

DIPLOMAMUNKA

Tüskés Csenge

2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

NÖVÉNYVÉDELMI INTÉZET

BUDAPEST

Kána (*Canna* spp.) levelén foltbetegséget okozó új kórokozó azonosítása

Tüskés Csenge

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.....	3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
2.1. Kána (<i>Canna</i> spp.) rendszerezése	4
2.2. Morfológia jellemzés	5
2.3. Környezeti igénye	5
2.4. Szaporítása, nevelése	6
2.5. <i>Canna</i> spp. fajok.....	7
2.5.1. <i>Canna x generalis</i>	7
2.5.2. <i>Canna indica</i>	8
2.6. A kána betegségei.....	8
2.6.1. Vírusos betegségek	9
2.6.2. Fitoplazmás betegség	10
2.6.3. Baktériumos betegségek.....	10
2.6.4. Gombás betegségek.....	11
2.7. <i>Pseudomonas</i> nemzetség jellemzése	11
2.8. <i>Pseudomonas syringae</i> fajkomplex jellemzése	12
2.9. Kánáról izolált baktériumfajok jellemzése	14
2.9.1. <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>	14
2.9.2. <i>Pseudomonas viridiflava</i>	15
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	16
3.1 A vizsgálat helye és ideje	16
3.2. A vizsgálat anyaga.....	16
3.2.1. Izolátumok.....	16
3.2.2. Baktériumok fenntartása, tenyésztése	16
3.2.3. Növényanyag	16
3.2.4. Felhasznált eszközök	16
3.3. A vizsgálat módszere.....	17
3.3.1. Kórokozó izolálása, tenyésztése.....	17
3.3.2. A baktérium szuszpenzió előállítása.....	17
3.4. A kórokozó azonosításának klasszikus módszerei.....	17
3.4.1. Gram tulajdonság.....	17
3.4.2. Biokémiai tulajdonságok vizsgálata	17
3.3.3. Patogenitási teszt.....	18
3.3.4. LOPAT teszt.....	18
3.5. A kórokozó azonosításának molekuláris módszere	19
4. EREDMÉNYEK	21
4.1. Kórokozó izolálása, tenyésztése.....	21
4.2. A kórokozók azonosítása klasszikus módszerekkel	21
4.2.1. A tenyészbélyegek megállapítása.....	21
4.2.2. A Gram-féle tulajdonság	21
4.2.3. A kórokozó biokémiai jellemzői	22
4.2.4. Patogenitási teszt.....	22
4.2.5. LOPAT teszt.....	23
4.3. A kórokozó azonosítása molekuláris módszerekkel	24
5. KÖVETKEZTETÉSEK	27
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	29
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	30
8. IRODALOMJEGYZÉK	31
9. MELLÉKLETEK	36

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A *Canna* spp. a zárvatermők törzsébe, az egyszikűek osztályába, a gyömbéralakúak rendjébe és a kánafelek családjába tartozik. Az amerikai kontinens trópusi, szubtrópusi területeiről származó dísznövény. Lágyszárú, rizómás, 1-2 méter magasságú, kalász virágzatú növény. Éghajlatunkon nem telel át, ezért egynyári virágként vagy vágott virágként termesztik. Gyakran a rizómákat fagytól védett helyen telettetik, így évekig gyönyörködhetünk a növényekben.

Hazánkban a kána fontos és gyakori dísznövény, a házi kertek mellett a közterületi parkok kedvelt növénye. Dekoratív, egyszerűen gondozható, dézsában is nevelhető. Csoportokba ültetve igen mutatós, nagy leveleivel és fűtőkben nyíló, többféle színben is pompázó virágaival. Díszítőértékét növeli, hogy a levelek erezetének színe eltérhet a levelek alapszínétől.

A világ kiemelkedő *Canna* spp. termesztő országaiban a dísznövénynek számos vírusos, baktériumos és gombás betegsége ismert, melyek jelentős gazdasági kárt okoznak. A vírusok okozta levélszínéződés, a bakteriális eredetű levélfoltosodás, a rhizómán rothadás és szürkepenész megjelenése a leggyakoribb probléma. A *Canna* spp. növényeket megbetegítő kórokozókról hazánkban kevés adat áll rendelkezésre.

2021 nyarán, Gödöllőn közterületen, növényágyásban lévő kána levelén, apró, szabálytalan alakú, középen kivilágosodó foltokat figyeltünk meg, mely tünetek eltérnek az eddig leírt és ismert baktériumos betegségektől. A kána *acidovorax*os betegségének tipikus tünetei a levélen kezdetben vízzel átitatott sötétbarna vagy fekete színű foltok, melyek később nekrotikus csíkokká alakulnak a levél erek mentén. A kána *xanthomonas*os betegsége a levél erek között hosszan elnyúló, kezdetben vízzel átitatott, majd sárguló, barnuló foltokat okoz.

Munkánk során célul tűztük ki a kána levelén foltbetegséget okozó kórokozó izolálását és azonosítását klasszikus- tenyészbélyeg King-B táptalajon, Gram-tulajdonság, hiperszenzitív reakció, patogenitási teszt, API20 NE, LOPAT teszt- és molekuláris –PCR-16S rDNS, *syxB* és *syxD* génrészek- módszerekkel.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Kána (*Canna* spp.) rendszerezése

A növényt a magyar irodalom több néven is említi, ilyen például a kána, rózsanád, kana (Priszter, 1998). A gumós és hagymagumós évelő növények földrajzi származásukat és felhasználhatóságukat tekintve két nagy csoportra, meleg égövi és mérsékelt égövi gumós, illetve hagymagumós évelők csoportjára oszthatók. A meleg égövi fajok a mi éghajlatunkon, télen nem telelnek át, ezért egynyári virágként (kána, dália) vagy vágott virágként (kardvirág, dália, frézia) ismerik. *Canna* spp. (1. ábra) a zárvatermők törzsében (*Angiospermatophyta*) az egyszikűek osztályába (*Liliopsida*), a gyömbéralakúak rendjében (*Zingiberales*), a kánafélék családjába (*Cannaceae*) tartoznak (Bánhidi, 1995).



1. ábra: Virágzó kána növény

2.2. Morfológia jellemzés

A növényeknek rhizómából eredő járulékos gyökérzete van. A rhizómák kúszók és gumósan megvastagodottak. Ezek a felszívó gyökerek nagyon sűrűn helyezkednek el a gyökérvégeken (Siegfried, 1973). A gyökerek a rhizómán fejlődnek a hajtásnak indult csúcs- vagy mellékrügy mellett. Ivartalan szaporításnál a rügyek számát veszik figyelembe és darabolják szét a rhizómákat (Tomlinson, 1956).

Évelő lágyszárú növény, magassága 1-2 méter közötti. A föld feletti szár epidermisze nem kitinizált, színe fajtától függően zöld vagy barnászöröses. A szár keresztmetszetében élesen nem különíthető el a cortex és a központi szállítóedénynyaláb (Tomlinson, 1956). A növény náduszainál lépnek ki és be az ide csatlakozó levélnyelekbe futó levélnyalábok. Az alsó náduszokba a levelek csatlakoznak, míg a felső kettő-három náduszba a virágzatot hozó szárrészek. A korán kiültetett növények a tenyészidőszak alatt 4-5 új szárat is képesek fejleszteni a rhizómákból.

A levelek nagyméretűek, elliptikusak, tojásdadok vagy hosszúkásak, ép szélűek, erezete hálózatos elrendezésű (Jankovich és Nagy, 1978). Felületük csupasz, vékony kutikulával fedett. Az epidermiszt alkotó sejtek külső rétege jóval vékonyabb, mint a belső fala. Színtelen epidermisze alatt obligát, víztározó sejtek helyezkednek el. A levéllemezeken jól láthatóan kirajzolódik az egyszikűekre jellemző szállítóedény rendszer. Alapszíne zöld, melyet a klorenchima felépítése határoz meg. A levélnyel hüvelyszerűen körül fogja a szárat, ezáltal takarva a felette lévő náduszt, így egy látszólagos törzs alakul ki (Leblais, 1887).

A kalász virágzat a növény csúcsán egy módosult levél takarásából fejlődik ki. A virágzat általában felálló, de ismert bókoló és ívbén lehajló változata is. A virágrügyek csoportosan, felfelé futó spirál mentén helyezkednek el. A virág kétivarú, aszimmetrikus felépítésű. A háromosztatú terméskezdemény fölött három keskeny zöldes színű csészelevél, illetve három megnyúlt háromszög alakú zöldessárga szíromlevél található, ezek díszítő értékkel nem rendelkeznek. Az álszíromlevelek körülbelül 120 fokos orientációval helyezkednek el, a negyedik az első és a harmadik álszíromlevél közé kerül 60 fokkal elfordulva, ez az úgy nevezett labellum. Az álszíromlevelek lehetnek nyújtottak, lekerekítettek, sima vagy fodros szélűek. Az ötödik termőlevél fele keskeny szíromlevelet alkot, másik fele egy fél porzót hordoz. A hatodik termőlevél a bibe, amely egy szalagszerűen kiszélesedő képződmény csúcsán ül. A virág színe a sárga és a vörös minden árnyalata és kombinációja lehet.

A mag egy háromosztatú lágy tokban fejlődik. A gömbölyded magok szörképletekből álló laza szövédékbe beágyazódva találhatók. A magok az embrió mellett kemény perispermiumot és vékony rétegtápláló szövetet, endospermiumot tartalmaznak. Érés után a tok felnyílik és a magok kiszóródnak. A magok ellipszoid alakúak, színük sötétbarna vagy fekete, fénylő felületű, maghéja kemény (Jankovich és Nagy, 1978).

2.3. Környezeti igénye

Trópusi származása révén jól tolerálja a tűző napfényt és a magas hőmérsékletet is. Árnyékban nevelt növények szép lombzatot nevelnek, de virágzásuk eléggé elhanyagolható (Turcsányi, 1998). Meleg, napos fekvést és csapadékszegény időnyben többszöri öntözést igényel. Talaj iránt nem túl igényes. Legszebb díszítő értéket közepkötött, enyhén lúgos, jól szellőző és jó vízgazdálkodású, humuszban és tápanyagban gazdag vályogtalajokon hozza (Jankovich és Nagy, 1978). Hűvös, nedves magas talajvízszintű talajok alkalmatlanok a

termesztésükhöz, valamint a fagyzugos, nehezen felmelegedő helyek is. A közömbös enyhén lúgos kémhatású talajt kedveli. A nagy levelek és nagyméretű virágzatuk kifejlődéséhez sok tápanyagra van szükség ezért a tenyészidőben többszöri tápanyag utánpótlást igényelnek (5:10:5 NPK-arány javasolt) (Gudmonné, 2008).

2.4. Szaporítása, nevelése

Szaporítása két módon történhet: a rizómák feldarabolásával vagy magvetéssel (nemesítéskor jelentős). A rhizómákat fagymentesen kell átteleltetni, majd február végén, április elején tisztogatni kell őket az előhajtáshoz. A száraz földet, ami a tövekre tapadt, illetve az előregedett részeket el kell távolítani. Az osztás során éles késsel a rhizómát ott kell elvágni, ahol legkisebb az átmérője, hogy minél kisebb sebzési felület keletkezzen. A kést használat előtt, illetve közben párszor 2%-os formalinos oldatba vagy alkoholba kell meríteni, így fertőtleníteni. A sebfelületeket fanszénporba mártják a későbbi rothadás elkerülése miatt. A februárban szétosztott rhizomadarakok cserepekbe, jó minőségű földbe ültetve, 23-25 °C fokon tartva erőteljesen kihajtanak. Ezután már 15-20 °C-os hőmérsékleten, teljes megvilágításban, március végétől akár melegágyban vagy fólia alatt nevelhetők. Ezután szabadföldi levegőhöz szoktatás után kiültethetők (Gudmonné, 2008.).

Magvetéssel érhető el az üzemszerű szaporítás. A növény magja nagyon keményhéjú, ezért vetés előtt langyos vízben áztatni, forrázni, majd rögtön elvetni vagy csávázni kell. Csávázáshoz a magot tegyük homokrétegbe, melyet tartsuk melegen és nedvesen. Ha ezekből a magokat már januárban elvetjük már nyáron virágozhatnak is. A kána magját melegházakban vagy zárt melegágyakba, cserepekbe vessük és üveggel takarjuk le. Május végén kiültethetjük szabadba egymástól 60-80cm távolságban (Jager H, 1889.) (1. táblázat).

A fagyveszély elmúltá után, április végén május elején, az előnevelt növények esetében május végén történik a kiültetés. Körülbelül 1 m²-re 6-8 db növény telepítése szükséges. Meleg időszakban, szárazság esetén, alkalmanként 20-25 mm mennyiségű vízzel szükséges öntözni augusztus közepéig (Hans-Werner, 2009). Május közepétől augusztus közepéig egyhetes időközökkel, 6-8 alkalommal ajánlott a tápanyagutánpótlás. A rendellenesen fejlődő, elszíneződött levelű töveket ki kell emelni a rhizómával együtt és meg kell semmisíteni. Felszedni csak az első őszi fagyok megjelenésekor kell, mert a növény még ősszel is folyamatosan növekszik, azonban sokáig halogatni sem szabad, mert egy erősebb éjszakai lehűlés károsíthatja a rhizómákat. Ezután prizmába rakva szikkadni hagyjuk néhány órán át, majd a fölös földtől meg kell tisztogatni. Tárolás közben esetleg rothadó rhizómákat azonnal el kell távolítani. Nedvesen nem szabad egymásra rétegezni őket a befüledés, rothadás veszélye végett (Gudmonné, 2008).

1. táblázat: Kána legfontosabb tulajdonságainak összefoglalása

Virágzás	Júniustól-Októberig
Virágok	Narancs, piros, sárga, liláskék lehet kétszínű pöttyös és csíkos is
Magasság	Cserepes fajták: 0,4-1m-ig Kerti fajták: 2m-ig
Növekedés	Nem télálló évelő gumós gyökértörzsszel Nagy egyenes levelekből áll, zöld, vörösesbarna színű
Termőhely	Napos, meleg, védett helyen
Felhasználás	Egzotikus, sűrű növekedésű cserepes, szabadföldi virág, közkedvelt növény parkokban

2.5. *Canna* spp. fajok

Világviszonylatban összesen kb. 50 kána fajt (*Canna* spp.) termesztene. Ilyen például a *Canna bangii*, *C. flaccida*, *C. glauca*, *C. iridiflora*, *C. jaegeriana*, *C. liliflora*, *C. paniculata*, *C. paniculata*, *C. pedunculata*, *C. tuerckheimii*, *C. amabilis*, *C. coccinea*, *C. compacta*, *C. discolor*, *C. jacobini flora*, *C. patens*, *C. pluri tuberosa*, *C. speciosa*, *C. stenthta*, *C. musifolia*, *C. rust*, *C. nutckheimii*, *C. indian*. A legjelentősebb fajok a *Canna x generalis* és a *Canna indica* (Mass, 2008).

