

DIPLOMAMUNKA

Vitári Viktória

Vitári Viktória

2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

NÖVÉNYVÉDELMI INTÉZET

BUDAPEST

Leander fajták szerepe a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* elleni védekezésben

Vitári Viktória

Növényorvosi mesterképzés

Készült a Növénykórtani Tanszéken

Tanszéki konzulensek: Dr. Karacs-Végh Anita egyetemi docens
Fodor Attila PhD hallgató

Bírálok: _____

Budapest, 2023.

tanszékvezető/szakirányfelelős

konzulens

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS	4
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1. <i>A leander (Nerium oleander L.) jellemzése</i>	5
2.2. <i>A leander környezeti igényei</i>	5
2.3. <i>Pseudomonas savastanoi jellemzése és patotípusai</i>	5
2.4. <i>Pseudomonas savastanoi pv. nerii tünetei</i>	7
2.5. <i>Növénypatogén baktériumok elleni védekezési lehetőségek</i>	8
2.5.1. <i>Agro- és fitotechnikai módszerek</i>	8
2.5.2. <i>Kémiai védekezés</i>	9
2.5.3. <i>Antibiotikumok</i>	10
2.5.4. <i>Biológiai és alternatív védekezési lehetőségek</i>	10
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	14
3.1. <i>A vizsgálat helye és ideje</i>	14
3.2. <i>A vizsgálatban felhasznált anyagok</i>	14
3.2.1. <i>Izolátumok</i>	14
3.2.3. <i>A kórokozó tenyésztése, táptalajok</i>	15
3.2.4. <i>Növényanyag</i>	15
3.2.5. <i>Felhasznált eszközök</i>	16
3.2.6. <i>A kórokozó tenyésztése, baktériumszuszpenzió előállítása</i>	17
3.3. <i>A vizsgálat módszere</i>	17
3.3.1. <i>Leander fajták fogékonysági vizsgálata</i>	17
3.3.2. <i>Tumorképzés vizsgálata</i>	18
4. EREDEMÉNYEK	20
4.1. <i>A fajtafogékonysági kísérlet</i>	20
4.2. <i>Tumorképző baktériumok tesztelése</i>	25
4.2.1. <i>Leander csemetéken végzett kísérlet</i>	25
4.2.2. <i>Leander ág- és levéldarab mestéréges fertőzése</i>	26
4.2.3. <i>Sárgarépa teszt</i>	26
5. KÖVETKEZTETÉSEK	27
6. ÖSSZEFOGLALÁS	30
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	31
8. IRODALOMJEGYZÉK	32
9. MELLÉKLETEK	38

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A leander mediterrán eredetű dísznövényünk, mely napjainkban közkedvelt a kertészek körében. Az utóbbi időben egyre jelentősebb károkat okoz a köztudatban leanderrákként ismert betegsége, amit a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* növénypatogén baktérium okoz. A tünetek a fás részekben és levélen tumorok, míg a generatív részekben torz magtok, melyek jelentősen csökkentik a növény díszítőértékét. Súlyos esetben ágelhalást vagy akár a növény teljes pusztulását is okozhatja a kórokozó. A betegség súlyosságát fokozza, hogy a kórokozó ellen nem ismert hatékony védekezési módszer, és a szakirodalmi ismeretek is hiányosak. Továbbá növénypatogén baktériumok ellen korlátozott a kémiai védekezés lehetősége. Kevés engedélyezett növényvédő szer érhető el, melyek száma dísznövények esetében néhány készítményre korlátozódik. Az integrált növényvédelem alapjait szem előtt tartva legfontosabb eleme a védekezésnek a megelőzés. Egészséges szaporítóanyag használata mellett agrotechnikai módszerekkel és megfelelő higiéniaival csökkenthetjük a kórokozó megjelenésének esélyét. Kémiai védekezésre csak a réz tartalmú készítmények állnak rendelkezésünkre, melyek nagymértékben terhelik a környezetet és fitotoxikus hatásúak is. Eredményes védekezési mód lehet a baktériummal szemben a rezisztens és a toleráns fajták alkalmazása, azonban jelenleg nem ismert a baktériummal szemben ellenálló fajta.

A témaválasztást jelentősen meghatározta személyes érintettségem. Több, mint 30 éve alapították nagyszüleim a kertészeti árudát, mely ma már kertészmérnök édesanyám által vezetett családi vállalkozás. Főként dísznövényekkel foglalkozunk, köztük leanderrel is. Magam is tapasztalom rendszeresen a betegség elleni védekezés nehézségeit.

Munkánk során célul tűztük ki különböző leanderfajták kórokozóval szembeni ellenállóságának vizsgálatát, ami környezetkímélő és hatékony védekezési módot jelenthet a kórokozóval szemben. A leander fajtákat a kórokozóval szembeni ellenállóképesség alapján fogékonysági csoportokba különítenénk el és megvizsgáljuk, hogy a növény magassága és szárvastagsága befolyásolja-e a kialakuló tüneteket. Célunk még a külföldi szakirodalomban leírt értékelési módszer adaptálása és módosítása, ami alkalmas a baktérium és a növény kapcsolatának viszonylag gyors, könnyen alkalmazható és jól definiált vizsgálatára. Mivel a leander csemetéken végzett patogenitás vizsgálat időigényes, költséges és nagy térigényű, ezért célul tűztük ki a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* baktérium izolátumok tumorképzésének tesztelését is leander csemetéken, leander ág-és hajtásdarabokon és répaszeleteken.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A leander (*Nerium oleander* L.) jellemzése

A leander (*Nerium oleander* L.) egy világszerte elterjedt és kedvelt dísznövény. A tárnicsvirágúak (*Gentianales*) rendjébe és a meténgfélék (*Apocynaceae*) családjába tartozik a *Nerium* nemzetség egyetlen fajaként. Dél-Európa és Délnyugat-Ázsia mediterrán régiójába őshonos. Széles körben termesztik különösen a meleg, mérsékelt és szubtrópusi területeken. Közép- és Nyugat-Európában üvegházi vagy teraszos növény.

Pagen (1987) 401 különböző fajtáról számol be, ezek közül jelenleg 145 fajta található meg a kereskedelmi forgalomban (Bella *et al.*, 2006). Morfológiáját tekintve 1-6 méter magas, fás szárú, örökzöld cserje. Lándzsa alakú, sima szélű, vastag, bőrszerű, hangsúlyos fő erezetű, sötétzöld levelei hármasszerűen rendeződnek. Fő díszítő értékét a virágai adják, melyek bogernyő virágzatot alkotnak (1. ábra). Rendkívül nagy színválasztékkal rendelkeznek, főleg piros, rózsaszín, sárga és fehér árnyalatai jellemzőek, de a virág színe mellett formáját tekintve is találunk különbségeket. Toktermésében repítőszőrös magok fejlődnek.



1. ábra: Virágzó leander

2.2. A leander környezeti igényei

Az utóbbi időben gyakran használják cserépben virágzó dísznövényként is városi környezetben teraszok és erkélyek díszítésére. A cserépben nevelt növények gyakrabban kerülnek vízhiányos állapotba. Lenzi és munkatársai (2009) nem találtak számottevő különbséget az öntözetlen növények és az öntözött kontrollok között, így tökéletesen alkalmasak cserépben balkonjaink, teraszaink díszítésére. Mediterrán származású növényként rendkívül jól tolerálja a forróságot, viszont fagyérzékenysége miatt hazánkban védett helyen szükséges telettetni. Nagyon jól tűri a különböző talajtípusokat, környezeti tényezőkkel szemben nem igényes, egész nyáron növekszik és hosszan virágzik. Vegetatív módon hajtásdugvánnyal könnyen szaporítható (Costinela és Doina, 2009).

2.3. *Pseudomonas savastanoi* jellemzése és patotípusai

A *Pseudomonas savastanoi* egy Gram-negatív növénypatogén baktérium, ami *Pseudomonadales* rendbe, a *Pseudomonadaceae* családba, a *Pseudomonas* nemzetségbe és a *P. syringae* fajkomplexbe tartozik. Lokálisan fertőzi a dísznövényeket, így kisebb jelentőségű károsítónak számít. A mediterrán térségben nagyobb

kárt okoz, ahol jelentős a fogékony gazdanövények, mint például az olajfa (*Olea europea*) termesztése (Young *et al.*, 1996).

A betegség bakteriális eredetét először olajfán Archangeli és Savastano (Janse, 1982) ismerte fel. Egyébként függetlenül az USA-ban két kutató Smith és Rover (Janse, 1982) *Bacterium savastanoi* néven azonosították és Európában Petri (Janse, 1982) is leírta a kórokozó baktériumot *Bacillus olea* néven.

Nerium oleander fajról először Ferraris izolálta a kórokozót 1926-ban és *Pseudomonas tonelliana* néven írta le (Ferraris, 1926). A kórokozó hazai jelenlétét csak a XX. század végén Szatmári és munkatársai igazolták (Szatmári, 1998). Érdekes, hogy az eltérő gazdanövényekről származó izolátumokat nem egy egységes kórokozónak azonosították. Az olajbogyóból származó törzsekről jelentették, hogy megfertőzik a leandert, míg egyes leanderről származó izolátumok tünetet okoztak olajfán is (Ramos *et al.*, 2012).

A magas kőrisről (*Fraxinus excelsior*) Brown izolált egy hasonló tüneteket okozó kórokozót 1922-ben Washington egyik parkjából és *Bacterium savastanoi* var. *fraxini* néven írta le. A kőrisrákból izolált mikroorganizmus hasonló a korábban olajfáról kimutatott *Bacterium savastanoi* izolátumhoz (Janse, 1982). A különböző baktériumok nem keresztinokulálódnak, de nagyfokú hasonlóságot mutatnak (Brown, 1932).

Azonban a leandert és kőrist megbetegítő patotípusokat hivatalosan csak 1996-ban ismerték el, mivel nehéz volt elkülöníteni őket. Az egyes izolátumok széles gazdanövénykörrel rendelkeznek, fenotípusosan és genotípusosan egyaránt heterogének. A DNS genomvizsgálatok során napjainkban a *Pseudomonas savastanoi* fajnak hat patotípusát különítették el (1. táblázat) (Gardan *et al.*, 1999).

1. táblázat: A *Pseudomonas savastanoi* patotípusai

Kórokozó patotípusai	Első leíró
<i>P. savastanoi</i> pv. <i>fraxini</i>	Brown (1922)
<i>P. savastanoi</i> pv. <i>nerii</i>	Ferraris (1926)
<i>P. savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i>	Smith (1908)
<i>P. savastanoi</i> pv. <i>retacarpa</i>	García (1999)
<i>P. savastanoi</i> pv. <i>glycinea</i>	Marques <i>et al.</i> , (2000)
<i>P. savastanoi</i> pv. <i>phaseolicola</i>	Marques <i>et al.</i> , (2000)

A *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*-nak (Pss) több gazdanövénye is ismert, ami főként az *Oleaceae* családra korlátozódik (Kudela *et al.*, 2004). Leggyakrabban az olajfát (*Olea europaea*) fertőzi. Hasonló daganatok, kéregduzzanatok keletkeznek kőrisen (*Fraxinus* spp.), melyet a *Pseudomonas savastanoi* pv. *fraxini* (Psf) és leanderen, amit a *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (Psn) okoz (Young *et al.*, 1996). A leandert fertőző baktérium törzsek a leandert és az *Oleaceae* növényeket egyaránt képesek megfertőzni. Míg a kőrisből származó baktérium törzsek nem tudják megfertőzni a leander növényeket (Kudela *et al.*, 2004). A *Pseudomonas savastanoi* pv. *retacarpa* (Psr) a legutoljára elkülönített patotípus, amit García de los Ríos írt le 1999-ben. Eddigi vizsgálatok alapján csak a spanyol jenesztert (*Retama sphaerocarpa*) képes megfertőzni a kórokozó. Az eddigi keresztpatogenitási vizsgálatok során a leander, olajfa és kőris növények esetében negatív eredményt mutatott (García, 1999). Emellett megfigyelték a patogenitási vizsgálatok során, hogy minden egyes törzs csak azokban a növényekben indukált csomókat, amelyekről izolálásra került (2. táblázat) (Alvarez *et al.*, 1998). Fontos kiemelni,

hogy a *P. savastanoi* pv. *glycinea* és a *P. savastanoi* pv. *phaseolicola* is a *P. savastanoi* patotípusai közé sorolhatók. Az általuk okozott levélfoltok eltérnek a többi patotípusnál tapasztalható tipikus rákos sebektől. Gazdanövényük a hüvelyesek családjára korlátozódik, ezért jól elkülöníthetők a másik négy patotípustól (Marques *et al.*, 2000).

Az Oleaceae család más dísz- és gazdaságilag jelentős növényfajain is megjelentek rákos sebek, melyeket a *Pseudomonas savastanoi* patotípusai idéztek elő: fagyalon (*Ligustrum japonicum*), közönséges jázminon (*Jasminum officinale*), téli jázminon (*Jasminum nudiflorum*) (Taghavi és Hasani, 2012), brazil tölcserjázminon (*Mandevilla sanderi*) (Eltlbany *et al.*, 2012), olasz homoktövisen (*Rhamnus alaternus*) (Temsah, Hanna és Saad, 2007), közönséges mirtuszon (*Myrtus communis*) (Cinelli *et al.*, 2014), kerti aranyfán (*Forsythia intermedia*) (Szatmári *et al.*, 1998), gránátalmán (*Punica granatum*) (Bozkurt *et al.*, 2014) és széleslevelű olajfán (*Phyllyrea latifolia*) (Bradbury, 1986).

2. táblázat: A *Pseudomonas savastanoi* patotípusainak keresztpatogénitási vizsgálatai

A patotípus gazdanövénye	Izolált <i>P. savastanoi</i> patotípus	Patogénitási vizsgálatok során vizsgált növény	Okozott tünet	Igazolta
<i>Forsythia x intermedia</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>forsythiae</i> pv. nov	<i>Forsythia x intermedia</i>	rákos seb/csomók	Besenyey és Hevesi, 2003
<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>fraxini</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	enyhe duzzanat	Alvarez <i>et al.</i> , 1998
<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>fraxini</i>	<i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Olea europaea</i>	szemölcs szerű kinövések	Ramos <i>et al.</i> , 2012
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>P. syringae</i> subsp. <i>savastanoi</i>	<i>Fraxinus</i> spP.	varas elváltozás	Janse, 1981
		<i>Olea europaea</i>	enyhe duzzanat	
<i>Jasminum</i> spp.	<i>P. syringae</i> subsp. <i>savastanoi</i>	<i>Fraxinus</i> spp., <i>Olea europaea</i> , <i>Forsythia</i>	olajfán és aranyfán 25 mm-es csomókat okozott, körösen kisebbet	Janse, 1981
<i>Ligustrum japonicum</i>	<i>P. syringae</i> subsp. <i>savastanoi</i>	<i>Olea europaea</i> , <i>Forsythia</i>	olajfán nagyobb csomót okozott, mint aranyfán	Janse, 1981
<i>Nerium oleander</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>nerii</i>	<i>Olea europaea</i>	enyhe duzzanat	Alvarez <i>et al.</i> , 1998
<i>Nerium oleander</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>nerii</i>	<i>Nerium oleander</i>	rákos seb/csomó	Alvarez <i>et al.</i> , 1998
<i>Nerium oleander</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>nerii</i>	<i>Olea</i> spp., <i>Nerium oleander</i>	jellegzetes rákos seb	Caponero, 1995
<i>Nerium oleander</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>nerii</i>	<i>Nerium oleander</i> , <i>Olea europaea</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>	csomók/ sejtburjánzás	Ramos <i>et al.</i> , 2012
<i>Nerium oleander</i>	<i>P. syringae</i> subsp. <i>savastanoi</i>	<i>Nerium oleander</i>	elsődleges és másodlagos sebek	Janse, 1981
		<i>Olea europaea</i>	rákos seb/csomó	
		<i>Fraxinus</i> spP.		
<i>Nerium oleander</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i>	<i>Nerium oleander</i>	rákos seb/csomók	Besenyey és Hevesi, 2003
<i>Nerium oleander</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i>	<i>Nerium oleander</i> , <i>Forsythia x intermedia</i>	rákos seb/csomók	Besenyey és Hevesi, 2003
<i>Olea europaea</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i>	<i>Olea europaea</i>	rákos seb/csomók	Alvarez <i>et al.</i> , 1998
<i>Olea europaea</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i>	<i>Olea</i> spp.	jellegzetes rákos seb	Caponero, 1995
<i>Olea europaea</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i>	<i>Olea europaea</i> , <i>Fraxinus excelsior</i>	csomók/ sejtburjánzás	Ramos <i>et al.</i> , 2012
<i>Olea europaea</i>	<i>P. syringae</i> subsp. <i>savastanoi</i>	<i>Olea europaea</i> , <i>Fraxinus</i> spp.	rákos seb/csomók	Janse, 1981
<i>Retama sphaerocarpa</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>retacarpa</i>	<i>Retama sphaerocarpa</i>	rákos seb/ sejtburjánzás	Ramos <i>et al.</i> , 2012
<i>Retama sphaerocarpa</i>	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>retacarpa</i>	<i>Retama sphaerocarpa</i>	rákos seb/csomók	Alvarez <i>et al.</i> , 1998

2.4. *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* tünetei

A *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* által okozott leanderrák a leander (*Nerium oleander*) egyik legelterjedtebb betegsége. A kórokozó a *Pseudomonas syringae* fajkomplex tagja (Mansfield, 2012). A tipikus tünetek a baktérium által termelt fitohormonok hatására kialakuló daganatos sebek a szárazon, a gallyakon és a leveleken (Iacobellis *et al.*, 1994). A *P. savastanoi* pv. *nerii* egyes gazdaszervezeteken feltűnő, göcsörtös góccokat hoz létre, míg másokon torzuló, szétnyíló sebek alakulnak ki a gyógyuló szöveten belül vagy annak peremén hipertrófiával. A baktérium tömegesen megtalálható a sejt közötti járatokban, de a sejteken belül nincs jelen (Smith, 1928).



