a micéliumnövekedés 19,05% volt a kontroll csoporthoz képest. Az összes többi koncentráció esetében fungicid hatást figyeltünk meg, az átszótt korongokban is elhalt a micélium (37. ábra). A MIC érték 0,01%.

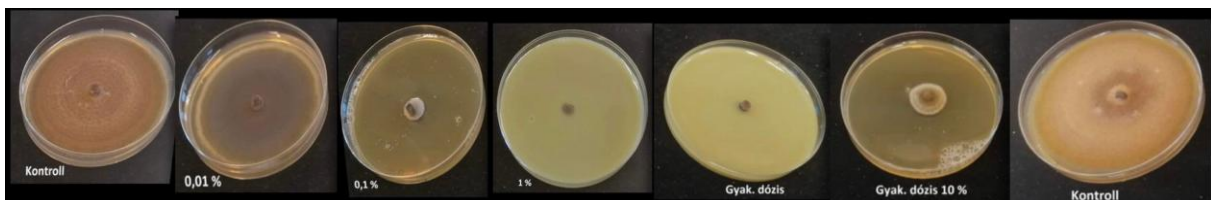


37. ábra: Folicur Solo különböző dózisainak gátló hatása *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

Kupfer Fusilan WG

Hatóanyaga: cimoxanil, rézoxiklorid

A Kupfer Fusilan WG minden vizsgált koncentrációja gyakorolt hatást a kórokozóra. 0,01%-os hígításnál 92,59%, a gyakorlatban alkalmazott dózis 10%-a esetében 26,7%, 0,1% esetében 16,7%-a volt a micéliumnövekedés a kontroll tenyészetek micéliumnövekedésének. A gyakorlatban alkalmazott dózis, valamint az 1%-os töménység esetében fungasztatikus hatás lépett fel (38. ábra). A MIC érték 0,01% volt.

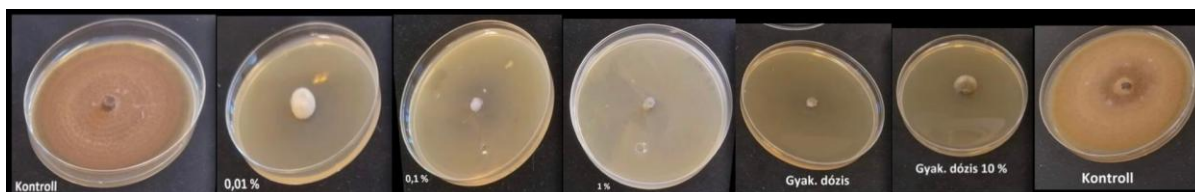


38. ábra: Kupfer Fusilan WG különböző dózisainak gátló hatása *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

Score 250 EC

Hatóanyaga: difenokonazol

Score 250 EC is hatást gyakorolt minden vizsgált dózis esetében. 0,01%-os dózis esetében 16,47% volt a micéliumnövekedés a kontroll csoporthoz viszonyítva. 0,1%, 1%, a gyakorlatban alkalmazott dózis, valamint annak 10%-os hígítása gátolta a micéliumnövekedést (39. ábra). 0,1, valamint a gyakorlati dózis 10%-a fungisztatikus, míg a gyakorlatban alkalmazott dózis és az 1%-os töménység fungicid hatással bírt a kórokozóra. A MIC érték 0,01%.



39. ábra: Score 250 EC különböző dózisainak gátló hatása *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

Vegesol R

Hatóanyaga: napraforgóolaj, rézhidroxid

Vegesol R esetében a 0,01%-os, a 0,1%-os koncentráció, valamint a gyakorlati dózis 10%-a nem mutatott gátló hatást a kórokozó micéliumnövekedésére. A legkisebb gátlást kifejtő hígítás a gyakorlatban alkalmazott dózis volt 69,41%-kal, a leghatékonyabb koncentráció pedig az 1% volt, itt a micéliumnövekedés 34% volt a kontroll tenyészetéhez képest (40. ábra). A MIC érték tehát a gyakorlatban alkalmazott dózis.



40. ábra: Vegesol R különböző dózisainak gátló hatása *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

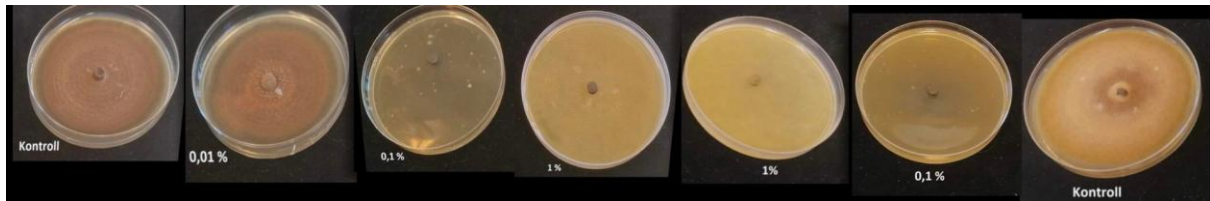
4.2.2.2 Növénykondicionáló szerek, természetes anyagok hatása *Alternaria brassicicola* kórokozóra

A Fahéjolaj és a Fitostore F esetében gyakorlati dózisiról nem beszélhettünk, így ott 1%, valamint 0,1% értéket állítottunk be gyakorlati dózis és annak 10%-a helyett.

Fahéjolaj

A fahéjolaj esetében is minden beállított koncentráció gyakorolt hatást a kórokozó micéliumnövekedésére *in vitro* körülmények között. 0,01% esetében a micéliumnövekedés 96,11%

volt a kontrollcsoporthoz képest. Az összes többi koncentráció fungicid hatással rendelkezett (41. ábra). A MIC érték 0,01%.



41. ábra: Fahéjolaj különböző dózisainak gátló hatása *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

Fitostore F

A Fitostore F növénykondicionáló minden alkalmazott koncentrációja gátolta az *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedést *in vitro* körülmények között. 0,01%-os hígításnál 36,47%, az egyik 0,1%-os hígítás esetében 15,76%, a másikinál pedig 10% volt a micéliumnövekedés a kontroll csoporthoz képest. Az 1%-os koncentrációk fungicid hatást gyakoroltak (42. ábra). A MIC érték 0,01%.