2.5.1. *Canna x generalis*

A *Canna x generalis* egy hibrid faj, melyet, Amerika trópusain és szubtrópusi területein honos faj keresztezéséből állítottak elő. A talajban elágazó rhizómát nevel, melyek csúcsrügyeiből fejlődnek ki a hajtások. Ezek rövid szártagúak, rajtuk szárölelő levelekkel. A szár utolsó ízköze megnyúlik és fürtvirágzattal zár. Az egyes virágok nagy növések, alulról felfelé nyílnak. Termése toktermés, magja kemény. A levelek színe lehet zöld, bordó vagy tarka. A virágok általában öntisztulók. Nemesítésével 1920-tól Pohl Ferenc foglalkozott először Debrecenben (2. táblázat) (Gudmonné, 2008).

2. táblázat: *Canna x generalis* hazai fajtái Jankovich és Nagy (1978) alapján

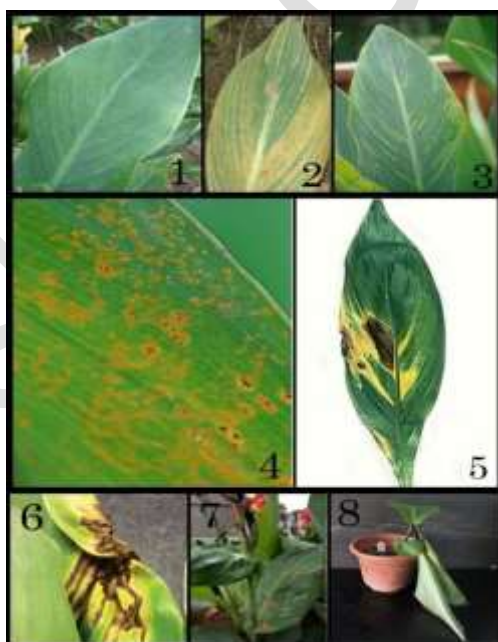
<i>C. generalis</i> hazai fajtái	Magassága	Tulajdonságai
'Aranyálom'	80-90 cm	Sziromleveleinek színe sötétsárga, aranysárga szegéllyel. Nagy virágú. Levelei nagyok, világoszöldek. Rhizómái nagy méretűek, sárgák, sok rügyet fejlesztenek
'Centenárium'	80-90 cm	Bronzosbarna levelei, szép díszítő értékkel rendelkeznek. Kénsárga virágai belül piros árnyalattal sávozottak. Rhizómái jól tűrik az átteleltetést, rügyei tavasszal gyorsan hajtanak.
'Csaba'	70 cm	Levelei nagyok, barna színűek. Virágai világospirosak. Sok virágot hoz, rhizómája sok hajtást fejleszt
'Csongor'	50 cm	Alacsony növekedésű, meggypiros virágú, korai fajta. Rhizómája apró, átteleltetésre érzékeny.
'Délibáb'	80 cm	Levél színe világosbarna. Virágai világos narancspirosak. Közepesen korai, gazdagon virágzó fajta. Rhizómái közepes méretűek, sárgák.
'Extra'	65-75 cm	Félig elálló levelei nagyok, zöld színűek. Paprikapiros virágainak szegélye aranysárga. Közepesen korán virágzó fajta. Előnye, hogy hajtva cserepes szobanövényként is tartható. Közepesen nagy rhizómája rózsaszínű. Gombabetegségekkel szemben ellenálló.
'Grácia'	65-75 cm	Közepes nagyságú levelei élénkzöldek. Virágai bíborpirosak, lila árnyalatba áthajlók. Rhizómája vöröseslila, hosszúka hengeres alakú.
'Pax'	70 cm	Nagyméretű piros virágai nagy tömegben és korán megjelennek. Levelei sötétzöldek, rhizómája rózsaszínű
'Pallag szépe'	70 cm	Levelei közepes méretűek, világoszöld színűek. Virágai rózsaszín alapon sárgával tarkázottak. Legkorábban virágzó fajta. Jól teleltethető és szaporítható.
'Pohl emléke'	50 cm	Barna színű levelekkel rendelkezik. Virágai korán nyílnak, baracksárgák. Alacsony növekedése miatt házikertekbe is kiválóan alkalmas. Rhizómája sárga.

2.5.2. *Canna indica*

A *Canna indica* a kánafélék (*Cannaceae*) családjába tartozó növény. Hazánkban leginkább az ehető kánát (*Canna indica*) és angol hibridjeit termesztik. Származási helye a Karib-szigetek, valamint Dél- és Közép-Amerika. Gumós gyöktörzzsel rendelkező évelő, mely igen különleges a cserpes, cserjés növények között, hosszú színezett levelével és levéltelen száron lévő nagy, egzotikus virágaival. Nem téltűrő gumós növény, ezért május végétől ültethető szabadföldre. Ősszel a hajtásokat visszavágása után, a gyökértörzs meleg helyen könnyen átteleltethető. Számos fajtája van, gyakori a kétszínű mintázat. Levellei vörös, bronz, barna, zöld színűek. Magasságuk 40 cm-től akár 2m-ig is terjedhet. Cserpes növényként az alacsony növésű fajtákat használják, ilyen például a *Canna indica* „Brilliant” a „Cherry Red”, „Golden Girl” (Hans-Werner, 2009).

2.6. A kána betegségei

A kána növénynek több jelentős kórokozója is van. Ezek a világ, jelentős kána termesztő országokban nagy gondokat okoznak, azonban Magyarországon nincs jelentős fertőzési veszély (Jankovich és Nagy, 1978). A vírusok okozta mozaikszerű levélszíneződés, a levelek bakteriális foltosodása és rothadása (2. ábra), a rhizómán rothadás és szürkepenész megjelenése okozza a legtöbb esetben a jelentős kárt. A fertőzött növényi részek/növények eltávolítása és a rothadásnak indult rizómák megsemmisítése a jellemző a védekezés során a legtöbb esetben (Hans-Werner, 2009).



2. ábra: *Canna* spp. növényen előforduló vírusos, baktériumos és gombás betegségek tünetei
(Internet 1.; Ubrizsy, 1965; Ying et al., 2022; Zhang et al., 2022; Yang et al., 2019)

(Tüneteket okozó kórokozók: 1. *Bean mosaic virus*, 2. *Canna yellow mottle virus*, 3. *Canna yellow streak virus*, 4. *Puccinia thalae*, 5. *Xanthomonas cannea*, 6. *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*, 7. *Enterobacter mori*, 8. *Dickeya zeae*)

2.6.1. Vírusos betegségek

Kána sárga tarkulása - *Canna yellow mottle virus* (CaYMV)

A kána sárga tarkulását a Távol-keleten és Észak-Amerikában már az 1930-as években leírták, napjainkban időnként hazánkban és a szomszédos országokban is megfigyelhető (Martinovich, 1975). Washingtonban, Grant megyében a vírus 2007 szeptemberében széles körben elterjedt a fontos tájképi elemet jelentő *Canna indica*-n (Pappu *et al.*, 2008). A növény levelein először két elágazó levél között klorotikus elszíneződés figyelhető meg, később orsószerű foltok, majd a főértől a levélszél felé haladó klorotikus csíkok láthatók. A levelek ráncosodnak, néha a foltok nekrotizálódnak és a virágok szirmai csíkossá válnak. A fertőzés a növényt gyengíti, de nem pusztítja el. A vírus terjesztésében egyes levéltetű fajoknak van szerepe, mint például *Aphis frangulae gossypii*, *Aphis mayidis*, *Macrosiphum euphorbia*, *Myzus persica* (Martinovich, 1975; Internet 1.)

Kána sárga csíkossága - *Canna yellow streak virus* (CaYSV)

A *Canna yellow streak virus*-t először az Egyesült Királyságban írtak le 2007-ben. Számos tünetet okoz a növényeken: satnyulást, torzulást és csíkossodást a leveleken, valamint színtörést a virágokban. Terjedése levéltetvekkel és mechanikai úton történik (Internet 1.).

Bab sárga mozaik - *Bean common mosaic virus* (BYMV)

Kannán kívül számos más gazdanövénye is ismert a vírusnak, mint például az *Iris* spp. vagy *Narcissus* spp. fajok. Elsődlegesen levéltetű-fajok terjesztik (Martinovich, 1975.) A fertőzés következtében mozaik foltokat, levél kanalasodást, másodlagos levélfejlődési rendellenességet okoz (Internet 2.).

Uborka mozaik - *Cucumber mosaic virus* (CMV)

Az uborka mozaikot okozó vírus széles gazdanövénykörrel rendelkezik. Közel 300 növényfajt fertőzhet meg, melyek között találhatóak dísnövények, zöldség-növények, fásszárú növények és gyomnövények is. A fertőzés következtében a leveleken klorotikus mozaikszerű elváltozás figyelhető meg. A vírust levéltetű fajok terjesztik, azonban mechanikai úton is átvihető egyik növényről a másikra (Martinovich, 1975).

Amarillisz mozaik - *Hippeastrum mosaic virus* (HiMV)

Az Amerikai Egyesült Államokban súlyos problémákat okozó vírus, kána növények gyakori betegsége. A vírust leggyakrabban levéltetvek terjesztik, de mechanikai sérülésen keresztül is átvihető a fertőzés. Mindenre kiterjedő tüneteket okoz a növényeken, elsősorban a lombzat kanalasodását, torzulását okozza, illetve klorotikus foltokat okoz a leveleken. A vírus legyengíti a növényt és akár a pusztulását is okozhatja (Martinovich, 1975).

Paradicsom magtalanság - *Tomato aspermy virus* (TAV)

A betegséget okozó vírus elsősorban zöldségekben jelenik meg, azonban levéltetvekkel a kána is megfertőzhetnek. A kórokozó a leveleken elszórtan mozaikszerű elszíneződést, és sárgulást okoz (Rajakaruna *et al.*, 2014).

2.6.2. Fitoplazmás betegség

Kána sárgulása-*Candidatus Phytoplasma asteris*

A betegséget a *Candidatus Phytoplasma asteris* okozza. Fertőzés esetén a levelek sárgulása, a virágok zöldülése és törpülése figyelhető meg (Martinovich, 1975). A fiatal levelek fejlődésében és a virágfejlődésben rendellenességet okoz a kórokozó (Internet 3.).

2.6.3. Baktériumos betegségek

A kána acidovoraxos betegsége-*Acidovorax avenae* subsp. *avenae*

A kórokozó tipikus tünetei a levélfoltok, melyek sötétbarna vagy fekete színűek, kezdetben vízzel átitatottak. Később a vizenyős foltok nekrotikus csíkokká alakulnak a levélerek mentén. A levélszéleken, a sztómákon, ritkább esetekben a sebeken, alakulnak ki. Egyes növényeken ezek a foltok nagyobb kiterjedésűek lesznek a levélen, míg másokon a levélszegélyekre vagy a levélvénák közé korlátozódnak (Internet 4.).

A kána xanthomonászos betegségei

Xanthomonas cannae

A kifejlett kána és a rhizómára egyaránt ártalmas. A növény levelén vízzel átitatott, erek között hosszan elnyúló foltokat okoz, melyek később sárgulnak, barnulnak. A foltokból váladék, baktériumnyálka törhet elő. A levelek torzulnak, összezsugorodnak. A betegség tovább terjedhet levélnyélre, szárra és a fiatal rügyekre is. A fertőzés még a ki nem fejlett, összezsugorodott levelekben megy végbe a légzőnyílásokon keresztül. A fertőzött virágrügyek befeketednek és elszáradnak (Ubrizsy, 1965).

Xanthomonas campestris pv. *musacearum*

A *X. campestris* pv. *musacearum* főbb ismert gazdanövényei a banán, útifű és az abesszin banán. Azonban több vizsgálat alátámasztotta, hogy a kórokozó gazdanövényei igen változatosak, és nem korlátozódnak a *Musaceae* családra (Yirgou és Bradbury, 1968). Képes a *Cannaceae* családba tartozó egyszikűeket is megfertőzni, így a *Canna indica*-t, (Aritua et al., 2008), illetve Karamura (2012) vizsgálatai alapján a kukoricára és a cukornádra is patogénnek bizonyult. A fertőzés hatására a levelek sárgulása, rothadása figyelhető meg (Chala et al., 2016).

Kána növényen előforduló egyéb baktériumfajok

Enterobacter mori

2021 tavaszán Kínában *Canna indica* növényeken súlyos gazdasági kárt tapasztaltak mind a fiatal, mind az idősebb leveleken. Kezdetben vízzel átitatott foltokat figyeltek meg, melyek növekedtek, klorotikus elszíneződést mutattak, majd nekrotizálódtak. A morfológiai és molekuláris vizsgálatok alapján az *Enterobacter mori* kórokozót azonosították a tüneteket mutató növényekről (Zhang et al., 2022).

Dickeya (Erwinia) zeae

Kínában, ahol a *Canna edulis* fontos gazdasági növény, 2017 nyarán bakteriális lágy rothadásra utaló tüneteket találtak. A száron sötét, vízzel átitatott nekrotikus elváltozásokat tapasztaltak, melyek később gyorsan növekedtek. A szár szövetei rothadni kezdtek, ami a növények dőléséhez, pusztulásához vezetett. A léziókból nedves körülmények között baktérium nyálka megjelenését figyelték meg (Yang *et al.*, 2019).

2.6.4. Gombás betegségek

Kána rozsdá- *Puccinia thaliae*, *Puccinia cannacearum*

Főként az Amerikai Egyesült Államokban fordul elő a *Puccinia thaliae* által okozott kána rozsdá betegség. A betegség főként esős időben és öntözött területeken fordul elő. Hazánkban eddig még nem okoz problémát, azonban mivel Magyarországon is csak öntözött körülmények között termesztethető a kána, a jövőben számíthatunk a kórokozó megjelenésére. Elsősorban a leveleket fertőzi a kórokozó, valamint csökkenti a növény díszítő értékét, növekedését és virágzását is (Bruschat, 1983). *Canna indica*-n először Malajziában 2019-ben írták le a betegséget. A tünetek a levél színén kezdetben szétszórta elhelyezkedő, apró narancssárga uredopustulák. A betegség előrehaladtával a leveleket nagy kiterjedésben borítják a barna színű teleutospórák. Emellett a levelek barnulnak és nekrotizálódnak (Ying *et al.*, 2022). A *Puccinia cannacearum* hasonló tüneteket okoz, mint a *Puccinia thaliae*. A leveleken sárga-narancssárga uredotelepek jelennek meg, melyek súlyos fertőzés esetében a szár és a virágzat tengelyén is megtalálhatók (Bagyanarayana and Ramesh, 1999).