2. ábra: A leanderrák tünetei levélen és hajtáson

Kezdetben a levélfoltok halványzöldek, később sötétbarna-fekete nagyméretű ovális tumorokká alakulnak (2. ábra) (Temsah *et al.*, 2010). A leveleken a főér mentén alakulnak ki apró sebek, melyek később összenőhetnek, ezáltal egy elnyúlt rákos sebet alkotnak (Surico és Iacobellis, 1992). Előrehaladott fertőzés esetén ágelhalás is bekövetkezhet. A baktérium a virágokat és a magtokokat is deformálja, visszavetheti a virágzást és a porzó elhalását is okozhatja. Ha a virágzat is fertőződött a virágok helyén fekete, gömb alakú dudorokat találunk (Smith, 1928).

2.5. Növénypatogén baktériumok elleni védekezési lehetőségek

A leghatékonyabb védekezés a kuratív és a preventív módszerek kombinációján alapszik. Az integrált védekezés célja a kiindulási inokulum mennyiségnek és hatékonyságának csökkentése, a gazdaszervezet ellenálló képességének növelése, a betegség kialakulásának késleltetése és a másodlagos tünetek megjelenésének lassítása (Quesada *et al.*, 2012).

2.5.1. Agro- és fitotechnikai módszerek

Korlátozottak a lehetőségeink a növénypatogén baktériumok elleni védekezés során. A kémiai és biológiai védekezés mellett nagy hangsúlyt kell fektetni a megelőzésre és a helyes termesztési gyakorlat betartására. Kiemelten fontos az egészséges, fertőzésmentes szaporítóanyag használata, amire nagyobb figyelmet kell fordítani a külföldről importált növényi termékek esetében. A védekezés első lépéseként a higiéniai szabályokat fokozottan be kell tartani. Metszőollóval, munkagépekkel, de öntözővízzel is könnyen tovább vihetjük a fertőzést egyik növényről a másikra (Young, 2004). A fertőzött növényi részek eltávolítása és megsemmisítése

szerepet játszik a fertőzés visszaszorításában. Azonban a metszés idejének pontos megtervezése, és a használt eszközök fertőtlenítése is elengedhetetlen. Fertőtlenítésre nátrium-hypokloridot (10%) és fenol-alapú fertőtlenítőket egyaránt használhatunk (Sobiczewski *et al.*, 1997). A metszés után keletkezett sebek a kórokozó elsőszámú behatolási pontjai, ezért ezek lezárására, kezelésére nagy hangsúlyt kell fektetni (Ramos *et al.*, 2012). A termesztés során érdemes kerülni az árasztásos öntözést, ami a baktériumok terjedését jelentősen fokozhatja (Young, 2004). Emellett a megfelelő kondíció, a stresszfaktorok minimalizálása jelentősen növeli a növények baktériumokkal szembeni ellenálló képességét.

2.5.2. Kémiai védekezés

Az első kémiai védekezéshez felhasznált készítmény a bordói lé volt, mely réz-szulfát és mész keveréke. A ma is használt készítményekben a rézionok (Cu^{2+}) réz-szulfát, réz-hidroxid, réz-oxiklorid vagy réz-oxid formájában vannak jelen. A réz sok hatáshelyű komponensek közé sorolható, ezért a rezisztencia kialakulásának esélye alacsony (Ocskó *et al.*, 2023). Minden életformára káros hatással van, toxikus és a talajokban felhalmozódik. 2019. január 1-től Európai Uniói rendeletek szabályozzák az évente kijuttatható réz mennyiségét 7 éves időtartamra 28 kg/ha maximális mennyiségre (Internet 1). Emiatt új, korszerű készítmények kerültek a piacra, melyek sokkal nagyobb levélfelületet képesek lefedni azonos hatóanyag mennyiség mellett a fitotoxicitás veszélye nélkül (Internet 2).

A rézion két különböző kémiai reaktivitással rendelkezik, ezek alapján a hatásmechanizmusát is két hipotézissel indokolják. Az első a rézion elektronátmenettel járó reakciójára utal, ami reaktív hidroxil-szabadgyökök képződésében játszik szerepet. A másik jellemző reaktivitása a rézion pozitív töltéséből és elektrofil jellegéből következik, amivel az megzavarja a membrán-közvetítette transzport folyamatokat (Polgár, 1999; László, 2009; Sörös, 2019).

A rézvegyületek hatásosak az olajbogyó főbb gombás levél- és gyümölcsbetegségeivel szemben, valamint a *P. savastanoi* pv. *savastanoi* baktérium ellen is. Azonban a készítmények hatékonysága nagymértékben függ az összetételüktől és alkalmazásuk idejétől. Fitotoxikus hatást sem leveleken, sem virágokon nem okoztak (Roca *et al.*, 2007). A réz-oxiklorid és a réz-szulfát mankoceb vagy az acibenzolar-S-metil hatóanyagokkal kombinálva csökkentette a *P. savastanoi* pv. *savastanoi* populációját a beteg növényekben. A kialakuló tünetekben is jelentős különbségeket tapasztaltak a kezelt és kezeletlen fák között. A legmarkánsabb különbség a harmadik évben, öt kezelés után következett be (Quesada *et al.*, 2010). A réz nanorészecskék alternatívát kínálnak a hagyományos réz készítményekkel szemben. *In vitro* nagyobb hatékonyságot mutattak a hagyományos növényvédő szerekkel -Kocide (réz-hidroxid) és Nordox (réz-oxid) - szemben. A vizsgált baktériumok között szerepelt a *P. savastanoi* pv. *savastanoi* is (Varympopi *et al.*, 2020). Dísnövény kultúrákban azonban csak néhány réz tartalmú készítmény engedélyezett baktériumos betegségek ellen (3. táblázat).

3. táblázat: Dísnövény kultúrákban engedélyezett réz tartalmú növényvédő szerek (Internet 3.)

Növényvédő szer neve	Hatóanyag neve
----------------------	----------------

Astra Rézoxiklorid	réz-oxiklorid
Badge SC/WG	réz-hidroxid, réz-oxiklorid
Champion WG	réz-hidroxid
Copac Flow	réz-hidroxid
Coprantol Duon	réz-hidroxid, réz-oxiklorid
Cuprozin Progress	réz-hidroxid
Hydroflow	réz-hidroxid
Kocide 2000	réz-hidroxid
Meteor	réz-hidroxid
Nordox 75 WG	réz-hidroxid

Felszívódó készítmények közül egyetlen egy van engedélyezve a baktériumok ellen, a fozetil-Al hatóanyagú Aliette 80 WG (Internet 3). Sobiczewski és munkatársai (1997) vizsgálatai alapján az Aliette 80 WG használatával hatékonyabb védelmet lehet elérni a baktériumokkal szemben, mint a réz készítményekkel. *In vitro* vizsgálatban a készítmény teljesen gátolta a *P. syringae* pv. *actinidiae* növekedését (Corrado *et al.*, 2017).

Egy új hidroxí-kinolin hatóanyagú gombaölő szer került forgalomba Beltanol néven, mely engedélyokirata alapján baktériumölő hatású is. Felhasználható szamóca, zöldség - hajtásban és borszőlő termesztésben *Pseudomonas* spp., *Xanthomonas* spp., *Clavibacter* spp. baktériumfajok ellen (Internet 4).

Réz tartalmú kondicionáló szerek, lombtrágyák is hatékony védelmet nyújthatnak baktériumok ellen. A Phosfik Cu mikroelemekkel dúsított nátrium, foszfor műtrágya oldat. Felszívódó rézzel másodlagos növényvédő hatást biztosít (Internet 5). Mivel kevesebb réz hatóanyagot tartalmaznak, mint a hagyományos réz készítmények, ezért rájuk nem vonatkozik a kijuttatható mennyiség korlátozása.

2.5.3. Antibiotikumok

A növénypatogén baktériumok ellen való kémiai védekezés egyik lehetséges módja az antibiotikumok használata, amely korábban elképzelhetetlen volt a sztreptomycin hatóanyag nélkül (Sobiczewski *et al.*, 1997), azonban az Európai Unióhoz való csatlakozás után nincs lehetőség növénypatogén baktériumok ellen a használatára. A baktériumok ellen azonban a Kasumin 2L- kasugamicin- növényvédő szer szükséghelyzeti engedéllyel használható néhány kultúrában: almatermésűekben, illetve szabadföldi és hajtatos paprika, paradicsom, uborka, zöldbab, szárazbab, fűszerpaprika kultúrákban *Erwinia amylovora*, *Pseudomonas* spp., *Xanthomonas* spp. és *Clavibacter michiganensis* baktériumok ellen (Internet 6).

2.5.4. Biológiai és alternatív védekezési lehetőségek

Bakteriofágok

1915-ben Frederick W. Twort és Felix H. d'Herelle figyelt fel a baktériumokat elpusztító vírusokra, amiket bakteriofágoknak neveztek el (Twort, 1915; Summers, 2005). Rendkívül fajspecifikusak, egy fág csak egy adott kórokozót képes megfertőzni, elpusztítani. Kialakulhat ellenük rezisztencia, de a növényvédő szerekkel ellentétben a fágok mutációval újra fertőzhetik az eredetileg rezisztens baktériumokat is (Putnoky és Hoffmann, 2007). További előnyük, hogy más magasabb rendű szervezetekre nem jelentenek veszélyt, és nem terhelik a környezetet. Azonban UV-érzékenységek, hűtött tárolást igényelnek, kontakt hatásúak, ami nehezíti felhasználásukat (Jones *et al.*, 2007). A fágterápiás növényvédelmi kísérletek során megcélzott fontosabb baktériumfajok: *Xanthomonas* spp., *Ralstonia solanacearum*, *Pseudomonas* spp., *Agrobacterium tumefaciens*, *E.*

amylovora. Magyarországon egytelen fágterápiás növényvédő szer Erwiphage Plus, került forgalomba *E. amylovora* ellen (Internet 7). Az USA-ban engedélyezett AgriPhage nevű készítmény *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* és *P. syringae* pv. *tomato* baktériumfajok ellen (Internet 8).

A szójabab növények *P. savastanoi* pv. *glycinea* fertőzésének megelőzésére és kezelésére 3 bakteriofág hatékonyságát igazolták Oroszországban, mely potenciális biológiai védekezésre alkalmas lehet (Tarakanov *et al.*, 2022). A citrusültetvény talajából izolált fág a *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* mellett a póréahagymára patogén *P. syringae* pv. *porri* baktériumot is fertőzte, és csökkentette a szöveti nekrozist különböző gyümölcsökkel végzett biotesztekben (Oueslati *et al.*, 2022).

Illóolajok, ezüst kolloid

Növényi kivonatok, illóolajok alkalmazásával már a '90-es évek óta törekednek csökkenteni a kibocsátott növényvédő szerek mennyiségét. Az illóolajok képesek több ponton is befolyásolni a kórokozók életfolyamatait, és bizonyos esetekben a gyógynövény másodlagos anyagcsere termékei hatással lehetnek a növény-kórokozó kapcsolatra is (Lucas *et al.*, 2012).

A fahéj (*Cinnamomum verum*) és a rozmaring (*Salvia rosmarinus*) illóolajai antimikrobiális, fungicid hatással is rendelkeznek (Nagy, 2012). A borsmenta (*Mentha piperita*) illóolaj az *Agrobacterium tumefaciens* baktériummal beoltott paradicsom növényeken teljesen gátolta a daganatképződést (Hsouna *et al.*, 2019). Az eukaliptusz (*Eucalyptus cinerea*) leveleiből nyert illóolaj esetében is erős antibakteriális aktivitást mutattak ki *in vitro* vizsgálatokban az *A. tumefaciens* baktériummal szemben (Kahla *et al.*, 2017). Mindkét illóolaj szerepet játszhat a gyökérgolyva elleni peszticidmentes védekezésben. Az édesgyökér (*Glycyrrhiza glabra*) levélkivonata közvetlen fungicidként és baktericidként is hat. Megfelelő alternatívája lehet a hagyományos peszticideknek és hozzájárul a rézredukcióhoz, valamint a rezisztencia kialakulás lassításához (Hermann *et al.*, 2022). A *P. savastanoi* pv. *savastanoi* elleni védekezésre kakukkfű (*Thymus ciliatus*), oregánó (*Origanum compactum*), rozmaring (*Romasmarinus officinalis*) és üröm (*Artemisia vulgaris*) olajok hatását tesztelték. A vizsgálatban használt illóolajok mindegyike mutatott antibakteriális aktivitást, azonban eltérő mértékben. A kakukkfűből nyert illóolaj volt a leghatékonyabb a kórokozóval szemben (Bouaichi *et al.*, 2015).

Az illóolajok mellett fontos szerepe lehet az ezüst kolloidnak, melynek baktérium ölő hatására már az ókorban felfigyeltek (Alexander, 2009). A modern orvostudomány bizonyította, hogy az ezüstionok már kis mennyiségben is fertőtlenítő hatásúak, és minden mikroorganizmust gátolnak. Azonban szignifikáns különbséget tapasztaltak a Gram-pozitív és negatív baktériumok között, a Gram-negatív baktériumokon drasztikusabb volt az ezüst részecskék gátló hatása (Shrivastava *et al.*, 2007). Kísérletek bizonyítják, hogy *in vitro* körülmények között hatásosnak bizonyultak növénypatogén baktériumok ellen is.

Az utóbbi időben a propoliszt is vizsgálták baktériumölő hatása miatt, amit a méhek a kórokozók, köztük a baktériumok ellen használnak fel. Több baktérium is érzékeny volt a propolisz etanolos kivonatával szemben (Gebara *et al.*, 2002) és antivirális aktivitást is mutatott Gram- pozitív baktériumtörzsekkel szemben. Úgy tűnik, hogy a propolisz általános farmakológiai értékkel bír, és erős antimikrobiális hatással rendelkezik (Kujumgiev *et al.*, 1999).

