

DEBRECENI EGYETEM

KERPELY KÁLMÁN DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:

Prof. Dr. Holb Imre, DSc.

egyetemi tanár, az MTA doktora

Témavezető:

Prof. Dr. Karaffa Erzsébet Mónika, PhD.

egyetemi tanár

**A SZŐLŐ FERTŐZŐ TŐKEELHALÁS ELŐFORDULÁSÁRA HATÓ
BIOTIKUS ÉS ABIOTIKUS
TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA ÉS SZŐLŐBŐL IZOLÁLT
MIKROORGANIZMUSOK ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI**

Készítette:

Csótó András

doktorjelölt

Debrecen

2023

**A SZŐLŐ FERTŐZŐ TŐKEELHALÁS ELŐFORDULÁSÁRA HATÓ
BIOTIKUS ÉS ABIOTIKUS
TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA ÉS SZŐLŐBŐL IZOLÁLT
MIKROORGANIZMUSOK ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI**

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében a
növénytermesztési és kertészeti tudományágban

Írta: Csótó András, növényorvos

Készült a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskolája keretében

Témavezető: Prof. Dr. Karaffa Erzsébet Mónika

Az értekezés bírálói:

.....
.....

A bírálóbizottság:

elnök:

tagok:

.....
.....

Az értekezés védésének időpontja:

TARTALOMJEGYZÉK

A RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	3
1. BEVEZETÉS	5
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	8
2.1. Tőkepusztulással járó betegségek és betegségkomplexumok	8
2.1.1. Az esca betegségkomplexum	8
2.1.2. A fekete kordonkar-elhalás	12
2.1.3. Az eutípás elhalás	14
2.2. A GTD terjedését és a tünetexpressziót befolyásoló tényezők	16
2.3. GTD elleni védekezési és mentesítési eljárások	22
2.3.1. Kémiai növényvédelem	22
2.3.2. Fitotechnikai módszerek.....	23
2.3.3. Biológiai védekezési eljárások.....	25
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	28
3.1. Az országos elterjedtség felmérése	28
3.2. Abiotikus környezeti tényezők hatásainak vizsgálata	30
3.2.1. A tőkék térbeli közelségének hatásainak vizsgálata a tünetek megjelenésére ...	30
3.2.2. A lejtőn való fekvés hatásának vizsgálata a betegségkomplexum megjelenésére	31
3.2.3. A környező erdőterületek hatásának vizsgálata a betegségkomplexum megjelenésére.....	32
3.2.4. A belvizesedés hatásának vizsgálata a tünetek megjelenésére	32
3.3. A fajták ellenállóságának vizsgálata	33
3.3.1. Vizsgálati helyszínek és fajták.....	33
3.3.2. A fajták és a leszármazási csoportok ellenállóságának összevetése.....	35
3.3.3. Statisztikai módszerek és alkalmazott szoftverek	36
3.4. Szőlőből izolált endofiton <i>Trichoderma</i> törzsek laboratóriumi vizsgálatai ..	37
3.4.1. Az izolált törzsek fajsintű genetikai azonosítása molekuláris markerekkel	37
3.4.2. A micéliumnövekedés vizsgálata különböző hőmérsékleten	39
3.4.3. Fungicid tolerancia teszt.....	40
3.4.3. A miceliális növekedés gátlás hatékonyságának vizsgálata.....	41
3.5. Szőlőből izolált endofiton <i>Trichoderma</i> törzsek hatásvizsgálatai ültetvényben	42
3.5.1. A felhasznált inokulum és a kísérleti területek jellemzése	42
3.5.2. A biostimuláns hatás értékelése a növényi fejlődésre	45
3.5.3. A <i>Trichoderma</i> törzsek hatásának vizsgálata a telepítés utáni tőszámveszteségre szőlőben	46

3.5.4. A <i>Trichoderma</i> törzsek hatásának vizsgálata a termés mennyiségére és beltartalmi paramétereire	47
3.5.5. <i>Trichoderma</i> törzsek kolonizációs képességének vizsgálata	48
3.5.6. Statisztikai elemzés.....	49
4. EREDMÉNYEK	50
4.1. Országos elterjedtség	50
4.2. A betegségkomplexum megjelenésre ható külső abiotikus tényezők	52
4.2.1. Szomszédhatás	52
4.2.2. Lejtőhatás	54
4.2.3. A környező erdőterületek hatása	56
4.2.3. Belvízhatás	57
4.3. A fajták ellenállósága a fertőző tőkepusztulással szemben	60
4.3.1. A fertőzöttség mértéke magyarországi fajtagyűjteményekben.....	60
4.3.2. A jelentősebb fajták érzékenységi sorrendje	61
4.3.3. A fajták megoszlása az érzékenységi csoportokban leszármazásuk alapján	62
4.3.4. A beteg tőkék mortalitása a leszármazási csoportokban.....	64
4.4. Szőlőből izolált endofiton <i>Trichoderma</i> törzsek laboratóriumi vizsgálatai ..	66
4.4.1. Az izolált törzsek fajszintű azonosítása	66
4.4.2. Az <i>Trichoderma</i> törzsek növekedési erélye különböző hőmérsékleteken	70
4.4.3. A <i>Trichoderma</i> törzsek fungicidtoleranciája.....	74
4.4.4. A <i>Trichoderma</i> törzsek <i>in vitro</i> virológiai védekezési hatékonysága	75
4.5. Szőlőből izolált endofiton <i>Trichoderma</i> törzsek hatásvizsgálatai ültetvényekben	75
4.5.1. A <i>Trichoderma</i> törzsekkel való kezelés hatása a szőlő fakadási erélyére	75
4.5.2. A <i>Trichoderma</i> törzsekkel végzett kezelés hatása a telepítés utáni tőszámvesztésre szőlőben	77
4.5.3. A <i>Trichoderma</i> törzsekkel végzett kezelés hatása a termés mennyiségére és beltartalmi paramétereire	78
4.5.4. A <i>Trichoderma</i> törzsek visszaizolálhatósága	80
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	82
6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	88
7. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK	89
8. ÖSSZEFOGLALÁS	90
9. SUMMARY	93
10. IRODALOM.....	96
11. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN	124
12. NYILATKOZATOK	130

13. MELLÉKLETEK.....	131
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	133

A RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

ABA: abscisic acid – abszcizinsav

BBCH: a fenológiai fázisok skálája, a rövidítés a létrehozó német nemzeti hatóságok, nem hivatalosan a támogató vállalatok neveiből származik

BCA: biocontrol agent – biokontroll ágens

BCI: biocontrol index – biokontroll index

BDA: black dead arm – fekete kordonkar elhalás

CAT: catalase – kataláz

CBS: Centraalbureau voor Schimmelcultures/ Fungal Biodiversity Centre – nemzetközi gomba génbank

CFU: colony forming unit – telepkepző egység

(DE) AKIT: (Debreceni Egyetem) Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság

(DE) DTTI: (Debreceni Egyetem) Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet

DI: disease incidence – tünetmegjelenési gyakoriság

DNS: deoxiribonukleinsav

GA3: gibberellic acid A3 – gibberellinsav A3

IAA: indole-acetic acid - indolecetsav

ITS: internal transcribed spacer – a riboszomális kis és nagy alegység génjei közötti átíródo régió

JA: jasmonic acid – jázmonsav

KSH: Központi Statisztikai Hivatal

GTD: grapevine trunk diseases – szőlő fertőző tőkeelhalás

LOX1: lipoxigenase 1 – lipoxigenáz 1

MAPK: mitogen-activated protein kinases – mitogénaktivált fehérje kinázok

MEGA: Molecular Evolutionary Genetics Analysis - szoftver

N/B/G: noir – kék / blanc – fehér / gris – szürke vagy tündöszín a VIVC nevezéktana szerint

NBLAST: Nucleotide Basic Local Alignment Search Tool – informatikai keretrendszer nukleotidszekvenciák keresésére

NCAIM: National Collection of Agricultural and Industrial Microorganisms -
Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteménye

NCBI - National Center for Biotechnology Information – az USA biotechnológiai
kormányzati szerve és adatbázisa

OIV: International Organisation of Vine and Wine – nemzetközi szőlészeti-borászati
szervezet

PAL: phenylalanine ammonia-lyase – fenilalanin ammónia liáz

PDA: potato dextrose agar – burgonyadextróz agar

POD: peroxidase – peroxidáz

SA: salicylic acid – szalicilsav

SE: standard error – standard hiba

SOD: superoxide-dismutase – szuperoxid-diszmutáz

tef: transzlációs elongációs faktort

USD: amerikai dollár vagy USA-dollár

VIVC: Vitis International Variety Catalogue – Vitis Nemzetközi Fajtajegyzék

Vv/Va/A – a monofiletikus *V. vinifera* fajták, és a *V. amurensis*, illetve amerikai faji
eredetű interspecifikus hibridek csoportjai

1. BEVEZETÉS

A szőlőművelést és magát a köztermesztésben szinte egyeduralgó kerti szőlőt (*Vitis vinifera* L.) a Transz-Kaukázusból eredeztetjük, mintegy hét-nyolcezer éves múltra tekint vissza (Lőrincz, 1999), ez idő alatt mind kulturálisan, mind gazdaságilag meghatározó növénygé vált. Világszerte mintegy 6,73 millió hektár területen 73,5 millió tonna szőlőt termesztettek a 2021-es évben (FAO). Magyarországon ugyanezen évben 59 074 ha-on 437750 tonna szőlő termelt a KSH adatai szerint (KSH1, KSH2). A szőlőnek számos világszerte előforduló, súlyos kártétellel járó kórokozója van, említhetjük itt például a peronoszpórát (*Plasmopara viticola*), a lisztharmatot (*Erysiphe necator*), a szürkepenészt (*Botrytis cinerea*). Ezek ellen rendelkezünk a megfelelő növényvédelmi technológiával. Napjaink legsúlyosabb növénykórtani problémájának szőlőben ezért a fertőző tőkeelhalás (a továbbiakban GTD – grapevine trunk diseases) tekinthető, ugyanis a tünetegyüttes kialakításában szerepet játszó kórokozócsoport visszaszorítására nem rendelkezünk kielégítő hatékonyságú eszközökkel (Gramaje et al., 2018). Maga a GTD fogalma egészen újkeletű, Luigi Chiarappa javaslatára a tématerület élvonalbeli kutatói fogadták el a 1990-es évek végén, mint az elhalásos és levéltünetekkel járó, főként sebzéseken fertőző, szállítószöveteket kolonizáló patogének által okozott betegségek csoportját (Mugnai, 2011). A betegségkomplexummal járó legsúlyosabb probléma az ültetvények korai gazdasági elöregedése, avagy fenntarthatatlanná válása a folyamatos tőkepótlási kényszer, valamint az ezt követő diverz koreloszlású ültetvény megnövekedett technológiai költsége, minőségcsökkentő hatása miatt (Varga, 2009). Ezen túl a GTD csökkenti a fotoszintetikus területet, amellyel a szénhidráttermelés is lecsökken (Fontaine et al. 2015). A betegség továbbá megzavarja a szőlőbogyók természetes érési folyamatait, például a flavonoidok és az antocianinok szintézisét (Lorrain et al. 2012). Ezek következményeképp csökken a bogyók cukor- és fenolos vegyületeinek tartalma, amely a must és a bor organoleptikus tulajdonságait is megváltoztatja, azaz a minőségcsökkenés kikösztolható (Mugnai et al. 1999; Calzarano et al. 2001, 2004; Lorrain et al. 2012; Bruez et al. 2014, Fontaine et al., 2015).

Észak-Amerikából már a múlt század végén 30-90% *Botryosphaeria* és *Eutypa* fajok okozta termésveszteségről számoltak be (Johnson – Lunden, 1987, Milholland, 1991). Siebert (2001) kimutatása alapján több mint negyedmilliárd USD gazdasági kárt okozott a betegség csak Kalifornia államban. Kanada Brit-Kolumbia tartományában Úrbez-Torres és munkatársai (2014a, 2014b) az ültetvények 90 %-ában találtak GTD tüneteket,

a legsúlyosabban fertőzött ültetvényekben 50 % feletti tünetmegjelenési gyakorisággal. Ausztráliában ‘Syrah’ fajtaban 47 %-os érintettségről számoltak be, amely hektáronként megközelítőleg 1,5 tonnás termés kieséssel járt (Wicks - Davies, 1999). Kínában regionális szinteken 3-8 %-os termésveszteség jelentkezett, egyes ültetvényeken viszont 50-100 %-os károk is előfordultak (Yan et al., 2013). Európában is súlyos a helyzet: Spanyolországban borvidéki szinten 7-10 %-os fertőzöttségről (Martín – Cobos, 2007; De la Fuente et al., 2016), Olaszországban egyes ültetvényeken 15-80 %-os tünetmegjelenésről (Sidoti et al., 2000, Romanazzi et al., 2009) adtak számot. Hofstetter és munkatársai (2012) óvatos becsléssel élve évi 1,5 milliárd USD-ra becsülték a GTD által okozott gazdasági kárt világszerte, azonban francia kutatók csak hazájukban 1 milliárd USD-ra becslik azt az értéket, ahol az ültetvények 12 %-a főként a GTD-be tartozó esca betegség miatt már nem fenntartható (Lorch, 2014). Dula (2011) magyarországi szerzők megfigyeléseit összegezve 12,29 %-os előfordulási gyakoriságot állapít meg már a 2007-es évre hazánkban, Kovács és munkatársai (2017) pedig 42 % feletti tünetmegjelenést mutató ültetvényeket is találtak a Tokaji Borvidéken 2013 és 2015 között.

A GTD esetén beszélhetünk akut és krónikus formáról. Az akut tünet a szállítószövetek teljes eltömődése vagy elhalása nyomán fellépő apoplexia, az elzáródott gyökérnyak vagy törzs feletti részek teljes elhalása a víz és az abban oldott tápanyagok hiányában. Ezt azonban rendszerint megelőzi egy krónikus szakasz, amelynek során a levéltünetek megfigyelhetők a még élő növényen és legfeljebb részleges elhalás mutatkozik. A krónikus szakaszban sem folyamatos a tünetmegjelenés, egyes évjáratokban kimarad, majd újra visszatér a krónikus tünet, vagy a növény belehal az akut tünetbe. Kórokozó faj(ok) gyakran kimutatható(ak) olyan tőkékből is, amelyek épp nem vagy korábban egyáltalán nem mutattak tüneteket (Hewitt et al., 1957, Hofstetter et al., 2012, Kovács et al. 2017). A betegség kialakulása a tőke mikrobiomjának egyensúlyán és a ráható külső és belső környezeti tényezőkön múlik (Marchi et al., 2006, Bruno – Sparapano, 2007, Edwards et al., 2007, Pacifico et al., 2019). Ezért nem fertőzési százalékkal jellemezzük a betegség súlyosságát az ültetvényben, hanem a tünetmegjelenés gyakoriságával (Kenfaoui et al., 2022).

A GTD kórokozói elleni védekezés lehetőségei igen korlátozottak, azok sokfélesége és védett életmódja miatt (Gramaje et al., 2018). Az utolsó hatékony kémiai hatóanyag a nátrium-arsenit kivonása óta a 2000-es évek elén, a betegségkomplexum egyre súlyosabb

méreteket ölt (Surico et al., 2008). A legjobb megoldások a megelőzést szolgálják. Rezisztens fajtát vagy vad rokon fajt nem ismerünk (Romanazzi et al., 2009, Andreini et al., 2013., Murolo – Romanazzi., 2014), így a növényegészségügyi, higiéniai és agrotechnikai eszközök csökkenthetik az ültetvény fertőződésének valószínűségét (Gramaje et al., 2018). Mivel a szállító szövetek eltömődése miatt az egyébként jól transzlokálódó fungicidek is nehezen érik el a célterületet, a hatékony növényvédelmi beavatkozást a szállítószöveteket kolonizációjára és a kórokozók kiszorítására vagy pusztítására képes biokontroll ágensek (BCA – biocontrol agent) jelenthetik. Számos baktériumot és mikroszkopikus gombát vizsgáltak, hogy a betegségkomplexum ellen engedélyezett termékek alapjául szolgáljanak (Gramaje et al., 2018). A biokontroll ágensek viszonylag jó hatékonyságúak és jobb fogyasztói megítélésűek a kémiai növényvédelemnél. Beillik az Európai Unió irányelveibe, mint a „Termelőtől a fogyasztóig” stratégia vagy az azt magába foglaló „Zöld Megállapodás” (Európai Bizottság, 2019, 2020).

A GTD előfordulására ható biotikus és abiotikus tényezők vizsgálatával és a kutatócsoportunk által szőlőből izolált mikroorganizmusok alkalmazásának lehetőségével kapcsolatos kutatómunkám célkitűzéseit a következőképpen határoztam meg:

1. A szőlő fertőző tőkeelhalás előfordulásának felmérése Magyarország több borvidéki területén
2. A környezeti tényezők hatásainak vizsgálata a betegségkomplexum tünetmegjelenési gyakoriságára
3. A fajták érzékenységi sorrendjének felülvizsgálata, a kárpát-medencei jelentőségű fajták érzékenységének meghatározása, ellenállóbb vonalak feltárása
4. Szőlőből izolált *Trichoderma* fajok biokontroll és biostimulátor hatásának vizsgálata laboratóriumi és üzemi körülmények között

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Tőkepusztulással járó betegségek és betegségkomplexumok

2.1.1. Az esca betegségkomplexum

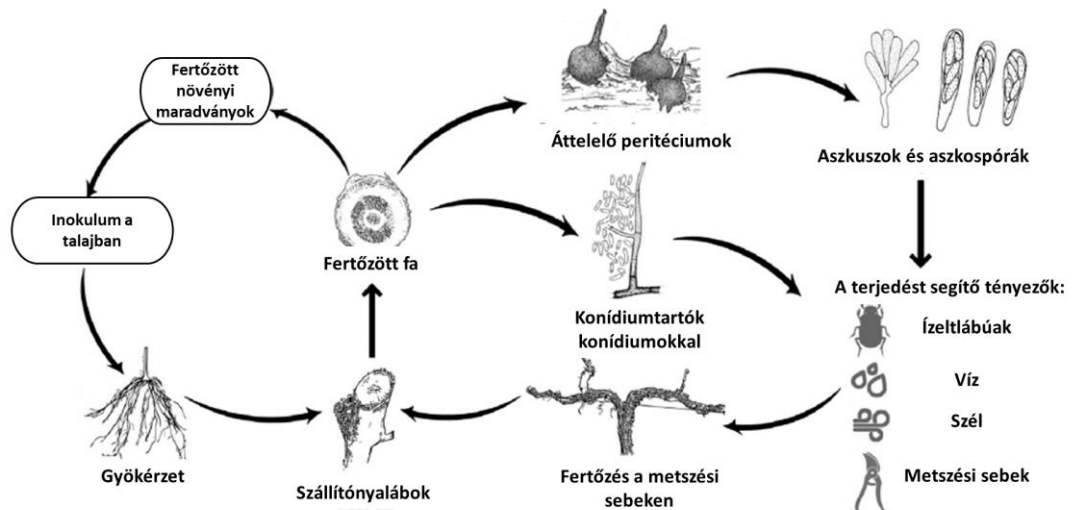
Habár pontos leírások csak az utóbbi 150 évben születtek, a GTD tüneteket már klasszikus görög és római, avagy középkori mór és itáliai források is tárgyalják, tehát nem újkeletű, vagy behurcolt jelenségről van szó (Mugnai et al., 1999). Az esca betegségkomplexum tudományos igényű leírása a legkorábban az USA-ban és Franciaországban történt „sunstroke” illetve „folletage” néven (Anonymus, 1895, Dula, 2011, Ravaz, 1898). Itt már magára az esca-ra is betegségkomplexumként hivatkoznak, ugyanis ez a fás részeket elpusztító tömlősgombákat követő bazídiumos gombák fehérkorhasztásával járó egyfajta „szukcesszió”, nem pedig egyetlen kórokozó által kialakított betegség (Chiarappa, 2000). Az esca kifejezés latinul eledelt, csalétket jelent (Györkösy, 1982), Kövics (2009) a görög etimológia alapján „végső” (betegségállapot)-ként hivatkozik rá.

Az esca kórokozói előfordulhatnak a szőlőnövény környezetében anélkül, hogy kialakulnának a betegség tünetei (Marchi et al., 2006). A klímaváltozás következményeként egyre nagyobb gyakorisággal fellépő időjárási szélsőségek rontják a szőlő általános kondícióját, így a kórokozók jelentős mértékben felszaporodva kialakíthatják a tüneteket (Graniti et al., 2000). A fertőzés időpontja nehezen meghatározható, a kórokozó penetrációja és a tünetmegjelenés között évek is eltelhetnek (Varga, 2009). Hofstetter és munkatársai (2012) megállapították, hogy a betegség kórokozói a jelentős tünetmegjelenéssel bíró szőlőültetvényekben hasonló gyakorisággal fordulnak elő, mint az egészséges állományokban.

A betegség fő okozói a *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium rubrigenum*, *P. angustius*, *P. roseum*, *P. viticola*, *P. griseorubrum* vagy a hazánkban leírt *P. hungaricum* és a *Botryosphaeriaceae* család egyes fajai, melyek a szállítószöveti tünetekért felelősek, illetve bazídiumos gombák, főként a *Fomitiporia* nemzetség fajai melyek végül az esca-ra jellemző fehérkorhadást okozzák (Essakhi et al., 2008., Badali et al., 2015, Csikászné-Jakab, 2015, Gramaje et al., 2015, Brown et al., 2020).

A *Phaeoacremonium* és *Phaeomoniella* fajok fennmaradása, szaporodása több módon történhet (1. ábra). A fertőzött növényi maradványok a talajba kerülve fertőzhetik a

növényt a gyökérenyák és a gyökérszet sebein át. A vegetációs idő alatt a kórokozó ivartalan módon terjed. Átlátszó, osztatlan konídiumai a metszési sebekben át fertőznek. A tél közeledtével megjelenik a gomba peritéciumos, ivaros alakja. A peritéciumokban átlátszó, hajlott, osztatlan aszkospórákat termel. Tavasszal ezek a metszési sebekben és a tőke egyéb föld feletti részeinek sérülésein át fertőznek (Gramaje et al., 2015).