42. ábra: Fitostore F különböző dózisainak gátló hatása *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére (Fotó szerk.: Forgács, 2021)

4.2.2.3 MIC érték meghatározása, statisztikai elemzés

A micéliumnövekedést %-ban kifejezve a kontroll csoporthoz képest (100%) a 9. táblázatban szedtük össze. Az egyes tenyészetek méreteit átlagszámítással kaptuk meg az 5-5 ismételtes értékeiből. A táblázatban a MIC értékeket, azaz a legalacsonyabb gátlást kifejtő koncentráció értékét piros színnel emeltük ki.

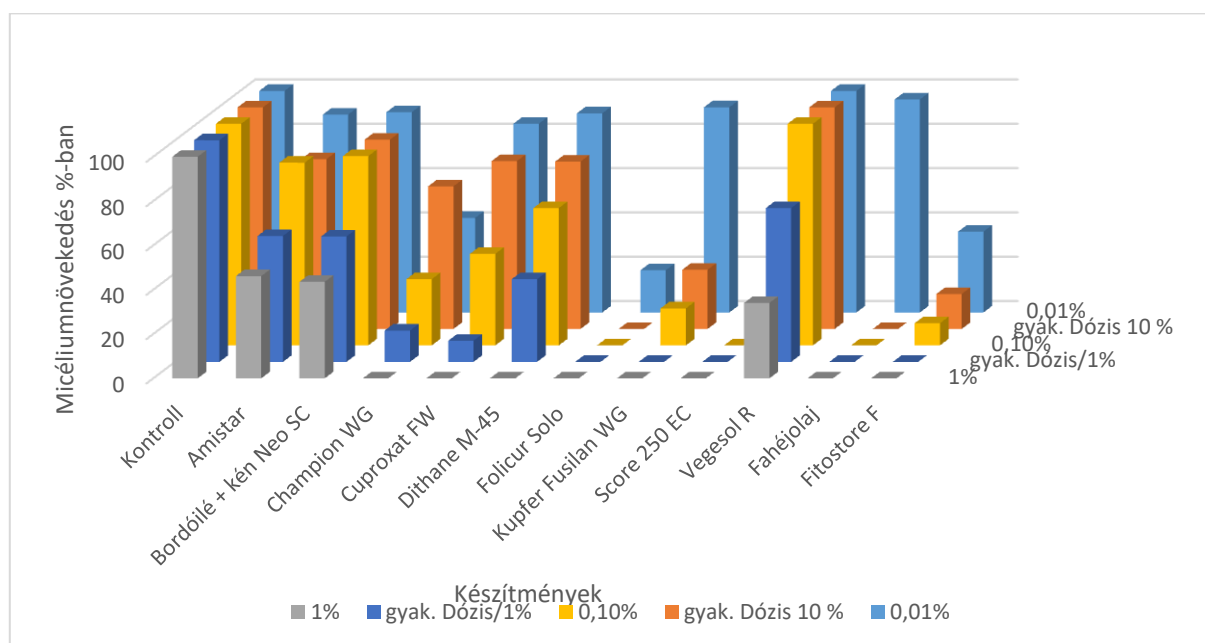
A növényvédő szerek közül a triazolok igen jó hatékonysággal bírtak, a Score 250 EC bizonyult a leghatékonyabbnak, alig maradt el mögötte a Folicur Solo. A legkevésbé hatékony a Vegesol R volt, három koncentrációban nem mutatott gátlást (43. ábra). A MIC érték mindegyik esetében 0,01%, melyet a Vegesol R és a Champion WG növényvédő szereken kívül minden készítmény esetében mérhettünk.

9. táblázat: Kontrollhoz viszonyított növekedési értékek %-ban kifejezve

Készítmény	Gyak. dózis	Gyak. dózis 10 %	1%	0,1 %	0,01 %
Amistar	56,82	76,59	46,12	82,47	89,3
Bordóilé + kén Neo SC	56,59	85,41	43,53	85,41	90,35
Champion WG	14,12	64,35	0	29,88	42,7
Cuproxat FW	9,52	75,76	0	41,3	85,17
Dithane M-45	37,3	75,52	0	62	89,88
Folicur Solo	0	0	0	0	19,05
Kupfer Fusilan WG	0	26,7	0	16,7	92,59
Score 250 EC	0	0	0	0	16,47
VegeSol R	69,41	100	34	100	100
Fahéjolaj	0	0	0	0	96,11
Fitostore F	0	15,76	0	10	36,47

(Magyarázat: 100%-kontroll tenyészet teljesen benőtt micélium a Petri-csésze egészén; 0%-teljes gátló hatás a kórokozó micéliumára)

A növénykondicionálók és termésnövelők közül mind a fahéj, mind a Fitostore F jó hatékonysággal bírt. A Fitostore F volt a hatékonyabb, itt a 0,01%-os dózis is jól gátolta a micéliumnövekedést (36,47%), míg a fahéjolaj esetében az 96,11% volt (43. ábra). A MIC érték itt is 0,01%, mindkét készítmény esetében mérhettük.



43. ábra: A vizsgálatba vont készítmények gátló hatása az *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedésére

A dózisok között van szignifikáns különbség ($F(4;50) = 19,98$ $p = 0,016$). A post-hoc vizsgálat során a túl sok nulla szórásértékű adatpont miatt az egyes dózisok közötti

szignifikciavizsgálat nem lehetséges. Ezért a készítményen belül a dózisok hatékonyságát az oszlopdiagramm szemlélteti.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

A 2020-2021-es évben megfigyeltük a bugyi termőtajon a káposztatermesztés során előforduló tüneteket. A káposzta levelein egyfelől V alakú klorotikus-nekrotikus elváltozásokat figyeltünk meg, mely tünetek megegyeznek a szakirodalomban a káposzta feketeerűség betegség tüneteivel (Akhtar, 1989; Glits, 1997; Crüger *et al.*, 2002). Emellett, a káposzta kifejlett levelein nagyobb méretű sötétbarnás ovális foltok is megfigyelhetők voltak, melyeken sötétbarna konídiumtartó gyp is megjelent, mely tünetek a káposzta alternáriás betegségekre hasonlítottak (Glits, 1997). A tüneteket mutató mintákat a MATE, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszékének laboratóriumába szállítottuk. A kórokozók izolálása és azonosítása klasszikus bakteriológiai és mikológiai vizsgálatokkal kezdődött meg.