Rizóma rothadás

Téli tárolás során a rhizómák rothadása gyakori, ami főként a vágási felületen alakul ki (Martinovich, 1975). A vágási felületeket faszénnel lekenve csökkenthetjük a kártételt. A nem megfelelő körülmények mellett számos kórokozó fertőzheti meg a növényi részeket, mint például a *Sclerotinium rolfsii*, *Fusarium* spp. vagy *Botrytis* spp., melyek a rhizóma rothadását okozhatják (Rausch, 2005; Internet 5.).

2.7. *Pseudomonas* nemzetség jellemzése

A *Pseudomonas* nemzetségbe tartozó baktériumok pálcika alakúak és Gram-negatívak. Aerobok, oxidáz- negatívak vagy pozitívak, kataláz-pozitívak és rendelkeznek egy poláris flagellummal. Flagellumuk elhelyezkedése monopoláris, monotrich vagy politrich. A legtöbbjük oxidáz negatív, de vannak oxidáz pozitívak is. A nemzetségbe tartozó fajok legnagyobb része zöld, fluoreszcens pigmentet képez, például a *Pseudomonas syringae* patotípusai, azonban más fajok, például *Pseudomonas allicola* nem termelnek pigmenteket. A nemzetségbe számtalan baktériumfaj tartozik, melyek főként levélerek által határolt foltokat okoznak. A száron és a termésen is megjelenhetnek a tünetek kerek vagy ovális foltok formájában (Glits és Folk, 2001).

Az aerob proteobaktériumok jellegzetes, legnagyobb és élettanilag legsokoldalúbb nemzetsége a *Pseudomonas*. Számos vegyületet, többek között a szteroidokat, a szénhidrogéneket és a kondenzált gyűrűs heterociklusos vegyületeket is képesek tápanyagforrásként felhasználni, amelyeket kevés más baktérium tud lebontani. A nemzetségbe közel 200 faj tartozik (Willey *et al.*, 2008), melyek széles körben megtalálhatóak környezetünkben. Változatossága miatt általános jellemzést nehéz róla adni (Euzéby, 1997). A *Pseudomonas*

törzsek lehetnek növény-, gomba-, állat-, vagy humánpatogének. Szaprofita és endofita életmódot egyaránt folytathatnak. *In vitro* körülmények között többnyire jól tenyésztethetők. A fenotipikus azonosítás és a genom szekvenálás módszereivel pedig számos eddig még nem ismert faj azonosítására van lehetőség (Palleroni, 2005). Általában a sejtet kívülről egy vastag poliszacharid tok borítja a természetben igen elterjedt szaprofita mivolta miatt. Többnyire talajban, természetes vizekben fordulnak elő, de növényekben is megtalálhatóak. Életkörülményeihez nincs szüksége különleges paraméterekre (Krieg és Noel, 1984). Széles hőmérséklet tartományban képesek fennmaradni. Szaporodásukhoz nem igényelnek különleges feltételeket (Heszky *et al.*, 2005). A *Pseudomonas* nemzetséget gyakran alkalmazzák a biológiai védekezésben. Ezek segítenek a növényi kórokozók növekedését megállítani és a szaporodásukat megakadályozni (Haas és Defago, 2005).

A nemzetség az egyik legnagyobb fajszámmal jellemezhető növénypatogén baktérium nemzetség, ami évről évre növekvő tendenciát mutat. Az elismert fajok száma jelenleg 220 (Parte, 2018), melyek hat fajkomplexbe -*P. fluorescens*, *P. syringae*, *P. putida*, *P. stutzeri*, *P. aeruginosa*, *P. pertucinogena*, *P. chlororaphis* sorolhatók (Palleroni, 1984).

2.8. *Pseudomonas syringae* fajkomplex jellemzése

A fajkomplex a nevét az orgonáról (*Syringa vulgaris*) kapta, amiről először izolálták a kórokozót (Krieg *et al.*, 1984). Világszerte a legjelentősebb fitopatogén baktériumcsoportnak tekintik, kiemelkedő kutatási modell- és gazdaságilag fontos fajokkal és alfajokkal (Mansfield *et al.*, 2012). A fajkomplex 15 különböző *Pseudomonas* fajt - *P. syringae*, *P. congelans*, *P. cerasi*, *P. avellanae*, *P. cannabina*, *P. amygdali*, *P. savastanoi*, *P. caricapapayae*, *P. viridiflava*, *P. cichorii*, *P. caspiana*, *P. tomato*, *P. coriandricola*, *P. coronafaciens*, *P. asturiensis*-foglal magába (Berge *et al.*, 2014; Gomila *et al.*, 2017), ami számtalan patotípussal egészül ki. A *Pseudomonas syringae* (Ps) törzset 9 csoportba lehet osztani (3. táblázat) (Gardan *et al.*, 1999).

Pseudomonas syringae fajkomplexbe azok a baktériumok találhatók, amelyek Gram-negatívak, pálcika alakúak, poláris flagellumokkal rendelkeznek. (Baltrus *et al.*, 2017). A *Pseudomonas syringe* szinte a világ minden kontinensén elterjedt faj (3. ábra). A *Pseudomonas* nemzetség fluoreszkáló csoportjában a növényi kórokozók meghatározására különböző differenciál értéket vizsgálnak. A fajokat az 5 fluoreszcens csoport egyikébe lehet helyezni a következő vizsgálatok alapján: Levan termelés, Oxidáz aktivitás, burgonya (Potato) rothadási képessége, az Arginin-dihidroláz előállítása és a dohányonvényen (Tobacco) végzett hiperszenzitív reakció vizsgálat, amit LOPAT tesztnek nevezünk (Lelliott *et al.*, 1966.). A *Pseudomonas syringae* a növényi patogének egyik archetípusa. Környezeti igényük szempontjából a tágtűrős kórokozókhoz tartoznak. Mindenhol jelenlevő epifita baktériumok tartoznak ebbe a fajkomplexbe (Morris *et al.*, 2013). A faj patovarietásai több különböző taxonba tartozó növényt képesek megfertőzni. A baktériumok leginkább a sztomákon keresztül fertőznek. A tünetek a leveleken megjelenő foltoktól a száron megjelenő rákos daganatokig terjednek. Rezisztens növényekben a baktérium hiperszenzitív reakciót vált ki (Melotto *et al.*, 2006).

3. táblázat: *Pseudomonas syringae* patotípusai (Gardan *et al.*, 1999)

Csoport	A kórokozó neve	Csoport	A kórokozó neve
1.	<i>Ps pv. syringae</i>	3.	<i>Ps pv. tomato</i>
	<i>Ps pv. papulans</i>		<i>Ps pv. persicae</i>
	<i>Ps pv. pisi</i>		<i>Ps pv. antirrhini</i>
	<i>Pss pv. atrofaciens</i>		<i>Ps pv. maculicola</i>
	<i>Ps pv. aptata</i>		<i>Ps pv. viburni</i>
	<i>Ps pv. lapsa</i>		<i>Ps pv. berberidis</i>
	<i>Ps pv. aceris</i>		<i>Ps pv. apii</i>
	<i>Ps pv. panici</i>		<i>Ps pv. delphinii</i>
	<i>Ps pv. japonica</i>		<i>Ps pv. passiflorae</i>
	<i>Ps pv. dysoxyl</i>		<i>Ps pv. philadelphi</i>
	<i>Ps pv. phaseolica*</i>		<i>Ps pv. primulae</i>
2.	<i>Ps pv. ulmi**</i>	4.***	<i>Ps pv. porri</i>
	<i>Ps pv. mori**</i>		<i>Ps pv. garcae</i>
	<i>Ps pv. lachrymans*</i>		<i>Ps pv. striafaciens</i>
	<i>Ps pv. sesami**</i>		<i>Ps pv. atropurpurea</i>
	<i>Ps pv. tabaci**</i>		<i>Ps pv. oryzae</i>
	<i>Ps pv. morsprunorum**</i>		<i>Ps pv. zizaniae</i>
	<i>Ps pv. glycinea*</i>		
5.	<i>Ps pv. tremae</i>	6.	<i>Ps pv. ribicola</i>
	<i>Ps pv. ciccaronei**</i>	7.	<i>Ps pv. taetis</i>
	<i>Ps pv. eriobotryae**</i>		<i>Ps pv. helianthi</i>
	<i>Ps pv. mellea**</i>	8.	<i>Ps pv. theae</i>
	<i>Ps pv. aesculi**</i>	9.****	<i>Ps pv. cannabina</i>
	<i>Ps pv. hibisci**</i>		
	<i>Ps pv. myricae**</i>		
	<i>Ps pv. photiniae**</i>		
	<i>Ps pv. dendropanacis**</i>		

*Átsorolásra került a *P. savastanoi* patotípusai közé; **átsorolásra került a *P. amygdali* patotípusai közé; ***A 4. csoport átsorolásra került a *P. coronafaciens* patotípusai közé; *****P. cannabina*-ként már nem *P. syringae* patotípusa



3. ábra: *Pseudomonas syringae* elterjedése (Internet 6.)

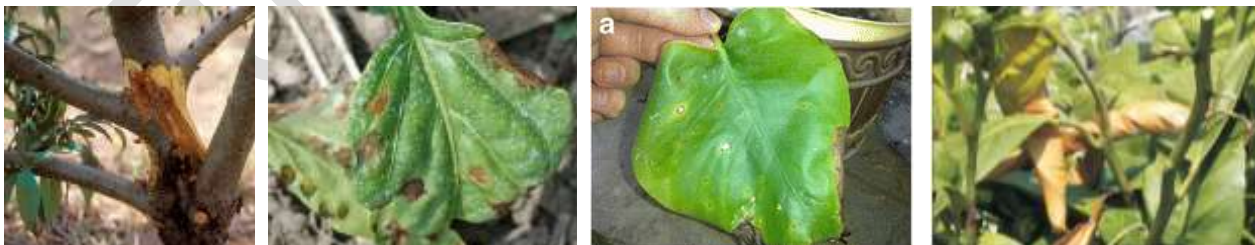
2.9. Kánáról izolált baktériumfajok jellemzése

A következőkben a *Pseudomonas syringae* fajkomplex-be tartozó fajok közül, a dolgozat tárgyát képező, kánáról izolált baktériumfajokat részletezzük.

2.9.1. *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*

A *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* a gutaütés egyik kórokozójaként tartják számon. A kórokozó megjelenése a kajszi ültetvényekben a legjelentősebb (4. ábra), de rendszeresen előfordul őszibarack, mandula, meggy, cseresznye és szilva ültetvényben is. A csonthéjasokon kívül még több mint 40 más növényfajt károsít, köztük fontos dísz- és zöldségnövényeket (4. ábra) (Nordeen and Currier, 1983). A kórokozó által okozott tünetek a leveleken, fás részeken és a generatív részekben egyaránt megjelenhetnek. Leggyakrabban a leveleken okoz foltokat a baktérium, melyek folyamatosan növekednek az egész levéllemezre kiterjedve levél elhalást okoznak. Az idősebb ágakon rákos sebek alakulhatnak ki. A virágrészekben és a gyümölcsökön ritkábban figyelehtők meg a tünetek, mint például a bab hüvelyek gyűrűs foltossága vagy a citrusfélék gyümölcseinek foltosodása (Bradbury, 1986).

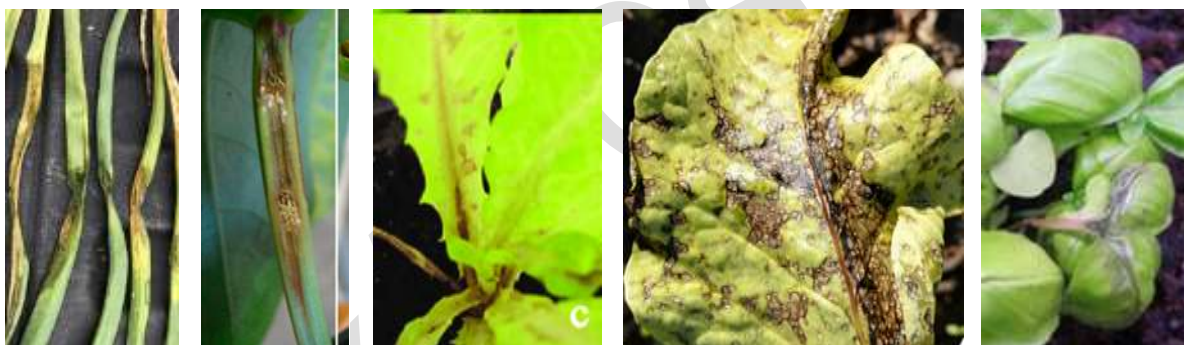
A *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* csak a számára optimális körülmények között mutat fitopatogén tulajdonságokat (Bessenyei, 2006). Művelőeszköz, metszési felületeken vagy állatok által okozott sebzéseken keresztül november végétől március elejéig fertőz. A baktérium a kambiumban és a háncsszövetben csapadékos időben szaporodik fel. Itt a téli fagyok alatt a baktérium a jégkristályok közepét, magját alkotja, melynek így több esélye van a fagykárosodásra, az alacsonyabb fagyáspont által pedig a teljes elfagyásra is. A legfőbb védekezési mód a baktérium életciklusának ismeretében megválasztott helyes metszési időpont. A metszést lehetőség szerint a rügypattanás és a virágzás közötti időszakban kell elvégezni. Ha a metszést rügypattanás előtt végezzük, mindenképp alkalmazzunk lemosó permetezést réztartalmú szerrel, így a nagyobb sebzéseken keresztül történő fertőződés sebkezelő szer használatával elkerülhető (Glits *et al.*, 1997). A *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*-nek van paradicsomot és paprikát fertőző fiziológiai rassza is. Ezeknél a fertőzési forrás a növénymaradvány, ami a szik- és lombleveleket egyaránt fertőzi, ha megfelelő időjárási feltételek vannak. A hirtelen lehűlés csapadékos időjárással társulva kedvez a kórokozó megtelepedésének és a betegség kialakulásának (Glits *et al.*, 2001).