1. ábra: A *Phaeoacremonium* fajok fertőzési ciklusa (Gramaje et al., 2015 alapján)

Az esca betegségkomplexum több formában jelenhet meg. A közös Ascomycota kórokozók miatt a Petri kórt, amely a fiatal szőlőnvények pusztulásáért, egyéb kórokozókkal egyetemben az oltvány „nyílósságáért”, azaz elhalásos tünetekkel is járó alany-nemes elválásért, kompatibilitási zavarért felel, az esca betegség korai stádiumának is tekinthetjük (Ridgway et al., 2002, Halleen et al 2003, Edwards – Pascoe, 2004, Mostert et al., 2006). A fiatal szőlő eredése gyenge (30-50%), a növények gyenge növekedésűek, majd elhalnak. Az oltás rosszul kalluszosodik, a növény gyengén gyökeresedik. A hajásnövekedés gyenge, az ízközök rövidülnek. A törzsátmérő csökken. Az alanyvesszők bélrésze a talptól indulva barnul, feketedik. Az oltási pontban hasonló tüneteket figyelhetők meg. A xylemben fekete mézga termelődhet, ilyenkor a hosszmetszetben jól megfigyelhetőek a fekete szállítónyalábok. Ezért „black goo” (fekete ragacs, fekete mézga) néven is említjük a betegséget (Mostert et al. 2006, Essakhi et al., 2008, Varga, 2009).

A betegség akut tünete az apoplexia, azaz a gutaütés (2. ábra). A levézet pár nap lefolyása alatt elhervad, a hajtások elhalnak (Guerin-Dubrana et al., 2019).



2. ábra: Akut GTD tünet (saját felvétel)

A gutaütés előtt a hajtások fotoszintetikus aktivitása megváltozik. A gázcsere intenzitása csökken, a klorofill-fluoreszcencia megváltozik, a fotoszintézishez kötődő gének represszálódnak. A gombák metabolitjai, toxinjai a növény számára jelként viselkednek, minek hatására a szőlő fotoszintézise csökken, védelmi folyamatai pedig felélénkülnek (Letousey et al., 2009, Bortolami et al., 2023).

Hagyományos értelemben az „esca” elnevezés a fehérkorhadásra, azaz a bazídiumos *Fomitiporia mediterranea* kártételére vonatkozik. Valódi esca esetén (esca proper) egyazon tőkén jelenik meg mindkét tünet, vagyis az edénnyalábokat megbetegítő kórokozók levéltünete („tigriscsíkoság”) és a fehérkorhadás. A megkülönböztetést indokolja az is, hogy a gyakorlat az esca/eszka kifejezést általánosságban a GTD-be sorolható betegségek összességére alkalmazza. Ez a tünetegyüttes jellemzően a 15 évesnél öregebb termő- és alanyültetvényekben jelentkezik. Az esca-s növényekben jelen van az edénnyaláb betegséget kiváltó és a fehérkorhadás kórokozója is (Essakhi et al., 2008). Határáként a telepítéstől eltelt 8 – 9 év határozható meg, miután a krónikus tünetek megjelennek (Úrbez – Torres et. al., 2008, Díaz – Latorre, 2013).

Amennyiben a betegség krónikussá válik, fiatal escának (young esca), a szőlő levélcsíkoságának nevezzük azt. Ez esetben több év is eltelik a teljes vagy részleges tőkepusztulásos tünetek megjelenéséig. Az erős fertőzöttségű ültetvényekben is megfigyelhető a tünetmegjelenés hektikussága. A fertőzött tőkerész egyes években egészségesen kihajt, később pedig újra tüneteket mutathat. Fajta függvényében a bogyókon barna, feketés-lilás pontok jelenhetnek meg, a fejlettebb bogyók felrepedhetnek (3. ábra). A bogyótünetre utalva a szőlő fekete himlőjének is nevezik a betegséget (Mugnai et al. 1999, Mikulás, 2008).



3. ábra: Az esca betegségkomplexum levél-, termés- és faszöveti tünetei: a: „tigriscsíkoság” levéltünet, b: „himlős” bogyótünet, c,d faszöveti elhalás és korhadás, e: hervadás, f: a tőke vagy tőkerészek elhalása (Cloete et al., 2015)

A *Fomitiporia* felülfertőzése esetében az érintett faszövet sárgás-fehér színnel korhad, szivacsossá állagúvá válik, sötét szegéllyel válik el az egészséges fás szövetektől (3. ábra). A gomba a metszési-, a tőkefejekén vagy a tőkétörzsön ejtett sebzéseken hatol be, a szaporítóanyaggal nem terjed, az ültetvényben fertőzi a növényt (Larignon és Dubos 1997).

Szektoronként eltérő kórokozó lehet domináns az elhalt rész keresztmetszetében. A *P. chlamydospora* és a *P. minimum* közepén, a fakó puha és az elhalt középső részt határoló szövetekben uralkodó, a *Phellinus punctatus* és a *Stereum hirsutum* mind közepén, mind a határoló részekben megtalálható, azonban egyszerre csak az egyik bazídiumos gombafaj van jelen. (Larignon –Dubos,1997, Fischer et al., 2005).

2.1.2. A fekete kordonkar-elhalás

Az 1990-es évek végén Franciaországban az esca mellett egyre nagyobb súllyal azonosították a fekete kordonkar-elhalást (továbbiakban BDA – black dead arm) (Larignon et al., 2009). A betegséget a Botryosphaeriaceae család egyes fajai okozzák, a levéltünetei pedig igen hasonlóak az esca okozta „tigriscsíkosághoz”, de önmagukban nem okoznak fehérkorhadást, csak a fás szövetek barnás nekrozisát (Larignon et al., 2001).

Világszinten először Lehoczky (1972) Magyarországon írta le szőlőről a *Botryosphaeria stevensii* fajt és a betegséget magát, a „black dead arm” név is tőle származik. A BDA-t tizenhárom különböző faj okozhatja a *Botryosphaeriaceae* családból (Úrbez-Torres, 2011, Úrbez-Torres-Gubler 2011), a legjelentősebbeknek nevezhetnénk a *B. stevensii*, *Peyronellaea obtusa* és a *Neofusicoccum parvum* fajokat, széleskörű elterjedtségük és agresszivitásuk miatt. Ezek a kórokozó fajok látens módon, azaz betegségi tünetek kiváltása nélkül is jelen lehetnek a szőlőnövényben (Guerin-Dubrana et al., 2019). Magyarországon a leggyakrabban detektált kórokozó, a *P. obtusa*. Kovács (2017) szerint a fenti fajok természetes körülmények között ritkán jelennek meg ivaros alakjukban. A *Lasiodiplodia theobromae*, *Neofusicoccum luteum*, *N. australe*, *Dothiorella viticola*, *D. iberica* ugyancsak ezen betegség kórokozóinak bizonyultak (Úrbez-Torres-Gubler, 2009).

A betegség a növény bármelyik szervén okozhat látható tüneteket, melyek a környezeti körülményektől függően jelennek meg. Az oltási helyen belülről kifelé terjedő feketés nekrozist figyelhetünk meg. A vessző kérgi részén apró sötét pettyesség látható. A levelek

kisebbség, nekrotizáló részekkel tarkítottak, ráncos felületűek. A tőke keresztmetszetében pontokat, a fiatal hajtásokban világosbarna, az idősebbekben sötét, körköröszerű nekrozist láthatunk (Bonfiglioli - McGregor, 2006).

A betegség korai fázisában könnyen összetéveszthető az esca-val. Kékszőlő fajtáknál a levélfoltok vörös szegélye a BDA esetén sötétebb (4. ábra), illetve hancsrész alatt barna sáv fut (5. ábra), ami az esca-ra nem jellemző (Castillo-Pando et al., 2001, Mikulás, 2014). A betegségnek két tünetegyüttes-típusa van: mind a súlyos, mind az enyhe forma korai levélhullással jár. Az előbbi esetén a hajtások torzulnak, satnyulnak, a levelek elaprózódnak, a generatív részek pedig elszáradnak vagy rothadnak. (Gubler et al., 2005). Előfordul a hónaljrügyekből való kihajtás, azonban a beteg vessző vagy kar jellemzően elhal. A betegség enyhe tünetei hasonlóak az esca okozta tigriscsíkosághoz. Kék héjszínű fajtáknál jellemző az érmenti vörös vagy lilás elszíneződés, fehér fajtáknál pedig a klorotikus, akár élénksárga foltszegély. A folt belső része nagy kiterjedéssel elhal (4. ábra). A megbetegedett, megfásodott tőkerészek kérge alatt barna csík húzódik (5. ábra). Ezeket keresztben elvágva ék vagy szabálytalan alakú barnulást, elhalást láthatunk (Phillips, 2002, Gubler et al., 2005, Savocchia et al., 2007). A *P. obtusa* a farészekben, a *N. parvum* rendszerint a generatív részekben esetleg a rügyekben okoz tüneteket. A BDA levélzeti tünetei általában hamarabb, május végén, míg az esca tünetei egy hónappal később jelennek meg. A kéreg alatti hosszanti barna csík a BDA sajátja, az esca esetén eddig nem tapasztalták (Larignon et al., 2001, Phillips 2002)



4. ábra: Klasszikus „tigriscsíkos” levéltünet fehér és kékszőlő fajtán a BDA-ra jellemző hangsúlyosabb foltszegéllyel (saját felvétel)



5. ábra: A BDA levél- és faszöveti tünetei (Simonin, 2013)

A *Botryosphaeria* fajok más növényeken is patogénként viselkednek. A *B. stevensii* a borókán nekrotizáló rákosodást, a *Peyronellaea obtusa* az almán feketerothadást, a *B. dothidea* az oliván bogyórothadást, a *B. corticola* pedig a tölgyeknél, egyéb fáknál rákos elváltozásokat okoz, ezek a kultúrák tehát a szőlőültetvények káros növényzsomszédágának példáit jelentik (El-Gholl-Alfieri, 1985, Alves et al., 2004, Phillips et al., 2005,)

2.1.3. Az eutipás elhalás

A harmadik kiemelkedő jelentőségű, GTD-hez tartozó betegségcsoport az eutipás elhalás. Bár szállítószöveti nekrotizáló tünete hasonló az előbbiekhöz, a levéltünet alapján ez jól megkülönböztethető, nem okoz ugyanis „tigriscsíkos” színezetet, ehelyett a tőke kihajtása gyenge, az apró egyéves hajtások torzultak (Lardner et al., 2005, Rolshausen et al., 2014). A betegség leggyakoribb kórokozója az *Eutypa lata* tömlősgomba. Hasonló satnyulós, elhalós és faszöveti tüneteket okozó egyéb *Diatrypaceae* fajokat is izoláltak már, valamint a BDA-ban leírt *Botryosphaeriaceae* gombák némelyike is képes a jellemző tüneteket előidézni (Rolshausen et al., 2007, Guerin-Dubrana et al., 2019).

A beteg tőkék hajtásnövekedése gyenge, elseprűsödött, azaz ízközök megrövidülnek. A levelek elaprózódnak, sárgulók, elhalók. Gyakran lép fel virágelrűgés, a virágok és a fürtök is kisebbek. A fertőzés helyétől induló nagy kiterjedésű nekrotizációk figyelhetők

meg a fás részekben (6. ábra). A keresztmetszetben ék alakú nektrózt találunk (Hluchy, 2007). A betegség a hat évesnél öregebb tőkéken fordul elő (Munkvold, 2001).

A fertőzés rendszerint a metszési sebeken át történik. A gomba a xylemben kolonizál, majd az általa termelt fitotoxikus másodlagos metabolitok az egyéves részekbe transzlokálódva váltják ki a tünetegyüttest. A kergét vesztett részekben kialakul a kórokozó sztrómája, melyből kizárólag az ivaros alakkal, aszkospórákkal képes terjedni (Lehoczky – Moller, 1979, Moller – Kasimatis, 1978, Carter, 1991, Gubler et al., 2005).



6. ábra: Eutypa okozta rákos nektrózis (Wolf, 2020)

A kórokozó igen polifág. 88 gazdanövényét ismerjük, többek között almatermésűeket, csonthéjasokat (első sorban a kajszibarackot), citrusokat, pisztáciát, olivát, diót, datolyát, galagonyát, ribiszkeféléket, borostyánt, rózsát, borsot, leandert, és erdei fafajokat. A felsorolt kultúrák fás elhaló részein is termelődnek fertőzési forrásként szolgáló aszkospórák, így ezek kerülendők a szőlőültetvények szomszédságában. Mechanikai eszközökkel nem jelentős a kórokozó átvitele (Munkvold, 2001, Sosnowski et al., 2011).

2.2. A GTD terjedését és a tünetexpressziót befolyásoló tényezők

Mint fentebb tárgyaltam, a tőkebetegségeknek több megjelenési formája lehet. A fiatal, friss telepítésű ültetvényekben a Petri-kór és a feketelábúság mérvadóak, ezeket a betegségeket elsősorban az oltványkészítésben használt alany és nemes vesszők fertőzöttsége fogja indukálni (Fourie –Halleen, 2004).

Az idősebb, 8-9 éves állományokban kell újra számolnunk a tünetek megjelenésével, legyen szó a krónikus, vagy az akut formáról (Fischer – Kassemeyer, 2003, Fussler et al., 2008, Mikulás, 2008, Úrbez – Torres et al., 2008, Díaz – Latorre, 2013). A fertőzött tőkék nem minden évben mutatnak tünetet, sőt sok bizonyítottan kórokozó faj kitenyészhető olyan tőkékből is, amelyek még soha nem mutattak tüneteket. Az akut, apoplektikus, azaz a tőke vagy egyes részeinek pusztulásával járó tünetek azonnali, közvetlen módon is megjelenhetnek, de bekövetkeznek néhány évi krónikus tünetmegjelenés után is. Ez általában akkor történik, ha a szállítószövetek teljesen és körkörösén elhalnak vagy eltömődnek (Hewitt, 1957, Hofstetter et al., 2012, Kovács et al., 2017).

Pacifico és munkatársai (2019) kutatásai szerint bizonyos stresszhatásokra az endofita fajok összetétele és egyensúlya megbomlik, ennek eredményeként alakulnak ki patológiás elváltozások. Ide sorolják a fagykárokat, az aszályt, a talaj magas sótartalmát, a magas hőmérsékletet, de az arzénszennyezést is.

Inokulum és fertőzés

Az elsődleges fertőzési forrást a beteg fás részeken kialakuló termőtestek jelentik. Bennük alakulnak ki az ivaros vagy ivartalan spórák, melyek légmozgással vagy az esőcseppek ütő hatásától felverődve jutnak a növényre (Mundy - Manning 2010, Ayres et al. 2011). A csapadék nemcsak a terjedésben játszik kulcsszerepet, de a termőtestek spóraszórása is ennek hatására történik sok kórokozó faj esetén (Marchi et al., 2006, Van Niekerk et al., 2011, Billones-Baaijens et al., 2023).

A szaporítóanyag is fertőzési forrás lehet, valamint az eltávolított beteg oltványok vagy tőkék utáni talaj is fertőzési forrás a fiatal pótolttőkékre nézve (Weckert et al., 2006).

Fertőzési kapuként a még be nem száradt metszési, fagy- vagy egyéb sebek szolgálnak. Nagyobb tehát a fertőzésveszély nedves, páradús időjárási viszonyok mellett, ez segíti ugyanis a kórokozó szóródását, megtapadását és a sebek is nehezebben száradnak be. A nedvkeringés beindulása utáni fagyok fagylécesedést okoznak, felrepesztik a tőkét, további fertőzési kapukat nyitva a fás részeken (7. ábra). (Lecomte et al. 2003, Sosnowski

et al. 2008, Halleen et al. 2010, Rolshausen et al. 2010, Csótó et al., 2020). Bár általánosságban sebz parazitáként említjük a GTD kórokozókat Amponsah és munkatársai (2012) vizsgálataikban bizonyították, hogy bármilyen szövet fogékony a fertőzésre, még a sebzés nélküli nyugvó rügyek is. A metszőollóval és egyéb kézi vagy gépi ápolástechnikai eszközökkel való inokulumátvitel vitatott. Epstein és munkatársai (2008) fertőzött tőkéken használt metszőollók nagyjából egynegyedének felületéről sikeresen izoláltak patogéneket.



7. ábra: Fagylécesedés szőlőtőkén (Willwerth et al., 2014)

Vízellátás

A vízellátással kapcsolatos stresszhatást értékelhetjük kizárólag a meteorológiai adatok figyelembe vételével, azonban a szőlőben más szempontokat is érdemes megvizsgálni annak agrotechnikai sajátosságai okán. A növény vízellátottságának mértékét, és a vízzel jól ellátott, esetleg víznyomott időszak hosszát befolyásolni fogja az ültetvény égtáji kitétsége és a sorok iránya, a terület lejtése, de akár a füvesítettség mértéke is. A GTD epidemiológiájában a vízellátottság egyfelől azért fontos, mert a súlyos vízhiány, de a víztöbblet miatti talajlevegőtlenység is ráhatással lehet az endofiton gomba és baktériumfajok ökológiai egyensúlyára. Más részről, mint feljebb írtam, a jobb vízellátás növeli a levéltünetek megjelenési arányát. Ennek feltételezett oka, hogy a levélnet jellegzetes tigriscsíkoltságát kialakító toxinok a szállítónyalábokban élő gombakolóniáktól bőségesebb vízellátottsággal könnyebben transzlokálódnak a levelek

irányába (Marchi et al. 2006, Bruno – Sparapano, 2007, Edwards et al., 2007, Sosnowski et al., 2007, Bertsch et al., 2013, Andolfi et al., 2011).

A vízellátottság a szőlőültetvényekben gyakran inhomogén, különösen igaz ez, ha plató – völgy helyzetű területet vizsgálunk. A plató területen pangó víz érzékenyíti az ültetvényrészt. Itt gyűlnek fel a fertőzött maradványok, bennük aktív kórokozókkal vagy azok kitartóképleteivel, nagy mennyiségű inokulumot, fertőzési forrást biztosítva. Az eróziós folyamatok mozgatják a talajt a plató irányába, így a tőkék magassága csökken a lehordott talajréteggel (Kovács et al., 2017). A tőke kitettebb a fertőzésnek: a törzs talajjal érintkezik, a metszés sebek közelebb vannak a felszínhez. Amponsah és munkatársai (2009) egyes GTD kórokozók terjedését is bizonyították a pangó belvízben.

Fajtaellenállóság

A különböző szőlőfajták fogékonysági mutatói gyakran ellentmondásosak, azonban találhatunk különösen fogékony és viszonylag ellenálló fajtákat, érzékenységi csoportokat állíthatunk fel. Immunis, azaz teljes rezisztenciával rendelkező fajtát nem ismerünk. Egy érzékenységi sor megállapítását a GTD kórokozókkal szemben azok körének fajgazdagsága nehezíti, ugyanis a különböző kórokozófajokra eltérő fogékonysága lehet az adott szőlőfajtának. Még az egy családba tartozó kórokozók ellen, mint például a *Neofusicoccum parvum* és a *Lasiodiplodia theobromae* is igen komoly különbségek láthatók a fajták reakciójában. Az ellenálló fajták keresésekor tehát kórokozónként kell divezifikálnunk a vizsgálódásunkat (Travadon et al. 2013). Murolo – Romanazzi (2014) valamint Borgo és munkatársai (2016) 86 és 6 fajta GTD ellenállóságát rangsorolta, megkülönböztetve a kék és fehér héjszínű fajtákat. Sosnowski és munkatársai (2013) 118 fajtát állítottak a tünetmegjelenési gyakoriság szerinti sorrendbe. Chacón-Vozmediano és munkatársai (2021) általánosságban gyakoribb GTD tünetmegjelenést találtak a Monastrell, Cabernet Franc, ‘Graciano’, ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Syrah’, ‘Muscat of Alexandria’, és ‘Sauvignon Blanc’ fajtáknál. Összegezve a szakirodalom leletesebb felméréseit és inokulációs vizsgálatait (1. táblázat) kijelenthető, hogy a ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Cabernet Franc’ és ‘Sauvignon Blanc’ különösen fogékony a GTD okozó fajokra, míg a ‘Merlot’ jelentősen ellenállóbb. A hazánkban is leggyakoribb, fekete kordonkar-elhalást okozó *Diplodia seriata* és *Diplodia mutila* gombafajokra Ramirez és munkatársainak (2018) vizsgálatában a ‘Cabernet Franc’ és a ‘Syrah’ fajták fogékonyabbnak bizonyultak, a kórokozók közül pedig a *D. mutila* agresszívebbnek bizonyult. Marchi és munkatársai (2006) felmérésében

a 'Semillon' a 'Riesling Weiss' fajták és a Pinot Blanc mutattak kiemelkedő érzékenységet, míg a 'Roussanne', a 'Chardonnay' és a Muscat Blanc alacsony kumulatív tünetmegjelenési indexe jó ellenállóképességre enged következtetni. Az eutípás betegséget tekintve Dubos (1987) az 'Aligote', 'Merlot', 'Semillon' és 'Sylvaner Gruen' fajtákat ellenállóbbnak értékelte, később Carter (1991) lehetséges rezisztens vonalakról számolt be francia fajtáknál.

1. táblázat: Jelentősebb szőlőfajták GTD ellenállósága.

(Songy et al., 2019 és Csótó et al., 2023 nyomán.)