Antagonista baktériumfajok

A biológiai növényvédelem másik fontos szereplői az antagonista baktériumfajok, melyek olyan mikroorganizmusok, amik gátolni tudják más mikroorganizmusok fejlődését, szaporodását. Többféle hatásmechanizmusuk ismert: termelhetnek antibiotikus hatású anyagokat, parazitálhatják a növénykórokozót, vagy versengés útján, gyorsabb fejlődésüknek köszönhetően kiszorítják a növény környezetéből a baktériumot (Túróczy, 2008). Az antagonista baktériumok közül jelenleg a *Pseudomonas fluorescens* az egyik legfontosabb. A *Bacillus* és *Streptomyces* fajokat is érdemes megemlíteni. *E. amylovora* ellen több *Pantoea agglomerans* (*Erwinia herbicola*) törzs is hatásos a vizsgálatok alapján (Vanneste, 2006; Gavini et al., 1989). A *P. agglomerans* egy antibiotikumot termelő baktérium, mely specifikusan hat az *E. amylovora* anyagcsere gátlására (Vanneste, 1996). A gyökérgolyva (*A. tumefaciens*) hatalmas károkat okozhat faiskolákban és ültetvényekben is (Hooykaas és Beijersbergen, 1994). A baktérium ellen az *A. radiobacter* több törzsét is használták, ami sikeres védelmet nyújtott a kórokozóval szemben (Vicedo et al., 1993).

Számos antagonista faj kapcsolatát vizsgálták a *P. savastanoi* pv. *savastanoi* növénypatogén baktériumra. Ezek közül csak egy *P. fluorescens* és egy *Bacillus subtilis* törzs mutatott erősen antagonista hatást (Krid et al., 2010). A *Bacillus subtilis* szignifikánsan csökkentette a kórokozó által okozott rákos sebek méretét. Az eredmények alapján, a *B. subtilis* F1 törzse képes lehet a kórokozó által okozott fertőzés megfékezésére (Krid et al., 2012). A *B. mojavensis* antagonista is képes volt csökkenteni a kialakuló tünetek méretét és számát (Ghanney et al., 2016). Hasonló eredményeket kaptak a *P. syringae* pv. *ciccaronei* baktérium esetében is. Azonban a vizsgálatokat csak *in vitro* végezték el, így nem ismert a baktérium kórokozóval szembeni hatékonysága a növényekre és a mikroflórára sem (Lavermicocca et al., 2002). A *B. amyloliquefaciens* egy törzse elősegítette a növény növekedését és csökkentette a betegség súlyosságát üvegházi körülmények között (Mina et al., 2020). A *Rahnella aquatilis*, az *Enterobacter ludwigii*, a *Paenibacillus brasiliensis* és a *B. subtilis* fajok szilárd táptalajon hatékonyak voltak a kórokozó ellen. A *B. subtilis* baktérium két *P. savastanoi* pv. *savastanoi* törzs által okozott tüneteket jelentősen csökkentette (Bouaichi et al., 2021).

Ellenálló, toleráns fajták

A baktériumok elleni védekezés alapja a megelőzés, ami a kórokozóval szemben ellenálló vagy toleráns fajták termesztését jelenti. A nemesítés során különböző értékelési módszerek alapján határozzák az adott fajta fogékonyságát/rezisztencia szintjét. A *P. savastanoi* patotípusait többször vizsgálták ellenállóság szempontjából.

Folyamatosan végeznek vizsgálatokat, hogy a jelenlegi kereskedelmi forgalomban lévő olajbogyó (*Olea europaea*) fajták milyen mértékben fogékonyak a kórokozó által okozott olajfárak betegségekre. Két év alatt 506 fán vizsgálták a betegség előfordulását, melyek különböző nemesített fajták, hibridek és rokon fajok voltak. 11 genotípus mutatott 30%-nál nagyobb mértékű fertőzöttséget, 86 genotípus esetében a betegség súlyossága 10%-nál kisebb volt, míg 17 genotípusnál a kétéves megfigyelési időszak alatt nem tapasztaltak tüneteket (Salman et al., 2020). Öt olajbogyó fajta olajfárak betegséggel szembeni rezisztencia/tolerancia vizsgálata során az *Olea europea* 'Frantoio' volt a legérzékenyebb, majd az *O. europea* 'Nostrale di Rigali', az *O. europea* 'Moraiolo' és az *O. europea* 'Leccino' következett, amelyek tumor tömege 86%-kal kisebb volt az *O. europea* 'Frantoio' fajtaéhoz képest (Hassani et al., 2003). Sajnos nem ismertek olyan olajbogyó fajták, amelyek teljesen rezisztensek a kórokozóval szemben. Számos összehasonlító vizsgálatban fenotípusos eltérést mutattak ki az olajbogyó fajták

között, melyek a nagyfokú fogékonyaságtól a bizonyos mértékű rezisztenciáig osztályozhatóak, de mindegyiken kialakultak a tünetek (Young, 2004; Penyalver *et al.*, 2006).

A *P. savastanoi* pv. *fraxini* esetében is megfigyeltek a fajok és a fajták érzékenységekben különbségeket. A *Fraxinus excelsior* fajták vagy klónok közepesen voltak fogékonyak, míg a *F. americana*, *F. pennsylvanica* fajok, a *F. excelsior* „Geesink” és „Atlas” fajtái alacsony érzékenységűnek bizonyultak a patogénnel szemben. Azonban nem ismert ellenálló kőris fajta a kórokozóval szemben (Borkar és Yumlembam, 2016).

Jelenleg nincs irodalmi adat a leanderrák betegséggel szemben ellenálló fajtáról. Olaszország déli részén végeztek 9 leander fajtán fajtafogékonyaság kísérletet 3 különböző virulenciájú baktérium törzssel. A vizsgálat során egyik fajta sem bizonyult rezisztensnek, de a törzsek által kiváltott tünetek súlyossága jelentősen különbözött. Legérzékenyebb fajták a *Nerium oleander* 'Dark Salmon', *N. oleander* 'Petite Salmon' és *N. oleander* 'Salmon' voltak, melyek szárai súlyosan deformálódtak és a csúcs elhalását is megfigyelték. Legkevésbé fogékony a *N. oleander* 'White' fajta volt. Itt a tünetek a beoltás helyén lokalizált csomókból álltak, amelyekhez másodlagosan sebek társultak, emellett sem szárdeformációt, sem torzulást nem észleltek a virágzaton vagy a magtokokon (Bella *et al.*, 2006).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A vizsgálat helye és ideje

A leander fajták fogékonyságának és a *P. savastanoi* pv. *nerii* izolátumok tumorképzés tesztelésének vizsgálatait a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék laboratóriumában és üvegházában végeztük 2021 és 2023 között.

3.2. A vizsgálatban felhasznált anyagok

3.2.1. Izolátumok

A leander csemeték fogékonyságának, valamint a leander levél- és ág darabok, valamint a sárgarépa szeletek tumorképzésének vizsgálatához 25 leanderről származó *P. savastanoi* pv. *nerii* izolátumot használtunk (4. táblázat), melyeket már korábban azonosítottunk (Fodor *et al.*, 2021; Fodor *et al.*, 2022). A sárgarépa tumorképzési teszt során még a Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteményének (Internet 9) négy izolátumát és még egy *P. savastanoi* pv. *savastanoi* izolátumot is bevontuk a vizsgálatba (5. táblázat).

4. táblázat: A kísérletbe bevont *P. savastanoi* pv. *nerii* izolátumok adatai

Izolátum kódja	Gyűjtés helye	Gyűjtés ideje	Gyűjtötte	Növényi rész
L6	Hajós	2018	Fodor Attila	levéllemez
L13	Budapest	2020	Fodor Attila	levéllemez
L15	Budapest	2020	Fodor Attila	levélér
L17	Budapest	2020	Fodor Attila	levéllemez
L18	Budapest	2020	Juhász Áron	levél
L19	Budapest	2020	Fodor Attila	levéllemez
L20	Jászdózsza	2020	Fodor Attila	magtok
L25	Budapest	2020	Juhász Áron	levélnyel
L36	Nyírbátor	2020	Fodor Attila	magtok
L37	Nyírbátor	2020	Fodor Attila	magtok
L38	Nyírbátor	2020	Fodor Attila	magtok
L49	Jászberény	2020	Fodor Attila	magtok
L50	Kecskemét	2020	Fodor Attila	levéllemez
L51	Kecskemét	2020	Fodor Attila	levélér
L52	Budapest	2020	Juhász Áron	levélér
L53	Nagykálló	2020	Fodor Attila	magtok
L54	Nyíregyháza	2020	Fodor Attila	levél
L56	Nagykálló	2020	Fodor Attila	magtok
L57	Jászdózsza	2020	Fodor Attila	levélér
L58	Budapest	2020	Juhász Áron	ág
L62	Jászberény	2020	Fodor Attila	magtok
L64	Budapest	2020	Juhász Áron	levél
L65	Nyíregyháza	2020	Fodor Attila	magtok
L66	Nyíregyháza	2020	Fodor Attila	magtok
L67	Budapest	2020	Fodor Attila	levél

5. táblázat: Kísérletbe vont egyéb tumorképző izolátumok adatai

Izolátum kódja	Kórokozó	Gyűjtés helye	Gyűjtés ideje	Növény	Gyűjtötte
B.02389	<i>Allorhizobium vitis</i>	Orogvány	-	<i>Vitis vinifera</i>	Szegedi, E.
B.01178	<i>Agrobacterium radiobacter</i>	-	-	-	Janzsó, B.
B.01336	<i>Agrobacterium rubi</i>	-	-	-	Szegedi, E.
B.01823	<i>Pseudomonas savastanoi</i>	Magyarország	1998/1999	<i>Forsythia</i> spp	Hevesi, M.
L141	<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i>	Budapest	2022	Olajfa	Vitári V.

3.2.3. A kórokozó tenyésztése, táptalajok

A baktériumok tenyésztéséhez King-B táptalajt (1,5 g K₂HPO₄ 20 g pepton, 10 g glycerol, 1,5 g MgSO₄ x 7 H₂O, 15 g agar, 1 l H₂O) használtunk (King *et al.*, 1954). A kórokozókat szobahőmérsékleten King-B táptalajon, -20 °C-on és -70 °C-on konzerváló folyadékban tartottuk fent. A konzerváló folyadék az alábbi komponenseket tartalmazza: 3g Beaf extract, 5 g pepton, 20 g glycerol, 1 l H₂O.

3.2.4. Növényanyag

A mesterséges fertőzési kísérletbe 11 fajta (3. ábra), egy éves, főként saját szaporítású leanderrel (*Nerium oleander* L.) dolgoztunk. A fajták jellemzése az Oleanderhaus (Internet 10), Pagen (1987), Hámori és Heyek (2012) és saját tapasztalatok alapján készült.

- *N. oleander* 'Agnes Campbell' Amerikából származó fajta enyhén illatos, színét tekintve krémes-barackos. Hűvösebb időjárás esetén akár rózsaszínűvé is válhatnak a virágai. Ágrendszere közepesen erős. Gyors növekedésű fajta.
- *N. oleander* 'Alsace' Egy széles körben ismert francia fajta, mely gyors növekedési eréllyel rendelkezik. Halvány rózsaszín bimbóiból szinte fehér 5-6 cm átmérőjű virágok nyílnak. A virágok fonákán rózsaszín mintázat jelenik meg. Sok virágával hosszan díszíti, melyek az esőt is jól tolerálják, de fagyérzékeny. Elsőként 1973-ban Jean Rey írta le a fajtát.
- *N. oleander* 'Ciklámen' Egy ismeretlen eredetű hazai magonc, mely nevét legjobb tulajdonságáról, élénk ciklámen virágairól kapta. Erős ágrendszerrel rendelkező, ellenálló fajta.
- *N. oleander* 'Emil sahut' Piros virágú változatok közül az egyik leggyakrabban Franciaországban, melyet Sahun 1873-ban írt le. 4-5 cm átmérőjű, bordó virágai vannak. Erőteljes növekedés jellemzi.
- *N. oleander* 'Maglay' Igen kedvelt és elterjedt változat, mely 6 cm nagyságú, élénk rózsaszín virágaival, pirosas torkával díszít, emellett édes illattal rendelkezik. Gyors növekedési erélyű, ellenálló, ismeretlen eredetű nemzetközi fajta. Elsőként 1973-ban Jean Rey mutatta be.
- *N. oleander* 'Marie Gambetta' Élénk sárga színű virágaival kedvelt fajtává vált, francia változat. Virágai 6 cm átmérőjűek, melyek sötétebb sárga torokkal rendelkeznek. Sok virágú, közepesen érzékeny, nincs különleges illata. Jean Rey 1973-ban publikálta.
- *N. oleander* 'Mont Blanc' Standard fajtához tartozó nemzetközi fajta, mely először Baldacci

katalógusában, 1952-ben került leírásra. Virágai jellemzően 6 cm körüli, dupla szíromú, enyhén vanília illatúak. A virágok sárgás-zöld rügéből erednek, esőnek kevésbé ellenállóak. Gyenge fagytűrésű, gyors növekedésű változat.

- *N. oleander* 'Roseum Plenum' Sahut fajták közül az egyik leggyakoribb. Több szíromkörös rózsaszín, nagy virágaival gazdagon díszít, melyeket fehér cirmok tarkíthatnak, markáns vanília illattal rendelkezik. Erőteljes növekedési erélyű, ellenálló fajta. Egyetlen hátrányát jelentheti, hogy ágai idősebb korukban felkopaszodhatnak.
- *N. oleander* 'Soeur Agnes' Gyakori fajta, amit Sahut 1876-ban publikált. Virágai 5-6 cm nagyságúak, enyhe illatúak és fehér színű, propelleres szirmúak. Gyorsan növekvő, felfelé törő fajta.
- *N. oleander* 'Splendens Foliis Variegata' Kedvelt nemzetközi fajta, mely virágai mellett cirmos leveleivel is díszít, amivel jelenleg egyedülállónak számít a piacon. A 'Roseum plenum' fajtával azonos virágokkal rendelkezik, de lassabb növekedési erélyű. Alacsony az ellenállósága a gombás betegségekkel szemben. Napégés tünete gyakran előfordulhat a fiatal növényi részekben. 1854-Bosse Vollständiges Handbuch der Blumengärtnerei-ban került leírásra.
- *N. oleander* 'Tamaur' Egy alacsonyan növekvő, jól bokrosodó, kompakt francia változat. Változatos virágai egyedenként és ágon belül is eltérőek lehetnek. Általában több szíromkörösök, bordós árnyalatúak, díszítőértékét növelve fehér színnel tarkítva.

A patogenitási vizsgálatokhoz egy éves saját szaporítású leander csemetéket, és négyéves leanderekről származó fiatal ág és levéldarabokat használtunk. A sárgarépakat hipermarketben vásároltuk.



3. ábra: A vizsgálatba vont leander fajták virágai (Fodor, 2018-2020)

3.2.5. Felhasznált eszközök

A vizsgálathoz az általános fém-, porcelán-, üveg- és műanyag laboratóriumi eszközöket használtunk (oltókacs, szike, tárgylemez, üvegedény, lombik, Eppendorf csövek, fecskendő, mérőpohár, pipettahegyek, pipetta stb.). A tenyészeteket 905 mm-es műanyag Petri-csészékben tartottuk fenn. A kórokozók táptalajra oltása, tenyésztése Thermo Scientific MSC 1.2 lamináris fülke alatt történt. A baktérium szuszpenziók sejtszámát spektrofotométer segítségével állítottuk be.

3.2.6. A kórokozó tenyésztése, baktériumszuszpenzió előállítása

A vizsgálathoz a konzerváló folyadékban -20 °C-on tárolt baktériumot King-B táptalajra szélesztettük és 25 °C-on 2-3 napon át inkubáltuk. A baktérium szuszpenziót a 25°C-on nőtt 24 órás tiszta tenyészetekből készítettük el. A szuszpenziót desztillált vízzel kalibrált spektrofotométerrel 5×10^7 sejt/ml töménységűre állítottuk be, 540 nm-en.