A V alakú klorotikus, nekrotikus foltókból sikeresen izoláltuk a kórokozót (Xcc1, Xcc2, Xcc3) King-B táptalajra, melyen sárgás, nyálkás, kiemelkedő kolóniák jelentek, mely a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* baktériumfajra jellemző (Vauterin *et al.*, 1995).

A kórokozók klasszikus azonosítása során KOH próbával megállapítottuk, hogy mindegyik Gram-negatív baktérium (Klement, 1964; Vauterin *et al.*, 1995; Glits, 1997; Saddler *et al.*, 2005). Ezután a kórokozók patogenitását ellenőriztük először dohánynövényen, ahol 24 órát követően az inokulum hiperszenzitív reakciót indukált, így megbizonyosodhattunk a patogén kórokozó jelenléte felől (Klement, 1964). Ezt követően 'Agressor F1' fajtájú fejes káposztát inokuláltunk, melyen 11 nap elteltével jelentek meg a fajra jellemző nekrotikus elváltozások mindegyik izolátum esetében (Akhtar, 1989; Glits, 1997; Crüger *et al.*, 2002). A vizsgálatok után a kórokozót visszaizoláltuk táptalajra, ahol ugyancsak sárga színű telepek nőttek fel, így teljesültek a Koch-posztulátumok (Koch, 1878).

A területről 2021 augusztusában gyűjtött, sötétbarnás ovális, zónázott foltokat mutató (Glits, 1997) mintákról is megkezdjük a feltételezhetően előforduló *Alternaria* gombafaj tenyésztését, azonosítását. A kórokozót (A_Hu01) sikeresen izoláltuk PDA táptalajon és megállapíthattuk, hogy gyorsan növekszik, kezdetben hamuszürke, majd sötétzöld és később olívazöld színűvé válik, mely megegyezik az irodalomban leírtakkal (Pattanamahakul és Strange, 1999; Singh *et al.*, 2014). A konídiumok méretének vizsgálata során tapasztaltuk, hogy adataink átlagai (sejtszám: 4,5, hossz: 42µm, átmérő: 13,5 µm) beleesnek a Meena és munkatársai által 2010-ben leírt értékekbe, valamint a Kumar és munkatársai által 2014-ben leírt adatokhoz is hasonlítanak. Amint a tenyészet benőtte a táptalajt, 14 napos korban patogenitási tesztet végeztünk a kórokozóval. 'Agressor F1' fajtájú fejes káposzta levelére helyeztük a kórokozó micéliumával átszövetett PDA korongokat, majd nedves

kamrában 5-6 napos inkubáció után kialakultak a betegségre jellemző tünetek. A fertőzött szövetből újraizolálva a kórokozót az eredetivel megegyező kinézetű tenyészeteket kaptunk, így a Koch posztulátumok teljesültek (Koch, 1878). A kórokozó (A_Hu01) 10 napos tenyészetéből DNS-t nyertünk ki molekuláris azonosításhoz.

A kórokozók klasszikus azonosítása mellett az izolátumokat molekulárisan is azonosítottuk, mely során PCR technikát alkalmaztunk, a baktérium esetében 63F és 1389R primereket, míg a gomba esetében ITS1 és ITS4 primereket alkalmaztuk. A PCR termékek tisztítása után kapott terméket elküldtük direkt szekvenálásra a BaseClear B.V. holland céghez, majd az általuk küldött szekvenciát az NCBI adatbázisának, illetve annak BLAST programjának és a CLC Sequence Viewer Programcsomag segítségével elemeztük. A molekuláris vizsgálat alátámasztotta a tünetek és a klasszikus azonosítás során már feltételezett kórokozók jelenlétét a bugyi termőtájon, a káposztatermesztés során. Sikeresen izoláltuk és azonosítottuk a káposzta feketeerűség kórokozóját, a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* baktériumfajt, valamint az alternáriás betegség egyik kórokozóját, az *Alternaria brassicicola* gombafajt, mely a káposzta levélfoltosságát okozza és nagy jelentőséget lehet tulajdonítani neki a fejes káposzta külső levelein (Glits, 1997; Crüger *et al.*, 2002).

A kórokozók azonosítása mellett vizsgáltuk a készítmények hatásának vizsgálatát is mindkét kórokozóval szemben *in vitro* körülmények között. Vizsgálataink során különböző baktericid készítmények, antibiotikumok, növénykondicionálók és természetes anyagok baktericid hatását vizsgáltuk agar diffúziós módszerrel, a káposzta feketeerűségét okozó baktérium ellen. A Streptomycin esetében minden vizsgált hígításban jelentkezett gátló hatás az *Xcc*-vel szemben. A kísérlet során értékelt antibiotikumok és növényvédő szerek esetében elmondható, hogy a Streptomycin 10%-os töménysége rendelkezett a legmagasabb baktericid hatással. Ez megegyezik egy németországi vizsgálattal, melyben több baktériumfajjal szemben folytattak vizsgálatokat, köztük *Erwinia amylovora* ellen is, és szintén a Streptomycin 10%-os töménysége gátolta legjobban a baktériumokat (Sobiczewski *et al.*, 1997), valamint a korábban a Tanszéken végzett kutatások eredményei is ezt támasztják alá (Szentmihányi, 2016). A növénykondicionálók, illóolajok és természetes anyagok közül a Fitostore F minden vizsgált dózisban fejtett ki baktericid hatást. A Fitostore F oldat hatékonyságát másik növénypatogén baktériumfajok (*Erwinia amylovora*, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* és *Xanthomonas vesicatoria*) elleni készítmények hatását vizsgáló kísérletek is bizonyították (Paróczai, 2011; Szentmihányi, 2016). A leghatékonyabb a 10%-os töménységű ételecet volt, az általa kialakított gátlási zóna átlagos mérete 63,3 mm volt. A korábban illóolajokkal végzett vizsgálatok egyéb baktériumok ellen (*Erwinia amylovora*, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* és *Xanthomonas vesicatoria*) a fahéjolaj hatékonyságát