Fajta	GTD		Inokulációs vizsgálat (IV)/tünetmegjelenés femérés (TF)	Forrás
	Ellenállóság	Betegség		
Fehér héjszínű fajták				
‘Chardonnay’	jó	BDA, Eutypa	IV	Travadon et al., 2013
	közepes	BDA	TF	Sosnowski et al., 2016
	közepes	Esca	TF	Borgo et al., 2016
‘Pinot Gris’	jó	BDA, Eutypa	TF	Sosnowski et al., 2016
	közepes	Esca	TF	Marchi et al., 2006
‘Riesling Weiss’ (Riesling)	jó	Eutypa	TF	Sosnowski et al., 2016
	közepes	BDA	IV	Billones-Baaijens et al., 2014
	közepes/gyenge	Esca	IV	Travadon et al., 2013
‘Sauvignon Blanc’	jó	BDA	IV	Billones-Baaijens et al., 2014
	közepes	Eutypa	IV és TF	Sosnowski et al., 2016
	gyenge	BDA	IV és TF	Sosnowski et al., 2016
	gyenge	Esca	TF	Murolo - Romanazzi, 2014, Foglia et al., 2022
‘Semillon’	jó	BDA, Eutypa	IV és TF	Sosnowski et al., 2016
	gyenge	Esca	TF	Marchi et al., 2006
‘Sultanina’ (‘Thompson Seedless’)	jó	Esca	IV	Feliciano et al., 2004, Travadon et al., 2013
	közepes/gyenge	Eutypa	IV	Travadon et al., 2013
	gyenge	BDA, Eutypa	IV	Feliciano et al., 2004, Travadon et al., 2013
‘Trebiano Toscano’ (‘Ugni Blanc’)	közepes/jó	BDA	TF	Sosnowski et al., 2016
	gyenge	Eutypa	IV	Cardot et al., 2019
		Esca,	IV	Péros et al., 1994
	gyenge	Eutypa	TF	Borgo et al., 2016, Sosnowski et al., 2016
‘Welshriesling’	jó	BDA, Eutypa	IV és TF	Sosnowski et al., 2016
			TF	Borgo et al., 2016
	gyenge	Esca	TF	Surico et al., 2000
Kék héjszínű fajták				
‘Cabernet Franc’	közepes/jó	Eutypa	IV	Travadon et al., 2013
	közepes	BDA	IV	Travadon et al., 2013

	gyenge	Esca	IV és TF	Sosnowski et al., 2016
‘Cabernet Sauvignon’	jó	BDA	IV	Billones-Baaijens et al., 2014
	gyenge	Eutypa	IV	Cardot et al., 2019
	gyenge	Esca, Eutypa	TF	Borgo et al., 2016, Foglia et al., 2022, Quaglia et al., 2009
		BDA	TF	Sosnowski et al., 2016
‘Garnacha Tinta’ (‘Grenache’)	jó	Esca, Eutypa	TF	Sosnowski et al., 2016
	közepes/high	Esca	IV	Feliciano et al., 2004
		BDA	TF	Sosnowski et al., 2016
‘Merlot’	jó	Eutypa	IV	Travadon et al., 2013, Cardot et al., 2019
	közepes/jó	BDA	IV	Travadon et al., 2013
	közepes	Esca	TF	Murolo - Romanazzi, 2014, Quaglia et al., 2009
‘Pinot Noir’	jó	Esca	TF	Borgo et al., 2016
	közepes	Eutypa, Esca	IV és TF	Sosnowski et al., 2016
		BDA	IV és TF	Sosnowski et al., 2016
‘Sangiovese’	jó	BDA, Esca, Eutypa	IV és TF	Sosnowski et al., 2016
	közepes	Esca	TF	Borgo et al., 2016
‘Syrah’	jó	Esca		Borgo et al., 2016
	gyenge	BDA, Eutypa	IV IV és TF	Guan et al., 2016 ,Travadon et al., 2013 Sosnowski et al., 2016
‘Concord’	jó	BDA, Esca, Eutypa	IV	Travadon et al., 2013

2.3. GTD elleni védekezési és mentesítési eljárások

2.3.1. Kémiai növényvédelem

A tünetegyüttest előidéző betegségkomplexumok elleni kémiai védekezés egyetlen, kuratív hatással is bíró hatóanyaga a nátrium - arzenit volt. Ezt a készítményt azonban a „fejlett” országokban betiltották humán karcinogén és súlyos környezetkárosító tulajdonsága miatt (Decoin, 2001).

A kémiai védekezés fő problémája, hogy a jól transzlokálódó, szisztemikus fungicid hatóanyagok sem érik el effektív dózisban a szállítónyalábokat eltömő gombakolóniákat. Darrietourt és Lecomte (2007) a probléma kiküszöbölésére célzott injektálós eljárást dolgozott ki. Ez azonban munka és szakértelemigényes és nem megfelelő hatásfokú a beavatkozás megtérüléséhez. Kuratív védekezési metódus híján a prevenció, azaz az elsősleges fertőzés megakadályozása lehet a betegség terjedésének gátja. A védekezés tehát a metszési és egyéb sebek gombaölő-szeres fedésére fókuszál, elsősorban a kora tavaszi spóraszóródás és párás, csapadékos körülmények időszakában (Calzarano et al., 2004; Sosnowski et al., 2004).

Globális szinten a benzimidazol származékok, úgy, mint a karbendazim vagy a benlate bizonyultak hatásosnak a sebek permetezéssel védelmére, ami a gyakorlatban is széles körben kivitelezhető eljárás lenne. Ezek a hatóanyagok azonban az Európai Unióban kivonásra kerültek. A Magyarországon is engedélyezett növényvédő-szer hatóanyagok közül a prokloráz és az azolok nyújthatnak hatékony védelmet (Gubler et al. 2005, Sosnowski et al. 2008, Halleen et al. 2010, Pitt et al., 2012). A tiofanát – metil karbendazimmá alakul, így ennek a hatóanyagnak is indokolt lehet a preventív védelemben való alkalmazása (Rolshausen et al., 2010, Malhat et al., 2020).

A fasebkezelő gélek és különböző kenéses eljárások sokkal hosszabb perzisztenciát biztosítanak, hatásuk elégséges lehet a sebek beszáradásáig. Ezek alkalmazása azonban munkaerőigényes és csak a nagyobb sebek kezelésére rentábilis. Csak a különösen nagy értékű ültetvényekben javasolt, például öregtökés állományokban, törzsültetvényekben vagy turisztikai jelentőségű ültetvényrészek védelmében (Di Marco et al., 2004, Rolshausen et al., 2010). Ígéretes a gombaölő hatóanyaggal ellátott gyanták, illetve a folyékony polimer hordozóanyagú Tessior (piraklostrobin+boszkalid) preventív alkalmazása esca és BDA kórokozók ellen (Martínez-Diz et al., 2021).

A prevenció elsődleges eszköze az egészséges szaporítóanyag telepítése. Ennek feltétele kórokozóktól mentes alany és nemes részek beszerzése az oltványelőállításához. Gubler és Eskalen (2008) visszaszorította a betegség kórokozóit fungicides és melegvizes kezeléssel, azonban eradikálni nem sikerült azokat. A piraklostrobin+metiram, kalcium-poliszulfid, a ciprodinil, a triflumizol, a fludioxonil+ciprodinil, a tirám, a tiofanát-metil és a miklobutanil+quinoxifen bizonyultak hatékonyabbnak a betegség ellen kutatásukban. A melegvizes áttatás módszer részben hatékony fungicid alkalmazása nélkül is, de nagy hátránya a szaporítóanyag életképességének csökkenése (Graham, 2007, Habib et al., 2009, Waite – May, 2005, Waite – Morton, 2007). Foszetil-alumínium hatóanyag alkalmazásával jelentősen csökkenthető volt a tünetmegjelenés Di Marco és munkatársai (2011) hajtatóházi, *in vivo* kísérletében. Szükséges lenne a szaporítóanyagon túl az anyaültetvények, oltványiskolák talajának a lehetőségek határáig való mentesítése a kórokozóktól (Gramaje – Armengol, 2011, Gramaje et al., 2018).

2.2.2. Fitotechnikai módszerek

„Curettage” módszerrel, azaz az érintett fás részek kaparásos, mechanikai eltávolításával csillapíthatóak az eutipás toxikózis tünetei, ez azonban nem tekinthető üzemi szinten rentábilis eljárásnak (Carter 1994; Creaser –Wicks, 2004, Sosnowski et al., 2011). Hasonló eljárás a tőkefelújítás vagy a fertőzött karok eltávolítása, azonban a fertőzött rész gyakran a gyökérnyakban van, ami indokolja a tőke teljes eltávolítását (Sosnowski et al., 2007, Sosnowski – Mundy, 2016).

A metszés idejének és módjának helyes megválasztása ugyancsak gátolhatja a betegség terjedését. Régióra vagy akár borvidékre specifikusan kell azonban meghatározni a kórokozók spóraszóródásának idejét, hogy azok ne kerülhessenek friss metszési sebekre, ugyancsak a klimatikus adottságok határozzák meg, mikor a leggyorsabb a sebgyógyulás, amely a metszés időzítésének másik kritikus pontja (Petzold et al., 1981, Petzold et al., 1983). Kaliforniában például emiatt tradicionálisan a kései metszést (február-március vége) preferálják, hogy az ott uralkodó BDA betegségkomplexumot visszaszorítsák. Intenzív technológiában, megfelelő támrendszer alkalmazásával kétmenetes metszést alkalmazhatunk, azaz gépi előmetszést a fertőzés időszakában, majd kézi metszést két rügyes csapokra. A technológia alap gondolata, hogy a már bejutott kórokozók a második körben eltávolításra kerülnek, hiszen a még hűvös időben a végleges csapok szintjét nem kolonizálják (Weber et al., 2007, Herche 2009, Úrbez-Torres – Gubler, 2009, Travadon

et al., 2016). A kései metszés viszont Európában érzékenyíthet, hiszen a nedvkeringés ekkor már beindulhat és az inokulum szóródása is folyamatban van (Luque et al, 2014, Elena – Luque 2016).

A nagy lejtésű hegyoldalakon máig előforduló bakművelés esetén ritkább a betegség előfordulása, mint a modern kordonokban (Gu et al., 2005). Hazai kutatásban az egyes függöny, ernyő és Lenz Moser művelésben csaknem kétszerakkora tünetmegjelenést detektáltak, mint kordonművelésben (Rábai et al., 2008). A karok elhalásának megelőzésére alkalmazható a Guyot-Poussard metszémód, amellyel csak a karok vagy a tőkefej felső részén hagyunk csapokat, így alul akkor is biztosított a folyadékáramlás, ha a csapokban elhalás, eltömődés lép fel (Mondello et al., 2018).

2.2.3. Biológiai védekezési eljárások

Hiperparazita biológiai ágensekkel hatékonyan védhetjük nemcsak a sebfelületeket, de a mélyebb faszöveti részeket is. Ezek a mikroorganizmusok a célszervezetekhez hasonlóan kolonizálják a szállítónyalábokat és aktív módon terjedhetnek azokban. Használhatóak a kémiai szerekhez hasonlóan a sebek preventív védelmére, de kuratív hatásuk is van és biostimulátor hatással is rendelkezhetnek (Di Marco et al., 2004, Gramaje et al., 2018.). A baktériumok közül az *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Burkholderia*, *Curtobacterium*, *Enterobacterium*, *Erwinia*, *Paenibacillus*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Stenotrophomonas*, *Streptomyces* és a *Xanthomonas* nemzetség fajjaival végeztek kísérleteket a GTD visszaszorítására. A gombák közül az *Aureobasidium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Pythium*, *Gliocladium*, *Clonostachys* és *Trichoderma* fajokkal történtek próbálkozások (Gramaje et al., 2018, Mondello et al., 2019, Travadon et al., 2023).

A legszélesebb körben a *Trichoderma* nemzetség fajai terjedtek el erre a célra (Hunt et al., 2001; Di Marco et al., 2004; John et al., 2004). Az *Eutypa lata* kórokozó ellen összességében jó hatással bírnak a *Trichoderma* fajok (Kotze et al., 2011, Mutawila et al., 2011, 2016). A szaporítóanyag *Trichoderma* szuszpenziós áztatásával a kórokozók visszaszoríthatók oltványiskolákban Fourie – Halleen 2004, 2006, Halleen – Fourie, 2016). A BDA és esca kórokozói ellen is sikerrel alkalmazhatóak a *Trichoderma* készítmények, elsősorban a metszési sebek preventív védelmére (Di Marco et al., 2004, Kotze et al., 2011, Mutawila et al., 2016). *Trichoderma* törzsek alkalmazásával a metszési sebek hosszú távon védhetőek, fennmaradnak ugyanis a szőlő fás szöveteiben széles hőmérsékleti intervallumban is és kiszorítják vagy felemésztik a tőkepusztulás kórokozóit (Kovács et al., 2014).

A *Trichoderma* fajok kombinációban való alkalmazására is akad példa vele összeférhető gombatörzsekkel, vagy baktériumokkal. John és munkatársai (2005) sikerrel visszaszorították az *Eutypa lata* kórokozót úgy, hogy *Trichoderma harzianum* és *Fusarium lateritium* spóráinak szuszpenziójával kezelték a metszési sebeket, így azonban csak két hetes védelmet tudtak biztosítani. Silva-Valderrama és munkatársai (2021) *Clonostachys rosea* gombával együtt alkalmazva a kórokozók teljes gátlását érték el laboratóriumi vizsgálatokban. Leal és munkatársai (2021) az egyik legagresszívabb, gyors növekedésű BDA kórokozó, a *Neofusicoccum parvum* terjedését állították meg *Bacillus subtilis* és *Trichoderma atroviride* kombinációjával.

A *Trichoderma* eszköztára a növényi kórokozók által okozott fertőzések és károsodások megelőzésére is sokrétű: másodlagos anyagcseretermékek termelésével meg tudják akadályozni a patogén gombák spóráinak csírázását, illetve a kiválasztott sejtfalbontó enzimekkel képesek elpusztítani azokat (Harman 2000, Viterbo et al., 2007, Vinale et al., 2008, Sood et al., 2020). Antifungális metabolitnak tekinthető a foszfolipáz A2 gátló koningint (Souza et al., 2008), a foszfoinozítid-3-kináz (PI3K) gátló viridint (Brian – McGowan, 1945, Yano et al., 1993), a sejtlégzés-gátló (II-es mitokondriális komplex) harzianopiridon (Dickinson et al., 1989, Bat-Erdene et al., 2020), az acetohidroxisav szintáz gátló harzin sav (harzianic acid) (Xie et al., 2021), illetve egyéb gyenge funcid hatású és ROS-képző anyagok (Sood et al., 2020). A patogén sejtfalának és egyéb anyagainak bontásáért felelősek a *Trichoderma* által termelt endo- és exoglükánázok (Vázquez-Garcidueñas et al., 1998), glükozidázok (Sternberg et al., 1977, Chandra et al., 2013), melyek a tömlősgombák sejtfalának poliszacharidjait bontják (Ueki et al., 2020), valamint a kitináz, egyéb endo- és exokitinázok. A *Trichoderma* „külső emésztésében” szerepet játszó egyéb enzimek: peptidázok (Goldman – Goldman, 1998) inkább a már elpusztított gomba makromolekuláinak felvehető formára alakításában jelentősek.

Egyes *Trichoderma* törzsekről bebizonyosodott, hogy javítják a kórokozókkal szembeni ellenállóságot a növény szisztémás és lokális védekezésének indukálásával (Howell, 2003, Woo et al., 2006, Vinale et al., 2008, Shores et al., 2010, Pieterse et al., 2014).

Jelenlétükre megnő a PAL (phenilalanin ammónia-liáz) (Ahluwalia et al., 2015) termelése, amely fitoalexinek termeléséhez vezet. Hormonokat vagy prekursoraikat, szignálútvonalak anyagait (IAA (indolecetsav) (Contreras-Cornejo et al., 2009), GA3 (gibberellin A3) (Hermosa et al., 2012, Guzmán-Guzmán et al., 2019), ABA (abszcizinsav) (Contreras-Cornejo et al., 2015), etilén (Wang et al., 2002, Pieterse et al., 2012, Mukherjee et al., 2013), JA (jázmonsav) (Yoshioka et al., 2012), SA (szalicilsav) (Seyfferth et al., 2014, Ruocco et al., 2015, Meng et al., 2019)) termelik és termeltetik a növényvel. A LOX1 (lipoxigenáz 1) (Sharma et al., 2020), ACC (acetil KoA karboxiláz) szintáz és oxidáz (Kieber et al., 2020), ABA, etilén, JA, SA a jázmonsavas útvonal serkentésével, a MAPK-ok (mitogén-aktivált fehérjekinázok) (Shores et al., 2005, Jagodzki et al., 2018) jelátviteli útvonalak beindításával szerzett rezisztenciát alakítanak ki. Csökkenthetik az oxidatív stresszt a SOD (szuperoxid-diszmutáz), CAT (kataláz), POD (peroxidáz) enzimek szintjének emelésével (Mastouri et al., 2012, Zhang et al., 2016).

Ezenkívül a növények növekedését, fejlődését és tápanyagfelvételét is elősegítik biokémiai útvonalak módosításával, növényi hormonok, prekursorok termelésével, vagy a tápelemek felvehető formára alakításával (Altomare et al., 1999, Harman et al., 2004, Harman, 2006, Van Wees et al., 2008, Contreras-Cornejo et al., 2009, Ming et al., 2013, Pieterse et al., 2014, López-Bucio et al., 2015, Garnica-Vergara et al., 2016, Pascale et al., 2017, Fiorentino et al., 2018, Singh et al., 2019, Sood et al., 2020, Sridharan et al., 2021). A *Trichoderma* igen sokféle tápanyagot képes hasznosítani, ezért konídiumai tömegesen előállíthatók olcsó táptalajokon, például agráripari hulladékokon (Mulatu et al., 2021).

Ritkán érkeznek jelentések a szőlőből származó endofita törzsekről, amelyek jól alkalmazhatóak lennének a GTD ellen, és fajszinten csak felszínesen jellemezik vagy azonosítják ezeket. Svájcban kéregtelenített fiatal szőlőben jelen volt *Trichoderma* faj (Casieri et al., 2009). Egy átfogó spanyolországi vizsgálatban 44 endofita *Trichoderma* törzset találtak 500 izolált endofita gomba között (González – Tello., 2011). Jayawardena et al. (2018) három *Trichoderma* fajt (*T. atroviride*, *T. harzianum*, *T. harzianum sensu stricto* és *T. lixii*) írtak le, amelyeket Kínából származó szőlőből izoláltak. Silva-Valderrama és munkatársai (2021) egy szőlő endofita *Trichoderma* törzset találtak Chilében elszigetelten.

Kovács (2017) a Tokaji borvidéken erősen fertőzött ültetvény egészséges tőkéből 10 *Trichoderma* törzset izolált, melyeket klád szintjén azonosított.

Sajnos a *Trichoderma* fajok azonosítása ezekben a vizsgálatokban kizárólag az ITS1 és ITS2 tartalmú rRNS régiókon alapult, és a szekvenciákat nem hasonlították össze az ex-típusú törzsével, ezért a fajok azonossága kétséges.

Kovács és munkatársai (2021) összesítése szerint a *T. afroharzianum*, a *T. asperellum*, a *T. atrobrunneum*, a *T. atroviridae*, a *T. harzianum*, a *T. gamsii* és a *T. virens* egyes törzsei jutottak el a gyakorlati alkalmazásig, az utóbbit azonban visszavonták a piacról. A fertőző tökepusztulás ellen a jó hidegtűrésű *Trichoderma atroviridae* SC1 törzset tartalmazó Vintec készítmény rendelkezik engedéllyel (Longa et al., 2008, NÉBIH, 2023).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Az országos elterjedtség felmérése

A dolgozat alapjául szolgáló felméréseket a 2021-es és 2022-es években végeztük, a július közepétől szeptember elejéig tartó időszakban, a GTD-re jellemző levéltünetek tömeges megjelenési időszakában. A felmérés saját hibáit az adatbázisban lehetőség szerint tőkénként kizártuk.

2. táblázat: A felmért területek tőkeszámai és fajtaösszetétele

Borvidék/ terület	tőkeszám	Dülő/helyszín	tőkeszám	Fajták ¹
Tokaji	2003	Szarvas	2003	H
Szekszárdi	3601	Lajvér	3601	CF, CS, C, BF, M, WR, PN, SB,
Villányi	2985	Bocor	712	WR, PN, BF, CS
		Göntér	1418	M, PN, P, SB
		Zuhánya	855	CF, CS, BF
Badacsonyi	4599	Badacsonytomaj	4599	FR, CS, CF, PN, WR, J, PG, KNY, KB, OD, PF + fajtagyűjtemény
Kunsági	2280	Kecskemét	2280	fajtagyűjtemény
Pécsi	724	Pécs	724	fajtagyűjtemény
		Almagyar	800	FA
		Kökötő	616	FA
		Nagy-Eged	800	BF
		Nagy-völgy	1600	CF, CS, M, BF
		Pajados	1141	CF, BF, M
		Posta út	1200	CF, M, T
		Szarvas	2800	OC, CF, CS, M, WR, PN, S
Pallag	860	Pallag	860	fajtagyűjtemény
		Zsidó-szél	400	BF
Összes	26409			

¹A fajtaneveket a Vitis international Variety Catalogue (VIVC) (Maul – Töpfer, 2023) hivatalos nevezéktana szerint használom, hazánkban használatos megfelelőiket az 1. melléklet foglalja össze. BF: 'Blaufränkisch', C: 'Chardonnay', CF: 'Cabernet Franc', CSF: 'Cserszegi fűszerez', CS: 'Cabernet Sauvignon', FA: 'Feteasca Alba', FR: Feteasca Regala, H: 'Hárslevelue', J: 'Juhfark', KB: 'Korai bibor', KNY: 'Keknyelue', M: 'Merlot', OC: 'Odesskii Chernyi', OD: 'Odysseus', P: 'Portugieser', PF: 'Pannon frankos', PG: 'Pinot Gris', PN: 'Pinot Noir', S: 'Syrah', SB: 'Sauvignon Blanc', T: 'Turan', WR: Welschriesling

A vizsgált területeken a soronkénti és fajtánként maximális tőkeszám függvényében 100 tőkét vizsgáltunk soronként, és 400-at, vagy ennek többszörösét fajtánként (2. táblázat). Ennél kisebb tőkeszám esetén a fajta összes tőkéjét felmértük. A fajtagyűjteményekben bár magas, 100 feletti fajtaszámokkal dolgoztunk, egy fajta 5-20 egyedből áll, így a szaporítóanyag eredete is jelentősen diverzebb.

A felmérésben tőkék szintjén dokumentáltuk a tőkepusztulást, valamint a levéltünetek jelenlétét. Az eredményekben csak a 2022-es adatok szerepelnek, a 2021. évi felmérés ennek pontosítására szolgál. Nem lehet érdemben eldönteni ugyanis, hogy az elpusztult, de a területen hagyott tőke az ültetvény története során mikor halt el. Így tehát a 2022-es évre nézve három kategóriát különítettünk el: 1: egészséges tőke, 2: 2022-ben levéltünetet, apoplexiát mutat, vagy folyó éven először nincs kihajtás a tőkén, 3: 2022 előtt következett be a tőke teljes pusztulása.