3.3. A vizsgálat módszere

3.3.1. Leander fajták fogékonysági vizsgálata

A kísérlet során 5 fertőzött és 5 kontroll egyedet vizsgáltunk minden fajtából (4. ábra). Minden növényen 1 fertőzési ponton a 25 izolátum szuszpenzió keverékéből 100 µl-t juttattuk be a harmadik internódiumnál. A kontroll növényekben ugyan ilyen módszerrel steril desztillált vizet injektáltunk. A mesterséges fertőzést 2021.05.20-án végeztük.



4. ábra: A fajtafogékonysági kísérletbe vont egyedek a fertőzés napján és később értékeléskor a rákos sebek területének mérése (Fodor, 2022)

A kísérletet üvegházban állítottuk be, ahol a fertőzés kezdeti szakaszában párakamrába helyeztük a növényeket. Nyáron a magas hőmérséklet és az UV- sugárzás miatt árnyékkoltuk a növényeket. Télen biztosított volt a fűtés, így 10 fok alá nem süllyedt az üvegház hőmérséklete. A növényeket 30 naponta tápoldatoztuk. Problémát jelentett a közönséges takácsatka (*Tetranychus urticae*), a leander pajzstetű (*Aspidiotus nerii*) és a gyapjas pajzstetű (*Planococcus citri*) által okozta kártétel. A kártételük csökkentésére rendszeres inszekticides kezelésre volt szükség, és 2022 nyarán ragadozó atkákat (*Phytoseiulus persimilis*) is betelepítettünk az állományba.

A fertőzött növények értékelése kétféleképpen történt. Elsősorban saját értékelési módszert dolgoztunk ki (Fodor, 2019), mely Bella és munkatársai (2006) alapján került kidolgozásra. Azonban a fertőzés 120 napon át történő megfigyelésekor csak a 60. napon tudtunk különbséget tenni a vizsgált fajták között, ezért a mérési időpontok jelentős bővítését tartottuk indokoltnak. Az adatpontok vesztésének elkerülése érdekében a rákos sebek területét határoztuk meg (hossza és szélesség). Minden mérés alkalmával vizsgáltuk a szárvastagságot, -

növénymagasságot és az inokulálás helyén kialakuló sebek területét (hossz és szélesség) (4. ábra). Emellett a másodlagos tünetek pontos előfordulást, és mérhető elváltozások esetében a paramétereket is feljegyeztük. Az elemzésben az egyes hajtásokhoz vagy levelekhez tartozó sebek területösszegét használtuk fel eltekintve a rákos sebek számától. Korábbi tapasztalatok alapján határoztuk meg a mérési időpontokat, nagy hangsúlyt fektetve a fertőzés kritikus időszakára, amikor még a rákos sebek növekednek. A 24 mérésből jelenleg 23-at elvégeztünk (1. melléklet).

1 faktoros ANOVA modellt használtunk a fajták ellenállóságának meghatározásához a rákos seb területe alapján, ahol a faktor a fajták voltak. A modellbe 7 mérés adatait vontuk be (3, 6, 10, 15, 20, 21, 22). 1 faktoros MANOVA modellel vizsgáltuk, hogy az egyes mérési időpontokban melyik fajták mutatnak eltérést a rákos seb méretében. A modell nem tartalmazza az első két mérés adatait. A hibatagok normalitását Shapiro-Wilk teszttel és d'Agostino teszttel ellenőriztük. A szóráshomogenitást Levene-próbával vizsgáltuk. A páronkénti összehasonlítás az ANOVA modellben Tukey teszt, a MANOVA modellben Games-Howell teszt alapján történt. Lineáris regresszió modellben vizsgáltuk a rákos seb és a növény szárvastagsága, valamint magassága közötti kapcsolatot. A modellbe az első két mérés adatai nem kerültek be, és az idő hatásától eltekintettünk. A függő változó a rákos seb területe, a magyarázó változók a növény szárvastagsága és a növények szárvastagságának átmérője. A használt statisztikai program az IBM SPSS Statistics 27 volt.

Másodsorban Bella és munkatársai (2006) értékelési módszerét használtuk. A fertőzött növényeket a kialakuló tünetek alapján egy skála segítségével osztályoztuk elsősorban az inokulálás helyén kialakuló elváltozások alapján. A 0 és 4 közé lehet besorolni a fertőzött növényeket, ahol 0 jelenti, ha egyáltalán nem alakult ki tünet. 1, ha az oltás helyén lokalizált tüneteket találunk. 2, ha a szár deformálódott, 3. ha a szár deformálódott és a csúcs elhalt. Ezen felül eggyel növeltük az osztályértéket, ha másodlagos csomók alakulnak ki a levélen, virágokon és terméseken. Az osztályok felhasználásával minden mérési időpontban meghatároztuk a betegség indexet fajtánként. $DI = \sum (\text{skálaérték} \times \text{fertőzött növények száma}) / (\text{kontroll növények száma})$. A tünetek kialakulásának időbeli lefutását a AUDPC (area under the disease progress curve) alapján határoztuk meg. $AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} (y_i + y_{i+1}) / 2 \times (t_{i+1} - t_i)$, ahol n =fertőzött növények száma, y =DI, és t =fertőzéstől eltelt napok száma.

1 faktoros ANNOVA modellt használtunk az átlag DI értékeléséhez, ahol a faktor a fajták voltak. A modellbe 7 mérés adatait vontuk be (3, 6, 10, 15, 20, 21, 22). A hibatagok normalitását d'Agostino teszttel ellenőriztük. A szóráshomogenitást Levene-próbával vizsgáltuk. A páronkénti összehasonlítás a Games-Howell teszt alapján történt. A használt statisztikai program az IBM SPSS Statistics 27 volt.

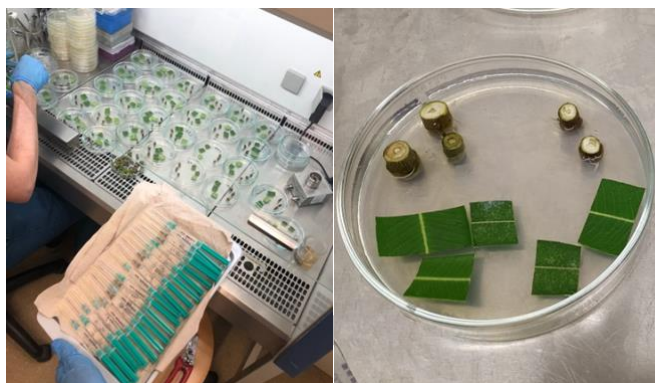
3.3.2. Tumorképzés vizsgálata

Leander csemete

A patogenitási vizsgálat során a hajtásokat 100 µl baktérium szuszpenzióval fertőztük. A szuszpenziót a növények száraiba steril injekciós tű segítségével juttattuk be a második és negyedik internódiumnál. A kontroll növényekbe azonos módon steril, desztillált vizet injektáltunk. A fertőzött növényeket szobahőmérsékleten magas relatív páratartalmú (90% feletti) párakamrába helyeztük. A növények válaszreakcióit folyamatosan nyomon követtük, míg minden fertőzött növény esetében kialakultak a betegségre jellemző tipikus tünetek.

Leander ág- és levéldarab

A levél és ág patogenitási teszthez 5 percig mostuk tisztára csapvízzel a növényi részeket, majd 70%-os etanolban 60 másodpercig fertőtlenítettük, ezután egyszer steril desztillált vízzel is átöblítettük. A szárból 1 és 1,5 cm-es, a levelekből pedig 1,5-2 cm-es darabokat vágunk. Steril fogpiszkáló segítségével juttattuk a baktériumot a növényi részekbe, eltérve az eredeti protokolltól, ami levelek esetében az injekcióstűt tartalmazza. A kísérlet során a mesterséges fertőzést 3 ismétlésben végeztük. A kontroll esetében steril desztillált vízbe mártott fogpiszkálót használtunk és 2 ismétlésben végeztük a vizsgálatot. A növényi darabokat 0,5%-os vizes agaron inkubáltuk 16/8 órás fotoperiódusban 28°C-on, 80%-os páratartalomban (5. ábra). 2-3 naponta ellenőriztük a tünetek megjelenését. A fertőzés után 21 napig követtük nyomon a kialakuló tüneteket (Bella *et al.*, 2006).



5. ábra: Leander ág- és levéldarab mesterséges fertőzése

Sárgarépa szelet

A patogenitás meghatározásához répa (*Daucus carota*) szeleteket használtunk. A sárgarépát csapvíz alatt megmostuk, majd 5 percig 70% -os etil-alkoholba mártottuk. Ezután háromszor steril desztillált vízzel (SDW) átöblítettük és steril szűrőpapíron megszáritottuk. Steril kés segítségével meghámoztuk, és 5 mm vastag szeletekre vágtuk. Steril fogpiszkáló segítségével baktérium kolóniákat juttattuk be a növényi részekbe, amiket nedvesített steril szűrőpapírral ellátott Petri-csészékbe helyeztünk. Három ismétlést alkalmaztunk mind az öt kísérletbe vont tumorképző izolátum esetében. Negatív kontrollként desztillált vízbe mártott fogpiszkálót használtunk két ismétlésben. A Petri-csészéket steril desztillált vízzel nedvesítettük, és 16/8 órás fotoperiódusban 28°C-on, 80%-os páratartalomban inkubáltuk (6. ábra). Kontrollként steril desztillált vízzel beoltott sárgarépaszeletek használtunk. A fertőzést követő 7. és 14. napon rögzítettük az eredményeket.



6. ábra: Sárgarépa szeletek mesterséges fertőzése (Fodor, 2022)

4. EREDMÉNYEK

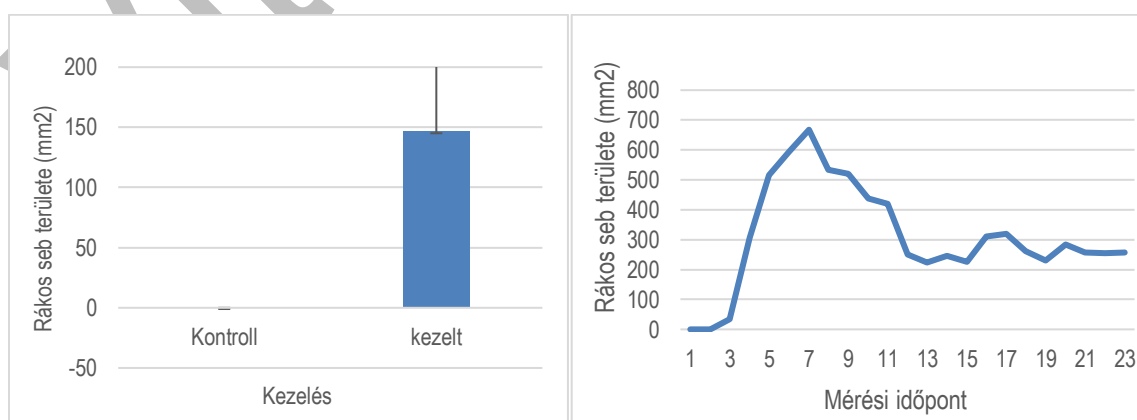
4.1. A fajtafogékonysági kísérlet

A vizsgálatba vont leanderfajták mesterséges fertőzése a *P. savastanoi* pv. *nerii* izolátumok törzskeverékével sikeresnek bizonyult. Minden fertőzött növényen kialakultak a leanderrákra jellemző tipikus tünetek (7. ábra). A *N. oleander* 'Magaly' fajta esetében a harmadik ismétlésnél a fertőzés során hiba történt, így ezen fajta esetében csak 4 ismétléssel végeztük el a statisztikai elemzést.

A mesterséges inokulálás utáni első mérés (7 nap) alkalmával még nem tapasztaltunk semmilyen látható elváltozást. Az első értékelhető tünetek a harmadik mérés (23 nap) során jelentek meg, azonban nem mérhető, kezdődő rákos sebképződést már a második mérés során is megfigyeltünk. A rákos sebek a 10. mérésig (60 nap) folyamatosan növekedtek (7. ábra), majd a későbbi mérési időpontokban a nekrotizálódásuk, zsugorodásuk kezdődött meg. A későbbi mérések során már jelentős méretbeli elváltozás nem detektálható, csak apró különbségek, és sok esetben a tünet méretének stagnálása figyelhető meg (8. ábra).



7. ábra: Tünetek fejlődése a fajtafogékonysági kísérlet során (Vitári, 2022)



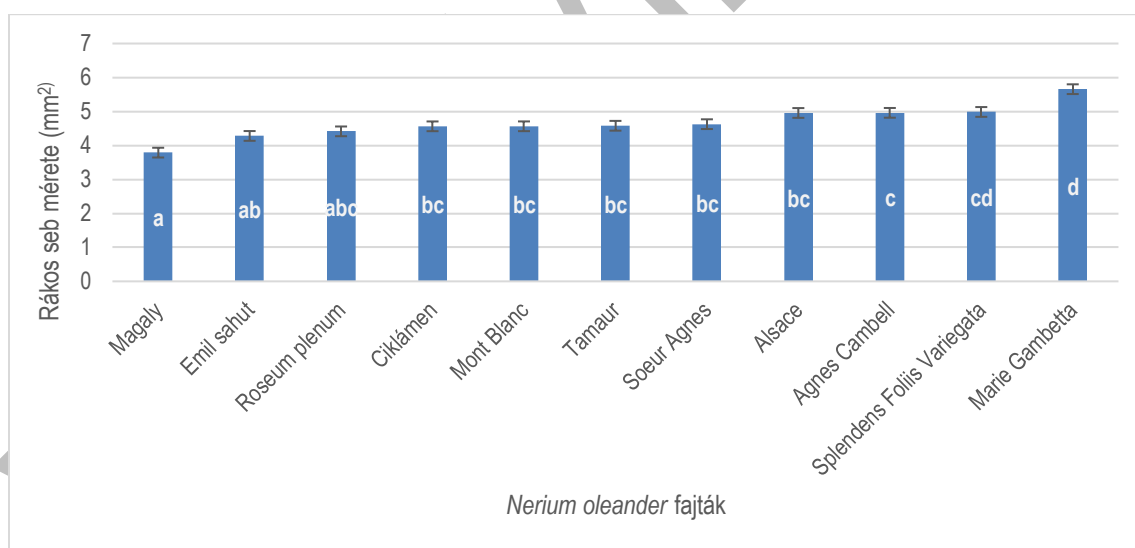
8. ábra: A kezelés hatékonysága és a rákos sebek méretének változása a vizsgált időszakban a *N. oleander* 'Marie gambetta' fajtán

Általánosságban elmondható, hogy a fertőzés hatására a növények kondíciója jelentősen legyengült. A

kártevők igen nagy problémát okoztak. A takácsatka (*Tetranychus urticae*) kártétel mellett jelentős leander pajzstetű (*Aspidiotus nerii*) és gyapjaspajzstetű (*Planococcus citri*) kártételt is tapasztaltunk. A károsítás elsőként a fertőzött növényeken jelent meg, ami lassan átterjedt a kontroll növényekre is. Többszöri inszekticides kezeléssel tudtuk a kártételt mérsékelni, azonban a 21. mérés (355 nap) alkalmával a növények lemosására volt szükség a nagy mennyiségű pajzstetű és a korompenész eltávolítására.