mutatták ki (Hevesi *et al.*, 2006; Paróczai, 2011; Szentmihályi, 2016). A baktériumok elleni kémiai védekezés nehéz, a kevés rendelkezésre álló készítmény miatt, valamint hazánkban még inkább nehezített a zöldségfélék baktériumos betegségei elleni védekezés, mivel nincs a *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* ellen engedélyezett szer. A baktériumok ellen kiemelten fontos a preventív védekezés, erre réz hatóanyagú szereket használhatunk a gyakorlatban. Az *in vitro* körülmények között kiemelkedő eredményt adó szereket szükséges lenne tovább kutatni *in vivo* körülmények között, hogy bizonyíthassák hatásukat a gyakorlatban is.

Vizsgálataink során a mérgezett agar-lemezes módszer alkalmasnak bizonyult a káposzta alternáriás betegségét okozó *Alternaria brassicicola* kórokozóval szemben a növényvédő szerekkel és természetes anyagokkal végzett hatásvizsgálatok során. Kísérletünk eredményeként megállapítottuk, hogy a triazolok (difenokonazol, tebukonazol) igen jó hatékonysággal bírnak az *Alternaria brassicicola* micéliumnövekedése ellen. A növényvédő szerek közül kiemelkedő volt még a rézhidroxid hatóanyagú Champion WG, a cimoxanil+rézoxiklorid hatóanyagú Kupfer Fusilan WG, a tribázikus rézszulfát hatóanyagú Cuproxat FW, valamint a mankoceb hatóanyagú Dithane M-45. Channon (1970) vizsgálatában szintén hatásosnak találta a mankoceb és propineb hatóanyagokat mind laboratóriumban, mind *in vivo* kísérletben, valamint a rézoxiklorid, tiram és maneb hatóanyagok ígéretesnek bizonyultak laboratóriumban, azonban nem jó hatással bírtak üvegházi körülmények között. A természetes anyagok közül igen hatékonyak bizonyult mind a fahéjolaj (Tóth *et al.*, 2013; Hochbaum, 2018; Král, 2020), mind a Fitostore F növénykondicionáló szer (Paróczai, 2011), azonban a fahéjolaj biztosan fitotoxikus hatású. Korábbi vizsgálatokban eredményesnek bizonyult még az agave metanolos kivonata (Sanjay és Ashok, 2009), az eukaliptusz, a sétányrózsa, és a csattanómaszlag növényi kivonatai (Khalse *et al.*, 2017), a fokhagymakivonat (Meena *et al.*, 2013) továbbá a gyömbér kivonata is gátolta a micéliumnövekedést (Biswas *et al.*, 2018). Hazánkban a következő növényvédő szerek vannak engedélyezve fejes káposzta kultúrában alternáriás betegségek ellen: az azoxistrobin hatóanyagú Amistar, Chamane, Mirador, Mister, Zoxis 250 SC, Conclude AZT 250 SC Zaftra AZT 250 SC, a difenokonazol+fluxapiroxad hatóanyagú Dagonis, és az azoxistrobin+difenokonazol hatóanyagú Priori Sun. *In vitro* körülmények között a difenokonazol gyakorlatban előírt dózisa fungicid hatást mutatott, míg az azoxistrobin hatóanyag gyakorlati dózisa esetében 56,82%-os micéliumnövekedést figyeltünk meg a kontroll csoporthoz képest.

Vizsgálataink végeredményeként kijelenthetjük, hogy bár statisztikailag igazolt szignifikáns különbséget nem találtunk az egyes szerek között a feltételek sérülése miatt, a vizuális értékelés során tapasztaltak szerint a baktérium ellen igen jó hatékonysággal működött a Streptomycin, az *Alternaria* ellen pedig a triazolok (Folicur Solo, Score 250 EC) és a mankoceb (Dithane M-45).

Továbbá mindkét kórokozó faj ellen hatékonyak voltak a Champion WG, Cuproxat FW, Kupfer Fusilan WG és a fahéjolaj, valamint a Fitostore F készítmény.

Az *in vitro* körülmények között jó hatékonysággal működő növényvédő szerek és természetes anyagok alkalmasak lehetnek a kórokozó elleni integrált növényvédelem megvalósításához, azonban szükséges még a hatóanyagok *in vivo* tesztelése és értékelése, figyelembe véve az egyes anyagok fitotoxicitását is.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A fejes káposzta termesztésében a növényvédelmet korábbi évek tapasztalata alapján a bugyii termőtájon két jelentős kórokozó határozza meg: a káposzta feketeerűségét okozó *Xanthomonas campestris* pv *campestris*, valamint az alternáriás levélfoltosságot okozó *Alternaria* fajok. Vizsgálatunk során célul tűztük ki a jelentős kórokozók klasszikus és molekuláris módszerrel történő azonosítását, valamint a kórokozók ellen engedélyezett készítmények közül a leghatékonyabb, valamint nem engedélyezett szerek és egyéb természetes anyagok közül a hatékonyak kiválasztását, amelyek alkalmasak lehetnek a kórokozók elleni védekezés során.

A *Xanthomonas campestris* pv *campestris* baktériumfajt és az *Alternaria brassicicola* gombafajt sikeresen izoláltuk a bugyi termőtájon, a káposzta termesztés során. A kórokozók azonosítása után a készítmények hatékonysági vizsgálatát végeztük el *in vitro*. *Xanthomonas campestris* pv *campestris* esetében gyakorlati dózist, vagy természetes anyagok esetében tömény, továbbá 10%-os, 1%-os, 0,1%-os és 0,01%-os töménységeket vizsgáltunk. Az *Alternaria brassicicola* esetében beállítottuk a gyakorlatban előírt dózist és annak 10%-os hígítását, valamint 1%-os, 0,1% és 0,01% töménységeket. Természetes anyagok esetében gyakorlati dózis helyett 1%-os töménységet állítottunk be.