3.2. Abiotikus környezeti tényezők hatásainak vizsgálata

3.2.1. A tőkék térbeli közelségének hatásainak vizsgálata a tünetek megjelenésére

A térbeli közelség hatását a tünetek megjelenési gyakoriságára hét éves tartamkísérletben vizsgáltuk 2013-2019-ig, a Tokaji Borvidékhez tartozó Szarvas dűlőben (a Grand Tokaj Kft. gondozásában) (8. ábra). Az ültetvény 2003-as telepítésű 'Harslevelue' fajta (K9 klón) 125 AA alanyra oltva, közép magas kordon művelésben. A terület déli kitétségű, közepesen meredek lejtésű, 21 db 97 tőkés sorból áll, azaz 2037 tőke egymásra hatását figyelhettük meg.

A 2019-es évig nem volt teljes tőkepusztulás. Az ültetvény egyedeit az alapján osztályoztuk, hogy hány évben mutatták a klasszikus levélzeti vagy részleges elhalással járó GTD tüneteket. A négy vagy több évben tüneteket mutató tőkék soron belüli (ugyanis a tőtávolság töredéke a sortávolságnak) szomszédait külön is értékeltük ugyanezzel a módszerrel, hogy összevethessük ezek eloszlását az elvárttal, azaz a teljes ültetvény tőkéinek osztályok közötti eloszlásával.



8. ábra: A tartamkísérlet elhelyezkedése a Szarvas dűlőben. A terület középpontját jelölő tű GPS koordinátái: N 48° 6'23.58", E 21°22'58.16". A helyszínrajz a Google Earth Pro szoftverben saját szerkesztéssel készült.

3.2.2.. A lejtőn való fekvés hatásának vizsgálata a betegségkomplexum megjelenésére

Felmérésünket a 2020-2021-es évben végeztük az Egri Borvidéken. Két, legalább 15° lejtésszögű ültetvényt választottunk ki, egyet a Nagy-Eged, egyet pedig a Kőkötő dűlőben (9. ábra). A felmért ültetvények 9 évnél idősebbek, azaz a krónikus tünetek megjelenéséhez elég idősök voltak (Díaz és Latorre, 2013, Úrbez-Torres et al., 2008). A magasabb és mélyebb fekvésű rész külön került értékelésre (Nagy-Eged, Kőkötő dűlő). Ugyanazon ültetvényrészek 2020-as és 2021-es évjáratban való tökéletes kétévi felmérésével elkülönítettük a 2021-ben történt friss pusztulási eseményeket és az azt megelőző, az ültetvény története során bekövetkezett összes pusztulást.



9. ábra: Az Egri Borvidéken vizsgált erős lejtésű ültetvények. A térkép Google Earth Pro szoftverben saját szerkesztéssel készült. A felmért ültetvények GPS koordinátái: Nagy-Eged: N $47^\circ 55.709'$ E $20^\circ 26.247'$; Kőkötő N $47^\circ 55.045'$ E $20^\circ 29.45 7'$

A Nagy-Eged dűlőben 4 sor 100-100 tőkét mértük fel az alsó és a felső fekvésű ültetvényrészben. Itt a sorirány lejtőre merőleges. A kijelölt alsó és felső mintatér az ültetvény két végén helyezkedett el, a szélektől 4-4 sor kihagyásával a szegélyhatás elkerülése végett. A Kőkötő dűlőben 4 sor 154-154 tőkét mértük fel, mely sorok lejtőirányúak, így ezek felezőpontjait tekintettük az alsó és a felső fekvés határának. A felső és alsó fekvésű ültetvényrészek növénypusztulási arányát és levéltünet-megjelenési arányát nem parametrikus Mann-Whitney U teszttel vetettük össze.

3.2.3. A környező erdőterületek hatásának vizsgálata a betegségkomplexum megjelenésére

Az erdős vegetáció hatásának értékelésére négy csoportot hoztunk létre Csótó és munkatársai (2022) módszere alapján a következőképpen: 1. legfeljebb erdősáv fasor van a területen, vagy erdőmentes; 2. jelentős sövény, illetve erdősáv (aljnövényzet, cserjeszint és fák) szomszédsága; 3. közvetlenül erdő melletti ültetvény; 4. az ültetvény körben erdővel határolt vagy attól a lejtőn lefelé fekszik. Az elemzéshez használt adatok a 3.1. fejezetben tárgyalt országos felmérés ültetvényeiből származnak (tehát a felvételezés módja egyezik), azonban kizártuk a fajtagyűjteményeket, valamint a teraszos művelésű ültetvényeket, egyéb zavaró hatásokat vagy az inokulum akadályozott mozgását feltételezve. A különböző adottságú ültetvények csoportjainak növénypusztulási arányát és levéltünet-megjelenési arányát Kruskal-Wallis nem parametrikus statisztikai próbával vetettük össze, amelyet Mann-Whitney U teszttel erősítettünk meg.

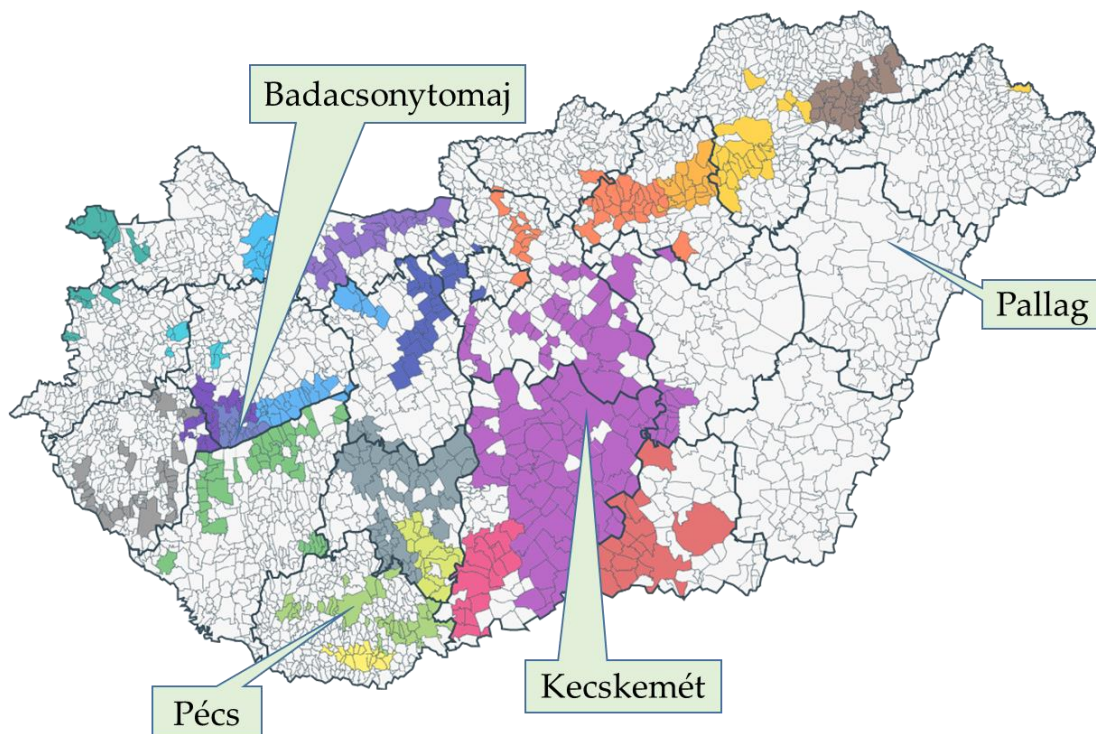
3.2.4. A belvizedés hatásának vizsgálata a tünetek megjelenésére

A belvizedés hatását a tünetmegjelenési arányra a Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság (AKIT), Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet (DTTI), Pallagi Kertészeti Kísérleti Telep szőlő fajtagyűjteményében mértük fel. Az uralkodó betegség a tünetek alapján a fekete kordonkar elhalás, az ültetvényben egyöntetűen előfordul. A terület sík, vályogos homok talajtípusú, azonban megközelítőleg 70 cm mélységben vízzáró réteget találunk, amely vízállásra hajlamossá teszi az ültetvény egyes részeit. Egy szőlőfajtából 5 egyedet találunk az ültetvényben. Felmérésünk négy évben zajlott: 2013-2015, valamint 2019. Fajtanként felmértük a tünetmegjelenési rányt, majd elemzésünkben ennek négy éves átlagát vetettük össze a belvízzel érintett és nem érintett fajták csoportjában. Az adataink nem mutattak normális eloszlást a Q-Q diagramok alapján, így nemparametrikus Mann-Whitney U tesztet végeztünk a csoportok összehasonlítására.

3.3. A fajták ellenállóságának vizsgálata

3.3.1. Vizsgálati helyszínek és fajták

A felmérés 2022-ben készült négy magyarországi fajtagyűjtemény bevonásával (10. ábra), amelyek nagyszámú, nemzetközi, közép-európai vagy kárpát-medencei jelentőségű fajtaival és értékes szülői vonallal rendelkeznek a további nemesítéshez. Az éghajlati és edafikus viszonyok földrajzi közelségük ellenére (60-330 km távolság) jelentősen eltérnek a négy helyen (3. táblázat). Pallag (Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet (DTTI), Pallagi Kertészeti Kísérleti Telep) és Kecskemét (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet) Magyarország kontinentális éghajlatú keleti részén található, viszonylag alacsony évi csapadékmennyiséggel (500-700 mm) (Bartholy – Weidinger, 2010). Ezek a Kárpát-medencei síkvidéki termőhelyek filoxéra immunis homoktalajokon létesültek, így az ezeken a helyeken termő növények nem oltottak (Pallag), illetve részben saját gyökerűek (Kecskemét) (Rakonczás, 2019).



10. ábra. A felmérésben szereplő fajtagyűjtemények A térkép színezése a különböző borvidékekhez tartozó települések közigazgatási területeit jelölik (KSH3, Csótó et al., 2023).

Badacsonytomaj (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet) és Pécs (Pécsi Egyetemi Borbirtok) az ország nyugati részén található, ahol a nyugati klimatikus hatásra a mérsékelt óceáni éghajlat kifejezettebb. Mindkét hely hegyoldali domborzatú, teraszos műveléssel és szubmediterrán klímával rendelkezik, évi 600-800 mm csapadékkal (Bartholy – Weidinger, 2010, Patocskai et al., 2008). Badacsonytomaj talajtípusa vulkáni erubáz (fekete nyirok) és erodált löszös lejtő üledék, a régiót erősen érinti a Balaton víztestének párasító és mérséklő hatása (Fehér et al., 2006). A pécsi talajtípus Ramann-féle barna erdőtalaj, mely karbonátban gazdag vörös homokkövön jött létre. A fajtagyűjtemények *Agrobacterium vitis* és a *Agrobacterium thumefaciens* fertőzöttsége elhanyagolható mértékű volt. A Flavescence dorée (*Ca. Phytoplasma vitis*) által potenciálisan érintett szőlőterületeket következetesen kizártuk felmérésünkben, ilyenek tekintettük azokat a területeket, ahol a tüneteket megtaláltuk, vagy a terület tulajdonosa jelentette vagy észlelte a betegséget. A BDA és esca tünetek domináltak a vizsgált helyeken, Eutypa-szerű tünetek (Gramaje et al., 2018) csak néhány esetben fordultak elő.

3. táblázat: A felmért fajtagyűjtemények jellemzői (Csótó et al., 2023 alapján).

	Badacsonytomaj	Kecskemét	Pallag	Pécs
Talajtípus	erubáz, erodált löszös lejtőüledék	homok	(humuszos) homok	Ramann-féle barna erdőtalaj
Domborzat	hegyoldali lejtő (lejtőirányú sorok és teraszos művelés)	sík	sík	hegyoldali lejtő (teraszos művelés)
Növényi anyag típusa	oltvány	részben saját gyökerű	saját gyökerű	oltvány
Klíma	szubmediterrán, száraz meleg nyárral	kontinentális	kontinentális	szubmediterrán, száraz meleg nyárral
Relatív éghajlati körzet és alkörzet ¹	IIIc	Ib	Ia	IIIb
Évi közepes hőingás (°C)	21-22	23-24.5	23-24	21-22
Évi csapadék (mm)	600-800	500-550	550-700	600-800
Évi napsütés (h)	1950-2050	2000-2150	1900-2050	2000-2100

¹ A relatív klimatikus szektorok Bartholy – Weidinger (2010) felosztása alapján kerültek jelölésre

A GTD tüneteket vizuálisan diagnosztizáltuk a tipikus tigriscsíkos levéltünetek (21 a, d ábra), vagy a fehér és/vagy barna rothadás alapján a növények keresztmetszetein vagy kéregtelenített fás részein (21 c. ábra). A BD, esca és Eutypa-szerű tünetek együttesét GTD-tünetnek számítottuk. Az új apoplexiás tüneteket (elhalt fiatal hajtások levelekkel, 21 b. ábra) folyó évi GTD-tüneteknek tekintettük. Ha a tőkén nem volt friss hajtás, a növényt elhaltnak tekintettük (21 e-f ábra). Csak a 10 évesnél idősebb növényeket vizsgáltuk, így a krónikus/enyhébb (nem pusztulós) tünetek értékelhetőek voltak.

3.3.2. A fajták és a leszármazási csoportok ellenállóságának összevetése

A vizsgált fajták és nemesítési alapként szolgáló vonalak közül sok nem monofiletikus *V. vinifera* eredetű, azaz interspecifikus hibrid. A különböző *Vitis* spp. fajták jelenétét a fajták ősei között a *Vitis* International Variety Catalog (VIVC) (Maul – Töpfer, 2023) adatai alapján ellenőriztük, a továbbiakban a fajták nevei az itt elsődleges névként szereplő formában szerepelnek. A nemzetközileg és a hazánkban alkalmazott fajtanevek megfeleltetése az 1. mellékletben található. A fajtákat a további elemzéshez a leszármazás alapján csoportosítottuk (4. táblázat).

4. táblázat: A különböző *Vitis* spp. ősök alapján létrehozott fajtacsoportok
(Csótó et al., 2023 nyomán).

Ősök szülői és nagyszülői szinten	Csoportosítás I.	Csoportosítás II.
monofiletikus <i>Vitis vinifera</i>	<i>Vitis vinifera</i> (Vv)	<i>Vitis vinifera</i> (Vv)
Amerikai eredetű faj jelenléte ¹	Interspecifikus (I)	Amerikai eredet (A)
<i>Vitis amurensis</i> jelenléte		<i>Vitis amurensis</i> eredet (Va)

¹ *V. labrusca*, *V. riparia*, vagy *V. rupestris*

A felmért fajtagyűjtemények fajtáiban értékeltük a GTD betegségkomplexum előfordulási gyakoriságát (DI% - a friss (évjáraton belüli) levél- és apoplektikus tüneteket mutató növények aránya, valamint a korábbi években történt pusztulás).

A fajtákat a betegség súlyosságának (azaz a látható tünetek súlyosságának) meghatározására szolgáló új módszer alapján kategorizáltuk. Négy GTD érzékenységi csoportot hoztunk létre a vizsgált fajták típusa (éves lombtünetek és elhalás, vagy teljes pusztulás) és a különböző tünetek gyakorisága alapján történő kategorizálásra. „Igen érzékeny”, ahol a fajta összes tünetet mutató növénye elpusztult; „érzékeny”, ahol mind a növénypusztulás, mind a friss GTD levél és pusztulás/elhalás tünetei észlelhetőek. A

fajtát akkor tekintettük „toleránsnak”, ha csak levéltünetek voltak jelen, míg a „tünetmentes” fajtákban sem apoplexia, sem éves GTD levél és pusztulás nem volt kimutatható (5. táblázat).

5. táblázat. A megfigyelt GTD vel szembeni érzékenység szerinti csoportosítás
(Csótó et al., 2023 alapján).

Érzékenységi csoportok		GTD tünetek	
Két csoport	Négy csoport	növénypusztulás	levéltünetek és friss elhalás
Érzékenyebb	Igen érzékeny	+	-
	Érzékeny	+	+
Ellenállóbb	Toleráns	-	+
	Tünetmentes	-	-

A leszármazási csoportok közötti lehetséges érzékenységbeli különbségek feltárása érdekében a négy eredeti csoportot újraértékeltek, ahol a két érzékenyebb („igen érzékeny” és „érzékeny”) és a két kevésbé érzékeny („toleráns” és „tünetmentes”) kategóriát összevontuk. A két újradefiniált érzékenységi kategórián belüli származási csoportok arányát a binomiális teszttel hasonlítottuk össze az elméletileg várható eloszlással, azaz a leszármazási csoportok eloszlásával a teljes mintában.

A növény pusztulásra való hajlamát ezzel párhuzamosan összevetettük úgy, hogy a pusztulást a teljes tünetmegjelenési gyakoriság arányában határoztuk meg (DI) és páronként összehasonlítottuk a leszármazási csoportokat, azaz a monofiletikus európai *V. vinifera* (Vv) és az interspecifikus (I) fajták csoportjait, valamint az utóbbi bontott alcsoportjait: (hibrid amerikai (*V. rupestris*, *V. riparia*, *V. labrusca* - A) és ázsiai (*V. amurensis* – Va) eredetű fajták).

3.3.3. Statisztikai módszerek és alkalmazott szoftverek

Az adatsorok nem teljesítették a parametrikus tesztek (normáleloszlás, variancia homogenitása) feltételeit, amelyeket Q-Q diagramokkal és Levene teszttel elemeztünk. Az analízis során tehát nemparametrikus Mann-Whitney U teszttel vetettük össze a csoportokat páronként a Statsoft Statistica 10 szoftverrel. A binomiális tesztet a Stat Trek online kalkulátorral hasonlítottuk össze (Berman, 2023). A Sankey diagramot a Sankeymatic online diagramkészítővel hoztuk létre (Sankeymatic, 2023).

3.4. Szőlőből izolált endofiton *Trichoderma* törzsek laboratóriumi vizsgálatai

A Tokaji Borvidék területéről, 'Furmint' fajtából 2014-ben Kovács és munkatársai. (2017) tíz *Trichoderma* törzset izoláltak (TR01-TR10). A 22 éves dűlőben nagyon magas (> 34%) volt a szőlő tőkebetegség tünetek (Grapevine Trunk Diseases - GTDs) előfordulása (Kovács et al., 2017). A szőlőnövények kordonjából származó, GTD tünetet nem mutató mintákból Kovács et al. (2017) módszere alapján izolálták a gombatörzseket és ezek közelítő jellegű identifikálására és a Debreceni Egyetemen való ultrafagyasztásos (-80 °C) deponálására is sor került. A TR04, TR05 és TR08 törzseket a Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Országos Gyűjteményében (NCAIM, Budapest, Magyarország) is letétbe helyezték NCAIM (P) F001456, NCAIM (P) F0014547 és NCAIM (P) F001458 néven (Kovács et al., 2021).

3.4.1. Az izolált törzsek fajsztípusú genetikai azonosítása molekuláris markerekkel

Kovács és munkatársai (2017) a *Trichoderma* törzseket először közelítőlegesen jelleggel különböző fajkládokhoz rendelték ITS1 és ITS2 tartalmú rRNS, *tefl* valamint a glikozid-hidrolázt kódoló *chi18-5* szekvenciáik alapján. Dolgozatomban a törzsek az 1α transzlációs elongációs faktort kódoló *tefl* gén nagy intronjának szekvenálásával (Carbone – Kohn, 1999). Ennek eredményeit a típus-törzsek *tefl* referencia szekvenciáival való összevetésével végzett fajsztípusú azonosítását tárgyalom. Egy ismert faj ex-típus törzssel való 100%-os szekvencia azonosság esetén az izolátumot ebbe a fajba tartozónak tekintettük. Ha az izolátum szekvenciája nem volt 100%-ban azonos az ebből a kládból származó ismert fajok egyikével sem, akkor filogenetikai fát állítottunk elő a legközelebbi hasonlóságot mutató faj ex-típusú törzseiből és azok egyéb izolátumaiból, amelyek faj-azonosságát jóváhagyták (Druzhinina et al., 2008, Bissett et al., 2015, Chaverri et al., 2015, Cai et al., 2021).

A *Trichoderma* törzsek ITS és *tefl* korábban meghatározott (Karaffa – Kovács 2018) szekvenciáit ellenőriztük és szükség esetén újra felszaporítottuk és szekvenáltattuk az elemzést megelőzően (Kovács et al. 2021). A felszaporításhoz az SR6R és LR1; (ITS), illetve az EF1 728F és EF1 986R (*tefl*) primereket használtuk (White et al. 1990, Carbone - Kohn, 1999).

Vizsgálatainkban tiszta génbanki tenyészetekkel dolgoztunk. Ezek 3 napos PDA táptalajon, 25 °C-on, sötétben nevelt tenyészeiből vontuk ki a DNS-t. A sejtek roncsolását MagNA Lyser (Roche) eszközzel, a genom kivonást a Machenery-Nagel Nucleospin Plant II kit segítségével végeztük gyártói utasítás alapján.

A PCR-reakciót Váczy és munkatársai (2008) módszere alapján dolgoztuk ki. A PCR-reakció össztérfogata 25 µl volt (12,5 µL DreamTaq Green Master Mix (Thermo Fisher Scientific, Germany); 0.5 µL mindkét primerből (10 pmol/µL); 10,5 µL víz; 1 µL DNS (10 ng/µL)). A PCR-t MyGenie 96 Gradient Thermal Block (Bioneer) készülékkel végeztük, 3 perces 5 °C-os kezdeti denaturációval, amit 35 ciklusban ismétlődő 30 másodperces denaturáció 95 °C-on, 60 másodperces annealáció a primerektől függően 50 (ITS) illetve 59 °C-on (*tef1*), végül polimerizáció 72 °C-on 5 percig követett. A végső a polimerizáció 72 °C-on 5 percig tartott.

A DNS tisztítását a Machenery-Nagel NucleoSpin Gel and PCR Clean-up kitjével végeztük gyártói utasítás alapján. A DNS-koncentrációját NanoDrop 2000 (Thermo Scientific) spektrofotométerrel határoztuk meg. A tisztított amplifikációs termékek szekvenálását minden esetben a Microsynth Austria GmbH (Bécs, Ausztria) végezte. A szekvenciákat a GenBankban helyeztük el (OK560824-OK560833 és OK655885-OK655894).