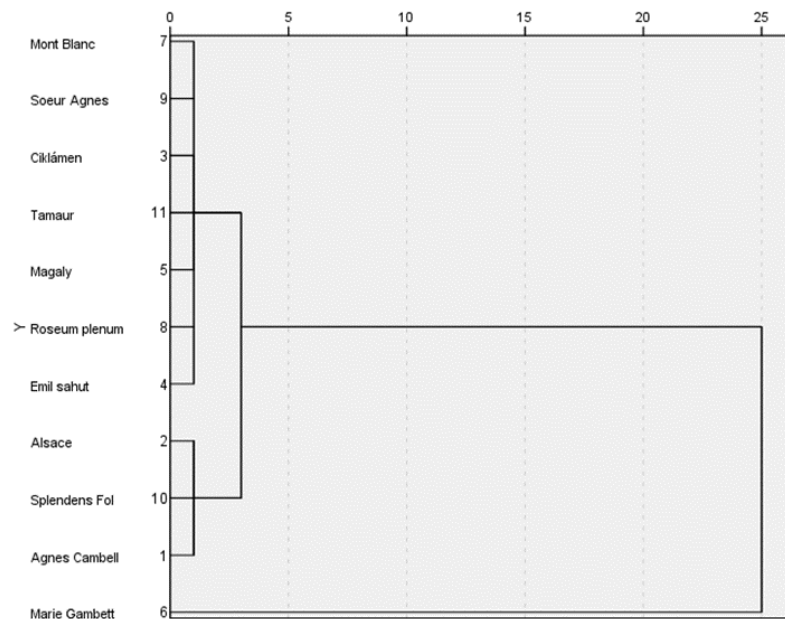
Minden egyed esetében tapasztaltuk, hogy az inokulálás helyén vagy annak környékén több seb alakult ki, ami az első mérések alkalmával még elkülöníthető volt, azonban a fertőzés előrehaladtával ezek összenőttek, és nem lehetett elkülöníteni őket. Ezért az egy növényen kialakuló rákos sebek területével jellemezzük az egy növényen kialakuló tüneteket. Gyakran kialakultak az inokulálás helyétől eltérően is tünetek. Ezek többnyire a csúcsi leveleken vagy néhány nádusszal magasabban helyezkedtek el az inokulálási ponthoz viszonyítva. Több fajta és növény esetében tapasztaltunk erőteljes szárdeformációt és csúcselhalást. Három növény (két fertőzött és egy kontroll) is elpusztult a kísérlet során a 20. (290 nap), 22. (420), és 23. (540) mérést követően, így ezen adatpontok nélkül készült a mérés és elemzés.

Az ANOVA modellben a faktor ($F(71,39; 354) = 9,85; p < 0,001$) hatása szignifikáns, vagyis a fajták között a vizsgált időszakban szignifikáns különbség van. A legnagyobb tüneteket a *N. oleander* 'Marie Gambetta' fajta mutatta, ami csak egyetlen fajtától -*N. oleander* 'Splendens Foliis Variegata' - nem mutatott szignifikáns eltérést. Emellett a *N. oleander* 'Magály' csak három fajtától nem tért el szignifikánsan. A *N. oleander* 'Roseum Plenum' csak a *N. oleander* 'Marie Gambetta' fajtától tért el szignifikánsan (9. ábra).



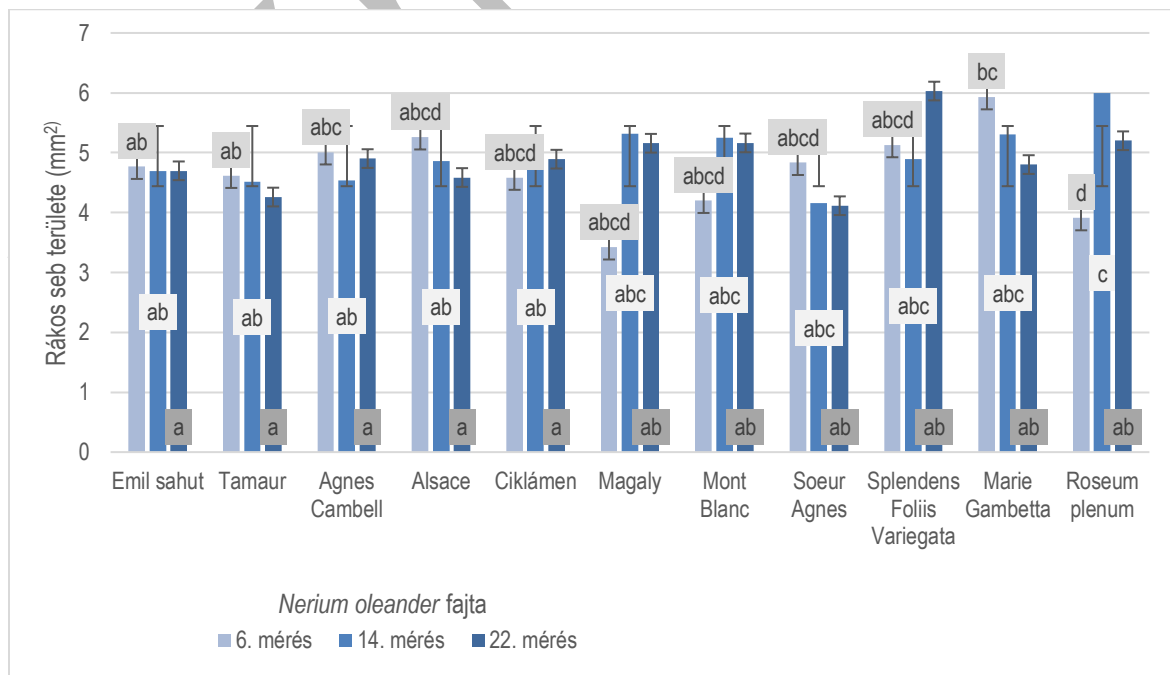
9. ábra: Szignifikáns eltérést mutató csoportok a Tukey teszt alapján

A fajták jobb elkülöníthetősége érdekében klaszterekbe rendeztük őket, ami alapján négy fogékonysági csoportot határoztunk meg. Erősen fogékony a *N. oleander* 'Marie Gambetta', fogékony a *N. oleander* 'Roseum Plenum', közepesen fogékony a *N. oleander* 'Agnes Cambell', a *N. oleander* 'Splendens Foliis Variegata', a *N. oleander* 'Alsace' a *N. oleander* 'Emil Sahut', kevésbé fogékony a *N. oleander* 'Magály', a *N. oleander* 'Tamaur', a *N. oleander* 'Ciklámen', a *N. oleander* 'Soeur Agnes' és a *N. oleander* 'Mont Blanc' fajták (10. ábra).



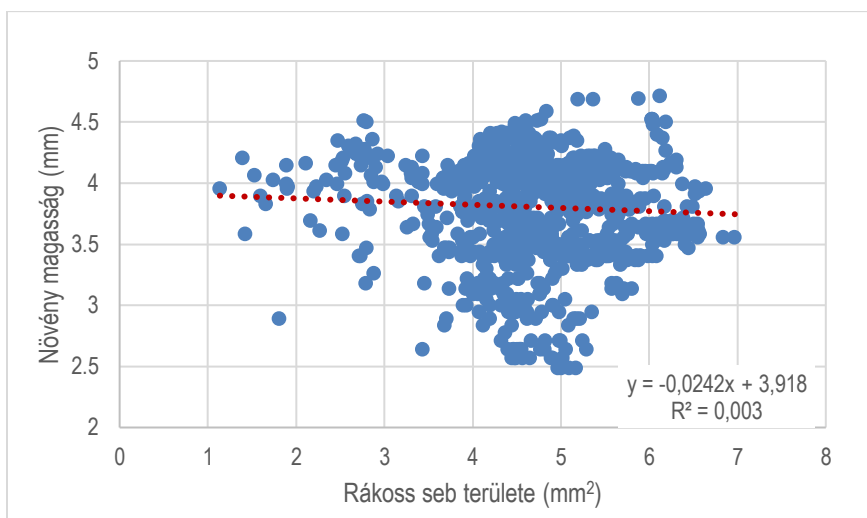
10. ábra: A vizsgált fajták klaszteranalízise

A MANOVA modellben a faktor hatása szignifikáns ($p = 0,04$) a Wilks' Lambda ($F(0,001; 231,598) = 1,26$) alapján. A 23. mérés esetében nincs szignifikáns ($p = 0,21$) különbség a fajták között. A többi mérési időpontban ($p < 0,001$) megfigyelhető a szignifikáns eltérés (2. és 3. melléklet), azonban a post-hoc teszt alapján a negyedik és ötödik mérésben a fajták nem különíthetők el szignifikánsan eltérő csoportokba. A hatodik mérés alkalmával négy szignifikancia csoport különíthető el. A legtöbb mérés során a legtöbb szignifikáns eltérést a *N. oleander* 'Marie Gambetta' és *N. oleander* 'Roseum plenum' fajták mutatták más fajtáktól. Emellett a *N. oleander* 'Agnes Cambell', a *N. oleander* 'Alsace' a *N. oleander* 'Emil Sahut' fajták átlagosan 1-3 fajtától mutattak eltérést. A többi fajta a legtöbb mérésben nem mutatott szignifikáns eltérést (11. ábra).



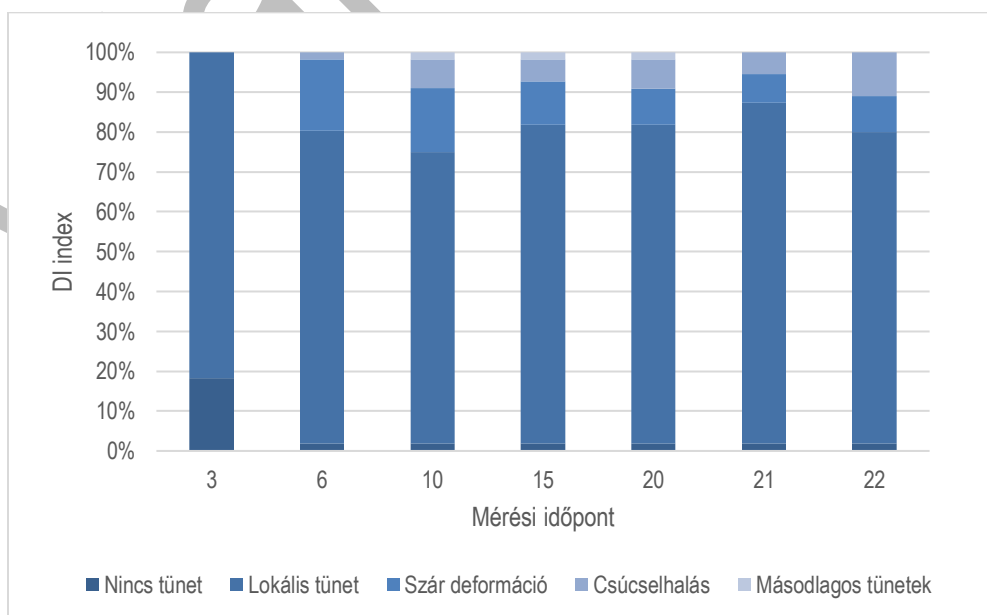
11. ábra: Szignifikáns eltérést mutató csoportok a Games-Howell teszt alapján

Lineáris regressziót használtunk annak vizsgálatára, hogy a növény magassága vagy a növény szárának vastagsága befolyásolja-e a kialakuló rákos sebek méretét. A modell gyenge magyarázó erővel rendelkezik ($F(2,43;2) = 3,18$ $p=0,42$). A magyarázó változók közül csak a növénymagasság mutatott szignifikáns különbséget ($\beta=-0,1$; $p=0,012$). Ezáltal az alacsonyabb növényeken nagyobb sebek alakultak ki. Sajnos nem találtunk kapcsolatot a szárvastagság és a rajta kialakuló rákos seb mérete között a vizsgált időszakban (12. ábra).



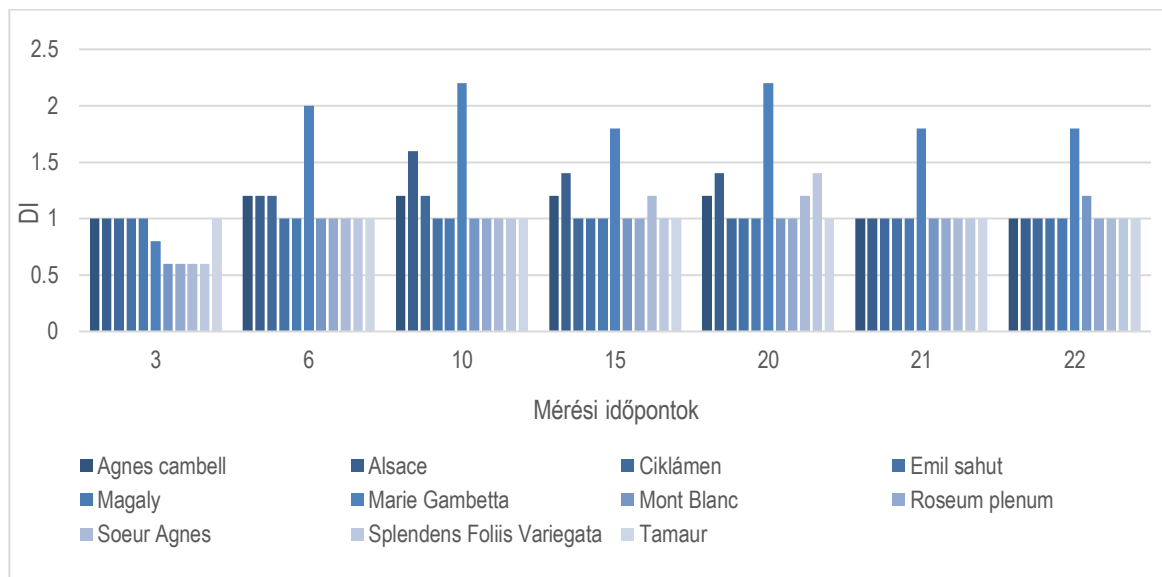
12. ábra: A rákos seb és növénymagasság kapcsolata

Bella és munkatársai módszere alapján meghatároztuk a DI értékeket (13. ábra) (Bella *et al.*, 2006). A vizsgált időszakban főleg a fertőzés helyén kialakuló lokális tüneteket figyeltük meg, jelentősebb mértékű szárdeformáció csak a 6. és 10. mérési időpontjában jellemző. A csúcselhalás már a hatodik mérésnél megjelent, ami növekvő tendenciát mutat a későbbi mérések során is. Másodlagos tünetek elenyésző arányban képződtek (14. ábra).



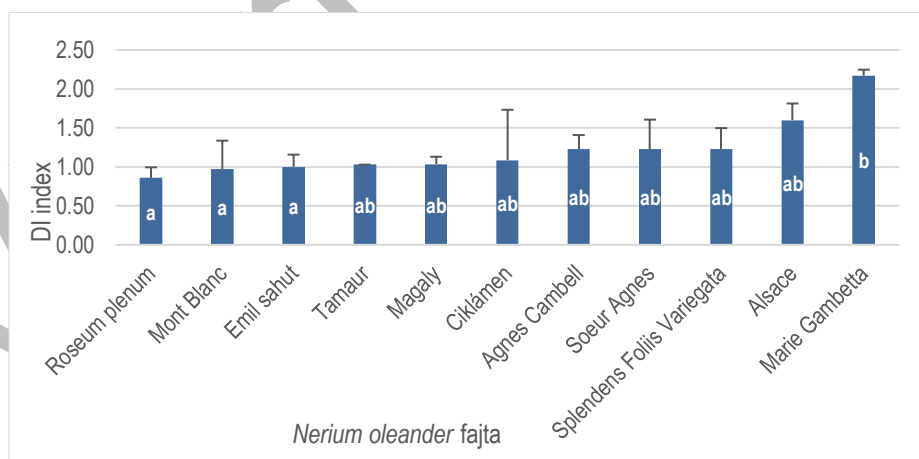
13. ábra: Betegség index (DI) megoszlása a mérési időpontokban

A DI-index alapján kijelenthetjük, hogy a *N. oleander* 'Marie Gambetta' fajta mutatta a legnagyobb értékeket. A *N. oleander* 'Alsace' fajta a 10. és 20. mérés között kiugróan magas DI-t mutatott. A *N. oleander* 'Sour Agnes' fajtánál a kiugró értéket csúcselhalás okozza.