A *Xanthomonas campestris* pv *campestris* (Xcc) a fekete rothadás kórokozója, amely betegség súlyosan károsítja a *Brassicaceae* családba tartozó növényeket. Ennek a betegségnek a leküzdésére azonban nincsenek kereskedelmi forgalomban bejegyzett vegyszerek vagy biológiai anyagok. Kísérletünk célja az volt, hogy találjunk a kórokozóval szemben hatékony növényvédő szert, vagy alternatív megoldásként egyéb természetes anyagot. Az agar diffúziós vizsgálat során kimutattuk a Streptomycin, valamint a Champion WG és a Kupfer Fusilan WG hatékonyságát Xcc ellen. A természetes anyagok közül legjobbnak a Fitostore F bizonyult, de jó eredményeket mutatott a 10%-os ételecet, valamint a fahéjolaj is, melyek baktericid hatással rendelkeznek.

Az alternáriás levélfoltosságot az *Alternaria brassicicola* okozta. A készítmények hatékonysági vizsgálata során vizsgáltuk a kórokozó ellen engedélyezett hatóanyagokat (azoxistrobin, difenokonazol), valamint nem engedélyezett hatóanyagokat is (mankoceb, tebukonazol, bordói keverék+kén, tribázikus rézszulfát stb.). Egyéb készítmények közül a fahéjolajat, valamint a Fitostore F oldatot. Kísérletünkben minden szer gátolta a kórokozó micéliumának növekedését, leghatékonyabbak a triazolok voltak, de jó hatékonysággal bírt még a rézhidroxid, tribázikus rézszulfát, cimoxanil+rézoxiklorid és mankoceb hatóanyagok is.

Leghatékonyabb a difenokonazol hatóanyagú Score 250 EC volt. A természetes anyagok közül a Fitostore F volt a hatékonyabb, majd pedig a fahéjolaj.

Vizsgálataink végeredményeként kijelenthetjük, hogy bár statisztikailag igazolt szignifikáns különbséget nem tudtunk kimutatni az egyes szerek között a feltételek sérülése miatt, a vizuális értékelés során tapasztaltak szerint a baktérium ellen a legjobb hatékonyságot a Streptomycin (MIC: 0,01% -27,4 mm) mutatta, az *Alternaria* ellen pedig a triazolok (Folicur Solo (MIC: 0,01% -19,05 %), Score 250 EC (MIC: 0,01% - 16,47%)) és a mankoceb (Dithane M-45 (MIC: 0,01% - 89,88%)). Továbbá mindkét kórokozó faj ellen hatékonyak voltak a Champion WG (MIC: 0,1% - 12,3 mm; gyak.dózis 10% - 64,35%), Cuproxat FW (MIC: 1% - 21,5 mm; 0,01% - 85,17%), Kupfer Fusilan WG (MIC: 0,1% - 12,7 mm; 0,01% - 92,59%) és a fahéjolaj (MIC: 0,1% - 12,4 mm; 0,01% - 96,11%), valamint a Fitostore F (MIC: 0,01% - 13,2 mm; 0,01% - 36,47%) készítmény. A baktérium elleni vizsgálat során a Streptomycin kiemelkedő hatékonyságú, de sajnos 2007-ben kivonásra került humánegészségügyi okokra hivatkozva, valamint rezisztens törzsek megjelenése végett. A Fitostore F oldatot érdemes vizsgálni, mert hatóanyaga egy speciális technológiával előállított természetes növényi kivonat, melyet a citrus (narancs, grapefruit, mandarin stb.) juice gyártás melléktermékéből állítanak elő, mely széles hatásspektrumú antibakteriális, antifungális, antivirális vizes fertőtlenítőszer.

Az *in vitro* kísérletek sikerek voltak, azonban mielőtt egy-egy hatóanyag vagy készítmény adott kórokozó elleni hatékonyságát kijelentenénk, szükséges a készítményeket *in vivo* körülmények között is vizsgálni. Mindenképp célszerű az adott kultúrában nem engedélyezett vagy egyéb alternatív készítmények hatását tovább vizsgálni, illetve újabb készítmények hatását is a vizsgálatba vonni.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom témavezetőimnek Dr. Tóth Annamáriának és Dr. Karacs-Végh Anitának. Köszönöm Dr. Tóth Annamáriának kitartó türelmét, áldozatos munkáját és azt a rengeteg segítségét, amit tőle kaptam. Köszönöm a sok időt és energiát amint a dolgozatomra fordított. Köszönöm Dr. Karacs-Végh Anita kitartó munkáját, aki szaktudásával, gyakorlatias ötleteivel is a segítségemre volt és időt fordított a dolgozatom elkészülésére, kitartással és szorgalommal csiszolta azt.

Köszönettel tartozom, a Növénykórtani Tanszék minden dolgozójának különösen konzulensemnek Dr. Tóth Annamáriának, aki a laboratóriumi vizsgálatoknál mindvégig a segítségemre volt. Továbbá köszönöm Fodor Attilának a rengeteg segítséget amit a baktériumos kísérlet beállításánál nyújtott, valamint a statisztikai értékelésért is hálával tartozom. Szeretném

megköszönni Károly Lászlónak és Szendrei Lillának a gombás kísérlet során nyújtott rengeteg segítségüket. Köszönöm a Növénykórtani Tanszéknek, hogy a megfelelő feltételeket és körülményeket biztosította a kutatásomhoz.

Köszönöm Kapcsos Józsefnének (Muháros Katalinnak), hogy területéről és állományából a növényi mintákat begyűjthettem, termesztéstechnológiával kapcsolatos kérdéseimre készséggel és szívesen válaszolt.