A szekvenciákat először NBLAST analízissel hasonlítottuk össze az NCBI GenBank adatbázisban elhelyezett referencia szekvenciákkal (Samuels – Hebbbar, 2015), majd az adott fajcsoportba (clade) tartozó fajok referencia szekvenciáit (Bissett et al., 2015, Cai et al, 2021) összegyűjtve végeztük el a filogenetikai elemzést. Ennek során az összegyűjtött szekvenciákat először a Clustal-X program (Larkin et al., 2007) segítségével összerendeztük, majd Genedoc (Nicholas et al., 1997) program segítségével pontosítottuk és készítettük elő az elemzéshez. A törzsfá készítéséhez a MEGA 7.0 programot (Kumar et al., 2016) használtuk. A törzsfát Maximum Likelihood módszerrel készítettük el, 1000-szeres Bootstrap-analízissel. A TR01-05, valamint a TR 07 és TR10 törzsek *tef1* szekvenciáinál Hasegawa – Kishino – Yano (Hasegawa et al., 1985), a TR 06 *tef1* szekvenciánál Jukes – Cantor (1969) modellt használtuk.

3.4.2. A micéliumnövekedés vizsgálata különböző hőmérsékleten

A *Trichoderma* izolátumok micéliumnövekedését különböző hőmérsékleteken (5; 18,5; 20; 22,5; 25; 30 és 37 °C) három ismétlésben határoztuk meg, kísérletünk és elemzésünk magába foglalja (Kovács, 2017) részeredményeit is. A gombatelepek növekedési zónájából 10 mm átmérőjű micéliumkorongot vágunk ki, és burgonya dextróz agar (PDA, Scharlau, Barcelona, Spanyolország) közepére helyeztük egy 60 mm átmérőjű Petri-csészében. Két telepátmérőt mértünk rendszeresen 4 napon keresztül, vagy addig, amíg a telepek el nem érték a Petri-csésze szélét. A további statisztikai elemzésekhez a két telepátmérőből számított átlagos adatokat használtuk fel. A micéliumnövekedést külön értékeltük 5°C-on, szobahőmérsékleten vagy tipikus üzemi körülmények között, azaz 18,5 és 25 °C között, valamint a 37 °C-on mért adatok alapján. A fajok és törzsek összehasonlítását két alkalommal végeztük: az intenzív növekedés kezdetén és még mielőtt a leggyorsabban növekvő törzs elérte volna a Petri-csésze szélét. Adataink paraméteres tesztek feltételeinek való megfelelését Levene teszttel és Q-Q diagramokkal teszteltük. Mivel az adatok nem váltották be a feltételezéseket, a fajok és törzsek növekedési potenciálját Kruskal-Wallis nemparametrikus teszttel hasonlítottuk össze. Ha ez szignifikáns eltéréseket mutatott, a páronkénti összehasonlításokat Mann-Whitney U (M-W) teszttel végeztük. Ez utóbbi tesztet alkalmaztuk két független csoport elemzésekor is.

3.4.3. Fungicid tolerancia teszt

Az izolált *Trichoderma* törzsek fungicidekkel szembeni toleranciájának vizsgálatára a hazai szőlőültetvényekben a vizsgálat idején (2019-ig) rutinszerűen használt fungicidok egy részét használtuk. Kísérletünkben a szőlőültetvényekben engedélyezett legmagasabb, tankkeverékben előforduló koncentrációkat alkalmaztuk, azaz a táptalaj koncentrációját a legnagyobb kijuttatható dózisból és a legkisebb alkalmazható lémenységből származtattuk (6. táblázat). A fungicideket hozzáadtunk a még folyékony PDA-hoz, miután az sterilizálást követően 50°C-ra lehűlt, közvetlenül a Petri-csészékbe öntés előtt, elkerülve ezzel a vegyszerek hődegradációját.

6. táblázat: A fungicid tolerancia vizsgálatban alkalmazott készítmények és hatóanyagaik koncentrációja a táptalajban (Kovács et al., 2021 alapján).

Célkárosító	Terméknév	Hatóanyag	Vizsgált hatóanyag koncentráció (mg/L vagy ml/L)
<i>Plasmopara viticola</i> (Berk. & M.A. Curtis) Berl. & De Toni	Orvego	Ametoktradin	399
		Dimetomorf	299,25
<i>Erysiphe necator</i> Schwein.	Rally Q SC	Miklobutanil	45
		Quinoxifen	45
	Sercadis	Fluxapiroxad	225
	Talentum 20 EW	Miklobutanil	80
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	Chorus 50 WG	Ciprodinil	469
	Teldor 500 SC	Fenhexamid	835

A növekedésgátlást három ismétlésben végeztük el, összehasonlítva a gombaölőszer mentes PDA-n a micélium növekedésével, Bouanaka és munkatársai. (2021) módszere szerint.

$$I \% = \frac{(dc - df)}{dc} \times 100$$

ahol I%: gátlás mértéke/gátlási % df: fungiciddal kezelt telep átmérője; dc: kontrolltelep átmérője.

3.4.3. A miceliális növekedés gátlás hatékonyságának vizsgálata

A *Trichoderma* izolátumok mikoparazita képességét a Szekeres és munkatársai (2006) módszere szerint, BCI (biokontroll index) meghatározással az alábbiak szerint vizsgáltuk:

$$\text{BCI \%} = \frac{(\text{dA} + \text{dP})}{\text{dA}} \times 100$$

ahol dA: antagonista telepének átmérője a konfrontációs egyenesen PDA-n; dP: a kórokozó telepének átmérője a konfrontációs egyenesen PDA-n. Tehát a biokontroll index a biológiai védekezésre jelölt gomba telepátmérőjének aránya a két gomba telepátmérőjének összegén belül a két telep kiindulási pontján át húzott egyenesen mérve.

A vizsgált kórokozók a Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi Intézet Mikrobiológiai Laboratóriumában (Debrecen, Magyarország) izolált és azonosított génbanki gyűjteményből származnak. Az *Pythium acantophoron* a Westerdijk Fungal Biodiversity Institute-től (Utrecht, Hollandia) vásárolt tétel. A biokontroll aktivitás tesztekben használt növénypatogéneket a 7. táblázat foglalja össze.

7. táblázat: A biokontroll hatás teszteléséhez használt patogének
(Kovács et al., 2021 alapján).

Hivatkozási szám ¹	Kórokozó	Gazdanövény (izolálás)	Azonosító szám ²
CBS 337.29	<i>Pythium acantophoron</i>	<i>Ananas sativus</i> (L.) Merr.	HQ665212
JT2015	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	<i>Juglans regia</i> L.	MN706192
J2034	<i>Diaporthe eres</i>	<i>Juglans regia</i> L.	MT111103
HUT01	<i>Diplodia seriata</i>	<i>Vitis vinifera</i> L.	KU377167
R.3	<i>Eutypa lata</i>	<i>Vitis vinifera</i> L.	OK178559
B.CS.5.4.20.1.B	<i>Neofusicoccum parvum</i>	<i>Vitis vinifera</i> L.	OK178560

¹ Hivatkozási szám a CBS-ben, vagy a Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi Intézet Mikrobiológiai Laboratóriumának törzsgyűjteményében.

² A riboszomális DNS-régió GenBank-i azonosító száma.

Két napos *Trichoderma* és három napos PDA táptalajon növesztett patogén telepeket használtunk az oltáshoz. Először egy növényi patogén hifakorongot oltottunk le egy Petri-csésze közepétől 1,5 cm-re, amint azt fentebb a micéliumnövekedési tesztnél leírtuk. 24 óras inkubációt követően a vizsgált *Trichoderma* micéliumdugót is leoltottuk a kórokozótól 3 cm-re ugyanazon a lemezen. A *Trichoderma* törzsek későbbi leoltását annak a patogénekhez viszonyított igen gyors növekedése indokolja. A telepeket 10 napig, 25 °C-on, sötétben inkubáltuk. A kísérleteket három ismétlésben végeztük.

3.5. Szőlőből izolált endofiton *Trichoderma* törzsek hatásvizsgálatai ültetvényben

3.5.1. A felhasznált inokulum és a kísérleti területek jellemzése

Az inokulumok előállítása két különböző módszerrel történt. Az I. kísérleti helyszín kezeléséhez való inokulumtermelés céljára 60 mm átmérőjű Petri-csészékben PDA agaron (Scharlau, Barcelona, Spanyolország) 100 µL konídiumszuszpenziót (10^5 spóra mL^{-1}) szélesztettünk steril körülmények között. A termelt spórák összegyűjtése 7 napos telepekről történt kétszeri 2 mL mosófolyadékos (steril desztillált víz, 0,01% Tween[®] 20 (Merck, Budapest, Magyarország)) pipettás spóramosással. Az összegyűjtött 10^9 spóra mL^{-1} koncentrációjú konídiumszuszpenziót 3 héten át 4 °C-on tároltunk (8.táblázat). A spórakoncentrációt Thoma-kamra segítségével határoztuk meg. A spórák életképességét a tárolás után 100 µL szuszpenzió PDA táptalajon való szélesztésével, a telepkepző egységek (CFU) számlálásával igazoltuk.

8. táblázat: A kísérletekben felhasznált inokulum (Csótó et al., 2023 alapján).

Kísérleti helyszín	<i>Trichoderma</i> törzsek	Az inokulum- előállítás módszere	Spórakoncentráció (spóra mL^{-1})	
			gyártás után	kezeléskor
I. (Siklós, Zuhánya)	<i>T. simmonsii</i> (TR05)	Tenyésztés PDA táptalajon	$1,5 \times 10^9$	10^6
	<i>T. orientale</i> (TR06)		$1,1 \times 10^9$	
	<i>T. gamsii</i> (TR08)		$1,4 \times 10^9$	
II (Szálka, Lajvér)	<i>T. afroharzianum</i> (TR04)	Süllyesztett folyadékkultúrában	$4,3 \times 10^7$	10^6
	<i>T. simmonsii</i> (TR05)		$6,7 \times 10^7$	

A. II. kísérleti területen felhasználandó *Trichoderma* konidiospórák tömegtermelése süllyesztett bioreaktoros tenyésztéssel történt a Debreceni egyetem Biomérnöki Tanszékén. A tenyésztéshez 6 literes tenyésztési térfogatú, két hatlapátos Rushton tárcsás

turbinás járókerékkel felszerelt 9 literes üvegbioreaktorban (Inel Kft., Budapest, Magyarország. Az üzemi feltételek pH 5,6, 30 Merck és 0,5 vvm (a folyadék térfogatára vonatkoztatott levegőtérfigat percenként). A közepes veszteség minimalizálása érdekében a kimenő gázt egy külső golyós hűtőhöz (4 °C) csatlakoztatott visszafolyató kondenzátorban hűtöttük le, mielőtt elhagyták volna a rendszert. A táptalaj 5 g L^{-1} D-glükózt, $2,8 \text{ g L}^{-1}$ élesztőkivonatot, 1 g L^{-1} KH_2PO_4 -et, $0,5 \text{ g L}^{-1}$ $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ -t, $0,01 \text{ g L}^{-1}$ $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ -t, $0,01 \text{ g L}^{-1}$ $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ -t, $0,005 \text{ g L}^{-1}$ $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ és $0,5 \text{ g L}^{-1}$ KCl -ot tartalmazott. A szulfátsókat és a D-glükózt külön sterilizáltuk. A bioreaktort 100 ml $0,6\text{--}1,25 \times 10^8$ konidiospóra ml^{-1} -es spóraoldattal oltottuk be, törzsenként külön-külön. A spórakoncentrációt és a tenyészet sterilitását optikai mikroszkóppal ellenőriztük. A fermentációt a 4. napon leállítottuk, és a $6,7\text{--}4,3 \times 10^7$ ml^{-1} spórárt tartalmazó tápközeget 5 °C-on tároltuk. A konidiospórák életképességét havonta ellenőriztük CFU-meghatározással, amelyet PDA lemezeken végeztünk, a korábban leírtak szerint. A tárolás során nem észleltünk CFU-csökkenést.

A kísérlet Magyarország délnyugati részén, a Villányi Borvidéken (I. kísérleti helyszín) és a Szekszárdi Borvidéken (II. kísérleti helyszín) két kereskedelmi szőlőültetvényen került beállításra (11. ábra).



11. ábra: Az (a) I. és (b) II. kísérleti helyszín. A területek hozzávetőleges középpontjait jelölő tű ikonok GPS koordinátái: (a) 45°52'27.69"N 18°18'52.39"E, (b) 46°17'41.60"N 18°39'36.78"E. A helyszínrajz a Google Earth Pro szoftverben készült.

Éghajlati jellemzőik hasonlóak (Gaál et al. 2012). Az I. kísérleti terület a Villányi Borvidéken, a Zuhánya dűlőben (Solum Borbirtok Kft.) GPS: N 45° 52.398', E 018° 18.871', közel 12.000 növényt számlál. Az oltványokat 300 darabos csomókban áztattuk 12-36 órán keresztül, körülbelül 10 °C hőmérsékleten. Egyéves gyökeres oltványokat használtunk különböző alany-nemes kombinációkkal (9. táblázat).

9. táblázat: A vizsgálatokban használt alany-nemes kombinációk (Csótó et al., 2023).

Kísérleti helyszín	Fajta (klón)	Alany (klón)	Telepítés ideje
I (Siklós, Zuhánya)	'Blaufraenkisch' (Kt.1.)	5BB (K21)	2015.4.17–20.
	'Blaufraenkisch' (A4/1)	5BB (We48)	
	'Cabernet Sauvignon' (337)	K5BB (ISV1)	
	'Cabernet Franc' (GM/Trv)	K5BB (101)	
	'Cabernet Franc' (E11)	K5BB (ISV1)	
	'Cabernet Franc' (ISV5)	K5BB (GM13)	
II (Szálka, Lajvér)	'Cabernet Sauvignon' (E153)	K5BB (ISV1)	2017.5.2.–4.

A *Trichoderma* spóraszuszpenziót a három különböző törzs (*Trichoderma simmonsii*, *T. orientale* és *T. gamsii*) összekeverésével, esővízzel hígítottuk, és a végső koncentrációt 10^6 spóra ml^{-1} -re állítottuk be (8. táblázat). A növényeket egy éjszakán át áztattuk, hogy csak az alany érintkezzen a spóraszuszpenzióval. A kontroll növényeket ugyanilyen keretek között spóramentes vízbe áztattuk. A különböző fajtákat külön áztattuk. A növényeket 2015. április 30-án és május 1-én áztatást követően hidrofúróval ültettük el. A kezelt növényeket különböző sorokba ültettük.

A II. kísérleti helyszínt a Szekszárdi Borvidéken, a Lajvér dűlőben (Lajvér Borház Kft. Szálka, Magyarország) állítottuk be. A kísérletbeállítást 2017. május 2. és 4. között végeztük, *T. afroharzianum* és *T. simmonsii* törzsek felhasználásával (9. táblázat). A spóraszuszpenziót kútvízzel 10^6 ml^{-1} -re hígítottuk. A növényeket 300 tételben 48-72 órán át, körülbelül $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on áztattuk. A növényeket beáztattuk. Az ültetés a korábban leírtak szerint történt. A kezelt növények különböző teraszokra kerültek ültetésre. A kísérleti területeken a következő időszakban nem történt *Trichoderma* kezelés. A művelésmód mindkét dűlőben közép magas kordon volt. A kísérleti területeken a *Trichoderma*val kezelt és kontroll növények esetében is ugyanazt a technológiát alkalmazták, évente 10-12 permetezést peszticidekkel. A betakarítás előtt hat héttel Harvest K (Milagro, Budapest, Magyarország) káliumtartalmú lombtrágyát használtak.

3.5.2. A biostimuláns hatás értékelése a növényi fejlődésre

2019 áprilisában felmérést végeztünk a *Trichoderma* kezelés rügyfakadásra gyakorolt hatásának vizsgálatára. Ez azt jelenti, hogy a *Trichoderma* kezelés óta 4 év telt el az I. kísérleti területen és 2 év a II. kísérleti területen. Összesen 98-150 szőlőnövény hajtó rügyeinek száma és azok fejlődése került felmérésre fajtánként.

A kihajtási arányt az alábbi képlettel számítottuk:

$$\text{Kihajtási arány \%} = \frac{\text{hajtó rügyek száma}}{\text{összes rügy száma}} \times 100$$

A kihajtás erélyét az 10. táblázatban bemutatott négyfokú skálán értékeltük.

10. táblázat. A kihajtási erély skála értékei (Csótó et al. 2023 nyomán).

Skálaérték	BBCH ¹	A fenológiai fázis leírása
0	0	A rügy nyugalmi állapotban van vagy abortált
1	01–05	Rügyduzzadás eleje
2	07–09	Rügyattanás
3	11–15	A levélfejlődés megindulása

¹BBCH: gazdasági növények fejlődési stádiumait leíró skálarendszer (Meier, 2018)

A hajtási erély indexet a következőképpen számítottuk, a McKinney indexet (McKinney, 1923) használva matematikai alapul:

$$\text{Hajtási erély index \%} = \frac{\sum \text{skálaérték előfordulása} \times \text{skálaérték}}{\text{összes megfigyelés száma} \times 3 \text{ (legnagyobb skálaérték)}}$$

3.5.3. A *Trichoderma* törzsek hatásának vizsgálata a telepítés utáni tőszámvesztésre szőlőben

Az I. kísérleti táblán három évben (2018, 2019 és 2021) határoztuk meg az elpusztult növények százalékos arányát. A 2018-as évben a teljes szőlőterületet felmértük, és a sorok tőkevesztésének százalékos arányát használtuk fel a statisztikai elemzéshez. A 2019-es és 2021-es években egyes véletlenszerűen meghatározott sorokat vizsgáltunk meg egyedszinten, és blokkonként 40 növényt használtunk a statisztikai elemzés tárgyaként. Mivel a II. kísérleti helyszínen az ültetvény fiatalabb, ezért csak 2021-ben határoztuk meg a százalékos növénypusztulást.

3.5.4. A *Trichoderma* törzsek hatásának vizsgálata a termés mennyiségére és beltartalmi paramétereire

A szőlőtermés lemérésére csak az I. kísérleti területen került sor, 'Blaufraenkisch' klónokon négy évvel a *Trichoderma* kezelés után. A leszüretelt szőlő tömegét soronként mértük Demandy TCS-B H45x60 (Hungary Mérleg Ltd., Budapest) típusú mérleggel.

A növényenkénti realizált terméshozamot az alábbi módon számítottuk:

$$\text{Realizált terméshozam} = \frac{\text{betakarított soronkénti fűrttömeg}}{\text{soronkénti telepített növényszám}}$$

A növényenkénti potenciális terméshozam számítását az alábbi képlet írja le:

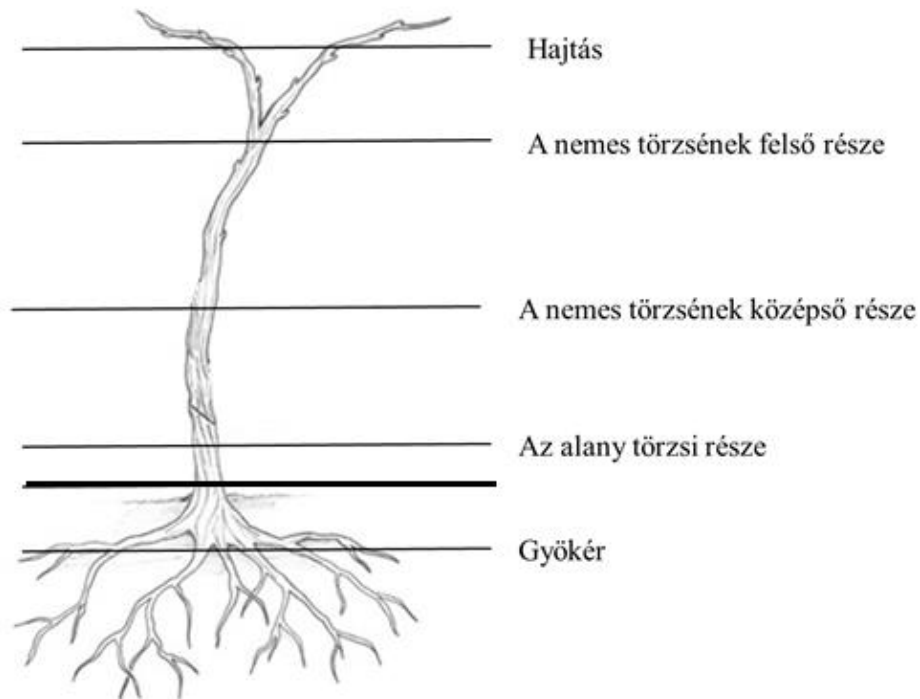
$$\text{Potenciális terméshozam} = \frac{\text{betakarított soronkénti fűrttömeg}}{\text{élő növények száma a sorban}}$$

A potenciális termésmennyiség egy ideális ültetvény hozamát mutatja, ahol nincs tőkeveszteség, a realizált terméshozam pedig a GTD okozta és egyéb tőkeveszteséget is tartalmazza, mint a termésveszteség okát. A potenciális termésmennyiség a készítmény biostimuláns hatását ilyen módon a biokontroll hatás nélkül mutatja meg.

A mustból a II. kísérleti területen vettünk mintát 2019-ben. A vizsgált mustok soronként kevert, összesített mintát képviseltek, mintát két kontroll és két *T. afroharzianum* és *T. simmonsii* kombinációjával kezelt sorból vettünk. A must paramétereiket FOSS WineScan Flex műszerrel (Agromilk Analitica Kft., Szeged, Magyarország) határoztuk meg a gyártó leírása alapján. Az adatokat két mérésből számítottuk ki, amelyek között kevesebb, mint 5% volt a különbség.

3.5.5. *Trichoderma* törzsek kolonizációs képességének vizsgálata

Áztatás után a növények egy részét hűtött körülmények között átvittük a Debreceni Egyetem MÉK laboratóriumába, hogy ellenőrizzük a *Trichoderma* spp. jelenlétét. A telepítést követően évente mintát vettünk a *Trichoderma* törzsek jelenlétének/hiányának igazolására a kezelt és a kezeletlen növényekben mind az I., mind a II. kísérleti helyszínről. Minden mintavételkor két kontroll és négy kezelt tőkét emeltünk ki a gyökérzet jelentős részével együtt. A II. kísérleti területről a kezelést követő ötödik hónapban is eltávolítottunk és mintavétel céljára feldolgoztunk négy növényt. A növények különböző részeiből keresztmetszeti korongokat készítettünk (12. ábra).