4. ábra: *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* tünetei különböző gazdanövényeken (balról jobbra haladva): kajszi fás részein (Internet 7.), paprika levelén (Internet 8.), filodendron levelén (Ivanović *et al.*, 2018) és mandarin növényen (Ivanović *et al.*, 2017)

2.9.2. *Pseudomonas viridiflava*

A *Pseudomonas viridiflava* a mezőgazdaságban és a természetes vízi élőhelyeken is széles elterjedési területtel jellemezhető, melyek fenotípusosan nagyrészt homogének. A kórokozó fontos tulajdonságai a következők: Gram-negatív, fluoreszcens, aerob, mozgékony, pálcika alakú, oxidáz-negatív, arginin-dihidroláz-negatív, burgonyarothadás pozitív (vagy negatív), dohány túlérzékenységi pozitív (Lipps *et al.*, 2022). A *Pseudomonas viridiflava* törzsek pektolitikus aktivitásának hiányát a fázisváltozás előfordulásának tulajdonították, ami valószínűleg megzavarja a mellolitikus aktivitás kifejeződését, így a burgonya lágy rothadása kiszámíthatatlan diagnosztikai jellemzővé válik ebben a csoportban (Bartoli *et al.*, 2014). Genetikailag nagyon változatos opportunista kórokozó. Képes megfertőzni mind az egyszikű, mind a kétszikű gazdaszervezetek. Számos jelentős járványkitörést okozott szántóföldi és kertészeti növényeken a századforduló óta. Azonban számos környezeti forrásból izolálták, például tünetmentes vadon élő növényekről, hóból és epilítikus biofilmekről (Lipps *et al.*, 2022). A *Pseudomonas viridiflava*, növénypatogén törzsei zöldségféléket, gyümölcsfákat és gyógynövényeket egyaránt károsítanak (5. ábra). Többféle tünetet okozhatnak (5. ábra; 1. melléklet), többek között a leveleken rendellenes elszíneződést, nekrotikus foltokat, hajtás rákos elváltozását, kéreg elszíneződést, gyümölcsökön varasodást, illetve rothadás a föld feletti és alatti növényi részekben (Bophela *et al.*, 2020).



5.ábra: *Pseudomonas viridiflava* tünete (balról jobbra haladva) hagymalevelén (Mei *et al.*, 2021), bab szárán (Lipps *et al.*, 2022), saláta levelén (Orel, 2020) cukorrépa levelén (Merkely, 2020) és bazsalikom (Végh *et al.*, 2012)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A vizsgálat helye és ideje

A foltbetegséget mutató növényi minta gyűjtése gödöllői közterületi virágágyásból történt. A begyűjtött minták fertőtlenítése, a kórokozó izolálása és fenntartása, a klasszikus és molekuláris azonosítás a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék laboratóriumában történt 2020 és 2023 között.

3.2. A vizsgálat anyaga

3.2.1. Izolátumok

A foltbetegséget mutató kána növény leveléről munkánk során két izolátumot tudtunk tiszta tenyészetbe hozni. A felhasznált izolátumok paramétereit az 4. táblázat foglalja össze.

4. táblázat: Vizsgált izolátumok paramétereit

Izolátum kód	Növényi rész	Gyűjtés helye	Gyűjtés ideje	Gyűjtötte
K3	Levél	Budapest	2020	Salamon Pál
K4	Levél	Budapest	2020	Salamon Pál

3.2.2. Baktériumok fenntartása, tenyésztése

A baktériumok izolálásához, tenyésztéséhez King-B táptalajt használtunk (King *et al.*, 1954), mely összetétele 36 g King-B agar, 5 ml glycerol és 1 l H₂O. A fenntartás két formában történt: King-B táptalajon szobahőmérsékleten, illetve glycerolos konzerváló folyadékban -20 °C-on és -70 °C-on. A konzerváló folyadék az alábbi komponenseket tartalmazza: 3 g Beef extract, 5 g pepton, 20 g glycerol, 1 l H₂O.

A LOPAT teszt során a Levan tulajdonságot 5%-os szacharózt tartalmazó táptalajon vizsgáltuk, amely összetétele: 1 l H₂O, 23 g nutrier agar, 50 g szacharóz. Az arginin-dihidroláz bontásához használt táptalaj az alábbi komponenseket tartalmazza: 1 l H₂O, 1 g pepton, 5g NaC, 0,3 g K₂HPO₄, 0,010 g fenolvörös, 10g L-Arginin, 3g agar (Lelliott *et al.*, 1966).

3.2.3. Növényanyag

A hiperszenzitív reakció vizsgálatához dohánynövényt (*Nicotiana tabacum* L. cv. *Xanthi*) használtunk. A kórokozó patogenitási vizsgálatához piacon vásárolt kánát és házi kertből szedett leveleket használtunk. A LOPAT tesztben használt burgonyát bevásárló központban vásároltuk.

3.2.4. 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.

3.3. A vizsgálat módszere

3.3.1. Kórokozó izolálása, tenyésztése

A kórokozókat egy közterületen lévő növényágyásban, levélfoltokat mutató növény leveléről izoláltuk. A tüneteket mutató leveleket alkohollal fertőtlenítettük, ezután steril fülkében az egészséges és a fertőzött növényi rész határáról mintát vettünk. A növényi szövetet steril desztillált vízzel homogenizáltuk, majd steril King-B táptalajon szélesztettük. 2-3 napig szobahőmérsékleten inkubáltuk a tenyészeteket, amelyekről a különálló kolóniákat steril táptalajra helyeztük. Ezekből hoztuk létre a tiszta tenyészeteket, melyeket a későbbiekben folyamatosan fenntartottunk (Schaad, 1980).

3.3.2. A baktérium szuszpenzió előállítása

A baktérium szuszpenziót 24 órás, 26 °C-on tartott tiszta tenyészetből állítottuk elő. A szuszpenziót desztillált vízzel kalibrált spektrofotométerrel 540 nm-en, 5×10^7 sejt/ml töménységre állítottuk be.

3.4. A kórokozó azonosításának klasszikus módszerei

3.4.1. Gram tulajdonság

A Gram tulajdonság meghatározása fontos klasszikus vizsgálati módszer egy baktérium azonosításához. A módszernek a lényege, hogy a Gram-negatív baktériumok sejtfala lúgos oldatban gyorsan feloldódik és a dezoxiribonukleinsav nyúlós állagú lesz, melyet egy fogpiszkáló segítségével könnyen ellenőrizhetünk (Suslow *et al*, 1981). A teszt elvégzéséhez steril boxban, 24 órás tenyészetekből származó baktériumkolóniát használtunk, amelyeket steril tárgylemezre helyeztünk. Ezt követően 3%-os KOH oldatot adtunk hozzá, majd homogenizáltuk. Abban az esetben, ha a kórokozó sejtfalát feloldotta a KOH oldat, a keverék nyúlós állagú lett. Ez azt jelenti, hogy a baktérium Gram-negatív. A Gram-pozitív baktériumok esetében az keverék vizes állagú marad, mivel a KOH oldat nem oldotta fel a baktérium sejtfalát.

3.4.2. Biokémiai tulajdonságok vizsgálata

A Biomérieux (France) által forgalmazott API 20NE gyorsteszt nem tápanyagigényes, nem enterális, Gram-negatív baktériumok biokémiai tulajdonságainak meghatározására szolgál. A tesztcsík dehidratált szubsztrátokat tartalmazó 20 mikrocsőből áll, ami 8 hagyományos tesztet és 12 asszimilációs tesztet tartalmaz (6. ábra). A mikrocsővek az inkubálás során színváltozást mutatnak, mely spontán vagy reagensek hozzáadásával következik be. A vizsgálat során a gyártó előírásának megfelelően jártunk el. Minden mikrocsőbe 5×10^7 sejt/ml töménységű baktérium szuszpenziót mértünk, és szobahőmérsékleten inkubáltuk. 24 órát követően a megfelelő reagensek hozzáadásával a gyártó által megadott színkódok alapján értékeltük az eredményeket.



6. ábra: API 20NE teszt

3.3.3. Patogenitási teszt

Az izolátumok patogenitását kána növényen és leveleken vizsgáltuk (7. ábra). A fertőzés előtt 70%-os alkohollal fertőtlenítettük a növényi részeket, majd 5×10^7 sejt/ml töménységű baktérium szuszpenzióval fertőztük a növényeket. A fertőzés során két módszert alkalmaztunk: a levél színét steril injekciós tűvel sértettük és a levél fonákot steril ecset felhasználásával ecseteltük. Kontroll növény esetében steril desztillált vízzel történt a kezelés. A fertőzést követően a növényeket párakamrába helyeztük, ahol szobahőmérsékleten 90-100% relatív páratartalmat biztosítottunk számukra (Koch, 1876).



7. ábra: Kána levél és növény mesterséges fertőzése az inokulálás napján

3.3.4. LOPAT teszt

A LOPAT teszt (Levan termelés, Oxidáz aktivitás, burgonya (Potato) rothadási képessége, az Arginin-dihidroláz előállítás és a dohánynövényen (Tobacco) végzett hiperszenzitív reakció vizsgálat) a *Pseudomonas* fajok közötti különbségek kimutatására szolgál (8. ábra), melyeket ezen tulajdonságok alapján öt csoportba (Ia, Ib; II; III; IVa, IVb; Va, Vb) különítenek el (2. melléklet). A LOPAT teszt öt különböző vizsgálatból áll (Klement, 1963; Lelliott *et al.*, 1966; Schaad *et al.*, 2001).

- **Levan:** A teszt során az 5%-os szacharózt tartalmazó táptalajon a baktériumot 25 °C-on, 48 órán keresztül inkubáltuk. A teszt pozitív, ha nagy, fehér, kidomborodó, kolóniák képződnek.
- **Oxidáz:** Az oxidáz tulajdonságot a Biolab által forgalmazott oxidáz-tesztcsíkkal határoztuk meg. A tesztcsíkra, friss baktérium tenyészetekből fogpiszkáló segítségével kolóniákat tettünk, majd 5-10 másodperc elteltével értékeltük a tesztet a színváltozásnak megfelelően. Ha nincs változás, a reakció negatív, ha rózsaszínes lilás a színváltozás, akkor pozitív a reakció.

- **Potato:** A teszt elvégzéséhez steril petri csészébe, 70%-os alkohollal fertőtlenített, ujjnyi vastagságú burgonya szeleteket helyeztünk. A burgonya szeletekbe a baktériumot steril fogpiszkáló segítségével juttattuk be. A kontroll szeleteket desztillált vízzel fertőztük. A burgonya szeleteket 26°C-on, 90%-os relatív páratartalom mellett 7 napig inkubáltuk. A teszt akkor pozitív, ha a burgonyaszelet rohadásnak indul a szúrás helyén és környékén. (Kaluzna *et al.*, 2012).
- **Arginin:** Az arginin-dihidroláz (ADH) táptalajból 4 ml-t steril kémcsőbe öntöttünk. A megszilárdult táptalajba oltókacs segítségével baktériumot juttattunk. Ezután paraffinolajjal lezártuk és 27 °C-on 3-4 napig inkubáltuk a kémcsöveket. A teszt akkor pozitív, ha a táptalaj narancsszínűvé válik. Színváltozás elmaradása esetén az eredmény negatív.
- **Tobacco:** A hyperszenzitív reakció indukáló képesség vizsgálatához 5×10^7 sejt/ml mennyiségű baktérium szuszpenziót injektáltunk dohánynövény (*Nicotiana tabacum* L. cv. *Xanthi*) levelébe fecskendővel (Klement, 1963). 24-48 óra elteltével a fertőzés helyén szöveti nekrosis figyelhetünk meg.



8. ábra: LOPAT teszt vizsgálatai a laboratóriumban

3.5 A kórokozó azonosításának molekuláris módszere

Polimeráz-lánreakció (PCR) során a kórokozó 16S rRNS (Clarridge, 2004) és *syrB* és *syrD* (Sorensen *et al.*, 1998) régióit vizsgáltuk. A 16S rRNS gént 63F (5'-CAGGCCTAACACATGCAAGTC-3') és 1389R (5'-ACGGGCGGTGTGTACAAG-3'), a *syrB* gént *syrB1* (5'-CTTTCCGTGGTCTTGATGAGG-3') és *syrB2* (15'-TCGATTTTG CCGTGATGAGTC -3'), a *syrD* gént *syrD1* (5'-AAACCAAGCAAGAGAAGAAGG-3') és *syrD2* (5'-GGCAATACCGAACAGGAACAC-3') primer párok felhasználásával szaporítottuk fel. A PCR-t Mastercycler Eppendorf flexlid típusú PCR készülékben végeztük (9. ábra).

PCR elegy összetevői 25 µl végtérfogatra 12,5 µl Master Mix, 10 µl H₂O, 0,5 µl forward primer (20 µmolos), 0,5 µl revers primer (20 µmolos), 2 µl DNS (szuszpenzió). A PCR reakció 5 szakaszból épül fel, amit az 5. táblázat szemléltet.

5. táblázat: A vizsgált különböző génszakaszok PCR paraméterei

Szakasz elnevezése	16S rRNS gén			syrB és syrD gén		
	Hőmérséklet (°C)	Időtartam (min-perc; mp-másodperc)	Ismétlés	Hőmérséklet (°C)	Időtartam (min-perc; mp-másodperc)	Ismétlés
1. Elődenaturáció	94	5 min	1	94	5 min	1
2. Denaturáció	94	15 mp	35	94	90 mp	35
3. Anelláció	55	30 mp		60	90 mp	
4. Polimerizáció	72	90 mp		72	180 mp	
5. Polimerizáció	72	10 min	1	72	10 min	1



9. ábra: Mastercycler Eppendorf flexlid típusú PCR készülék



10. ábra: Gélelektroforézis

Gélelektroforézis

A PCR termékeket 1%-os agaróz gélen futtattuk, melyet vízszintes mini elektroforézis készülékben választottuk el 1 %-os TBE pufferben (12,11 g Tris; 5,135 g bórsav; 0,372 g EDTA; 1000 ml desztillált vízben). A méréshez 1 kb-os GeneRuler létrát használtunk. A nukleinsav frakciókat UV fényben olvastuk le (10. ábra).

PCR termék tisztítás és szekvencianalízis

Az amplifikációt követően a termékét a High Pure PCR Product Purification Kit segítségével tisztítottuk a gyártó utasításai szerint. A tisztított PCR termékek koncentrációját NanoDrop 2000c spektrofotométerrel mértük, majd Hollandiába a Base Clear BV céghez és Gödöllőre a Biomi Kft.-hez küldtük direkt szekvencia meghatározásra. A szekvenciák elemzéséhez és összeillesztéséhez a CLC Genomics workbench 6.8.1. (CLC Bio A/S, Cambridge, MA) software csomagot és NCBI Genbank adatbázisát használtuk.