14. ábra: DI változása a mérési időpontokban

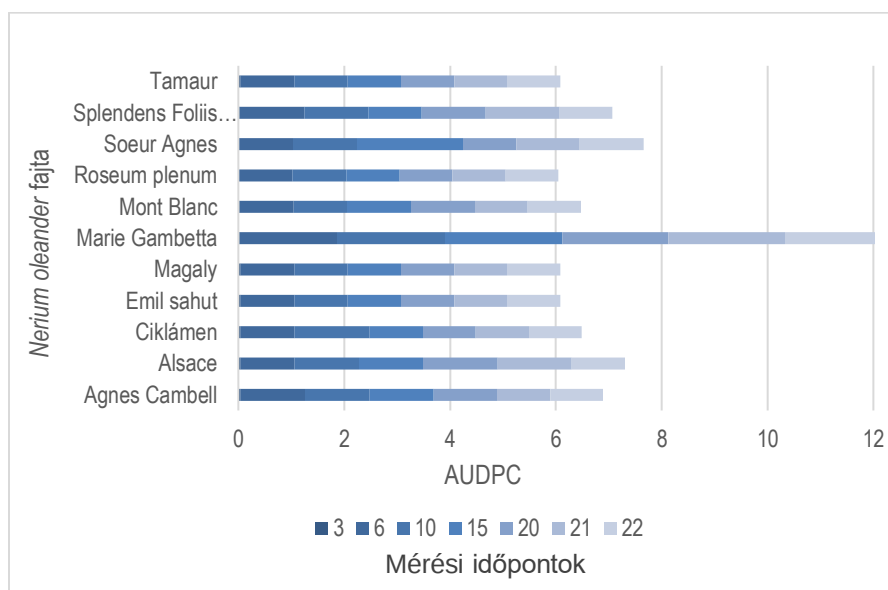
A modellben a faktor ($F(9,66; 66) = 11,75$ $p < 0,001$) hatása szignifikáns, vagyis a fajták között a vizsgált időszakban szignifikáns különbség van. Azonban csak a *N. oleander* 'Marie Gambetta' fajta különbözött szignifikánsan a *N. oleander* 'Emil Sahun', a *N. oleander* 'Mont Blanc' és a *N. oleander* 'Roseum Plenum' fajtáktól. A többi fajta szignifikánsan nem különíthető el a többitől (15. ábra).



15. ábra: Szignifikáns eltérést mutató csoportok a Games-Howell teszt alapján

AUDPC alapján lehetőség van az egyes mérési időpontokban kialakult tünetek összehasonlítására. A harmadik mérés alkalmával kismértékű fertőzés jellemző. Többnyire minden fajta esetében a 6. és 10. mérési időpont között növekvő tendencia, míg a 22 mérés során csökkenés figyelhető meg. A *N. oleander* 'Sear Agnes' és *N. oleander* 'Marie Gambetta' a 15, a *N. oleander* 'Ciklámén' a 10. méréskor mutatja a legnagyobb értéket. A többi fajta esetében minden mérési időpontban hasonló tünetek jelentek meg. A legmagasabb AUPC értékkel a

N. oleander 'Marie Gambetta' jellemezhető, ami elsősorban a jelentős szártorzulással magyarázható. A *N. oleander* 'Sear Agnes', *N. oleander* 'Alsace', *N. oleander* 'Agnes Cambell' és *N. oleander* 'Splendens Foliis Variegata' fajták esetében figyelhető meg kiugró érték (16. ábra).



16. ábra: A tünetek kialakulásának időbeli lefutása -AUDPC- a vizsgált időszakban

4.2. Tumorképző baktériumok tesztelése

4.2.1. Leander csemetéken végzett kísérlet

Az első tünetek a mesterséges fertőzés utáni 28. napon jelentkeztek. 46 nap elteltével az inokulálás helyén a kísérletbe vont összes *P. savastanoi* pv. *nerii* izolátum (25 db) mindegyike rákos sebet indukált. A kontroll növény esetében elváltozásokat nem tapasztaltunk (17. ábra). Minden csemetéről a kórokozót sikeresen visszaizoláltuk, így teljesültek a Koch posztulátumok.



17. ábra: Mesterségesen inokulált leander csemetéken megfigyelt tünetek a fertőzést követő 30. napon. (Fodor, 2022)

4.2.2. Leander ág- és levéldarab mesterséges fertőzése

Az első tünetek 10 nap után jelentkeztek a mesterségesen fertőzött leander levél darabokon. Az ágakon a tünetek 12-16 nap után jelentek meg először. A rákos seb mellett gyakran deformálódtak és megnyíltak a fertőzött ágrészek. A leveleken nem tapasztaltunk 30 napig tumorképződést, csak nekrotikus foltokat figyeltünk meg az inokulálás helyén a L20, L37, L38, L54, L64. L50 izolátumok esetén. A legtöbb izolátum esetében nem alakult ki semmilyen elváltozás a leveleken, de az ágakon a betegségre jellemző tipikus rákos sebek megjelentek a fertőzést követő 21. napon (18. ábra).



18. ábra: Mesterségesen fertőzött leander ág- és levéldarabok a kontroll mintákhoz viszonyítva (Fodor, 2022)

4.2.3. Sárgarépa teszt

A különböző *P. savastanoi* pv. *nerii* izolátumokkal inokulált sárgarépa szeleteken 7 nap után jelentek meg az első elváltozások. A mesterséges fertőzést követő 16. napon minden szeleten, minden izolátum esetében sejtburjánzást figyeltünk meg. Pozitív kontrollként a vizsgálatba vont *Agrobacterium* spp. és *P. savastanoi* pv. *savastanoi* baktériumok a *P. savastanoi* pv. *nerii* izolátumainkkal azonos eredményt adtak (19. ábra). Negatív kontroll szeletek esetében nem tapasztaltunk semmilyen elváltozást. 20 napig tartottuk fent a répaszeleteket. Minden baktérium törzset visszaizoláltunk a sárgarépa szeleteken megjelent karfiolszerű képződményekből. Így vizsgálatunkban igazoltuk, hogy a tumorképző baktériumok esetében alkalmazható a gyors sárgarépa teszt.



19. ábra: Tumorképző sárgarépa teszt eredménye répaszeleteken (Fodor, 2022)

5. KÖVETKEZTETÉSEK

In vitro körülmények között vizsgáltuk a leanderrák kórokozóját, a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* kórokozó tumorképződését leander csemetéken, ág- és levéldarabokon, illetve sárgarépa szeleteken. A csemetéken 46 nap elteltével az inokulálás helyén minden izolátum rákos sebet indukált (Kavak és Üstün, 2009).

Az ágdarabokon a rákos sebek 12-16 nap után jelentek meg. A fertőzés előrehaladtával deformációt is megfigyeltünk. A leveleken 10 nap után tapasztaltuk az első tüneteket. Azonban tumorképződést nem, csak nekrotikus foltokat figyeltünk meg. Bella és munkatársai (2006) a szárdarabokon 10 nap után tapasztalták a tüneteket. A fertőzött leveleken 7 nap után tapasztaltak kis méretű sebeket, azonban csak az inokulált levelek 39%-a indukált rákos elváltozást.

A sárgarépa szeleteken történő patogenitási vizsgálatot agrobaktérium fajok (pl.: *Agrobacterium tumefaciens*, *A. rhizogenes*, *A. vitis*) kimutatására fejlesztették ki, melyek sejttúlburjánzást okoznak a répaszeleteken (Cardarelli *et al.*, 1987; Keane *et al.*, 1970; Abdellatif *et al.*, 2013; Horuz *et al.*, 2018). A vizsgálatot sikeresen alkalmazták a közelmúltban *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* baktériummal szemben is (Doksöz és Bozkurt, 2020), ezért a módszert a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* baktériumra is adaptáltuk. A tumorok minden izolátum esetében kialakultak a fertőzés után 14. napon. A vizsgálatot korábbi szakirodalmaknak megfelelően *Agrobacterium* spp. és *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* izolátumokkal egészítettünk ki pozitív kontrollként, melyek izolátumainkkal megegyező tüneteket okoztak. Ez a módszer alkalmas a tumorképző baktériumok gyors tesztelésére.

Emellett 11 leander fajta (*N. oleander* 'Agnes Campbell', *N. oleander* 'Alsace', *N. oleander* 'Ciklámén', *N. oleander* 'Emil Sahut', *N. oleander* 'Maglay', *N. oleander* 'Marie Gambetta', *N. oleander* 'Mont Blanc', *N. oleander* 'Roseum Plenum', *N. oleander* 'Soeur Agnes', *N. oleander* 'Splendens Foliis Variegata', *N. oleander* 'Tamaur') ellenállóságát vizsgáltuk a kórokozóval szemben mesterséges fertőzés során. A kialakult tüneteket 490 napig monitoroztuk. 25 darab, az ország különböző részéről származó *P. savastanoi* pv. *nerii* izolátumból álló szuszpenzió keverékkel fertőztük meg a növényeket. Minden fertőzött növényen kialakultak a tipikus tünetek egy egyed kivételével, ahol fertőzési hiba történt. Az első mérhető tünetek a fertőzés utáni 23. napon jelentek meg. A sebek a fertőzés első 60 napjában folyamatosan növekedtek, majd nekrotizálódásuk, zsugorodásuk kezdődött meg. Gyakran jelentek meg az inokulálás helyétől eltérő tünetek magasabban elhelyezkedő náduszokon vagy a csúcsi leveleken. Több növény esetében tapasztaltunk erőteljes törzsdeformációt és csúcselhalást. Három növény (két fertőzött és egy kontroll) elpusztult a kísérlet során.

Két féle módszert alkalmaztunk az eredmények értékelésére. Egyrészt korábbi tapasztalataink alapján (Fodor, 2019) a rákos seb mérete alapján vizsgáltuk a fajták ellenállóságát. A fajták a vizsgált időszakban csak három mérési időpontban (1, 2, 23.) nem mutattak szignifikáns eltérést. A legnagyobb tüneteket a *N. oleander* 'Marie Gambetta' fajta mutatta, ami a mérési időpontok többségében szignifikánsan eltért a többi fajtától. Klaszteranalízissel négy fogékonyági csoportba soroltuk őket. Erősen fogékony a *N. oleander* 'Marie Gambetta', fogékony a *N. oleander* 'Roseum Plenum', közepesen fogékony a *N. oleander* 'Agnes Campbell', a *N. oleander* 'Splendens Foliis Variegata', a *N. oleander* 'Alsace' a *N. oleander* 'Emil Sahut', kevésbé fogékony a *N. oleander*

'Magaly', a *N. oleander* 'Tamaur', a *N. oleander* 'Ciklámen', a *N. oleander* 'Soeur Agnes' és a *N. oleander* 'Mont Blanc' fajták. Kapcsolatot találtunk a növénymagasság és a rákos seb mérete között. Az alacsonyabb növényeken nagyobb sebek alakultak ki.

Másrészt Bella és munkatársai (2006) alapján meghatároztuk a DI-index értéket minden fajta esetében. Azonban a használt skálaértékek nem tartalmaztak viszonyítási pontokat, ezért néhány esetben nem volt egyértelmű a növény osztályközbe való sorolása. Pontosabb definiálás esetében a szubjektív mértéke jelentősen csökkenthető. A mérési skála alapján főként lokális tünetek jellemzőek, szárdeformáció, csúcselhalás kis mértékben jelent meg. Másodlagos tünetek elenyésző arányban képződtek.

DI-index alapján kijelenthetjük, hogy a *N. oleander* 'Marie Gambetta' fajta mutatta a legnagyobb értékeket, ami egyedüli fajtaként szignifikánsan különbözött a *N. oleander* 'Emil Sahut', a *N. oleander* 'Mont Blanc' és a *N. oleander* 'Roseum Plenum' fajtáktól. AUDPC alapján az egyes mérési időpontokban kialakult tüneteket hasonlítottuk össze. Többnyire minden fajta esetében a 6. és 10. mérési időpont között növekvő tendencia figyelhető meg. A legmagasabb AUPC értékkel a *N. oleander* 'Marie Gambetta' jellemezhető, ami elsősorban a jelentős szártorzulással magyarázható.

A betegséggel szemben teljesen ellenálló fajtát nem találtunk, mivel mind fertőződött, de a tünetek kialakulásának mértékében szignifikáns különbséget detektáltunk. Ezt támasztják alá a korábbi olasz kutatás eredménye is (Bella *et al.*, 2006), melyben a sötét lazac mutatta a legnagyobb ID és AUDP értékeket, míg a fehér színű változatnál a legkisebb értékeket tapasztalták. Korábbi vizsgálatunkban (Fodor, 2019) a *N. oleander* 'Mount Blanc' és a *N. oleander* 'Roseum Plenum' fajták az ellenálló fajták közé sorolhatók, míg a korall esetében alakult ki a legnagyobb elváltozás, mely érzékenységre utal. Jelenlegi vizsgálatunkban legnagyobb tünetek, a legnagyobb DI és AUDP értékeket a *N. oleander* 'Marie Gambetta' fajta mutatta, amivel erősen fogékonyak bizonyult a kórokozóval szemben. A rezisztens fajta hiánya összefügghet a leander azon tulajdonságával, hogy genetikai sokfélesége alacsony szintű, ezért az egyes fajták nagyfokú homogenitást mutatnak. Fontos még kiemelni, hogy a legfogékonyabb *N. oleander* 'Marie Gambetta' fajta 5%-os genetikai eltérést mutatott az azonos területről származó populációban (Portis *et al.*, 2003; Lazzaro *et al.*, 2018).

A fajták fogékonysági csoportokba való besorolása nehéz. Kevés módszer áll rendelkezésre, amelyek többnyire csak rövidtávú hatást vizsgálnak. Sok esetben ez a rövid időszak nem ad lehetőséget egyértelműen fajták közötti különbségek meghatározására, így indokolt hosszabb ideig fenntartani őket. Ezért is módosítottuk a mérési időpontokat és azok gyakoriságát. Emellett egy könnyen, gyorsan és pontosan használható értékelési rendszer sem került még kidolgozásra. A skála alapján történő értékelés információt ad a betegség súlyosságáról, és annak megoszlásáról. Azonban a legtöbb esetben adatpont vesztéssel jár, és szubjektív mérése miatt számításba kell venni az interobserver hibát. Ezért célszerű egy a rákos seb mérete (mm) alapján történő skála létrehozása, amit a másodlagos tünetekkel és csúcsdeformációval kiegészítve pontosan osztályba sorolhatóak az egyes fajták. Ezáltal a különböző vizsgálatok könnyebben összehasonlíthatóvá válnának. Emellett a fajták fogékonysága kapcsán nem szabad elfelejtenünk, hogy a kórokozó hosszútávú hatását is érdemes figyelembe venni, hogy több hónap vagy akár év leforgása alatt a növény kondíciója, díszítőértéke hogyan változik.

Vizsgálatunk hiánypótló, mivel mind a termesztők, mind a gyűjtők számára fontos információt tartalmaz a kórokozó és a baktérium kapcsolatáról. Javasoljuk a kevésbé fogékony fajták szaporítását és termesztését, mivel díszítőértékük kisebb méretekben csökken a bakteriális fertőzés hatására. Közterületen, parkokban vagy éttermek kerthelységeiben, ahol a növények jobban ki vannak téve a stresszhatásoknak, célszerűbb az ellenállóbb, kisebb és kevésbé súlyos tüneteket mutató fajták előtérbe helyezése.

Vitári Viktória

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A leanderrák betegség kórokozója, a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* növénypatogén baktérium jelentős problémát okoz az utóbbi években, hiszen a leander (*Nerium oleander* L.) növények díszítőértékét jelentősen csökkenti. Munkánk során célul tűztük ki a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* baktérium tumorképzésének tesztelését leander csemetéken, leander ág-és hajtásdarabokon és répaszeleteken. Emellett a tizenegy leander fajta ellenállóságának vizsgálatát a kórokozóval szemben.

A tumorképződést *in vitro* vizsgáltuk. Csemetéken minden izolátum esetében megfigyeltük a betegség tipikus tüneteit. Az ágakon kialakultak a rákos sebek, emellett gyakori volt a növényi részek deformációja is. Levelek esetében csak nekrotikus foltokat figyeltünk meg. A sárgarépa szeleteken is megfigyeltük a tumorképződést. A módszer korábban *Agrobacterium* spp. fajok gyors azonosítására fejlesztették ki. Elsőként bizonyítottuk, hogy a módszer a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* baktérium ellen is gyorsan és megbízhatóan alkalmazható. A módszer szerepet játszik a patogenitási idő rövidítésében, és a fertőzés anyagi- és térbeli igényeinek csökkentésében, valamint a kórokozók gyors azonosításában is.