12. ábra. Mintavételi helyek a szőlőtőkén a *Trichoderma* fajok reizolálásához. A vastag vonal az áztatás maximális szintjét jelöli. saját szerkesztés Jason Stafne (Hellman, 2019) módosított grafikájából (Csótó et al, 2023 alapján).

Ezekből az edofiton gombákat Kovács 2017 módszere alapján felületi fertőtlenítést követően izoláltuk. A DNS kivonásának, amplifikációjának, tisztításának és koncentrációs mérésének módszere, valamint a szekvenálásra megbízott laboratórium egyezik a 3.4.1.-es fejezetben, a fajazonosításnál leírtakkal. Az amplifikációnál alkalmazott hőmérsékleteket, valamint a használt primereket a 11. táblázat szemlélteti, a *tef1* esetén ez egyező a fajazonosítás módszerével.

11. táblázat: A *Trichoderma* fajok PCR amplifikációjához használt molekuláris markerek és annellációs hőmérsékletek (Kovács et al., 2021 nyomán).

Amplifikált régió	Primer	Forrás	Annellációs hőmérséklet
ITS1/ITS2	SR6R LR1	White et al.,1990	50
tef1	EF1 728F EF1 986R	Carbone – Kohn, 1999	59

Az azonosítás morfológiai jellemzők, valamint ITS vagy tef1 szekvenciák alapján történt. A szekvenciákat a GenBankban helyeztük el (ON931231-ON931232 és ON937623-ON937629).

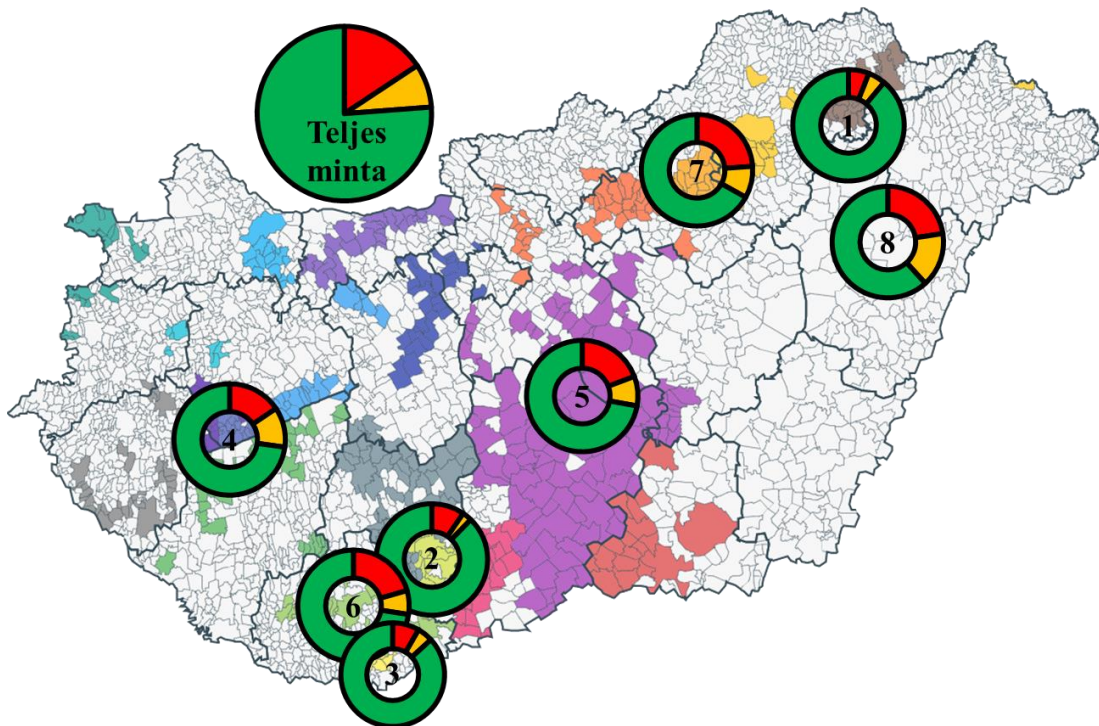
3.5.6. Statisztikai elemzés

A kontroll és a *Trichoderma* kezelt csoportok növénypusztulását, kihajtási arányát, a hajtási erély indexét, termésmennyiségét nem parametrikus Mann–Whitney U-teszttel hasonlítottuk össze, mivel adataink nem teljesítették a paraméteres tesztek feltételeit: a normáleloszlást és varianciák homogenitását. A normalitást Q-Q diagramokkal, míg a variancia homogenitását Levene teszttel vizsgáltuk. A kontroll és a kezelt csoport must minőségi paramétereiben mutatkozó különbségeket százalékos arányban közöltük, mivel csoportonként csak két mintát volt lehetőségünk bevizsgálni. Az elemzés a StatSoft Statistica 7 programcsomaggal történt.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Országos elterjedtség

A fertőző tőkepusztulás tüneteinek előfordulását a 2022-es felmérési eredményeink alapján tárgyaljuk (13. ábra). A 2021-es felmérés adataival való pontosítás lehetővé tette, hogy ne csak egészséges és a problémával érintett egyedekről beszéljünk, de azt is, hogy különválasszuk a 2022 előtti véglegesnek tekinthető tőkepusztulást a friss 2022-es pusztulási és levéltünetektől, melyek után a tőke a következő években még kihajthat.



13. ábra: A GTD tünetmegjelenés aránya 2022-ben a vizsgált mintaterületeken, illetve borvidékemkn belül a mintaterületek átlagában. A borvidékeket jelölő számok a tünetmegjelenés szerinti növekvő sorrendben: 1: Tokaji Borvidék, 2: Szekszárdi borvidék, 3: Villányi borvidék 4: Badacsonyi Borvidék 5: Kunsági Borvidék, 6: Pécsi Borvidék, 7: Egeri Borvidék 8: DE Pallagi Kertészeti Kísérleti Telep. A zöld az egészséges, a sárga a 2022-ben tüneteket mutató, a piros szín pedig a korábbi években elpusztult tőkék arányát mutatja. Az ábra elkészítéséhez a KSH (KSH3) térképét használtuk.

Az Egri Borvidékre reprezentatív számú és területileg szétszórt ültetvényt mértünk fel, tehát itt borvidéki viszonylatban is súlyos károsításról számolhatunk be, valamint itt vannak a legnagyobb arányban érintett felmért ültetvényeink, a Nagy-Eged, a Szarvas és az Almagyar dűlőkben. Fajtagyűjteményeink (Badacsony, Kecskemét, Pécs, Pallag) ugyancsak jelentősen fertőzöttek, ez feltehetően a szaporítóanyagok diverz eredetének tudható be. A Tokaji, Szekszárdi és Villányi Borvidéken felmért területeink csaknem 90 %-ban egészségesek voltak. A három felmért ültetvényt Villányban borvidéki szinten nem tekintjük reprezentatívnak, ugyanis ezek egy termelő gondozásában állnak. A legalacsonyabb tünetmegjelenés is megközelítőleg 10 % összeségében. Jobb esetben az éves tünetek aránya jóval kisebb a korábbi pusztuláshoz képest (Lajvér, Göntér dűlő), ez magyarázható egy ültetvény hosszú idejű fennállásával vagy a telepítést követő korai tőkepusztulásos betegségekkel, melyek már a szaporítóanyagban jelen lehetnek. Ahol az éves tünetmegjelenés megközelíti vagy meghaladja a korábbi pusztulást (Bocor, Zuhánya dűlő), előre jelezhető a jelentős károsodás a következő években. A Lajvér és a Zuhánya dűlőben felmért ültetvények aránylag jó egészségi állapota azok fiatalságának is betudható, azonban a fentiek fényében a jövőben ez igen eltérően alakulhat. A legrosszabb állapotú ültetvényekben (Almagyar, Szarvas (Egri Borvidék), Nagy-Eged dűlő) a nagyon magas korábbi pusztulással együtt járt a magas egy éven belüli pusztulási érték. Ezeken a területeken az elhalt tőkék rendszerint helyükön maradtak, fertőzési forrásul szolgálva. Hasonló arányokat mutatnak fajtagyűjteményeink is. A legsúlyosabb GTD érintettségű tárgyalt területünk az Egri Borvidéken, a Nagy-Eged hegy déli oldalában van. A magas benthagyott pusztult tőkeszámon túl itt igen erős lejtés és vízerózió nyomai tapasztalhatók, magas felvése miatt itt már a hegyteteji erdőterületekből is származhatnak fakárosítók (12. táblázat).

12. táblázat: A felmért területek tünetmegjelenési értékei borvidékenkénti és dűlönkénti bontásban.

Borvidék/ terület	2022 előtti pusztulás (%)	2022- ben tünetet mutat (%)	egészséges (%)	Dűlő/helyszín	2022 előtti pusztulás (%)	2022- ben tünetet mutat (%)	egészséges (%)
Tokaji	5,99	5,09	89,37	Szarvas	5,99	5,09	89,37
Szekszárdi	9,55	2,83	88,34	Lajvér	9,55	2,83	88,34
Villányi	8,38	4,89	87,27	Zuhánya	5,26	5,96	89,12
				Göntér	11,21	2,54	86,53
				Bocor	6,46	8,29	86,52
Badacsonyi	15,66	11,61	72,91	Badacsonytomaj	15,66	11,61	72,91
Kunsági	19,56	8,68	73,20	Kecskemét	19,56	8,68	73,20
Pécsi	20,58	6,91	72,51	Pécs	20,58	6,91	72,51
				Posta út	8,00	6,67	86,00
				Pajados	16,56	4,12	80,11
				Zsidó-szél	16,75	7,00	76,75
				Nagy-völgy	19,81	6,75	73,50
				Kökötő	18,83	14,77	66,88
				Almagyar	31,25	8,75	60,50
Egri	24,01	9,23	67,36	Szarvas	35,89	9,64	55,54
				Nagy-Eged	25,88	21,25	52,88
				Pallag	22,67	15,81	62,09
Teljes minta	15,80	8,13	76,63				

4.2. A betegségkomplexum megjelenésre ható külső abiotikus tényezők

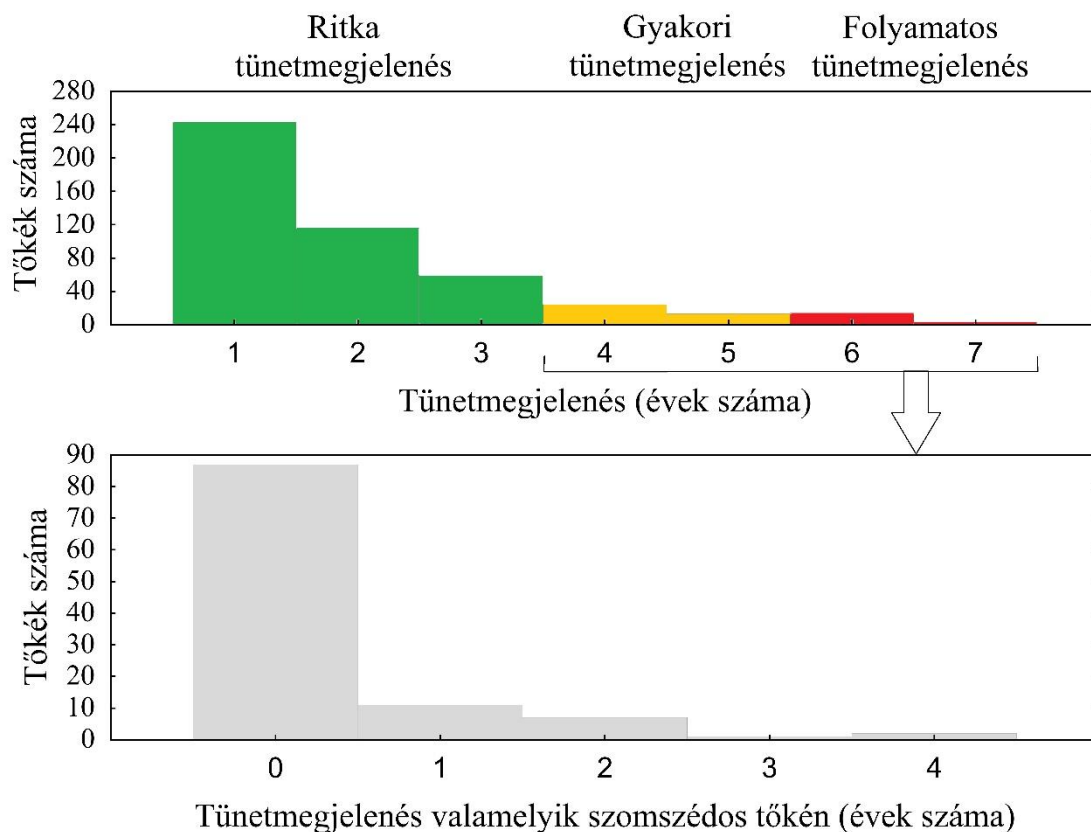
4.2.1. Szomszédhatás

A beteg növények szomszédos tőkék tünetmegjelenési gyakoriságára gyakorolt hatását a Tokaji Borvidéken a Szarvas dűlőben vizsgáltuk 7 éves tartamkísérletben. Az ültetvény monitoringja 2013-ban kezdődött, 2019-ig azonban nem detektáltunk teljes tőkepusztulást, így minden éves adat az az évi levéltünetmegjelenésből és részleges elhalási tünetekből áll össze, anélkül, hogy a tőkeveszteség okozta állandósult tünetmegjelenés terhelné az elemzést. A vizsgált terület *D. seriata* fertőzöttsége Kovács és munkatársai (2017) korábbi vizsgálatai szerint 90 % feletti, a tünetet mutató tőkék megoszlása az ültetvényben homogén 14. ábra.



14. ábra: A GTD tünetet mutató tőkék megoszlása a Szarvas dűlőben. Az ábra cellái az egyedeket jelölik, színintenzitásuk a tünetexpressziós évek számával erősödik.

A vizsgált 2037 tőkéből 1501 tőke (76,08 %) egyáltalán nem mutatott GTD tüneteket a vizsgálat során. 243 tőke (12,32 %) egy évben, 116 tőke (5,88 %) két évben, 59 tőke (2,99 %) három évben, 24 tőke (1,22 %) négy évben, 13 tőke (0,66 %) öt évben, 14 tőke (0,71 %) hat évben mutatta a tüneteket és 3 tőke (0,15 %) volt minden évben tünetes. Tehát az igen magas szintű fekete-kordonkar elhalás kórokozóval való fertőzöttség ellenére csak az ültetvény kb 24 %-a mutatta a klasszikus tüneteket a hét vizsgálati év során legalább egy évben. A tünetet mutató tőkéket „ritka” (1-3 év) „gyakori” (4-5 év) és „folyamatos” (6-7 év) tünetmegjelenésű csoportokba soroltuk. Az utóbbi két csoport sorban szomszédos tőkéit osztályoztuk az alapján, hogy valamelyik mutatott-e tünetet, illetve ez hány évben fordult elő (15. ábra).



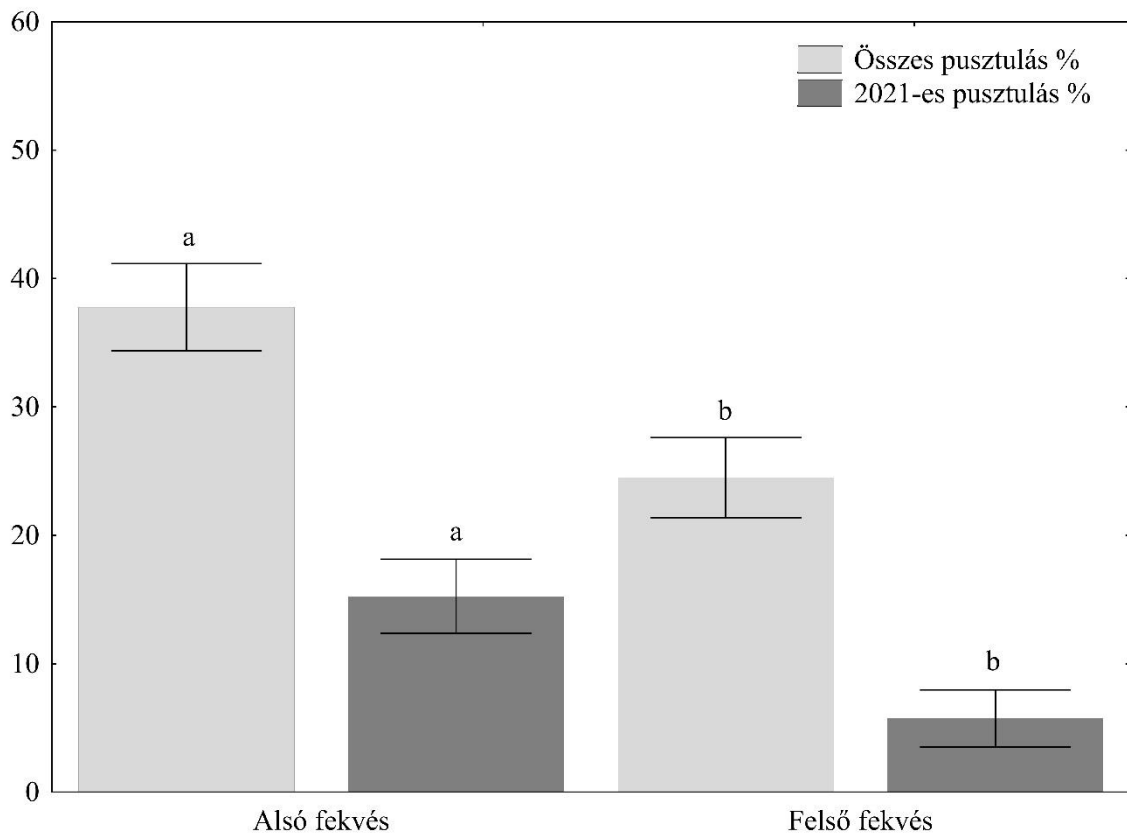
15. ábra: A tüneteket mutató tőkék valamint a gyakori és folyamatos tünetmegjelenésű tőkék szomszédainak megoszlása aszerint, hogy hány évben mutattak tüneteket.

Ezen szomszédos tőkék 87,81 %-a tünetmentes volt a vizsgálati években (15. ábra), azaz az átlagos tünetmegjelenési szintet sem érték el. Mivel a gyakran tünetet mutató tőkék szomszédainál gyakoribbak voltak a tünetet egyáltalán nem mutató egyedek, mint átlagosan, így az eloszlások statisztikai összevetésére nem volt szükség. Az ültetvény jelentős fertőzöttségénél tehát a térbeli közelség nincs hatással a tünetexpresszió valószínűségére egy ültetvény hétéves felmérése alapján.

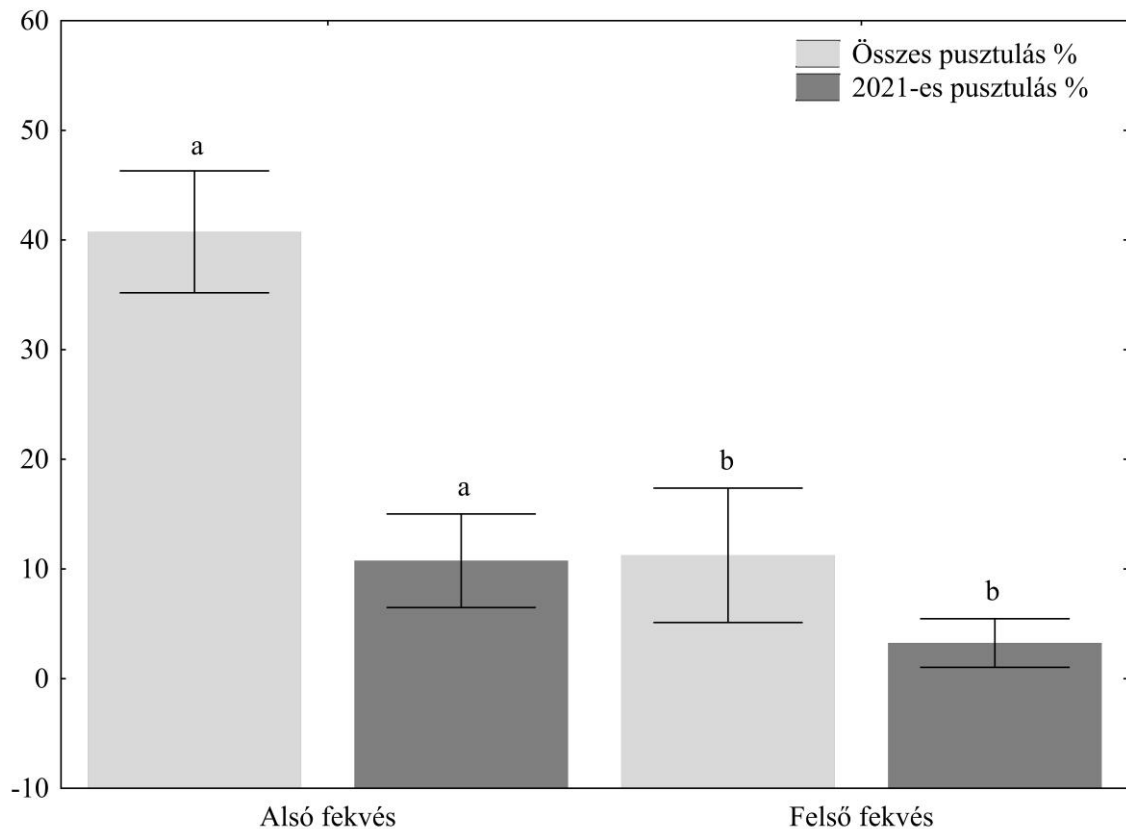
4.2.2. Lejtőhatás

A lejtőn való fekvést és a GTD tünetmegjelenés összefüggéseit két nagyobb területű, megközelítőleg 15° feletti átlagos lejtésű ültetvényben, az Egri Borvidéken, a Kőkötő dűlőben 'Feteasca Alba' és a Nagy-Eged dűlőben 'Blaufraenkisch' fajtában értékeltük. Egyéb tényezőre ezek az ültetvények homogénnek tekinthetők. Mindkét területen jól megfigyelhetők voltak a vízerózió nyomai. A levéltünetek megjelenésében nem mutatkozott statisztikailag igazolható különbség, a pusztulás mértékében azonban

konzekvens eredményeket figyeltünk meg. Mindkét területen szignifikáns mértékben a lejtő alján magasabb volt az ültetvény története alatti pusztulás, akár csak, a 2021-es évben történt pusztulás mértéke (16. és 17. ábra). Kovács és munkatársai (2017) teraszos művelés esetén magasabb tünetmegjelenési gyakoriságot mértek, Surico és munkatársai (2000) a jobb vízellátást nevezték meg a lejtőalji részek magasabb tünetmegjelenési értékeinek okaként. Feltételezzük emellett, hogy az ültetvényből, hogy a tünetek súlyosbodására a vízerózió által a környező területekről vagy magából az ültetvény felső részéből szállított inokulum feldúsulása is hatással van.