4. EREDMÉNYEK

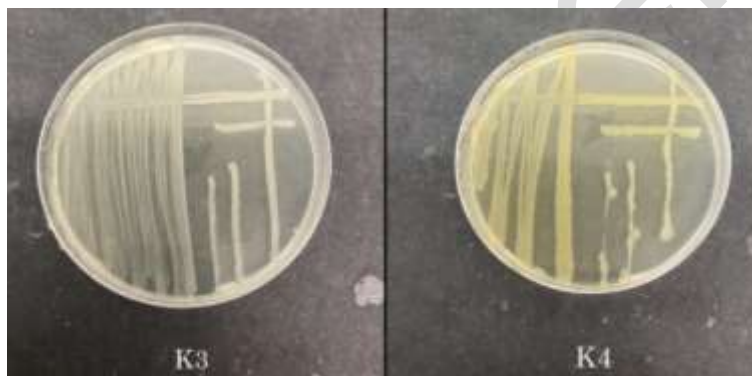
4.1. Kórokozó izolálása, tenyésztése

A baktériumos betegségre utaló tüneteket mutató *Canna* spp. leveleken előforduló foltokból hat tiszta tenyészetet (K1-K6) hoztunk létre. Vizsgálatainkban csak a K3 és K4 izolátumot azonosítottuk klasszikus és molekuláris módszerekkel.

4.2. A kórokozók azonosítása klasszikus módszerekkel

4.2.1. A tenyészbélyegek megállapítása

Mindkét izolátum (K3, K4) King-B táptalajon könnyen tenyészthető volt. A kolóniák apró, szabálytalan szegélyű, kemelkedő telepeket alkottak. A K3-as izolátum zöldes, a K4-es izolátum sárgás-zöld színű tenyészbélyeggel jellemezhető (11. ábra). A baktériumok fluoreszcens pigmentet termeltek és a táptalajba diffundáltak.



11. ábra: K3 és K4 izolátumok tenyésztete King-B táptalajon

4.2.2. A Gram-féle tulajdonság

Az izolátumok tenyészetéből származó baktérium kolóniát tárgylemezre helyeztük, majd 3%-os KOH oldatot csepegtettünk mindegyikre, ezután steril fogpiszkáló segítségével homogenizáltuk. Az elegy nyúlós állagúvá vált, mivel a vizsgálat során a kórokozó sejtfalát feloldotta a KOH oldat (12. ábra). Így alátámasztottuk, hogy a vizsgált izolátumok (K3, K4) Gram-negatív tulajdonságúak.



12. ábra: Gram-féle tulajdonság vizsgálata (Fotó: Fodor, 2022)

4.2.3. A kórokozó biokémiai jellemzői

Az izolátumok biokémiai tulajdonságainak vizsgálatát API20 NE kittel (France, Biomerieux) hasonlítottuk össze (13. ábra).



13. ábra: API20NE teszt

Mindkét izolátum (K3, K4) esetében pozitív reakciókat kaptunk a D-glükóz (GLU), L-arginin (ADH), karbamid (URE), eszskulin (ESC), zselatin (GEL), L-arabinóz (ARA), D-mannóz (MNE), D-mannitol (MAN), K-glükonát (GNT), kaprilsav (CAP), almasav (MLT) és a Na-citrát (CIT) teszteken. Negatív tulajdonságokat mutatott mindkét izolátum a nitrát-redukció (NO_3), indol (TRP), β -galaktozidáz (PNPG), D-maltóz (MAL) és a fenil-ecetsav (PAC) reakciókban. Az izolátumok két tulajdonságban különböztek egymástól: N-acetil-glükózamin (NAG) és az adipinsav (ADI) teszteken a K3-as izolátum negatív, míg a K4-es izolátum pozitív reakciót mutatott (6. táblázat).

6. táblázat: API20 NE teszt eredménye

	NO_3	TRP	GLU	ADH	URE	ESC	GEL	PNPG	GLU	ARA
K3	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+
K4	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+
	MNE	MAN	NAG	MAL	GNT	CAP	ADI	MLT	CIT	PAC
K3	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-
K4	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-

4.2.4. Patogenitási teszt

A patogenitási teszthez *Canna* spp. növényt vásároltunk és leveleket gyűjtöttünk, melyeket mindkét izolátummal megfertőztünk. A K3 izolátum esetében az első tünetek a fertőzés utáni 5. napon jelentkeztek, az inokulálás helyén (14. ábra). A fertőzött leveleken szabálytalan alakú, középen kivilágosodó foltokat, majd később a foltok sárgulását és barnulását tapasztaltuk. A mesterségesen fertőzött levelekről visszaizoláltuk a kórokozókat,

és igazoltuk a Koch posztulátumokat. A K4-es izolátum esetében a fertőzés helyén nem alakultak ki tünetek a fertőzéstől számított 14 napig. A kontroll növény esetében elváltozásokat nem tapasztaltunk (14. ábra).



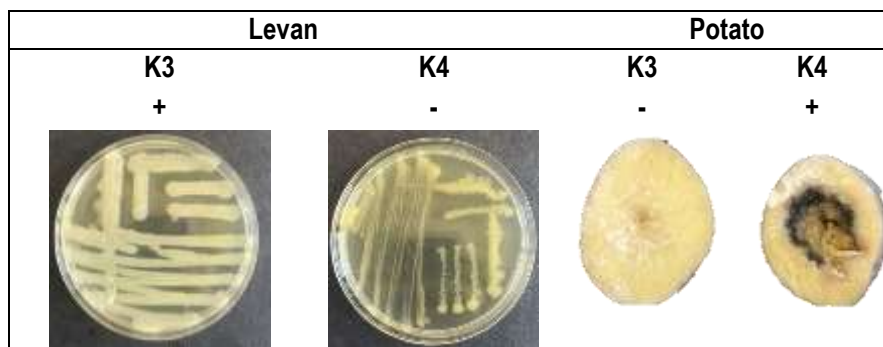
14. ábra: Patogenitási teszt eredménye az inokulálást követő 5. napon (K- kontroll) (Fotó: Fodor, 2022)

4.2.5. LOPAT teszt

LOPAT teszt során mindkét izolátum (K3, K4) esetében dohánynövényen végzett hiperszenzitív reakció során pozitív eredményt kaptunk, mivel gyors szöveti nekrozist okoztak a leveleken az inokulálást követő 36 óra múlva. A vizsgált baktériumok oxidáz teszt és arginin – dihidroláz vizsgálatokban negatív eredményt mutattak, melyek során sem a tesztcsíkon, sem a táptalajon nem következett be színváltozás. Az izolátumok a LOPAT teszt két vizsgálatában eltérést mutattak: a K3-as izolátum leván pozitív, illetve a K4-es izolátum a burgonyaszeletet rohasztotta (7. táblázat, 15. ábra). A K3 izolátum a LOPAT Ia csoportba, a K4 izolátum a LOPAT II. csoportba sorolható (2. melléklet).

7. táblázat: Izolátumok (K3, K4) LOPAT teszt eredményei

	L	O	P	A	T
K3 izolátum	+	-	-	-	+
K4 izolátum	-	-	+	-	+



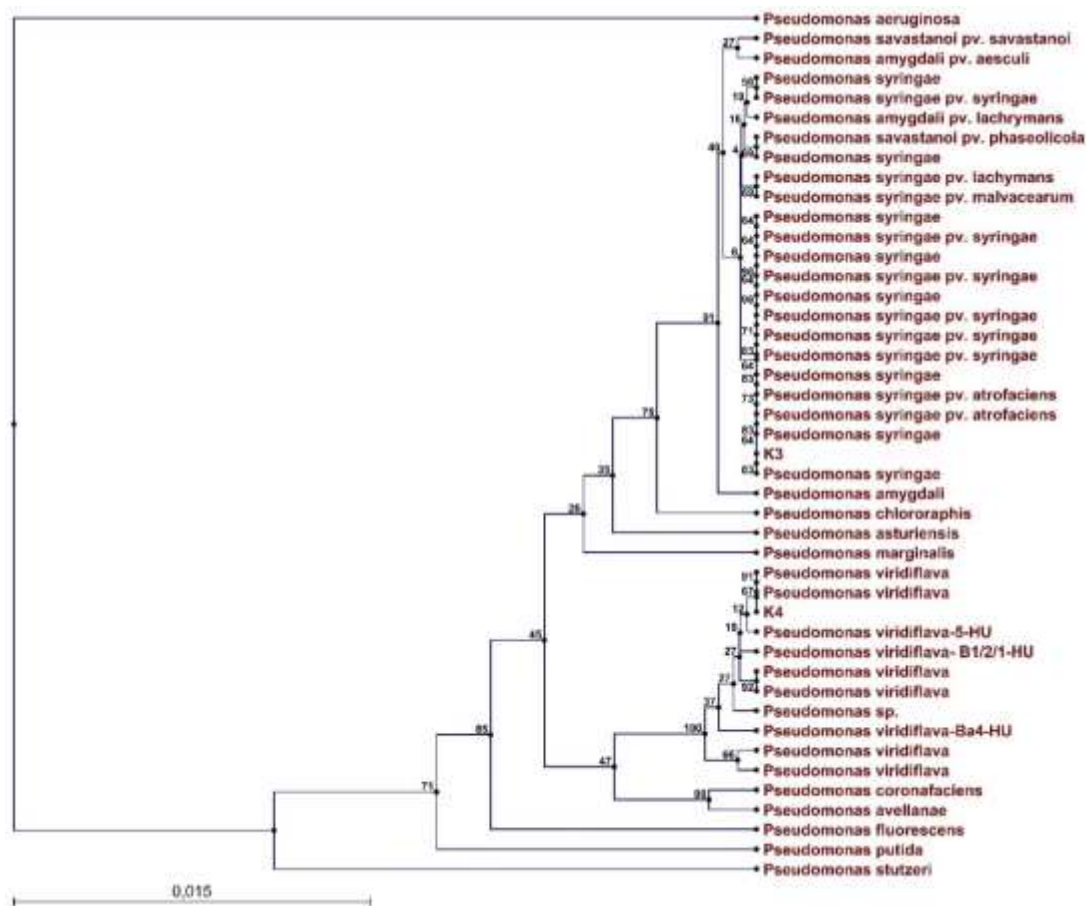
15. ábra: LOPAT teszt során az izolátumok a Levan teszt és a burgonya (Potato) rothadási képességvizsgálat során mutattak eltérést

4.3. A kórokozó azonosítása molekuláris módszerekkel

A 16S rRNS gén molekuláris vizsgálata során 1300 bázispár hosszúságú termékek keletkeztek. Az izolátumok részlegesen meghatározott 16S rRNS szekvenciáinak feltöltése folyamatban van a nemzetközi adatbázisba. A saját, kánáról származó izolátumaink (K3, K4) szekvenciáját összehasonlítottuk a nemzetközi adatbázisban (NCBI) található különböző 16S rRNS szekvenciákkal. A rendelkezésre álló szekvenciák alapján filogenetikai törzsfákat készítettünk (16. ábra, 3. melléklet). A K3 izolátum 93.94-94.13% azonosságot mutatott más *Pseudomonas syringae* izolátumokkal, azonban a patotípust kizárólag a 16S rRNS gén alapján nem tudtuk meghatározni. A K4-izolátum 100% azonosságot mutatott más *Pseudomonas viridiflava* izolátumokkal.

A törzsfák két ágra osztható (A, B). Az A ágon a *Pseudomonas aeruginosa* helyezkedik el, mely a legtávolabbi rokonságot mutatja izolátumainktól (K3, K4). A B ágon jól elkülöníthető csoportot alkotnak az egyes *Pseudomonas* fajok. A B ág alsó részén a *Pseudomonas viridiflava* külön csoportot alkot. K4-es izolátum a legközelebbi rokonságot a Törökországban salátáról és Kínában kínai kelről izolált *Pseudomonas viridiflava* izolátumokkal mutatja. Azonban a K4-es izolátumunk közeli rokonságot mutat a hazánkban korábban már cukorrépa leveléről (*P.v.* 5-HU; B1/2/1-HU) és bazsalikomról (*P.v.* Ba-4-HU) leírt *P. viridiflava* izolátumainkkal is. A B ág felső részén főként a *Pseudomonas syringae* patotípusai különülnek el. A legtávolabbi rokonságot az ágon belül a *Pseudomonas stutzeri* izolátummal mutatja.

K3-as izolátum a legközelebbi rokonságot a spanyol citromról és a Japánban izolált *Pseudomonas syringae* baktérium fajjal mutatja. Emellett a *P. syringae* pv. *syringae* és *P. syringae* pv. *atrofaciens* fajokkal is közeli rokonság figyelhető meg. Míg az ágon belül a legtávolabbi a *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* izolátumtól helyezkedik el (16. ábra).

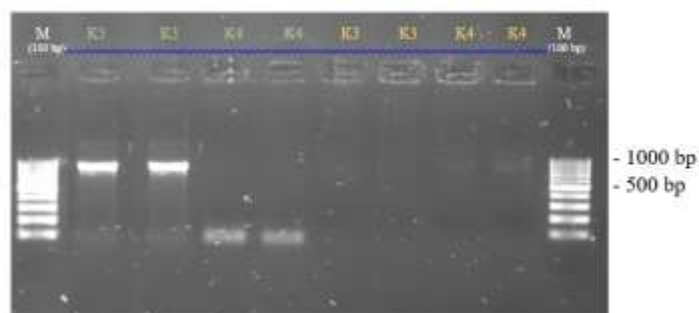


16. ábra: Izolátumok filogenetikai törzsfája a 16S rRNS gén szekvenciák alapján, génbanki izolátumokkal.

Saját izolátumok: K3, K4. A törzsfa UPGMA módszerrel készült.