Végül, köszönettel tartozom a családomnak és a barátaimnak, akik mindvégig mellettem álltak és támogattak a tanulmányaim során. Külön köszönöm Vörös Boldizsárnak, hogy támogatása mellett a labormunkáimban is segített, valamint képszerkesztési tudásával hozzájárult a szerkesztett képeim elkészüléséhez. Nélkülük ez a dolgozat nem készült volna el.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- ADHIKARI TB, BASNYAT R, 1999, Phenotypic characteristics of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* from Nepal. Eur J Plant Pathol., 1999, 105:303-305. 10.1023/A:1008791529384.
- AKHTAR MA, 1989, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* causing black rot in cabbage. Pakistan J Agricultural Research, 10(3):311-313.
- ANZAI, KIM H, PARK JY, WAKABAYASHI H, OYAIZU H, 2000, "Phylogenetic affiliation of the pseudomonads based on 16S rRNA sequence". Int J Syst Evol Microbiol. 50(4):1563-89. doi:10.1099/00207713-50-4-1563. PMID 10939664
- ARSENUEVIĆ M, OBRADOVIĆ A, 1996, Occurrence of bacterial wilt and soft rot of seed cabbage plants (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) in Yugoslavia. J phytopathol., 144(6):315-319.
- BALÁZS S, 2004, Fejes káposzta In BALÁZS S Zöldségtermesztők kézikönyve 441-455. Mezőgazda kiadó, Budapest
- BISWAS MK, GHOSH T, 2018, Evaluation of Phyto-extracts, Biological Agents and Chemicals against the Development of *Alternaria brassicae* in vitro and in vivo. Eur J Medicinal Plants, 1-9.
- BONMAN JM, GABRIELSON RL, WILLIAMS, PH, DELWICHE PA, 1980, Virulence of *Phoma lingam* to cabbage. In 2. Southeast Asian Symposium on Plant Diseases in the Tropics, Bangkok (Thailand), 20-26 Oct 1980.
- BUCK JD, 1982, Nonstaining (KOH) method for determination of gram reactions of marine bacteria. Applied and Environmental Microbiology, 44 (4):992-993
- CHANNON AG, 1970, Tests of fungicides against *Alternaria brassicicola* and studies on some factors enhancing attack by the fungus. Annals of Applied Biology, 65(3):481-487. doi:10.1111/j.1744-7348.1970.tb05516.x
- CICCARELLI FD, DOERKS T, VON MERING C, CREEVEY CJ, SNEL B, BORK P, 2006, "Toward automatic reconstruction of a highly resolved tree of life". Science. 311 (5765):1283-7. Bibcode:2006Sci...311.1283C. CiteSeerX 10.1.1.381.9514. doi:10.1126/science.1123061. PMID 16513982. S2CID 1615592.
- CHAMBERS SC, 1959, A revised list of vegetables diseases recorded in Western Australia. Journal of the Department of Agriculture, Western Australia, Series 3, 8(4):427-434.
- CHEAH LH, HARTILL WFT, CORBIN JB, 1980, First report of the natural occurrence of *Pyrenopeziza brassicae* Sutton et Rawlinson, the apothecial state of *Cylindrosporium concentricum* Greville, in brassica crops in New Zealand. New Zealand J botany, 18(2):197-202.
- CORLETT M, 1999, *Mycosphaerella brassicicola*. Canadian J Plant Pathol., 21(1):52-54.
- CORLETT M, MACLATCHY IA, 1996, *Alternaria brassicicola*. Canadian J Plant Pathol., 18(4):484-485.
- CORLETT M, MACLATCHY LA, 1996, *Alternaria brassicae*. Canadian J Plant Pathol., 18(4):482-483.
- CRÜGER G, BACKHAUS GF, HOMMES M, SMOLKA S, VETTEN HJ, 2002, Káposztafélék In CRÜGER G, BACKHAUS GF, HOMMES M, SMOLKA S, VETTEN HJ, Növényvédelem a zöldségtermesztésben 26-35. Mezőgazda kiadó, Budapest