16. ábra: A lejtőn való fekvés hatása az összes, valamint a 2021. évi pusztulásra 'Feteasca Alba' fajtában, a Kőkötő dűlőben. A betűk a statisztikai különbségeket mutatják Mann-Whitney U tesztek alapján (összes pusztulás $p = 0,0209$, 2021-es pusztulás $p = 0,0202$) (Csótó et al., 2022).

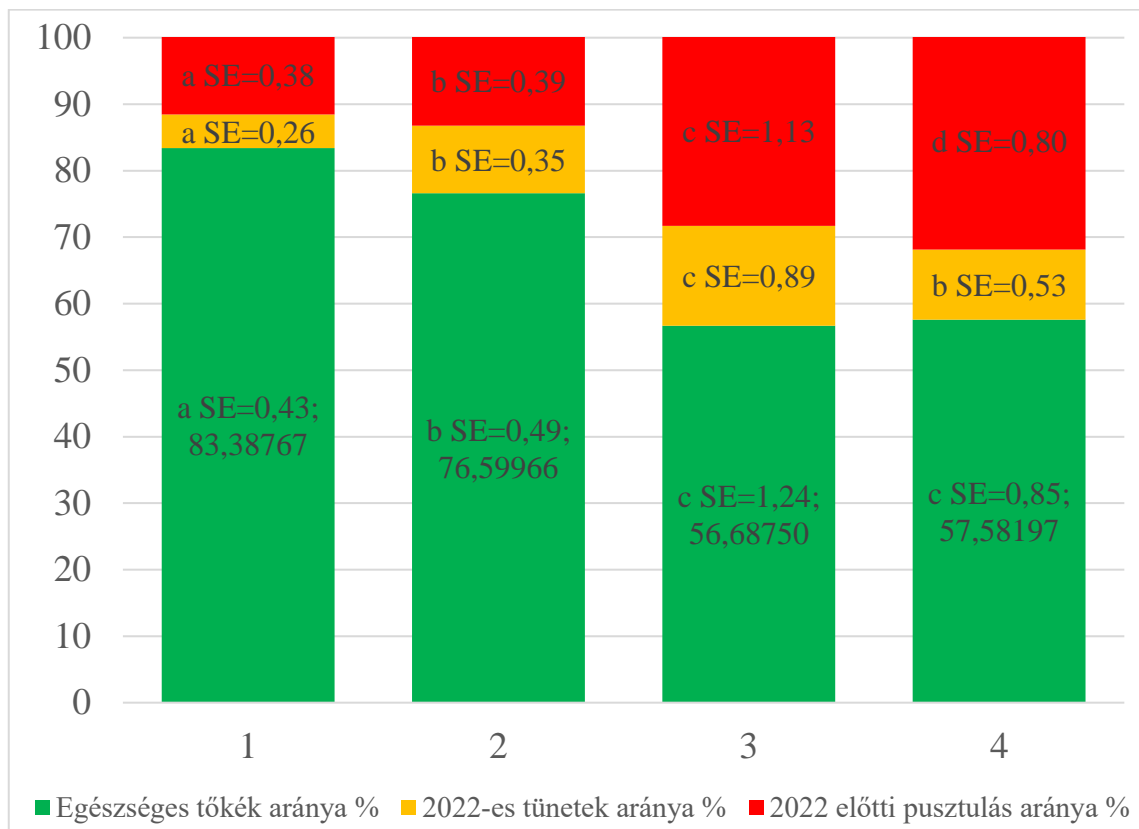


17. ábra: A lejtőn való fekvés hatása az összes, valamint a 2021. évi pusztulásra 'Blaufraenkisch' fajtában, a Nagy-Eged dűlőben. A betűk a statisztikai különbségeket mutatják Mann-Whitney U tesztek alapján (összes pusztulás $p = 0,0209$, 2021-es pusztulás $p = 0,0421$) (Csótó et al., 2022).

4.2.3. A környező erdőterületek hatása

Feltételeztük, hogy az ültetvénybe a környező vegetációból is érkezhetsz inokulum. Az ültetvény körüli terület erdősültségét a korábban tárgyalt skálával számoltuk, majd összevetettük az ültetvények GTD tünetmegjelenési adatait a különböző erdősültségi kategóriákban. Erősebb erdősültség mellett a tőkék megbetegedésének valószínűségét is nagyobbak találtuk (18. ábra). A vizsgált ültetvények telepítésétől 2022-ig elhalt tőkék aránya szignifikánsan nő az erdősültségi kategóriák lépcsőivel, azaz hosszú időtávon az erdősültség mértéke meghatározó egy ültetvény állapotára nézve. Az arányokat tekintve az esélye, hogy egy tőke egy éven belül elhalási és levéltüneteket is mutasson magasabb az erdősült területeken, azonban az erősebb erdősültség nem jár magasabb tünetmegjelenési gyakorisággal, az éven belüli tünetmegjelenést a különböző területeken

más környezeti tényezők nagyobb eréllyel befolyásolják, így ez a változó tartamkísérletben lenne relevánsan értékelhető.



18. ábra: A környező terület erdősültségének hatása az összes, valamint a 2022. évi pusztulásra. Az erdőterületek hatásának kategóriái: 1. legfeljebb fasor van a területen, vagy erdőmentes; 2. erdősáv szomszédsága; 3. közvetlenül erdő melletti ültetvény; 4. az ültetvény körben erdővel határolt vagy attól a lejtől lefelé fekszik. A betűk a statisztikai különbségeket mutatják az adatsoron belül, a kategóriák között Mann-Whitney U tesztek alapján ($p < 0,05$).

4.2.3. Belvízhatás

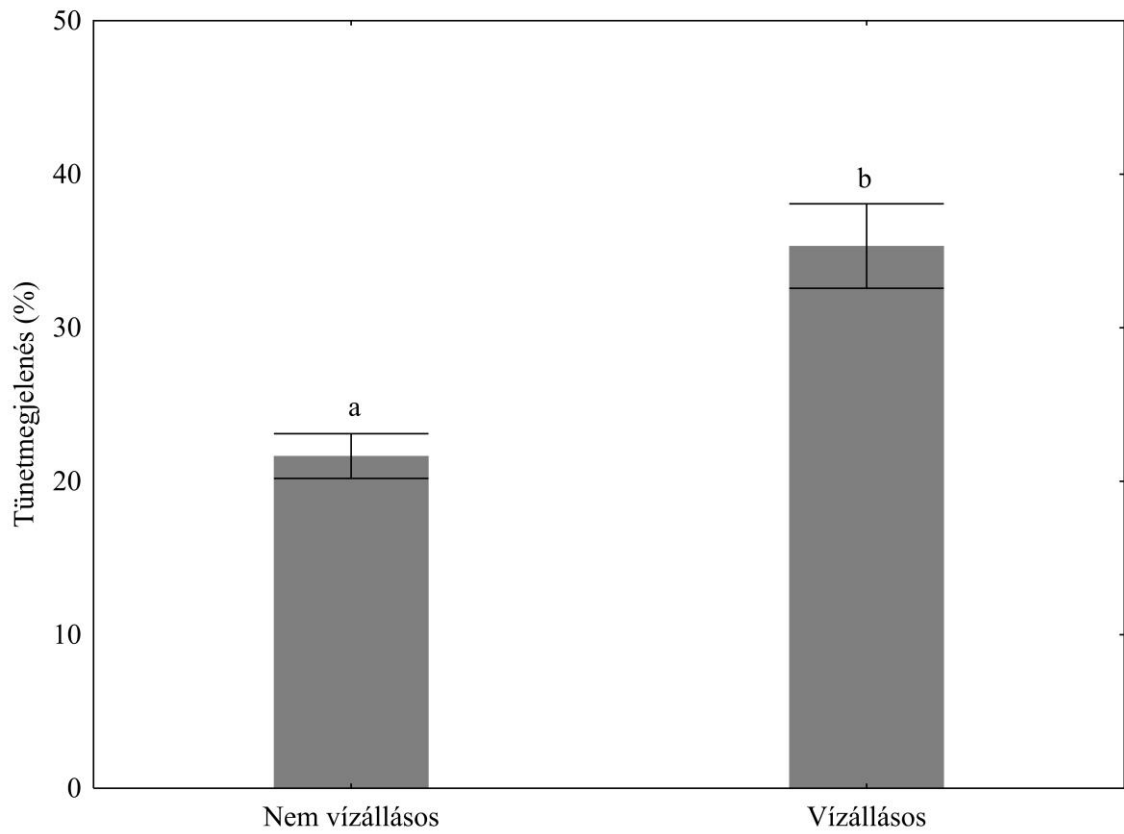
A Debreceni Egyetem AKIT/DDTI Pallagi Kertészeti Kísérleti telepének szőlő fajtagyűjteménye sík területen fekszik, valamint 70 cm körüli mélységben egy vízzáró réteg található, emiatt egyes részein rendszeresen előfordul belvizesedés. Ennek hatását vizsgáltuk a tünetek megjelenésére, ugyanis a vízállásos részeken látszólag erősebb és rendszeresebb volt az elhalási- és levéltünetek kifejeződése (19. ábra). A fajtánként 5

tőkés gyűjtemény fajtánkénti tünetmegjelenési arányának átlagait használtuk az elemzésünk alapjául a 2013, 2014, 2015 és 2019-es évjáratokból.

66,7	0,0	0,0	20,0	20,0	33,3	0,0	26,7	40,0	26,7	0,0
0,0	0,0	0,0	6,7	13,3	46,7	0,0	0,0	6,7	46,7	20,0
0,0	0,0	0,0		13,3	6,7	0,0	46,7	0,0	46,7	33,3
33,3	26,7	26,7		46,7	6,7	0,0	20,0	40,0	13,3	6,7
6,7	26,7	0,0		6,7	26,7	13,3	26,7	30,0	46,7	20,0
0,0	0,0	0,0		13,3	40,0	6,7	60,0	30,0	40,0	13,3
26,7	13,3	0,0		0,0	33,3	6,7	20,0	0,0	53,3	0,0
0,0	0,0	0,0		20,0	0,0	33,3	0,0	13,3	33,3	13,3
0,0	6,7	0,0		13,3	26,7	0,0	13,3	13,3	40,0	0,0
0,0	0,0	0,0		13,3	20,0	40,0	0,0	13,3	40,0	6,7
26,7	0,0	0,0		13,3	40,0	0,0	0,0	13,3	20,0	13,3
0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	13,3	46,7	60,0
0,0	0,0	20,0			33,3	26,7	6,7	20,0	0,0	80,0
0,0	0,0	26,7			0,0	20,0	0,0	13,3	6,7	0,0
26,7	0,0	0,0		53,3	0,0	6,7	40,0	26,7	20,0	60,0

19. ábra. Átlagos tünetmegjelenési arány (%) a négy vizsgálati évben. Az ellipszisek a belvizesedésre hajlamos területrészeket jelölik. A fajtákat jelölő cellák színintenzitása a tünetmegjelenési gyakorisággal erősödik.

A belvizesedésre hajlamos, vízállásos és a belvízmentes területek fajtáit külön csoportra bontva elmondható, hogy a vízállásos területek tünetmegjelenési aránya a négy vizsgálati év átlagában jelentősen magasabb volt (20. ábra).



20. ábra: A belvizesedés hatása az átlagos tünetmegjelenésre a Debreceni Egyetem Pallagi Kertészeti Kísérleti Telep fajtagyűjteményében a négy vizsgálati évben. A betűk a statisztikai különbséget jelölik a Mann-Whitney U teszt alapján ($p = 00002$).

4.3. A fajták ellenállósága a fertőző tőkepusztulással szemben

4.3.1. A fertőzöttség mértéke magyarországi fajtagyűjteményekben

Négy szőlő fajtagyűjteményt vizsgáltunk meg 305 fajta bevonásával. A GTD tüneteket az éves vegetációs időszakban új tünetekként (fehér vagy barna rothadós levélcsíkoság és pusztulás) (21. a-d ábra) vagy a korábbi években elhalt és hiányzó (eltávolított) növényekként (21. e-f ábra) soroltuk be.



21. ábra: GTD tünetek: a, d: levéltünet-„tigriscsíkoság”; b: részleges elhalás; c: esca tünetek fehérkorhadással és „tigriscsíkos” levéltünettél; e: korábbi tőkepusztulás (nyíllal jelölve), valamint új (tárgyében belül) tüneteket mutató tőkék (középen); f: korábbi években elpusztult tőkék (Csótó et al., 2023).

Mivel a betegség előfordulási gyakorisága minden területen meghaladta a 25%-ot (13. táblázat) és a tüneteket kifejező növények területi eloszlása minden szőlőültetvényben homogén volt, minden fajtánál hasonló fertőzési valószínűséget feltételeztünk. A betegség tüneteinek teljes (azaz az összes különböző tünettípus) előfordulási aránya (28-45 %), valamint ezen belül az elpusztult növények átlagos aránya hasonló volt mindegyik fajtagyűjteményben, mely utóbbi az összes tünet mitegy háromnegyedét teszi ki. Ezen

feltételek mellett a különböző vizsgált területeken található fajták a statisztikai elemzés során ismétlésnek tekinthetők. Összességében ezek az eredmények a jelenleg elpusztult és eltávolított (elhalt) növények pusztulási tüneteinek korábbi eredményeivel együtt igazolták a hiányzó növények és a korábbi pusztulás közötti kapcsolatot.

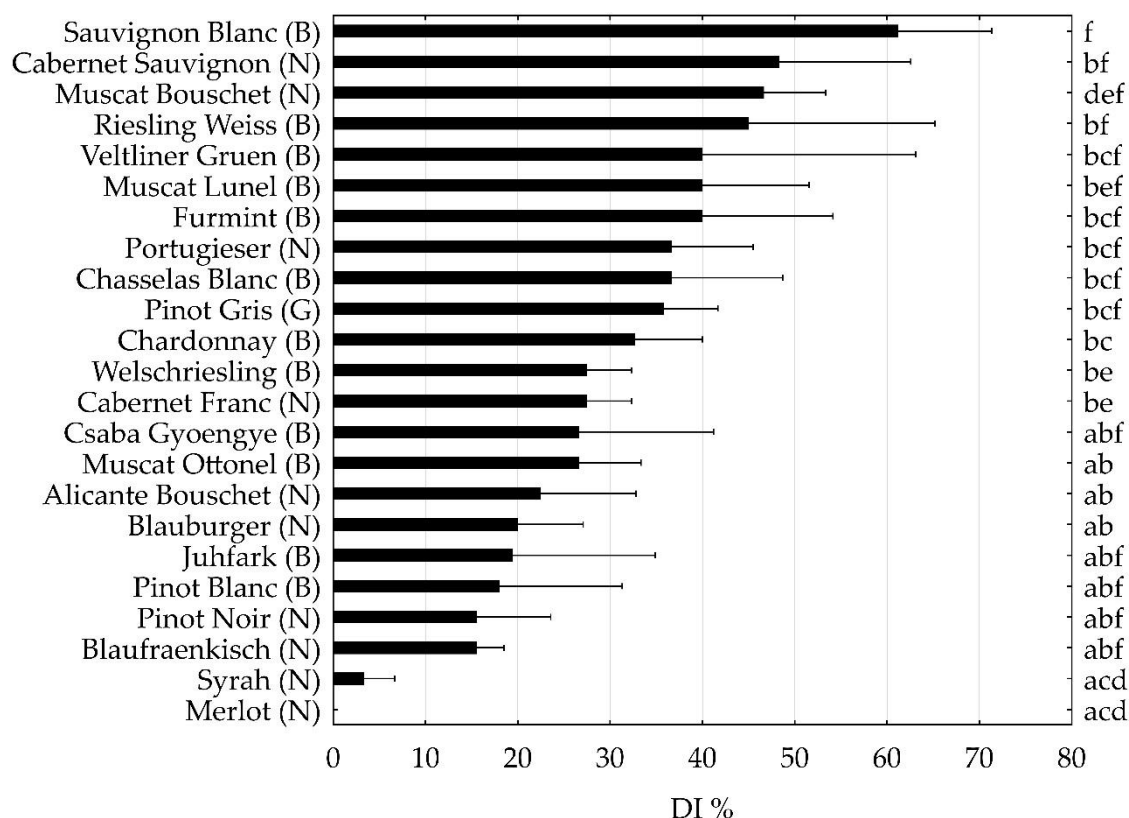
13. táblázat: A GTD tünetek megjelenési aránya (DI átlag±SE), valamint ezen belül az elpusztult növények aránya (átlag±SE) a vizsgált fajtagyűjteményekben (Csótó et al., 2023 alapján).

Helyszín	Fajták száma	GTD érintettség ¹	
		DI % (átlag±SE)	Elpusztult növények aránya % (átlag±SE)
Badacsonytomaj	90	44,58(±2,62) c	74,63(±3,14) a
Kecskemét	130	28,05(±2,19) a	76,49(±3,11) a
Pallag	166	37,05(±2,16) b	73,78(±3,10) a
Pécs	151	28,41(±1,92) a	69,94(±3,23) a
Összes	537	33,70(±1,13)	73,56(±1,59)

¹A Mann-Whitney U teszt eredményei alapján a statisztikai eltéréseket (p<0,05) számok után feltüntetett betűk jelölik.

4.3.2. A jelentősebb fajták érzékenységi sorrendje

Összehasonlítottuk a csak *V. vinifera* ősökkel rendelkező, legalább három helyszínen előforduló, legfontosabb fajták teljes tünetmegjelenési arányát (DI) (22. ábra). A ‘Sauvignon Blanc’ és a ‘Cabernet Sauvignon’ bizonyultak a leginkább fogékonyak, míg a ‘Merlot’ és a ‘Syrah’ ellenállóbbak. ‘Merlot’ fajtában a fajtagyűjteményekben sem elhalás, sem levéltünet nem mutatkozott. A vizsgált *V. vinifera* fajtákon belül a legérzékenyebb és a kevésbé érzékeny fajták között volt fehér- és vörösbor szőlő egyaránt. Az egyik legjelentősebb magyar fehér borszőlő fajta, a ‘Furmint’ fogékonyasága hasonló volt a ‘Veltliner Gruen’ és ‘Muscat Lunel’ fajtához, míg egy másik őshonos fehér fajta, a ‘Juhfark’ kevésbé volt fogékony, hasonlóan a ‘Blauburger’ és Pinot Blanc fajtához. Az őshonos csemegeszőlő, ‘Csaba Gyoengye’ kevésbé volt fogékony, mint a ‘Furmint’, hasonló DI-t mutatott, mint a ‘Welshriesling’, a ‘Cabernet Franc’ és a ‘Muscat Ottonel’. A Blaufraenkish, mint regionális jelentőségű szőlőfajta a kevésbé fogékony fajták közé tartozott, akár a Pinot Blanc és a ‘Pinot Noir’.



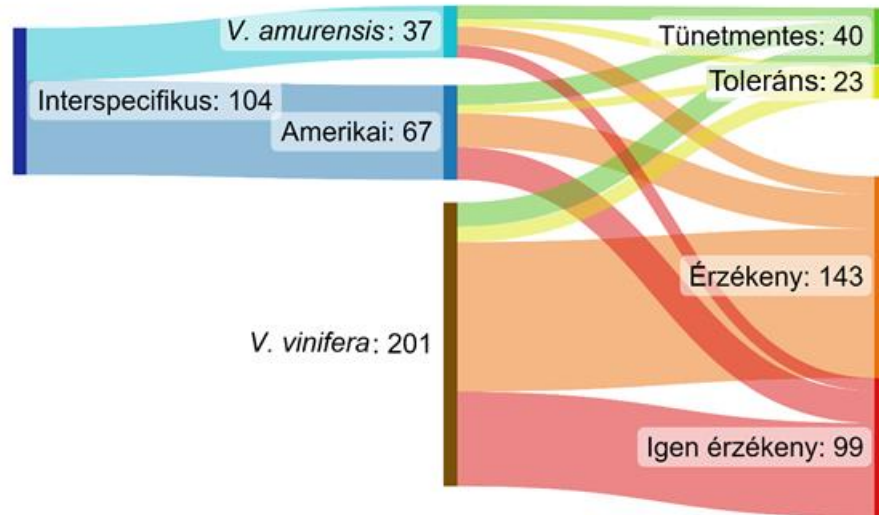
22. ábra: A 3 vagy 4 fajtagyűjteményben vizsgált nemzetközi vagy hazai szinten jelentős fajták tünetmegjelenési aránya (DI). A zárójeles nagybetűk a bogyószín jelölik (N): noir-fekete vagy kék, (B): blanc-fehér, (G): gris-szürke. A bogyóhéj szín és az alkalmazott fajtanevek a VIVC (Maul – Töpfer, 2023) adatbázisának nevezékτανával egyeznek meg. A kisbetűk a szignifikáns eltéréseket mutatják a Mann-Whitney U teszt alapján ($p < 0,05$) (Csótó et al., 2023 nyomán).

4.3.3. A fajták megoszlása az érzékenységi csoportokban leszármazásuk alapján

A betegség kifejeződésének súlyossági kategóriáit a fajtákra határoztuk meg (23. ábra). A vizsgálat során GTD tüneteket nem mutató fajtákat a „tünetmentes” kategóriába soroltuk.