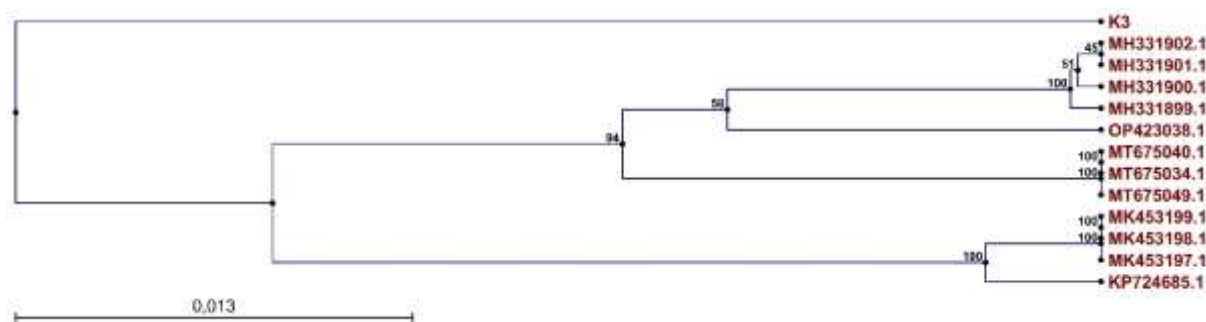
Magyarázat: A vízszintes vonalak az izolátumok egymástól való genetikai távolságát mutatják, míg a függőleges vonalak az izolátumok genetikai azonosságát jelzik az elágazásokig, ahol a feltüntetett számok a bootstrapanalízis eredményeit mutatják, 1000 mintavétel esetén, mutatva a törzsfa megbízhatóságát. A törzsfa alatti skála 15 bázisváltozást mutat 1000 bázisonként.

A 16S rRNS gén mellett a pontos faj, alfaj meghatározás miatt vizsgáltuk a *syrB* és *syrD* géneket. A *syrB* gén esetében a specifikus primerekkel 752 bázispár hosszúságú terméket sikerült kiemelni a K3-as izolátum esetében, mely igazolta a *Pseudomonas syringae* baktériumfaj jelenlétét a kána levelein. Mindkét izolátumnál, a 446 bázispár hosszú *syrD* gén esetében nem jött létre PCR termék (17. ábra).



17. *SyrB* és *syrD* génszakaszok PCR termékeinek ellenőrzése 1%-os agaróz gélben (M-marker, 100 bp; K3, K4-saját izolátumaink; zöld szín: *syrB* génszakasz; sárga szín: *syrD* génszakasz)

Az NCBI Genebank adatbázisból *Pseudomonas syringae* és *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* izolátumokkal hasonlítottuk össze izolátumainkat a *syrB* gén esetében, mely alapján a K3 izolátum 93.03- 96.25% azonosságot mutatott. A törzsfa két részre (A, B) osztható. Az A ágon saját izolátumunk, a B ágon más *P. syringae* pv. *syringae* izolátumok helyezkednek el. Izolátumunk a legtávolabbi kapcsolatot az Iránban kivi leveléről izolált *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* baktériummal, míg a legközelebbi rokonságot Kínában almafák ágaiból izolált *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* izolátumokkal mutatja (18. ábra, 4. melléklet).



18. ábra: A K3 izolátumok filogenetikai törzsfája a *syrB* gén szekvenciák alapján, génbanki izolátumokkal. A törzsfa UPGMA módszerrel készült.

Magyarázat: A vízszintes vonalak az izolátumok egymástól való genetikai távolságát mutatják, míg a függőleges vonalak az izolátumok genetikai azonosságát jelzik az elágazásokig, ahol a feltüntetett számok a bootstrapanalízis eredményeit mutatják, 1000 mintavétel esetén, mutatva a törzsfa megbízhatóságát. A törzsfa alatti skála 13 bázisváltozást mutat 1000 bázisonként.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

Canna x generalis növényeket megbetegítő kórokozókról hazánkban kevés adat áll rendelkezésre. Közterületi növényágyásban baktériumos betegségekre utaló, levélfoltokat mutató kána növényre hívták fel a figyelmünket. A leveleken talált foltokból hat izolátumot izoláltunk, melyből kettőt (K3, K4) azonosítottunk klasszikus és molekuláris bakteriológiai módszerekkel.

Az izolátumok Gram negatív tulajdonságát KOH teszttel támasztottuk alá (Al-Karablieh *et al.*, 2017; Popović *et al.*, 2021). A tenyészbélyeget King-B táptalajon vizsgáltuk. A kolóniák kiemelkedőek, sima felületűek voltak és fluoreszcens pigmentet termeltek. A K3-as izolátum zöldes, a K4-es izolátum sárgás-zöld színű tenyészbélyeggel jellemezhető (Al-Karablieh *et al.*, 2017; Popović *et al.*, 2021).

A biokémiai profil meghatározását API 20NE gyorseszttel végeztük. A teszt alapján az izolátumok csak két tulajdonságban (N-acetil-glükózamin, adipinsav) tértek el, a többi vizsgált tulajdonságban azonosságot mutattak. K4 izolátum nitrát-redukció, karbamid, D-maltóz és adipinsav tulajdonságokban tért el a *Cucumis sativus* növényekről izolált *P. viridiflava* izolátumtól. Nitrát-redukcióban és D-maltóz asszimilációban negatív, míg karbamid és adipinsav tulajdonságokban pozitív eredményt adott (Al-Karablieh *et al.*, 2017). Bab növényről izolált *P. viridiflava* izolátumtól öt tulajdonságban -D-glükóz, L-arginin, karbamid, D-mannóz, N-acetil-glükózamin- mutatott eltérést. Minden teszt esetében izolátumaink pozitív, míg a bab növényről izolált baktérium negatív eredményt adott (Internet 9.). A K3-as izolátum esetében a biokémiai tulajdonságok összehasonlítása más izolátumokkal az alfajszerű meghatározás után lehetséges.

A patogenitási teszt elvégzéséhez kána levelet és cserepes növényt is megfertőztük az izolátumokkal. Az első tünetek a fertőzés utáni 5. napon jelentkeztek az inokulálás helyén a K3-as izolátum esetében. 14 nap után kialakultak az izoláláshoz gyűjtött, a kána növényen megfigyelt foltok a mesterségesen fertőzött leveleken is. A patogenitási teszt során a fertőzött levelekből és növényből visszaizoláltuk a kórokozókat igazolva a Koch posztulátumokat (Koch, 1876). A K4-es izolátum 14 nap elteltével sem mutatott tüneteket. Ez összefüggésben lehet a kórokozó heterogenitásával, mivel a baktérium patogenitása és gazdanövényköre a földrajzi elhelyezkedéstől, a növények érzékenységtől és a kórokozó virulenciájától függően jelentősen függ (Bartoli *et al.*, 2014).

A LOPAT teszt során izolátumok két tulajdonságban, leván termelésben és burgonya rothadási képesség vizsgálat során mutattak eltérést. Így a K3 izolátum a LOPAT Ia csoportba, a K4 izolátum a LOPAT II. csoportba sorolható. Ezek az eredmények megegyeznek a szakirodalomban leírtakkal (Lelliott *et al.*, 1966; Al-Karablieh *et al.*, 2017; Végh *et al.*, 2012).

Molekuláris azonosítás során 16S rRNS gén molekuláris vizsgálata során ~1300 bázispár hosszúságú termékek jöttek létre. Izolátumaink (K3, K4) szekvenciáját összehasonlítottuk a nemzetközi adatbázisban (NCBI Genbank) található különböző 16S rRNS szekvenciákkal. Így kapott eredmény alapján a K3 izolátum a Spanyolországban citromról és a Japánban izolált *Pseudomonas syringae* izolátummal, míg a K4 izolátum a Törökországban salátáról és a Kínában kínai kelről izolált *Pseudomonas viridiflava* izolátummal mutatta a legnagyobb hasonlóságot, de közeli rokonságot mutatott a hazánkban már cukorrépáról és bazsalikomról származó izolátumokkal is. A *syrB* és *syrD* géneket is vizsgáltuk, melyek kellően konzervált peptidtermelésért

felelős régióként lehetőséget adnak a *P. syringae* pv. *syringae* azonosítására (Quigley, 1994). A K3 izolátum *syrB* génre vizsgált ~752 bázispár hosszúságú terméke megerősíti, hogy az izolált baktérium *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* faj, azonban a *syrD* gén esetében nem keletkezett termék, mely azzal magyarázható, hogy a primerek nem mindig kellően specifikusak az izolátumok peptidtermelésének meghatározására (Sorensen *et al.*, 1998). Mivel K3 izolátumunk *syrB* gén vizsgálata során elkülönült más *Pseudomonas syringae* izolátumoktól további vizsgálatokat (DNS hibridizáció, zsírsavanalízis) indokoltak.

A szakirodalmi adatok szerint a kána növénynek több jelentős kórokozója is van, melyek a világ jelentős kána termesztő országaiban nagy gondokat okoznak. A vírusok okozta mozaikszerű levélszíneződés, a levelek bakteriális foltosodása és rothadása, a rhizómán rothadás és szürkepenész megjelenése okozza a legtöbb esetben a jelentős kárt (Internet 1.; Ubrizsy, 1965; Ying *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2022; Yang *et al.*, 2019). Magyarországon nincs jelentős fertőzési veszély (Jankovich és Nagy, 1978) és jelenleg nincs információnk foltbetegséget okozó leírt bakteriális eredetű betegségről.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A kána vagy rózsánád leggyakrabban parkok, közterületek virágágyásaiban jelenik meg virágos színfoltként, azonban dézsában is könnyen nevelhető. Trópusi eredetű, lágyszárú, évelő dísznövény, mely hazánkban telettetést igényel. A kórokozók elsősorban a telettetés során a rizómát károsíthatják, a vegetációban többnyire jelentős kárt nem idéznek elő. Munkánk során célul tűztük ki a kána levelén foltot okozó baktériumok klasszikus és molekuláris módszerekkel történő azonosítását. A klasszikus vizsgálatok során meghatároztuk a baktériumok tenyészbélyegét King-B táptalajon, a Gram-tulajdonságot KOH-tesztel, a biokémiai tulajdonságokat API 20NE teszttel, a LOPAT tesztet és a patogenitási tesztet. A molekuláris vizsgálathoz PCR módszert alkalmaztunk, és a 16S rRNS, a *syrB* és *syrD* génszakaszokat vizsgáltuk.

Kána levél foltjaiból két Gram-negatív izolátumot (K3, K4) azonosítottunk, melyek sárgás-zöld színű, kiemelkedő, sima felületű, zöld fluoreszcens pigmentet termelő tenyészbélyegekké jellemezhetőek. A tenyészbélyegek alapján mindkét izolátum a *Pseudomonas* nemzetségbe sorolható. Az API 20NE gyorsvizsgálat alapján az izolátumok két biokémiai tulajdonságban mutattak eltérést. K3 izolátum a mesterségesen fertőzött kána levelén foltokat okozott az inokulálás helyén, így igazoltuk a Koch-posztulátumokat. A LOPAT teszt során az izolátumok két tulajdonságban (levan és burgonya rothadás) tértek el. K3 izolátum a LOPAT Ia csoportba, a K4 izolátum a LOPAT II. csoportba sorolható. Molekuláris azonosítás során a 16S rRNS gén alapján a K3 izolátum a *Pseudomonas syringae*, míg a K4 izolátum a *Pseudomonas viridiflava* izolátumokkal mutatott azonosságot.

A kutatás során klasszikus és molekuláris vizsgálataink alapján a patogén, K3 izolátumot *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, a K4 izolátumot *Pseudomonas viridiflava* fajként azonosítottuk. Mindkét kórokozó indukálta a hiperszenzitív reakciót, azonban a patogenitási vizsgálat során csak a K3 izolátum esetében tapasztaltuk a közterületi növényágyásban is előforduló kána levelén megfigyelt, eredeti tüneteket. Ennek tükrében a kána levelén foltokat okozó kórokozót *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* baktériumfajként határoztunk meg. A K3 izolátum *syrB* génre vizsgált ~752 bázispár hosszúságú terméke is megerősíti, hogy a kána levelén, foltokat okozó kórokozó a *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* faj. *Pseudomonas viridiflava* esetén 14 napig nem tapasztaltunk tüneteket a mesterségesen fertőzött kána leveleken, így tervezzük a patogenitási vizsgálatok, gazdanövénykör tesztelés és molekuláris vizsgálatok ismétlését, folytatását. Munkánk lehetőséget adott a kánát fertőző kórokozók, köztük főként a baktériumok megismerésére. Munkánk hiánypótló, hiszen az eddigi szakirodalmi adatok alapján *Pseudomonas* fajt még kánáról nem azonosítottak, és hazánkban sem került még növénypatogén baktérium kána növényről leírásra, mely a közterületi növényágyásokba ültetett kána növények díszítő értékét csökkenti.

7. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Dr. Salamon Pálnak, aki felhívta figyelmünket a kánán megjelenő bakteriális eredetű foltbetegségekre, ezáltal pedig a kána betegségeinek fontosságára is.

Szeretném köszönetemet kifejezni 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 munkámat mindvégig irányították és segítették.

Tüskés Csenge

8. IRODALOMJEGYZÉK

1. Aritua, V., Parkinson, N., Thwaites, R., Heeney, J.V., Jones, D.R., Tushemereirwe, W., Crozier, J., Reeder, R., Stead, D.E., and Smith, J. (2008). Characterization of the *Xanthomonas* sp. causing wilt of enset and banana and its proposed reclassification as a strain of *X. vasicola*. *Plant Pathology*. 57:170-177.
2. Al-Karablieh, N., Mutlak, I., and Al-Dokh, A. (2017). Isolation and Identification of *Pseudomonas viridiflava*, the causal agent of fruit rotting of *Cucumis sativus*. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. 13 (1): 79-91.
3. Bagyanarayana, G., and Ramesh, P. (1999). *Puccinia cannacearum*, a new rust taxon on *Canna indica*. *Indian Phytopathology*. 52 (1): 98-99.
4. Baltrus, D. A., McCann, H. C., and Guttman, D. S. (2017). Evolution, genomics and epidemiology of *Pseudomonas syringae*. *Molecular plant pathology*. 18 (1): 152-168.
5. Bánhidi, A. (1995). Záravatermők fejlődéstörténeti rendszertana. Budapest.
6. Bartoli, C., Berge, O., Monteil, C. L., Guilbaud, C., Balestra, G. M., Varvaro, L., Jones C, Dangl J. L., Baltrus D. A., Sands D. C., and Morris, C. E. (2014). The *Pseudomonas viridiflava* phylogroups in the *P. syringae* species complex are characterized by genetic variability and phenotypic plasticity of pathogenicity-related traits. *Environmental Microbiology*. 16: 2301-2315.
7. Berge, O., Monteil, C.L., Bartoli, C., Chandeysson, C., Guilbaud C., Sands, D.C., Morris, C.E. (2014). A User's Guide to a Data Base of the Diversity of *Pseudomonas syringae* and its application to classifying strains in This Phylogenetic Complex. *PloS ONE* 99, e105547.
8. Bergey, D. H., Krieg, N. R., and Holt, J. G. (1984). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Williams & Wilkins, Baltimore, USA.
9. Bessenyei, E. (2006). A növények általános rezisztenciájának szerepe a szaprofit és oportunistá patogén baktériumok szaporodásának megakadályozására. Doktori disszertáció. Budapesti Corvinus Egyetem. Budapest.
10. Bophela, K. N., Petersen, Y., Bull, C. T., and Coutinho, T. A. (2020). Identification of *Pseudomonas* Isolates Associated With Bacterial Canker of Stone Fruit Trees in the Western Cape, South Africa. *Plant Diseases*. 104 (3): 882-892.
11. Bradbury, J. F. 1986. *Guide to Plant Pathogenic Bacteria*. Wallingford, UK: CAB International.
12. Bruschat, T., (1983). Resistance of *Canna Cultivars* to Canna Rust and *Hippeastrum Mosaic*. *Hortscience*. 18 (4): 451-452.
13. Chala, A., Kebede, T., and Blomme, G. (2016). Natural occurrence and pathogenicity of *Xanthomonas bacteria* on selected plants. *African Journal of Biotechnology*, 15 (39): 2146-2155.
14. Christopher, L. (1994). *Virágos kert*. Aquila Könyvkiadó. Budapest.
15. Clarridge, J. E. (2004). Impact of 16S rRNA Gene Sequence Analysis for Identification of Bacteria on Clinical Microbiology and Infectious Diseases. *Clinical Microbiology Reviews*. 17 (4): 840– 862.