17. SINGH D, PRASAD R, PRASAD SY, KUMAR S, 2014, Characterization of *Alternaria brassicae* causing alternaria blight of rapeseed – mustard (*Brassica juncea* L.) and it's management. Supplement on Plant Pathol., 9(3):1207-1212.
18. DILLARD HR, COBB AC, 1995, Relationship between leaf injury and colonization of cabbage by *Sclerotinia sclerotiorum*. Crop Protection, 14(8):677-682.
19. ERIKSSON OE, 1981, The families of bitunicate *ascomycetes*. Opera Botanica 60:1-220.
20. ERIKSSON OE, K WINKA, 1997, „Supraordinal taxa of *Ascomycota*”. Myconet 1:1–16.
21. GARRITY GM, BELL JA, LILBURN TG, 2005, Class III. *Gammaproteobacteria* class. nov. In: BRENNER DJ, KRIEG NR, STALEY JT, GARRITY GM (eds) Bergey's Manual of Systematic Bacteriology 2nd edn, vol. 2 Springer: New York, p 1
22. GLITS M, 1997, A káposztafélék betegségei In GLITS M, HORVÁTH J, KUROLI G, PETRÓCZI I, Növényvédelem 410-412. Mezőgazda kiadó, Budapest
23. GULERIA S, KUMAR A, 2009, Antifungal activity of *Agave americana* leaf extract against *Alternaria brassicae*, causal agent of *Alternaria* blight of Indian mustard (*Brassica juncea*), Archives of Phytopathology and Plant Protection, 42(4):370-375, DOI: 10.1080/03235400601121380
24. HE Y, ZHANG L, JIANG BL, ZHANG ZC, XU RQ, TANG DJ, QIN J, JIANG W, ZHANG X, LIAO J, CAO JR, ZHANG SS, WEI ML, LIANG XX, LU GT, FENG JX, CHEN B, CHENG J, TANG JL, 2007, Comparative and functional genomics reveals genetic diversity and determinants of host specificity among reference strains and a large collection of Chinese isolates of the phytopathogen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. Genome biology, 8(10):1-26.
25. HIBBETT DS, BINDER M, BISCHOFF JF, BLACKWELL M, CANNON PF, ERIKSSON OE, HUHNDOF S, JAMES T, KIRK PM, LÜCKING R, LUMBSCH HT, LUTZONI F, MATHENY PB, MCLAUGHLIN DJ, POWELL MJ, PEDHEAD S, SCHOCH CL, SPATAFORA JW STALPERS JA, VILGALYS R, AIME MC, APTROOT A, BAUER R, BEGEROW D, BENNY GL, CASTLEBURY LA, CROUS PW, DAI YC, GAMS W, GEISER DM, GRIFFITH GW, GUEIDAN C, HAWKSWORTH DL, HESTMARK G, HOSAKA K, HUMBER RA, HYDE KD, IRONSIDE JE, KÖLJALG U, KURTZMAN CP, LARSSON KH, LICHTWARDT R, LONGCORE J, MIADLIKOWSKA J, MILLER A, MONCLAVO JM, SHARON MS, OBERWINKLER F, PARMASO E, REEB V, ROGERS JD, ROUX C, RYVARDEN L, SAMPAIO JP, SCHÜBLER A, SUGIYAMA J, THORN RG, TIBELL L, UNTEREINER WA, WALKER C, WANG Z, WEIR A, WEISS M, WHITE MM, WINKA K, YAO YJ, ZHANG N, 2007, March, „A higher level phylogenetic classification of the Fungi”. Mycol. Res. 111(5):509–547. DOI:10.1016/j.mycres.2007.03.004.
26. HOCHBAUM T, 2018, Illóolajok növényvédelmi alkalmazásának lehetősége a kajszi, őszibarack, alma és őszi búza egyes károsítói ellen" PhD értekezés
27. HORVÁTH J, BESADA W, JURETIC N, MAMULA D, 1980, The natural occurrence of cauliflower mosaic virus in Hungary and some data about its host range. Tagungsbericht der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik 53-60
28. INGRAM DS, TOMMERUP IC, 1972, The life history of *Plasmodiophora brassicae* Woron. Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences, 180(1058):103-112.
29. ISSAZADEH K, RAD SK, ZARRABI S, RAHIMIBASHAR MR, 2012, Antagonism of *Bacillus* species against *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. African Journal of Microbiology Research, 6(7):1615-1620.
30. BLAGOJEVIĆ JD, VUKOJEVIĆ JB, IVANOVIĆ ŽS, 2020, Occurrence and characterization of *Alternaria* species associated with leaf spot disease in rapeseed in Serbia. Plant Pathol. 69(5):883-900.
31. KEINATH AP, FARNHAM MW, 1997, Differential cultivars and criteria for evaluating resistance to *Rhizoctonia solani* in seedling *Brassica oleracea*. Plant disease, 81(8):946-952.
32. KHALSE KD, LAL AA, SIMON S, 2017, Efficacy of bio-agents and plant extracts against the *alternaria* leaf spot of cabbage (*Alternaria brassicae*). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(4):1980-1982.
33. KIRK PM, CANNON PF, MINTER DW, STALPERS JA, 2008, Dictionary of the Fungi(10th ed.). Wallingford, UK: CAB International. p. 547. ISBN 978-0-85199-826-8.
34. KLEMENT Z, 1964, Hypersensitive reaction induced by phytopathogenic bacteria in tobacco leaf. Phytopathology 54 pp. 475–477.
35. KOCH R, 1878, Untersuchungen über die Aetiologie der Wundinfektionskrankheiten. Leipzig. FCW Vogel.
36. KRÁL B, 2020, Illóolajok *in vitro* hatása a csipkebogyó kórokozói ellen, MSc diplomamunka
37. KRIEG NR, BRENNER DJ, STALEY JT, 2005, Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: The *Proteobacteria*. Springer. ISBN 978-0-387-95040-2.
38. LEMA MM, SOENGAS FM DP, FRANCISCO CM, VELASCO PP, 2008, Diseases affecting *Brassica* crops in Northwestern of Spain. Cruciferae newsletter 27:24-26.
39. MADIGAN M, MARTINKO J, (szerk.) 2005, Brock Biology of Microorganisms (11. kiadás). Prentice Hall. ISBN 978-0-13-144329-7.
40. MASSOMO S, NIELSEN H, MABAGALA RB, MANSFELD-GIESE K, HOCKENHULL J, MORTENSEN CN, 2003, Identification and characterization of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* strains from Tanzania