Munkánk során célunk volt felhívni a figyelmet a fajták ellenállóságának fontosságára a növényvédelemben. Különböző leanderfajták *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* baktériummal szembeni fogékonyságával csupán egy olasz kutatás foglalkozott, így kevés adat áll rendelkezésünkre rezisztens és toleráns fajtákról. Kísérletünkbe 11 leander fajtát vontuk be, melyeket 25 izolátumból álló szuszpenzió keverékkel mesterségesen fertőztünk meg, majd 23 időpontban értékeltünk a kialakult tünetek alapján.

Kétféle módszert alkalmaztunk az eredmények értékelésére. Egy előző tanulmány mintájára meghatároztuk a DI-indexet és az AUDPC-értéket. Emellett saját értékelési modellünkben a kialakuló sebek területét használtuk a fajták közötti különbségek meghatározására. Mindkét értékelési mód alapján a legfogékonyabbnak a *N. oleander* 'Marie Gambetta' fajta bizonyult. Azonban ki kell emelnünk, hogy saját értékelési modellünkben számos fajta között jelent meg szignifikáns különbség az eltérő mérési időpontokban. Emellett a DI-index több információval szolgál a megjelenő tünetekről, és azok súlyosságáról. Ezért indokolt a jövőben a két módszer kombinálása, melyben a rákos seb területe mellett a kialakuló tünetek súlyosságát egy skála segítségével határozzuk meg.

Eredményeink hiánypótlók, hiszen nemzetközi viszonylatban csak egy kutatás foglalkozott a leander fajták *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* baktériummal szembeni ellenállóság vizsgálatával. Ismereteink szerint hazánkban még nem történt ilyen jellegű vizsgálat. Emellett elsőként vizsgáltuk a kórokozó hosszabb távú hatását is fertőzött növényeken. A tumorképző vizsgálatok közül a répateszt jól alkalmazható a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* esetében is, és alátámasztja a kórokozó gyors, hatékony és költséghatékony kimutatását, azonosítását is, valamint a tumorképző baktériumok gyors szelektálását.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék dolgozóinak, hogy lehetőséget kaptam a diplomamunkám elkészítésére.

Szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek Dr. Karacs-Végh Anitának és Fodor Attilának, hogy szakmai tudásukkal és hozzáértésükkel, rengeteg idő és energia befektetéssel munkámat mindvégig irányították és segítették.

Vitári Viktória

8. IRODALOMJEGYZÉK

1. Abdellatif, E., Valentini, F., Janse, J.D., Bouri, M., Rhouma, A., Chebil, S., D'Onghia, A.M., 2013. Occurrence of crown gall of the grapevine in Tunisia and characterization of Tunisian *Agrobacterium vitis* and *A. tumefaciens* strains. *Journal of Plant Pathology* 115–126.
2. Alexander, J.W., 2009. History of the Medical Use of Silver. *Surgical Infections* 10, 289–292.
3. Alvarez, F., García de los Ríos, J. E., Jimenez, P., Rojas, A., Reche, P., Troya, M. T. 1998. Phenotypic variability in different strains of *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* isolated from different hosts. *European Journal of Plant Pathology* 104, 603-609.
4. Bella, P., Catara, V., Guarino, C., Cirvilleri, G., 2006. Evaluation of oleander accessions for resistance to *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii*. *Journal of Plant Pathology* 88, 273–278.
5. Borkar, S.G., Yumlembam, R.A., 2016. Bacterial diseases of crop plants. CRC Press.
6. Bouaichi, A., Benkirane, R., El-kinany, S., Habbadi, K., Lougraimzi, H., Sadik, S., Benbouazza A., Achbani, E. H. 2021. Potential effect of antagonistic bacteria in the management of olive knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2021, 1035-1040.
7. Bouaichi, A., Benkirane, R., Habbadi, K., Benbouazza, A., Achbani, E., 2015. Antibacterial activities of the essential oils from medicinal plants against the growth of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* causal agent of olive knot. *Journal of Agriculture And Veterinary Science* 8, 41–5.
8. Bozkurt, I.A., Soylu, S., Mirik, M., Ulubas Serce, C., Baysal, Ö., 2014. Characterization of bacterial knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* on pomegranate (*Punica granatum* L.) trees: a new host of the pathogen. *Letters in Applied Microbiology* 59, 520–527.
9. Bradbury, J.F., 1986. Guide to plant pathogenic bacteria. Guide to plant pathogenic bacteria.
10. Brown, N.A., 1932. Canker of ash trees produced by a variety of the olive-tubercle organism, *Bacterium savastanoi*. *Journal of Agricultural Research*. 44, 9.
11. Cardarelli, M., Spanò, L., Mariotti, D., Mauro, M.L., Van Sluys, M.A., Costantino, P., 1987. The role of auxin in hairy root induction. *Molecular and General Genetics* MGG 208, 457– 463.
12. Cinelli, T., Marchi, G., Cimmino, A., Marongiu, R., Evidente, A., Fiori, M., 2014. Heterogeneity of *Pseudomonas savastanoi* populations infecting *Myrtus communis* in Sardinia (Italy). *Plant Pathology* 63, 277–289.
13. Corrado, L., González-Ballesteros, N., Scortichini, M., Rodríguez-Argüelles, M. C., Gallego, P. P., Barreal, M. E. 2017. Comparison of the effectiveness of several commercial products and two new copper complexes to control *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. In IX International Symposium on Kiwifruit 1218, 247-252.
14. Costinela, S., Doina, A., 2009. Research concerning generative and vegetative propagation on *Nerium oleander* L.
15. Eltlbany et al, 2012. A New Bacterial Disease on *Mandevilla sanderi*, Caused by *Pseudomonas savastanoi*: Lessons Learned for Bacterial Diversity Studies | *Applied and Environmental Microbiology*. 78(23), 8492-8497.

16. Ferraris, T., 1926. Trattato di patologia e terapia vegetale ad uso delle scuole di agricoltura: Parassiti vegetali delle piante coltivate od utili. U. Hoepli.
17. Filiz Doksöz, S., Bozkurt, İ.A., 2020. A new and simple pathogenicity test using carrot slices for *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*, causal disease agent of olive knot. Journal of Plant Pathology 102, 1173–1177.
18. Fodor A., 2019. Tények a leanderrákról. Diplomamunka, Szent István Egyetem.
19. Fodor A., Palkovics L, Végh A., 2021. Tények a leanderrákról hazánkban. Növényvédelem 57, 49–54.
20. Ghanney, N., Locantore, P., Nahdi, S., Ferchichi, A., Iacobellis, N. S. 2016. Potential Biocontrol Effect of the Phylloplane Bacterium *Bacillus mojavensis* (Vol. 7, No. 3, P. 1000337). A-BC-7 on the Olive Knot Disease. Journal Plant Pathology Microbiology 7, 337.
21. García, J.E.G., 1999. *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss., a new host of *Pseudomonas savastanoi*. Phytopathologia Mediterranea 38, 54–60.
22. Gardan, L., Shafik, H., Belouin, S., Broch, R., Grimont, F., Grimont, P.A.D.Y. 1999, 1999. DNA relatedness among the pathovars of *Pseudomonas syringae* and description of *Pseudomonas tremae* sp. nov. and *Pseudomonas cannabina* sp. nov. (ex Sutic and Dowson 1959). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 49, 469–478.
23. Gavini, F., Mergaert, J., Beji, A., Mielcarek, C., Izard, D., Kersters, K., De Ley, J., 1989. Transfer of *Enterobacter agglomerans* (Beijerinck 1888) Ewing and Fife 1972 to *Pantoea* gen. nov. as *Pantoea agglomerans* comb. nov. and Description of *Pantoea dispersa* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 39, 337–345.
24. Gebara, E.C., Lima, L.A., Mayer, M., 2002. Propolis antimicrobial activity against periodontopathic bacteria. Brazilian Journal of Microbiology 33, 365–369.
25. Hassani, D., Buonauro, R., Tombesi, A., 2003. Response of some olive cultivars, hybrid and open pollinated seedlings to *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. Presented at the *Pseudomonas syringae* and related pathogens: Biology and Genetic, Springer, pP. 489–494.
26. Hermann, S., Orlik, M., Boevink, P., Stein, E., Scherf, A., Kleeberg, I., Schmitt, A., Schikora, A., 2022. Biocontrol of plant diseases using *Glycyrrhiza glabra* leaf extract. Plant Disease 106, 3133–3144.
27. Hooykaas, Paul.J.J., Beijersbergen, A.G.M., 1994. The Virulence System of *Agrobacterium tumefaciens*. Annual Review of Phytopathology 32, 157–181.
28. Horuz, S., Çağlar, B.K., Küsek, M., Aysan, Y., 2018. Crown gall disease susceptibility of some stone fruit rootstocks in Turkey. Journal of Agricultural Sciences 24, 439–444.
29. Hsouna, A.B., Touj, N., Hammami, I., Dridi, K., Al-Ayed, A.S., Hamdi, N., 2019. Chemical composition and *in vivo* efficacy of the essential oil of *Mentha piperita* L. in the suppression of crown gall disease on tomato plants. Journal of Oleo Science 68, 419–426.
30. Iacobellis, N.S., Sisto, A., Surico, G., Evidente, A., DiMaio, E., 1994. Pathogenicity of *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* Mutants Defective in Phytohormone Production. Journal of Phytopathology 140, 238–248.
31. Janse, J.D., 1982. The bacterial disease of ash (*Fraxinus excelsior*), caused by *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* pv. *fraxini* III. Pathogenesis. European Journal of Forest Pathology 12, 218–231.

32. Janse, J.D., 1981. The bacterial disease of ash (*Fraxinus excelsior*), caused by *Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* pv. *fraxini* Il. Etiology and taxonomic considerations. European Journal of Forest Pathology 11, 425–438.
33. Jones, J.B., Jackson, L.E., Balogh, B., Obradovic, A., Iriarte, F.B., Momol, M.T., 2007. Bacteriophages for Plant Disease Control. Annual Review of Phytopathology 45, 245–262.
34. Kahla, Y., Zouari-Bouassida, K., Rezgui, F., Trigui, M., Tounsi, S., 2017. Efficacy of *Eucalyptus cinerea* as a source of bioactive compounds for curative biocontrol of crown gall caused by *Agrobacterium tumefaciens* strain B6. BioMed Research International 2017.
35. Kavak H., Üstün N. (2009): Oleander knot caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* in Turkey. Journal of Plant Pathology, 91 (3), 701-703
36. Keane, P., Kerr, A., New, P., 1970. Crown gall of stone fruit II. Identification and nomenclature of *Agrobacterium* isolates. Australian Journal of Biological Sciences 23, 585– 596.
37. Krid, S., Rhouma, A., Mogou, I., Quesada, J. M., Nesme, X., Gargouri, A. 2010. *Pseudomonas savastanoi* endophytic bacteria in olive tree knots and antagonistic potential of strains of *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*. Journal of Plant Pathology, 335-341.
38. Krid, S., Triki, M. A., Gargouri, A., Rhouma, A. 2012. Biocontrol of olive knot disease by *Bacillus subtilis* isolated from olive leaves. Annals of microbiology, 62, 149-154.
39. Kudela, V., Safrankova, I., Krejzar, V., Korba, J., 2004. First report of *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* on oleander in the Czech Republic. Plant Protection 41, 33-37.
40. Kujumgiev, A., Tsvetkova, I., Serkedjieva, Y., Bankova, V., Christov, R., Popov, S., 1999. Antibacterial, antifungal and antiviral activity of propolis of different geographic origin. Journal of Ethnopharmacology 64, 235–240.
41. László Gy., 2009. Az almatermésűek tűzelhalása (*Erwinia amylovora*) elleni új védekezési lehetőség Magyarországon. Növényvédelem 147–149.
42. Lavermicocca, P., Lonigro, S.L., Valerio, F., Evidente, A., Visconti, A., 2002. Reduction of olive knot disease by a bacteriocin from *Pseudomonas syringae* pv. *ciccaronei*. Applied and Environmental Microbiology 68, 1403–1407.
43. Lazzaro, L., Sarracco, E., Benesperi, R., Coppi, A. 2018. A probable anthropic origin of *Nerium oleander* L. (*Apocynaceae*) population in Montecristo island (Italy, Tuscany): Evidence from loci polymorphism and ISSR analysis. Caryologia, 71, 50-57.
44. Lenzi, A., Pittas, L., Martinelli, T., Lombardi, P., Tesi, R., 2009. Response to water stress of some oleander cultivars suitable for pot plant production. Scientia Horticulturae 122, 426–431.
45. Lucas, G.C., Alves, E., Pereira, R.B., Zaccaroni, A.B., Perina, F.J., de Souza, R.M., 2012. Indian clove essential oil in the control of tomato bacterial spot. Journal of Plant Pathology 94, 45–51.
46. Mansfield, 2012. Top 10 Plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology - Mansfield - 2012 - Molecular Plant Pathology - Wiley Online Library
47. Marques, A.S. dos A., Corbière, R., Gardan, L., Tourte, C., Manceau, C., Taylor, J.D., Samson, R., 2000.

- Multiphasic approach for the identification of the different classification levels of *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*. European Journal of Plant Pathology 106, 715–734.
48. Mina, D., Pereira, J. A., Lino-Neto, T., & Baptista, P. (2020). Screening the olive tree phyllosphere: search and find potential antagonists against *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. Frontiers in Microbiology, 11, 2051.
 49. Nagy, T., 2012. A gyógy-és fűszernövények antimikrobás hatása.
 50. Ocskó Z., Erdős Gy., Molnár J., Eke I., 2011. Növényvédő szerek, terméshozzávalók I. Agrinex Bt., Budapest.
 51. Oueslati, M., Holtappels, D., Fortuna, K., Hajlaoui, M. R., Lavigne, R., Sadfi-Zouaoui, N., & Wagemans, J. (2022). Biological and molecular characterization of the lytic bacteriophage SoKa against *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, causal agent of citrus blast and black pit in Tunisia. Viruses, 14(9), 1949.
 52. Pagen, F.J.J., 1987. *Oleanders Nerium* L. and the oleander cultivars. Series of revisions of *Apocynaceae*. Part XX. Agric. Univ. Wageningen pap 37.
 53. Penyalver, R., García, A., Ferrer, A., Bertolini, E., Quesada, J., Salcedo, C., Piquer, J., Pérez- Panadés, J., Carbonell, E., Del Rio, C., 2006. Factors affecting *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* plant inoculations and their use for evaluation of olive cultivar susceptibility. Phytopathology 96, 313–319.
 54. Polgár, A., 1999. Antagonista élő szervezetek–hasznos élő szervezetek. A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon 67–100.
 55. Putnoky, P., Hoffmann, G., 2007. Bevezetés a genetikába. Baktérium és fággenetika I.
 56. Portis, E., Comino, C., Lanteri, S., Lenzi, A., Lombardi, P., Tesi, R. 2003, August. Genetic relationships between oleander (*Nerium oleander* L.) accessions by means of AFLP profiling. In XXI International Eucarpia Symposium on Classical versus Molecular Breeding of Ornamentals-Part II 651,173-180.
 57. Quesada, J. M., Penyalver, R., Pérez-Panadés, J., Salcedo, C. I., Carbonell, E. A., López, M.M. 2010. Comparison of chemical treatments for reducing epiphytic *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* populations and for improving subsequent control of olive knot disease. Crop Protection, 29, 1413-1420.
 58. Quesada, J. M., Penyalver, R., López, M. M. 2012. Epidemiology and control of plant diseases caused by phytopathogenic bacteria: the case of olive knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. Plant Pathology 299-326.
 59. Ramos, C., Matas, I.M., Bardaji, L., Aragón, I.M., Murillo, J., 2012. *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*: some like it knot. Molecular plant pathology 13, 998–1009.
 60. Roca, L. F., Moral, J., Viruega, J. R., Ávila, A., Oliveira, R., Trapero, A. 2007. Copper fungicides in the control of olive diseases. Olea 26, 48-50.
 61. Saad, A., Hanna, L., 2002. Two new hosts of *Pseudomonas savastanoi* and variability in strains isolated from different hosts. Phytopathology 92, S71.
 62. Salman, M., Greenhut, R., Preece, J., Ferguson, L., Kluepfel, D., 2020. Field evaluation of olive (*Olea europaea*) genotypes for resistance to *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. Journal of Plant Pathology 102, 663–670.