16. Euzéby, J. P. (1997). *Pseudomonas* entry in LPSN. List of Bacterial Names with Standing in Nomenclature: a folder available on the Internet. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 47 (2): 590-2.
17. Gardan, L., Shafik, H., Belouin, S., Broch, R., Grimont, F., and Grimont, P. A. D., (1999). DNA relatedness among the pathovars of *Pseudomonas syringae* and description of *Pseudomonas tremiae* sp. nov. and *Pseudomonas cannabina* sp. nov. (ex. Sutic and Dowson 1959) International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 49: 469-478.
18. Glits, M., és Folk, Gy. (2001). Kertészeti növénykórtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
19. Glits, M., Horváth, J., Kuroli, G., és Petróczi I. (1997). Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
20. Gomila, M., Busquets, A., Mulet, M., García-Valdés, E., and Lalucat, J. (2017). Clarification of taxonomic status within the *Pseudomonas syringae* species group based on a phylogenomic analysis. Frontiers in Microbiology. 8: 2422.
21. Gudmonné, J. M. (2008). Különleges igényűek. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet. Budapest.
22. Haas, D., and Defago, G. (2005). Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent *Pseudomonads*. Nature Reviews Microbiology. 3 (4): 307-319.
23. Hans-Werner, B. (2009). A legszebb kerti növények. Virágok, évelők és díszfák. Alexandra Kiadó. Pécs.
24. Heszky, L., Fésüs, L., és Hornok, L. (2005). Mezőgazdasági Biotechnológia. Agroinform Kiadó. Budapest.
25. Ivanović, Ž., Blagojević, J., and Nikolić, I. (2018). Leaf spot disease on *Philodendron scandens*, *Ficus carica* and *Actinidia deliciosa* caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* in Serbia. European Journal of Plant Pathology. 151: 1107-1113.
26. Ivanović, Ž., Perović, T., Popović, T., Blagojević, J., Trkulja, N., and Hrnčić, S. (2017). Characterization of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, causal agent of citrus blast of mandarin in Montenegro. The Plant Pathology Journal. 33 (1): 21.
27. Jager, H. (1889). A növények magról való tenyésztése. Mauthner Ödön kiadója. Budapest.
28. Jankovich, O., és Nagy, B. (1978). Gumós és gyöktörzsos virágok. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
29. Kaluzna, M., Janse, D., and Young, J. M. (2012). Deteciton and indentification methods and new test as used and developed in the farmework of cost 873 from bacteria pathogenic to stone fruits and nuts. Journal of Plant Pathology. 94 (1): 117-126.
30. Karamura, G. (2012). Development of field diagnostic tools for and characterisation of *Xanthomonas campestris* pv. *musacearum*, causal agent of banana *Xanthomonas* wilt. Exeter, UK, University of Exeter, MSc Thesis.
31. King, E. O., Ward, M. K., and Raney, D. E. (1954). Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescin. Journal of Laboratory and Clinical Medicine. 44 (2): 301-307.
32. Klement, Z. (1963): Rapid detection of the pathogenicity of phytopathogenic *Pseudomonas*. Nature. 199, 299–300.
33. Koch, R. (1876). Untersuchungen Über die Aetiologie der Wundinfectionskrankheiten. Leipzig. F. C. W. Vogel. 8-62.

34. Krieg, N. R., and Holt, J. G. (1984). *Bergey's Manual of Systematic Biology*. Baltimore: Williams and Wilkins. 99-141.
35. Leblois, A. (1887). Improvement of flower plants by polyploidy. *Genetica Agraria*. 19 (1): 5.
36. Lelliott, R. A., Billing, E., and Hayward A. C. (1966). A Determinative scheme for the fluorescent plant pathogenic *Pseudomonads*. *Journal of Applied Bacteriology*. 29 (3): 470-489.
37. Lipps, S. M., and Samac, D. A. (2022). *Pseudomonas viridiflava*: An internal outsider of the *Pseudomonas syringae* species complex. *Molecular Plant Pathology*. 23: 3– 15.
38. Maas-van de K. H., and Maas, P. J. M. (2008). The *Cannaceae* of the world. *Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*. 53 (2), 247-318.
39. Mansfield, J., Genin, S., Magori, S., Citovsky, V., Sriariyanum, M., Ronald, P., Foster, G. D. (2012). Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*. 13 (6): 614–629.
40. Martinovich, V. (1975). *Dísznövényvédelem*. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
41. Melotto, M., Underwood, W., Koczan, J., Nomura, K., and He, S. Y. (2006). Plant stomata function in innate immunity against bacterial invasion. *Cell*. 126 (5): 969-980.
42. Merkely, B. (2020). A *Pseudomonas viridiflava* megjelenése cukorrépa levelén. Növényorvos MSc Diplomamunka, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Növényvédelmi Intézet, Növénykórtani Tanszék, Budapest.
43. Morris, C. E., Monteil, C. L., and Berge, O. (2013). The life history of *Pseudomonas syringae*: linking agriculture to earth system processes. *Annual review of phytopathology*. 51: 85-104.
44. Nordeen, O. R., and Currier, C. T. (1983). Generalized Transduction in the Phytopathogen *Pseudomonas syringae*. *Applied and Environmental Microbiology*. 45 (6): 1884.
45. Orel D. C. (2020). Determination of bacterial leaf spot of lettuce caused by *Pseudomonas viridiava* (Burkholder 1930) Dowson 1939 and the reactions of some lettuce cultivars. *Plant Protection Bulletin*. 60 (2): 37-44.
46. Palleroni, N. J. (1984). Genus I. *Pseudomonas* Migula 1894. In: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Williams and Wilkins Co, Baltimore, USA, 141–171.
47. Palleroni, N. J. (2005). Genus I. *Pseudomonas*. In: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Part B: The Proteobacteria. Springer, New York. 323–379.
48. Pappu, H. R., Druffel, K. B., and Eastwell, K. C. (2008). *Canna yellow mottle virus* in *Canna* spp. in Washington State. *Plant Disease*. 92 (7): 1136.
49. Parte, A. C. (2018). LPSN – List of prokaryotic names with standing in nomenclature (bacterio.net), 20 years on. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 68: 1825–1829.
50. Prisztler Sz. *Növényneveink* (1998). A magyar és tudományos nevek szótára. Mezőgazda Kiadó.
51. Popović, T., Menković, J., Prokić, A., Zlatković, N., and Obradović, (2021). Isolation and characterization of *Pseudomonas syringae* isolates affecting stone fruits and almond in Montenegro. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 128 (2): 391-405.

52. Quigley, N. B., and D. C. Gross. 1994. Syringomycin production among strains of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*: conservation of the *syrB* and *syrD* genes and activation of phytotoxin production by plant signal molecules. *Molecular plant-microbe interactions*. 7:78–90.
53. Rajakaruna, P., Shafiekhani, M., Kim, T., Payton, M., Chauhan, R., and Verchot, J. (2014). Production of discernible disease phenotypes in *Canna* by five plant viruses belonging to the genera Potyvirus, Cucumovirus and Badnavirus. *Plant Pathology*. 63 (4): 821-830.
54. Rausch, A., and Timmermann, A. (2005). Az 500 legfontosabb konténernövény-Ablakba-Erkélyre-Belső udvarba. Alexandra Kiadó. Pécs.
55. Schaad, N. (1980). Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.
56. Siegfried, D. (1973). Kána félék családja. In: Uránia növényvilág. Magasabb rendű növények II. 456-457. Gondolat Kiadó. Budapest.
57. Sorensen, K. N., Kim, K. H., and Takemoto, J. Y. (1998). PCR detection of cyclic lipodepsinonapeptide-producing *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and similarity of strains. *Applied and Environmental Microbiology*. 64(1): 226-230.
58. Suslow, T. V., Schroth, M., N., and Isaka, M. (1981). Application of a rapid method for Gram differentiation of plant pathogenic and saprophytic bacteria without staining. *Phytopathology*. 72 (7): 917-918.
59. Tomlinson, P. B. (1956). The anatomy of *Canna*. *The Journal of the Linnean Society. Botany*. 368: 467-473.
60. Turcsányi, G. (1998). Mezőgazdasági növénytan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
61. Ubrizsy, G. (1956). Növénykórtan. Akadémia Kiadó. Budapest.
62. Végh, A., Hevesi, M., Némethy, Zs. and Palkovics, L. (2012). First report of bacterial leaf spot of basil caused by *Pseudomonas viridiflava* in Hungary. *Plant Disease*. 96 (1):141-141.
63. Willey, J. M., Sherwood, L. M., and Prescott, L. M. (2008). Prescott, Harley, and Klein's Microbiology. New York, McGraw-Hill Companies.
64. Yang, Q. Y., Jiang, S. B., Zhang, J. X., Shen, H. F., Sun, D. Y., Pu, X. M., and Lin, B. R. (2019). First report of *Dickeya zeae* causing bacterial soft rot on *Canna edulis* in China. *Plant Disease*. 103 (1): 146-146.
65. Ying, W. K., Hui, T. T., Yam, S. K., Shi-Fang, L., and Khim, P. C. (2022). First Report of *Puccinia thaliae* Causing Leaf Rust on *Canna indica* in Malaysia. *Plant Disease*. 106 (6): 1760.
66. Yirgou, D., and Bradbury, J. F. (1968). Bacterial wilt of Enset (*Ensete ventricosum*) incited by *Xanthomonas musacearum* sp. *Phytopathology*. 58:111-112.
67. Zhao, M., Kvitko, B., Gitaitis, R. and Dutta, B. (2021). Bacterial streak and bulb rot of onion. The Plant Health Instructor.
68. Zhang, Le., L., Huang, X., Hu, H., and Xue, Y. B. (2022). First report of leaf spot disease caused by *Enterobacter mori* on *Canna indica* in China." *Plant Disease*. 107 (3): 936.

Internetes hivatkozások:

- Internet 1.
<https://www.rhs.org.uk/disease/canna-viruses>
- Internet 2.
<https://www2.ipm.ucanr.edu/agriculture/dry-beans/bean-common-mosaic/>
- Internet 3.
gpnmag.com
- Internet 4.
gardeningknowhow.com
- Internet 5.
<https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/10.1079/PWKB.Species.45010>
- Internet 6.
<https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/10.1079/PWKB.Species.45010?fbclid=IwAR1Ku10jBHdUWTr17dxE5ZI4YrE6jA1OwiNK7PHhBBpcX2jfR8ugQ3WU5ul#sec-4>
- Internet 7.
<https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/10.1079/PWKB.Species.45010>
- Internet 8.
<http://www.omafra.gov.on.ca/IPM/english/peppers/diseases-and-disorders/pseudomonas-bacterial-spot.html>
- Internet 9.
<https://bacdiv.dsmz.de/strain/11124>

9. MELLÉKLETEK

1. melléklet: *Pseudomonas viridiflava* leírt gazdanövényei Lipps *et al.* (2022) alapján