- by pathogenicity tests, Biolog, rep-PCR and fatty acid methyl ester analysis. *Eur J Plant Pathol.* 109(8):775-789. 10.1023/A:1026194402701.
41. MEENA PD, GOUR RB, GUPTA JC, SINGH HK, AWASTHI RP, NETAM RS, GODIKA S, SANDHU PS, PRASAD R, RATHI AS, RAI D, THOMAS L, PATEL GA, CHATTOPADHYAY C, 2013, Non-chemical agents provide tenable, eco-friendly alternatives for the management of the major diseases devastating Indian mustard (*Brassica juncea*) in India. *Crop Protection*, 53:169-174.
 42. MEENA PD, AWASTHI RP, CHATTOPADHYAY C, KOLTE SJ, KUMAR A, 2010, *Alternaria* blight: a chronic disease in rapeseed-mustard. *Journal of Oilseed Brassica* 1:1-11
 43. NAUSHAD S, ADEOLU M, WONG S, SOHAIL M, SCHELLHORN HE, GUPTA RS, 2015, "A phylogenomic and molecular marker based taxonomic framework for the order *Xanthomonadales*: proposal to transfer the families *Algiphilaceae* and *Solimonadaceae* to the order Nevskiales ord. nov. and to create a new family within the order *Xanthomonadales*, the family *Rhodanobacteraceae* fam. nov., containing the genus *Rhodanobacter* and its closest relatives". *Antonie van Leeuwenhoek*. 107(2):467–485. doi:10.1007/s10482-014-0344-8. PMID 25481407
 44. NUÑEZ AM, RODRÍGUEZ GA, MONTEIRO FP, FARIA AF, SILVA JC, MONTEIRO AC, CARVALHO CV, GOMES LA, SOUZA RM, SOUZA JT, MEDEIROS FH, 2018, Bio-based products control black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) and increase the nutraceutical and antioxidant components in kale. *Scientific reports*, 8(1):1-11.
 45. OREN A, GARRITY GM, 2015, "List of new names and new combinations previously effectively, but not validly, published". *Int J Syst Evol Microbiol.* 65(7):2017–2025. doi:10.1099/ijs.0.000317
 - PATTANAMAHAKUL P, STRANGE RN, 1999, Identification and toxicity of *Alternaria brassicicola*, the causal agent of dark leaf spot disease of *Brassica* species grown in Thailand. *Plant Pathol.* 48(6):749-755
 46. POPLAWSKY AR, CHUN W, 1995, Strains of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* with atypical pigmentation isolated from commercial crucifer seeds. *Plant Dis.* 79:1021– 1024.
 47. POWERS EM, 1995, Efficacy of the Ryu nonstaining KOH technique for rapidly determining gram reactions of food-borne and waterborne bacteria and yeasts. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(10):3756-3758.
 48. ROBERTS SJ, 1996, Report on an Outbreak of Black Rot of *Brassicas* (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) in Kent, UKHRI Wellesbourne, Wrick, UK
 49. ROLLINS PA, KEINATH AP, FARNHAM MW, 1999, Effect of inoculum type and anastomosis group of *Rhizoctonia solani* causing wirestem of cabbage seedlings in a controlled environment. *Canadian J Plant Pathol.*, 21(2):119-124.
 50. SADDLER GS, BRADBURY JF, 2005, Order III. *Xanthomonadales* ord. nov. In: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. pp. 63-122. Eds Brenner DJ, Krieg NR, Staley JT, Garrity GM, Boone, Vos P, Goodfellow M, Rainey FA, Schleifer K-H Springer-: Austin.
 51. SHACKLETON DA, 1962, A Method for the Detection of *Xanthomonas campestris* (Pammel, 1895) Dowson, 1939, in *Brassica* Seed. *Nature*, 193(4810):78-78.
 52. SHEN FJ, CHEN W.L, 1990, A preliminary study on black rot of crucifer [Chinese]. *Acta Agriculturae Universitatis Zhejiangensis*. 16(2):252-257.
 53. SILUÉ D, NASHAAT NI, TIRILLY Y, 1996, Differential responses of *Brassica oleracea* and *B. rapa* accessions to seven isolates of *Peronospora parasitica* at the cotyledon stage. *Plant dis (USA)*. 80(2):142-144
 54. SINGH SL, PAVGI MS, 1977, *Olpidium brassicae* in cabbage roots. *Mycopathologia*, 62(1):47-52.
 55. SINGH SL, PAVGI MS, 1978, *Pythium* root rot of crucifers. *Mycopathologia*, 63(3):155-159.
 56. SUBRAMANIAN CV, 1970, *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans*. [Descriptions of Fungi and Bacteria]. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria, (22).
 57. TÓTH A, PETRÓCZY M, PALKOVICS L, 2013, Antifungal activity of essential oils against the pathogen of sour cherry anthracnose, *EPISTEME CZASOPIŚMIE NAUKOWO-KULTURALNYM* 3: (18) pp. 389-396.
 58. TSYGANKOVA SV, IGNATOV AN, BOULYGINA ES, KUZNETSOV BB, KOROTKOV EV, 2004, Genetic relationships among strains of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* revealed by novel rep-PCR primers. *Eur J Plant Pathol.* 110:1-9. 10.1007/s10658-004-2726-7.
 59. UK C, 1987, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. [Distribution map]. *Distribution Maps of Plant Dis.* (May (Edition 5)).
 60. VAUTERIN L, HOSTE B, KERSTERS K, SWINGS J, 1995, Reclassification of *Xanthomonas*. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 45:472– 489.
 61. WILKIE JP, DYE DW, WATSON DRW, 1973, Further hosts of *Pseudomonas viridiflava*. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 16(3):315-323.
 62. WILLIAMS PH, 1980, Black rot: A continuing threat to world crucifers. *Plant Dis.* 64:736-742.
 63. XIAO C, LIU Z, CAI Y, 1996, Studies on the bacteriological property of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* [Chinese]. *J Southwest Agricultural University*. 18:162-164.
 64. YARZA P, LUDWIG W, EUZÉBY J, AMANN R, SCHLEIFER KH, GLÖCKNER FO, ROSSELLÓ-MÓRA R, 2010, "Update of the All-Species Living Tree Project based on 16S and 23S rRNA sequence analyses". *Systematic and Applied Microbiology*. 33(6):291–9. doi:10.1016/j.syapm.2010.08.001. PMID 20817437.

65. YODER OC, WHALEN ML, 1975, Factors affecting postharvest infection of stored cabbage tissue by *Botrytis cinerea*. Canadian Journal of Botany, 53(8):691-699.
 ZATYKÓ F, 2009, Fejes káposzta In HODOSSI S, KOVÁCS A, TERBE I, Zöldségtermesztés szabadföldön 303-307. Mezőgazda kiadó, Budapest

Internetes források:

- 1 INTERNET1-<https://magyarmezogazdasag.hu/2016/10/17/fejes-kaposzta-piaca>
- 2 INTERNET2-<https://www.magro.hu/agrarhirek/igy-allunk-a-fejes-kaposztaval/>
- 3 INTERNET3-<https://www.syngenta.hu/seed-vegetable/zoldseg/fejeskaposzta-agressor-f1>
- 4 INTERNET4-<http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=292407>
- 5 INTERNET5-<http://www.indexfungorum.org/names/NamesRecord.asp?RecordID=214057>
- 6 INTERNET6-<https://www.cabi.org/isc/datasheet/56919>
- 7 INTERNET7-<https://egeszsegter.hu/cikk/584/emesztorendszerunk-legtokeletesebb-gyogyszere-a-fejeskaposzta#gsc.tab=0>
- 8 INTERNET8-https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0024.html
- 9 INTERNET9-<https://www.worldatlas.com/articles/the-world-leaders-in-cabbage-production.html>
- 10 INTERNET10-<https://www.syngenta.hu/sites/g/files/zhg316/f/kaposztafelek-2018-web.pdf?token=1573566816>
- 11 INTERNET11-<https://iotmagazin.hu/zold/2021/10/11/kaposztafelek-fogyasztas-syngenta/>