63. Shrivastava, S., Bera, T., Roy, A., Singh, G., Ramachandrarao, P., Dash, D., 2007. Characterization of enhanced antibacterial effects of novel silver nanoparticles. *Nanotechnology* 18, 225103.
64. Smith, C.O., 1928. Oleander bacteriosis in California. *Phytopathology* 18.
65. Sobiczewski P., Deckers T., Pulawska J., 1997. Fire blight (*Erwinia amylovora*), Some Aspects of Epidemiology and Control. Research Institute of Pomology and Floriculture, Poland 43-46 P.
66. Sörös Csilla, 2019. Növényvédelmi kémia és toxikológia. Typotex, Budapest.
67. Surico, G., Iacobellis, N., 1992. Phytohormones and olive knot disease. Molecular signals in plant-microbe communications 13, 209–227.
68. Szatmári Sz., Khadija E., Hevesi M., 1998. Daganatképző baktériumok hazai előfordulása. KÉÉ, Növénykórtani Tanszék; H-1118 Budapest 340.
69. Taghavi, M., Hasani, S., 2012. Occurrence of *Pseudomonas savastanoi* the causal agent of winter jasmine gall in Iran. *Iran Agricultural Research* 31, 39–48.
70. Tarakanov, R. I., Lukianova, A. A., Evseev, P. V., Toshchakov, S. V., Kulikov, E. E., Ignatov, A. N., Miroshnikov K. A., Dzhalilov, F. S. U. (2022). Bacteriophage Control of *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* in Soybean. *Plants* 11(7), 938.
71. Temsah, Hanna, Saad, 2007. Anatomical observations of *Pseudomonas savastanoi* on *Rhamnus alaternus*, *Forest Pathology - Wiley Online Library* 37(1), 64-72.
72. Temsah, M., Hanna, L., Saad, A.T., 2010. Histological Pathogenesis of *Pseudomonas savastanoi* on *Nerium oleander*. *Journal of Plant Pathology* 92, 407–413.
73. Túróczi Gy., 2008. Biológiai és ökológiai védekezés növénykórokozók ellen. *Biokultúra*, 19, (1), 14-15.
74. Twort, F.W., 1961. An investigation on the nature of ultra-microscopic viruses. *Acta Kravsi*.
75. Vanneste, J., 2006. Biological control of fire blight: an overview of the work carried out in New Zealand. *Mitteilungen-Biologischen Bundesanstalt Fur Land und Forstwirtschaft* 408, 224.
76. Varympopi, A., Dimopoulou, A., Theologidis, I., Karamanidou, T., Kaldeli Kerou, A., Vlachou, A., Karfaridis D., Papafotis D., Hatzinikolaou G. D., Tsouknidas A., Skandalis, N. 2020. Bactericides based on copper nanoparticles restrain growth of important plant pathogens. *Pathogens* 9(12), 1024.
77. Vicedo, B., Peñalver, R., Asins, M.J., López, M.M., 1993. Biological Control of *Agrobacterium tumefaciens*, Colonization, and pAgK84 Transfer with *Agrobacterium radiobacter* K84 and the Tra- Mutant Strain K1026. *Applied and Environmental Microbiology* 59, 309–315.
78. Wilson, E., Magie, A., 1963. Physiological, serological, and pathological evidence that *Pseudomonas tonelliana* is identical with *Pseudomonas savastanoi*. *Phytopathology* 53, 653.
79. Young, J., 2004. Olive knot and its pathogens. *Australasian Plant Pathology* 33, 33–39.
80. Young, J.M., Saddler, G.S., Takikawa, Y., Boer, S.H. de, Vauterin, L., Gardan, L., Gvozdyak, R.I., Stead, D.E., 1996. Names of plant pathogenic bacteria 1864-1995. *Review of Plant Pathology* 75, 721–763.

Internetes források

- Internet 1
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1981&from=EN>
- Internet 2
<https://nufarm.com/hu/2022/04/26/140-eve-toretlen-az-ereje-az-orokifju-rez-hatoanyag/>
- Internet 3
<https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso>
- Internet 4
<https://agromedium.com/hu-hu/novenyvedo-szer/beltanol-f94c6d70/>
- Internet 5
<https://www.gazdabolt.hu/T12412-Phosfik-Cu-1l.html>
- Internet 6
<https://sumiagro.hu/wp-content/uploads/2023/01/Kasumin-2-L-szukseghelyzeti-engedely-almatermesuekben-paprika-paradicsom-uborka-zoldbab-szarazbab-es-fuszertpaprika-kulturakban-2.pdf>
- Internet 7
<https://www.erwiphage.com/>
- Internet 8
https://www.certisusa.com/hubfs/4809084/Label%20SDS/pdf-labels/AgriPhage_label.pdf
- Internet 9
<http://ncaim.hu/hu>
- Internet 10
<https://www.oleanderhaus.at/>

9. MELLÉKLETEK

Mérések száma	Eltelt_napok_száma
0	0
1	7
2	15
3	23
4	30
5	35
6	40
7	45
8	50
9	55
10	60
11	65
12	70
13	80
14	90
15	110
16	140
17	170
18	200
19	220
20	290
21	355
22	420
23	540

1. melléklet: Mérések száma és a mérések napokban összefoglalva

Mérés időpontja	Hatásmérték	Standard hiba	F	p
3	4,83	43	2,88	=0,01
4	4,24	43	4,99	<0,001
5	2,74	43	4,77	<0,001
6	2,16	43	5,74	<0,001
7	1,94	43	4,44	<0,001
8	1,69	43	4,38	<0,001
9	1,75	43	4,26	<0,001
10	1,58	43	4,47	<0,001
11	1,69	43	4,74	<0,001
12	1,63	43	4,61	<0,001
13	1,35	43	5,19	<0,001
14	1,20	43	4,72	<0,001
15	1,19	43	4,90	<0,001
16	1,34	43	4,99	<0,001
17	1,41	43	5,27	<0,001
18	1,42	43	5,04	<0,001
19	1,43	43	5,26	<0,001
20	1,55	43	5,32	<0,001
21	1,28	43	4,15	<0,001
22	1,38	43	5,18	<0,001
23	1,72	43	1,41	=0,21

2. melléklet: Az egyes mérési időpontokban a fajták közötti hatásvizsgálat szignifikancia eredményei

<i>Nerium oleander</i> fajta	3. mérés	4. mérés	5. mérés	6. mérés	7. mérés	8. mérés	9. mérés	10. mérés	11. mérés	12. mérés
Agnes Cambell	2,514±3,858 ^{ab}	4,102±9,35 ^a	4,76±13,53 ^a	5,01±17,03 ^{abc}	5,236±21,85 ^a	4,242±20,14 ^a	5,32±21,74 ^a	5,392±21,39 ^{ab}	5,4±26,48 ^a	5,374±23,24 ^a
Alsace	3±3,85 ^b	4,418±9,35 ^a	5,032±13,53 ^a	5,26±17,03 ^{abcd}	5,246±21,85 ^{abc}	5,218±20,14 ^{abc}	5,31±21,74 ^{abc}	5,418±21,39 ^{abc}	5,716±26,48 ^{abc}	5,576±23,24 ^{abc}
Ciklámen	2,836±3,85 ^{ab}	3,872±9,35 ^a	4,35±13,53 ^a	4,586±17,03 ^{abcd}	4,84±21,85 ^{abc}	4,808±20,14 ^{abc}	4,872±21,74 ^{abc}	4,93±21,39 ^{abc}	4,954±26,48 ^{abc}	4,87±23,24 ^{abc}
Emil Sahut	3,434±3,85 ^{ab}	4,346±9,35 ^a	4,598±13,53 ^a	4,768±17,03 ^{ab}	4,942±21,85 ^a	4,662±20,14 ^{ab}	4,672±21,74 ^{ab}	4,526±21,39 ^{ab}	4,5±26,48 ^{ab}	4,416±23,24 ^{ab}
Magaly	1,695±3,85 ^{ab}	2,505±9,35 ^a	2,85±13,53 ^a	3,4225±17,03 ^{abcd}	3,6925±21,85 ^{abc}	3,805±20,14 ^{abc}	3,817±21,74 ^{abc}	4,097±21,39 ^{abc}	4,147±26,48 ^{abc}	4,052±23,24 ^{abc}
Marie Gambetta	2,25±3,85 ^{ab}	4,238±9,35 ^a	5,464±13,53 ^a	5,93±17,03 ^{bc}	6,158±21,85 ^c	6,106±20,14 ^c	6,194±21,74 ^c	6,224±21,39 ^c	6,168±26,48 ^c	6,062±23,24 ^c
Mont Blanc	1,284±3,85 ^{ab}	3,128±9,35 ^a	3,796±13,53 ^a	4,2±17,03 ^{abcd}	4,522±21,85 ^{abc}	4,628±20,14 ^{abc}	4,866±21,74 ^{abc}	4,986±21,39 ^{abc}	4,936±26,48 ^{abc}	4,84±23,24 ^{abc}
Roseum Plenum	0±3,85 ^a	1,396±9,35 ^a	3,308±13,53 ^a	3,91±17,03 ^d	4,13±21,85 ^{bc}	5,304±20,14 ^{bc}	4,288±21,74 ^{bc}	4,47±21,39 ^a	4,454±26,48 ^{bc}	4,45±23,24 ^{bc}
Soeur Agnes	2,548±3,85 ^{ab}	4,076±9,35 ^a	4,686±13,53 ^a	4,834±17,03 ^{abcd}	4,962±21,85 ^{abc}	4,85±20,14 ^{abc}	4,992±21,74 ^{ab}	5,046±21,39 ^{abc}	4,88±26,48 ^{ab}	4,746±23,24 ^{ab}
Splendens Foliis Variegata	2,518±3,85 ^{ab}	3,99±9,35 ^a	4,868±13,53 ^a	5,13±17,03 ^{abcd}	5,26±21,85 ^{abc}	5,23±20,14 ^{abc}	5,298±21,74 ^{abc}	5,404±21,39 ^{abc}	5,466±26,48 ^{abc}	5,39±23,24 ^{abc}
Tamaur	3,204±3,85 ^b	3,968±9,35 ^a	4,48±13,53 ^a	4,618±17,03 ^{ab}	4,724±21,85 ^{ab}	4,73±20,14 ^{ab}	4,802±21,74 ^{ab}	4,824±21,39 ^{ab}	4,89±26,48 ^{ab}	4,802±23,24 ^{ab}
<i>Nerium oleander</i> fajta	13. mérés	14. mérés	15. mérés	16. mérés	17. mérés	18. mérés	19. mérés	20. mérés	21. mérés	22. mérés
Agnes Cambell	5,296±17,39 ^{bc}	5,322±16,81 ^{abc}	5,278±15,87 ^b	5,298±16,94 ^{ab}	5,264±17,68 ^{ab}	5,204±17,15 ^{ab}	4,38±16,63 ^a	5,24±17,81 ^{bc}	5,136±16,76 ^{ab}	5,158±16,53 ^{ab}
Alsace	5,356±17,39 ^{abc}	5,248±16,81 ^{abc}	5,284±15,87 ^b	5,284±16,94 ^{ab}	5,176±17,68 ^{ab}	5,314±17,15 ^{ab}	4,326±16,63 ^{ab}	5,372±17,81 ^{bc}	5,2±16,76 ^{ab}	5,164±16,53 ^{ab}
Ciklámen	4,768±17,39 ^{ab}	4,696±16,81 ^{ab}	4,716±15,87 ^a	4,746±16,94 ^a	4,794±17,68 ^a	4,684±17,15 ^a	4,852±16,63 ^{ab}	4,572±17,81 ^{ab}	4,69±16,76 ^a	4,698±16,53 ^a
Emil Sahut	4,436±17,39 ^{ab}	4,512±16,81 ^{ab}	4,498±15,87 ^a	4,396±16,94 ^a	4,36±17,68 ^a	4,406±17,15 ^a	4,618±16,63 ^{ab}	4,292±17,81 ^{ab}	4,184±16,76 ^a	4,26±16,53 ^a
Magaly	4,212±17,39 ^{abc}	4,155±16,81 ^{abc}	4,072±15,87 ^a	4,07±16,94 ^{ab}	4,065±17,68 ^{ab}	4,057±17,15 ^{ab}	4,802±16,63 ^{ab}	4,02±17,81 ^{abc}	4,152±16,76 ^{ab}	4,115±16,53 ^{ab}
Marie Gambetta	6,016±17,39 ^{bc}	5,992±16,81 ^c	5,954±15,87 ^b	6,038±16,94 ^b	6,102±17,68 ^b	6,022±17,15 ^c	4,794±16,63 ^{abc}	6,032±17,81 ^c	6,046±16,76 ^b	6,03±16,53 ^{ab}
Mont Blanc	4,868±17,39 ^{abc}	4,894±16,81 ^{abc}	4,954±15,87 ^{ab}	4,876±16,94 ^{ab}	4,858±17,68 ^a	4,846±17,15 ^a	4,072±16,63 ^{abc}	4,828±17,81 ^{abc}	4,966±16,76 ^a	4,902±16,53 ^a
Roseum Plenum	4,396±17,39 ^a	4,534±16,81 ^{ab}	4,584±15,87 ^a	4,566±16,94 ^a	4,492±17,68 ^a	4,328±17,15 ^a	5,27±16,63 ^{abc}	4,382±17,81 ^{ab}	4,56±16,76 ^a	4,586±16,53 ^a
Soeur Agnes	4,866±17,39 ^{ab}	4,863±16,81 ^{ab}	4,82±15,87 ^{ab}	4,866±16,94 ^{ab}	4,856±17,68 ^{ab}	4,836±17,15 ^a	5,306±16,63 ^{abc}	4,78±17,81 ^{abc}	4,636±16,76 ^{ab}	4,802±16,53 ^{ab}
Splendens Foliis Variegata	5,398±17,39 ^{bc}	5,31±16,81 ^{abc}	5,25±15,87 ^{ab}	5,28±16,94 ^{ab}	5,27±17,68 ^{ab}	5,246±17,15 ^{ab}	5,244±16,63 ^{bc}	5,19±17,81 ^{abc}	5,216±16,76 ^{ab}	5,2±16,53 ^{ab}
Tamaur	4,802±17,39 ^{ab}	4,854±16,81 ^{ab}	4,776±15,87 ^a	4,784±16,94 ^a	4,82±17,68 ^a	4,796±17,15 ^a	5,988±16,63 ^c	4,83±17,81 ^{ab}	4,918±16,76 ^a	4,892±16,53 ^a

3. melléklet: Szignifikáns eltérés mutató csoportok a Games-Howell teszt alapján

Vitári Viktória

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Vitári Viktória
A Hallgató Neptun kódja: V5B0NM
A dolgozat címe: Leander fajták szerepe a *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* elleni védekezésben
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Növénykórtani tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

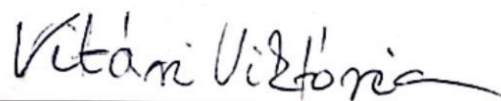
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2023.04.30.


Hallgató aláírása

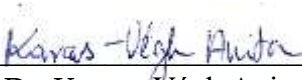
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Vitári Viktória hallgató Neptun azonosítója: V5B0NM konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: 2023. 04. 30.


Dr. Karacs-Végh Anita

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.