Gazdanövény	Tünet	Leírás
<i>Acanthus mollis</i>	Levél foltosodás, klorózis	Sarris <i>et al.</i> , (2012)
<i>Medicago sativa</i>	Szárfolt, hervadás és gyökérrothadás	Heydari <i>et al.</i> , (2014); Lipps <i>et al.</i> , (2019)
<i>Malus domestica</i>	Virág hervadás	Alimi <i>et al.</i> , (2011)
<i>Prunus armeniaca</i>	Törzs rákos elváltozása	Parisi <i>et al.</i> , (2019)
<i>Arabidopsis thaliana</i>	Levél nekrosis	Jakob <i>et al.</i> , (2002)
<i>Cynara scolymus</i>	Levél nekrosis	Sarris <i>et al.</i> , (2012)
<i>Ocimum basilicum</i>	Levél nekrosis	Little <i>et al.</i> , (1994); Minuto <i>et al.</i> (2008)
<i>Suaeda maritima</i>	Levélfolt	Goumans and Chatzaki (1998)
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>	Fej rothadás	Canaday <i>et al.</i> , (1991)
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	Levélfolt	Askoy <i>et al.</i> , (2017)
<i>Calendula officinalis</i>	Levélfolt	Moretti <i>et al.</i> , (2012)
<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Levélfolt	Basavand <i>et al.</i> , (2019)
<i>Brassica napus</i>	Levélfolt	Myung <i>et al.</i> , (2010)
<i>Daucus carota</i>	Vetőmag fertőzöttség, betakarítás utáni lágyrothadás	Almeida <i>et al.</i> , (2013); Godfrey and Marshall (2002)
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	Levélfolt	Wilkie <i>et al.</i> , (1973)
<i>Apium graveolens</i>	Levél foltosodás, klorózis	Sarris <i>et al.</i> , (2012)
<i>Prunus avium</i>	-	Harzallah <i>et al.</i> , (2004); Morris <i>et al.</i> , (2019); Ruinelli <i>et al.</i> (2017)
<i>Actinidia chinensis</i>	Virág hervadás	Wilkie <i>et al.</i> , (1973)
<i>Chrysanthemum</i>	Szárothadás, levél nekrosis	Goumans and Chatzaki (1998)
<i>Citrus macrophylla</i> , <i>C. sinensis</i> , <i>C. aurantium</i>	Levélpusztulás, gyümölcsön fekete léziók	Beiki <i>et al.</i> , (2016)
<i>Trifolium pratense</i>	-	Morris <i>et al.</i> , (2019)
<i>Alismo plantago-aquatica</i>	Levélfolt	Basavand and Khodaygan (2020)
<i>Vigna unguiculata</i>	-	Morris <i>et al.</i> , (2019)
<i>Cucumis sativus</i>	Levélfolt	Wilkie <i>et al.</i> , (1973)
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Reddish-brown lesions on the pods	Burkholder (1930)
<i>Solanum melongena</i>	Levélfolt	Goumans and Chatzaki (1998)
<i>Vicia faba</i>	-	Morris <i>et al.</i> , (2019)
<i>Allium sativum</i>	Levél csikosodás	Pérez Faggiani <i>et al.</i> (2004)
<i>Pelargonium</i>	-	Morris <i>et al.</i> , (2019)
<i>Ribes aureum</i>	-	Baltrus <i>et al.</i> , (2017)
<i>Vitis vinifera</i>	Virágzat rothadás	Wilkie <i>et al.</i> , (1973)
<i>Hebe</i> spp.	Levélfolt	González and Rodicio (2006)
<i>Helleborus x hybridus</i>	Levélfolt, szirm és szár elváltozások	Taylor <i>et al.</i> , (2011)
<i>Actinidia deliciosa</i>	Virág hervadás	Everett and Henshall (1994)
<i>Latua sativa</i>	Levél nekrosis	Gonzales <i>et al.</i> , (2003); Goumans and Chatzaki (1998)
<i>Lupinus angustifolius</i>	Levélfolt	Wilkie (1973)
<i>Cucumis melo</i>	Levél nekrosis, Levélfolt	Goumans and Chatzaki (1998)
<i>Cuphea hyssopifolia</i>	Levélfolt	Albu <i>et al.</i> , (2018)
<i>Brassica rapa</i>	-	Morris <i>et al.</i> , (2019); Sayama <i>et al.</i> (2001)
<i>Allium sepa</i>	Hagyma rothadás	Gitatis <i>et al.</i> , (1997)
<i>Pastinaca sativa</i>	Levélnyel puha rothadás	Hunter and Cigna (1981)
<i>Passiflora edulis</i>	Levél tintafoltosság	Wilkie <i>et al.</i> , (1973)
<i>Pisum sativum</i>	A levelek, pálhalevelek és a szárok nedves rothadása	Wilkie <i>et al.</i> , (1973)

<i>Prunus persica</i>	-	Harzallah <i>et al.</i> , (2004); Morris <i>et al.</i> , (2019)
<i>Prunus domestica</i>	Törzs rákos elváltozása	Bophela <i>et al.</i> , (2020)
<i>Papaver somniferum</i>	Szár rothadás	Wilkie <i>et al.</i> , (1973)
<i>Cucurbita maxima</i>	Levélfolt	Wilkie <i>et al.</i> , (1973)
<i>Cichoriu intybus</i>	Levélfolt	Caruso and Catara (1996)
<i>Saposhnikovia divaricata</i>	Levél foltosodás, klorózis	Wang <i>et al.</i> , (2015)
<i>Sorghum bicolor</i>	-	Morris <i>et al.</i> , (2019)
<i>Glycine max</i>	Sötét-vöröses folt	Gonzales <i>et al.</i> , (2012)
<i>Helianthus annus</i>	Nincs megadva	Morris <i>et al.</i> , (2019)
<i>Malus coronaria</i>	Hajtás elhalás	Choi <i>et al.</i> , (2020)
<i>Solanum lycopersicum</i>	Belső szárrothadás, szár nekrosis	Jones <i>et al.</i> , (1984); Saygili <i>et al.</i> , (2008); Wilkie <i>et al.</i> , (1973)

- nincs adat

2. melléklet: *Pseudomonas* fajok besorolása a LOPAT teszt alapján (Lelliott *et al.*, 1966)

Species	No. of isolates examined	Reactions to determinative tests*												Group†
		Levan	Oxidase	Potato rot	Arginine	Tobacco	2-keto-glucuronate	Lipase (margarine)	Nitrate reduction	Sucrose	Gelatin	Aesculin	Tyrosine	
<i>Ps. antirrhini</i>	7	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-†	+	Ia
<i>Ps. coronafaciens</i>	10	+	-	-	-	+	-	-	-	+	dv	+	+	
<i>Ps. lachrymans</i>	10	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	
<i>Ps. morsprunorum</i>	10	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	
<i>Ps. phaseolicola</i>	10	+	-	-	-	+	-	-	-v	+	-	-	+	
<i>Ps. pisii</i>	9	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-†v	dv	dv	
<i>Ps. tomato</i>	10	+	-	-	-	+	-v	-	-	+	dv	+	dv	
<i>Ps. syringae</i>	31	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	
<i>Ps. tabaci</i>	4	+	-	-	-	N	-	-	-	+	+	+	+	
<i>Ps. delphinii</i>	3	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	v	-	Ib
<i>Ps. savastanoi</i>	10	-v	-v	-	-	d	-	-	-	d	+	-	-v	
<i>Ps. sesami</i> ‡	5	dv	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-†v	
<i>Ps. 'syringae' from pepper</i>	2	-	-	-	-	+	-	-	-v	+	-v	+	+	
A <i>Pseudomonas</i> sp. ex plant	1	+	-v	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-v	I?
<i>Pseudomonas</i> spp. ex plant († fluorescent)	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-†	NT	NT	
<i>Ps. viridiflava</i>	3	-	-	+	-	d	-	-	-	-	+	dv	NT	II
? <i>Pseudomonas viridiflava</i>	7	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	dv	v	
Soft rotting <i>pseudomonada</i>	1	-	-v	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	II?
<i>Ps. cichorii</i>	11	-	+	-	-	+	-	-	dv	-	-	v	dv	III
<i>Ps. papaveris</i>	1	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	
<i>Ps. marginalis</i>	6	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-†v	dv	IVa
<i>Ps. pastinaceae</i>	4	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	
Soft rotting <i>pseudomonada</i>	3	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-v	IVb
Soft rotting <i>pseudomonada</i>	3	-v	+	+	+	-	-†	+	-	-†	+	-	-v	
<i>Ps. tolaasii</i>	2	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	Va
<i>Pseudomonads</i> ex plants	2	-	+	-	+	-	+	+	d	d	+	-	-	
(<i>Ps. aeruginosa</i>)	1**	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	
(<i>Ps. fluorescens</i>)	2**	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	Vb
<i>Pseudomonads</i> ex plants	6	+	+	-v	+	-	+	dv	-†	+	+	-	-	
(<i>Ps. fluorescens</i>)	1**	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	

* Results after 3 days at 25° except: oxidase (1-2 days); potato rot (2 days); tobacco (5 days).

† All isolates positive, no variation between laboratories; -, all isolates negative, no variation between laboratories; +v, -v, all isolates positive or negative in at least 2 of 3 laboratories, slight variation in results between and/or within laboratories for one or a few isolates; d, different results with different isolates; v, considerable variation in results between and/or within laboratories; ±, doubtful results; †, one exception; N, delayed necrotic action. NT, not tested.

‡ NCPPB numbers for cultures in each group can be obtained from the list of cultures in the section of methods.

§ Probably not a fluorescent species.

3. melléklet: A 16S rRNS gén vizsgálatához felhasznált, az NCBI adatbázisból származó izolátumok adatai

NCBI kód	Izolátum	Gazdanövény	Származás	Publikálta
MG230267	<i>P. syringae</i> pv. <i>malvacearum</i>	<i>Gossypium</i> sp.	USA	*
MW255077	<i>P. amygdali</i>	<i>Mallotus japonicus</i>	South Korea	Kim és Yun, 2020
AB682254	<i>P. syringae</i>	-	Japán	*
LC508793	<i>P. syringae</i>	-	Japan	Iino <i>et al.</i> , 2019
MK141000	<i>P. syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	South Korea	Kim <i>et al.</i> , 2018
MK141009	<i>P. syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i>	<i>Hordeum vulgare</i> L. cv. <i>Dapoong</i>	South Korea	Kim, 2018
DQ318868	<i>P. syringae</i>	<i>Lupine</i>	Ukrajna-Kijev	Dankevich és Gvozdyak, 2005
KC816628	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Capsicum annum</i>	Kína	Guan és Luo, 2013
KC816630	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Capsicum annum</i>	Kína	Guan és Luo, 2013
KT965195	<i>P. amygdali</i> pv. <i>aesculi</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Svájc	Meyer <i>et al.</i> , 2016
MG686550	<i>P. viridiflava</i>	<i>Chinese cabbage</i>	Kína	Zhang, <i>et al.</i> , 2017
MT393747	<i>P. viridiflava</i>	<i>Helianthus annuus</i>	Dél-Korea	Luo és Yu, 2019
MW534847	<i>P. avellanae</i>	<i>Arbutus unedo</i>	Portugália	Martins <i>et al.</i> , 2021
MK382420	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>phaseolicola</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Új-Zéland	*
MK779201	<i>P. viridiflava</i>	<i>Malus floribunda</i> Miller	Dél-Korea	Choi <i>et al.</i> , 2019
LC012764	<i>P. savastanoi</i> pv. <i>savastanoi</i>	<i>Olea europaea</i>	Japán	Tsuji <i>et al.</i> , 2017
NR_043420	<i>P. fluorescens</i>	-	-	Anzal <i>et al.</i> , 1997
FKC860049	<i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>	-	Kína	*
NR_027230	<i>P. marginalis</i>	-	-	Moore, <i>et al.</i> , 1996
MG972916	<i>P. viridiflava</i>	<i>Cichorium endivia</i> var. <i>latifolium</i>	Olaszország	Settanniand és Gaglio, 2018
MK156158	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Vitis</i> sp.	Olaszország	Gerin <i>et al.</i> , 2018
KR922304	<i>P. syringae</i>	-	Franciaország	Sancelme <i>et al.</i> , 2015
MH788996	<i>P. viridiflava</i>	<i>Medicago sativa</i>	USA	Lipps, 2018
JQ071937	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Ficus carica</i>	Szerbia	Obradovic <i>et al.</i> , 2011
MF074184	<i>P. syringae</i>	<i>Cucurbita pepo</i>	USA	Tymon és Inglis, 2017
OP412997	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Citrullus lanatus</i>	Kréta	Pagoulatou <i>et al.</i> , 2022
NR_043424	<i>P. putida</i>	-	USA	Anzai <i>et al.</i> , 1997
KP099979	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Citrus reticulata</i>	Szerbia	Ivanovic, 2014
LC651957	<i>P. syringae</i>	<i>Vigna angularis</i>	Japán	Todai, <i>et al.</i> , 2022
HE815468	<i>P. asturiensis</i>	<i>Glycine max</i>	Spanyolország	Gonzalez, <i>et al.</i> , 2013
MN134571	<i>P. coronafaciens</i>	<i>Avena sativa</i>	Korea	Korea, 2019
MG149782	<i>P. viridiflava</i>	<i>Lactuca sativa</i>	Törökország	Aksoy, <i>et al.</i> , 2016
MH899423	<i>P. sp.</i>	<i>Scutellaria baicalensis</i>	Kína	Xu, 2016
KX010084	<i>P. amygdali</i> pv. <i>lachrymans</i>	<i>Cucumber</i>	Kína	Meng, és Li., 2016
MN955483	<i>P. syringae</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	India	Sharma, <i>et al.</i> , 2020
NR_026078	<i>P. aeruginosa</i>	-	Németország	Toschka, <i>et al.</i> , 1988
HE585219	<i>P. viridiflava</i>	<i>Ocimum basilicum</i>	Magyarország-Budapest	Végh, <i>et al.</i> , 2012
LR214460	<i>P. syringae</i>	<i>Citrus tree</i>	Spanyolország	Mulet., 2019
5	<i>P. viridiflava</i>	<i>Beta vulgaris</i> -baby leaf	Magyarország-Balástya	2019
B1/2/1	<i>P. viridiflava</i>	<i>Beta vulgaris</i> -baby leaf	Magyarország-Balástya	2019
K3	<i>P. syringae</i>	<i>Canna</i> sp.	Magyarország-Budapest	jelen vizsgálat
K4	<i>P. viridiflava</i>	<i>Canna</i> sp.	Magyarország-Budapest	jelen vizsgálat

*NCBI adatbázisban található szekvenciák, nem publikált adatok

- Hiányzó elemek

4. mellékelt: A *syxB* gén vizsgálatához felhasznált, NCBI adatbázisból származó *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* izolátumok adatai

NCBI kód	Izolátum	Gazdanövény	Származás	Publikálta
OL355003.1	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	-	Törökország	Erken és Aksoy, 2021
MH331899.1	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	-	Kína	Li <i>et al.</i> , 2018
MH331900.1	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Malus sieversii</i>	Kína	Li <i>et al.</i> , 2018
MH331901.1	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Malus domestica</i> 'Nanbu Kui'	Kína	Li <i>et al.</i> , 2018
MH331902.1	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Malus domestica</i> 'Nanbu Kui'	Kína	Li <i>et al.</i> , 2018
MT675040.1	<i>P. syringae</i>	<i>Citrullus lanatus</i>	Kína	Liu, 2020
MT675049.1	<i>P. syringae</i>	<i>Citrullus lanatus</i>	Kína	Liu, 2020
MT675049.1	<i>P. syringae</i>	<i>Citrullus lanatus</i>	Kína	Liu, 2020
MK453197.1	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Oryza sativa</i>	Kína	Zhang, 2019
OP423038.1	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	Magyarország	Koncz, 2022
KP724685.1	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	<i>Actinidia deliciosa</i>	Iran	Hazari <i>et al.</i> , 2015
U88574.1	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	-	USA	Zhang <i>et al.</i> , 1997
U25130.2	<i>P. syringae</i> pv. <i>syringae</i>	-	USA	Zhang <i>et al.</i> , 1995

- Hiányzó elemek

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Tüskés Csenge
A Hallgató Neptun kódja: TROUUB
A dolgozat címe: Kána (Canna spp.) levelén foltbetegséget okozó új kórokozó azonosítása
A megjelenés éve: 2023.
A konzulens tanszék neve: Növénykórtani Tanszéken

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 mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: Budapest, 2023. 04. 30.


Hallgató aláírása

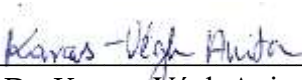
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Tüskés Csenge hallgató Neptun azonosítója: TROUUB 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.