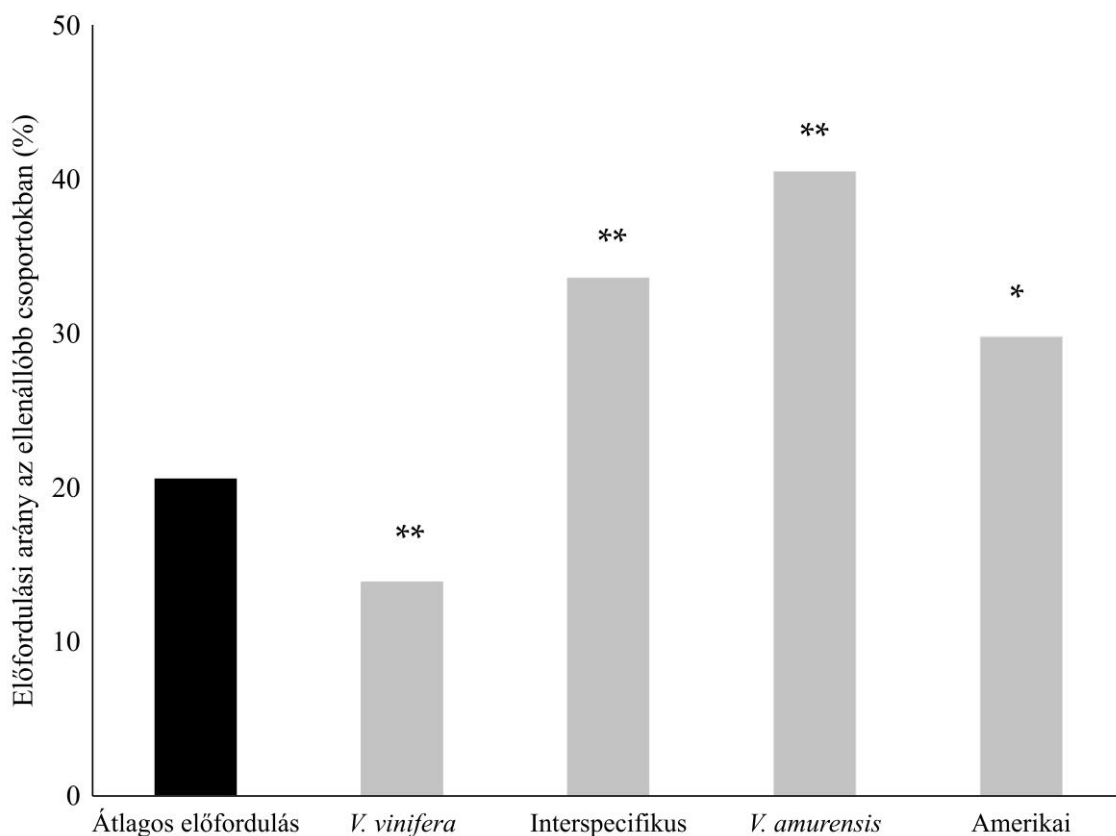
Ha a fajta csak levéltüneteket mutatott, pusztulás azonban nem történt „toleránsnak” tekintettük. Az „érzékeny” fajták egyes fertőzött egyedei elpusztultak, más egyedei levéltüneteket mutattak, tehát ezek igazolhatóan nem azonnali apoplexiával reagálnak. Az „igen érzékeny” csoport a csak pusztulási tüneteket mutató fajtákat foglalja magában. A monofiletikus *V. vinifera* fajták jelentős része „érzékenynek” vagy „igen érzékenynek”

bizonyult, míg az interspecifikus fajták megoszlása az érzékenységi csoportok között jóval kedvezőbb.



23. ábra: A vizsgált fajták megoszlása származásuk, valamint a GTD betegségkomplexummal szembeni érzékenységi csoportjai szerint. Az ábra a SankeyMATIC (Sankeymatic, 2023) online diagramszerkesztővel készült (Csótó et al., 2023 alapján).

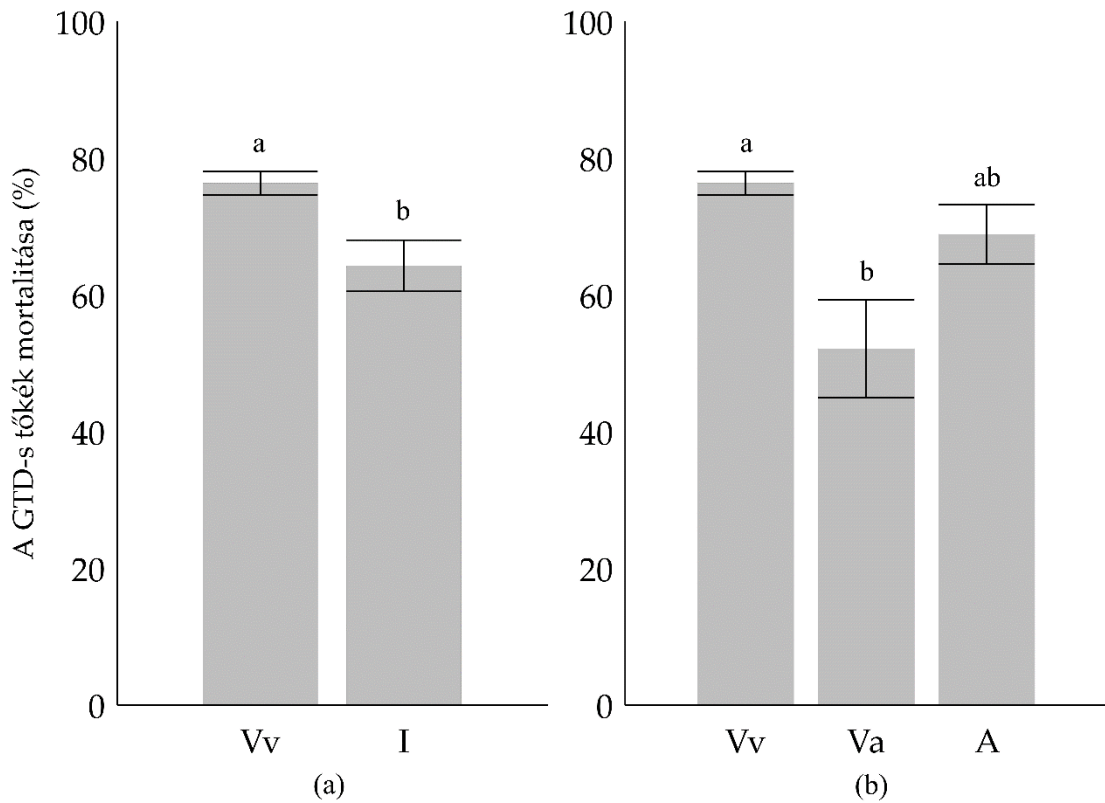
A különböző eredetű fajták pusztulásra és tünetmegjelenésre való hajlamát binomiális valószínűségi teszttel hasonlítottam össze (24. ábra). Ehhez a két ellenállóbb („tünetmentes”+„toleráns”) és a két érzékenyebb („érzékeny” és „igen érzékeny”) csoport összevonásra került. A monofiletikus *V. vinifera* fajták aránya a kevésbé érzékeny csoportokban alacsonyabb volt az elvártnál, azaz az összes vizsgált fajta előfordulási arányánál. Ez azt jelzi, hogy a monofiletikus *V. vinifera* fajták hajlamosabbak súlyos GTD tüneteket mutatni az átlagosnál (teljes minta), beleértve a növényvesztést is. Ezzel szemben a növényvesztés nélküli (kevésbé érzékeny csoportok) fajták aránya szignifikánsan magasabb volt az interspecifikus hibridek csoportjában. Hasonlóképpen, az átlagosnál magasabb volt az előfordulási arány az ellenállóbb csoportokban, amikor külön vizsgáltuk az amerikai (*V. labrusca*, *V. riparia* vagy *V. rupestris*), valamint az ázsiai (*V. amurensis*) ősökkel rendelkező interspecifikus hibrideket.



24. ábra: A monofiletikus *V. vinifera* fajták, az egyben kezelt interspecifikus fajták, illetve az utóbbin belül az ázsiai (*V. amurensis*) (Va) vagy amerikai ősökkel (*V. labrusca*, *V. riparia* vagy *V. rupestris*) rendelkező fajták előfordulási aránya az ellenállóbb csoportokban („tünetmentes” és „toleráns”). A binomiális valószínűségi teszt eredménye, amely a vizsgált csoport és az összes fajta (mint elvárt megoszlás) előfordulási arányai közötti különbséget jelzi: * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$ (Csótó et al., 2023 alapján).

4.3.4. A beteg tőkék mortalitása a leszármazási csoportokban

Az őseket tekintve eltérő faji eredettel jellemezhető fajták (azaz kizárólag *V. vinifera* vagy interspecifikus hibridek) mortalitását a tünetmegjelenés arányában is összevetettük, azaz a biztosan érintett tőkék szolgáltak alapul. A GTD expresszió következtében bekövetkező növénypusztulás a monofiletikus *V. vinifera* eredetű fajtákban nagyobb volt, mint az interspecifikus hibridek esetében (25. a ábra).



25. ábra: Az összes GTD tüneten belüli mortalitás (a) a monofiletikus *V. vinifera* (Vv) fajták és az interspecifikus hibridek (I) átlagában, valamint (b) a monofiletikus *V. vinifera* (Vv), az ázsiai *V. amurensis* (Va) és az amerikai (*V. labrusca*, *V. riparia* vagy *V. rupestris*) (A) ősökkel rendelkező fajták átlagában. A betűzés a szignifikáns eltéréseket mutatja a Mann-Whitney U-tesztek alapján ($p < 0.01$) (Csótó et al., 2023 nyomán).

Az interspecifikus hibridek csoportját ázsiai és amerikai eredetű fajtákra tovább bontva, ez az érték a *V. amurensis* ősökkel rendelkező fajták esetében lényegesen alacsonyabb volt, mint a monofiletikus *V. vinifera* fajtáké (25. b ábra). Az amerikai ősökkel rendelkező fajtáknál a monofiletikus *V. vinifera* fajtáktól való eltérés nem szignifikáns.

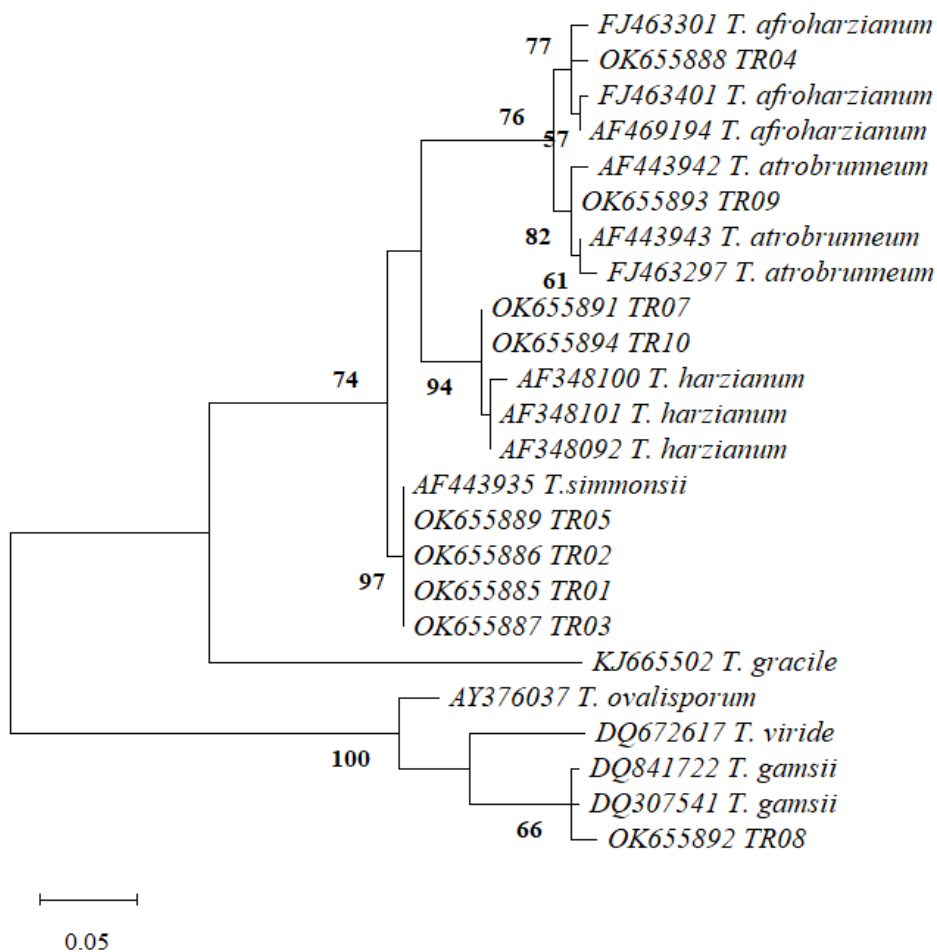
4.4. Szőlőből izolált endofiton *Trichoderma* törzsek laboratóriumi vizsgálatai

4.4.1. Az izolált törzsek fajsztű azonosítása

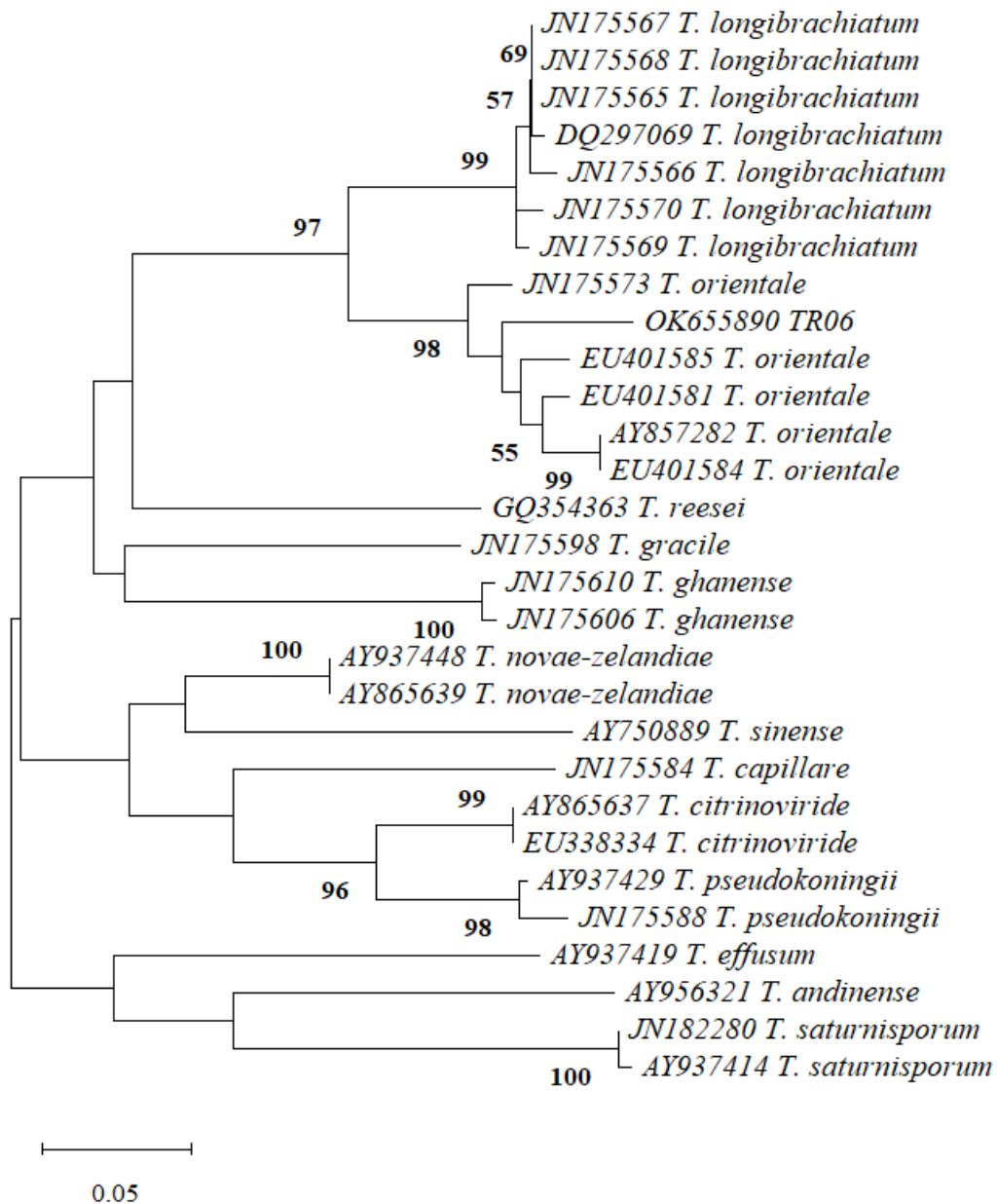
Az ITS szekvenciák filogenetikai elemzése a tíz endofita *Trichoderma* törzs közül nyolcat (TR01-05, TR07 és TR09-10) a Harzianum kládba helyezett (Kovács, 2017). A *tef1* szekvencia alapján az aktuálisan elfogadott referenciákkal összevetve ez a csoport egészen diverz fajösszetételt mutat. A TR01-03 és 05 a *T. simmonsii*, a TR04 a *T. afroharzianum*, a TR 07 és TR10 a *T. harzianum* sensu stricto fajba tartozik. Csak két törzs tartozott más csoportokba. A TR08 a *Trichoderma* nemzetség Viride kládjának fajaival került egy csoportba (Kovács, 2017), és a *tef1* szekvencia elemzésével *Trichoderma gamsii*-ként azonosítottuk (26. ábra, 14. táblázat).

A TR06 a *Trichoderma* Longibrachiatum kládjából származó fajokkal csoportosult, és *tef1* szekvenciájának filogenetikai elemzése ezt a törzset *Trichoderma orientale*-ként azonosította (27. ábra, 14. táblázat). Az azonosítás megbízhatóságának javítása érdekében ezt az izolátumot külön, a Longibrachiatum klád típus törzseinek és egyéb más idetartozó törzseinek deponált *tef1* szekvenciáival vetettük össze.

Összefoglalva tehát, tíz Tokaji Borvidékről izolált szőlő endofiton *Trichoderma* törzs között négy *T. simmonsii*, két *T. harzianum*, valamint 1-1 *T. afroharzianum*, *T. atrobrunneum*, *T. orientale* és *T. gamsii* fajt azonosítottunk. A törzsek ITS és *tef1*-szekvenciáit az 14. táblázatban feltüntetett azonosítókkal regisztráltuk az NCBI (National Center for Biotechnology Information, National Library of Medicine, 8600 Rockville Pike Bethesda, MD 20894, USA) GenBank adatbázisában.



26. ábra: A TR01-TR05 és a TR07-TR10 törzsek és más *Trichoderma* törzsek deponált *tef1* szekvenciáinak Maximum Likelihood módszerrel, 1000-szeres bootstrap analízissel készített törzsfája. A fajnevek előtt a deponált tételek azonosító számai szerepelnek. Az ágak hossza arányos a szekvenciák nukleotid különbségeinek számával, melynek skálája a dendrogram alatt található. A félkövérrel szedett számok a bootstrap analízis eredményeit mutatják 50 feletti értékek esetén.



27. ábra: A TR06 és más *Trichoderma* törzsek deponált *tef1* szekvenciáinak Maximum Likelihood módszerrel, 1000-szeres bootstrap analízissel készített törzsfája. A fajnevek előtt a deponált tételek azonosítószámai szerepelnek. Az ágak hossza arányos a szekvenciák nukleotidkülönbségeinek számával, melynek skálája a dendrogram alatt található. A félkövérrel szedett számok a bootstrap analízis eredményeit mutatják 50 feletti értékek esetén.

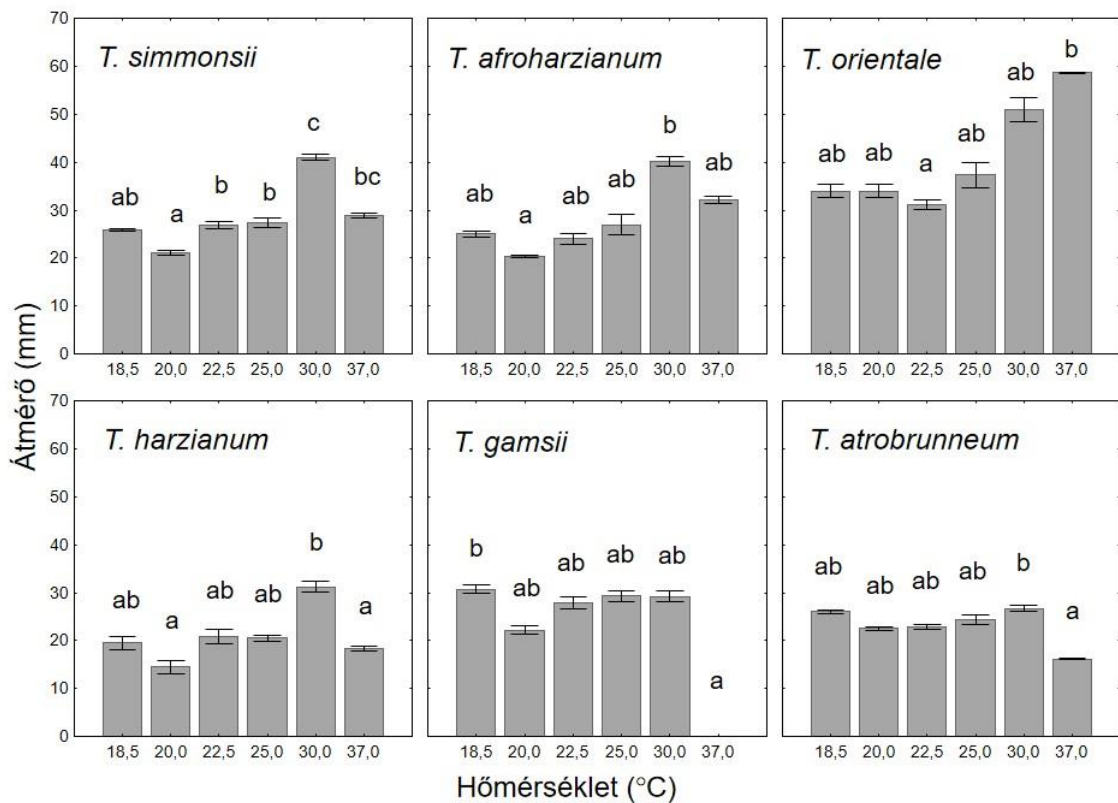
14. táblázat: A Tokaji Borvidékről, ‘‘Furmint’’ fajtáról származó deponált *Trichoderma* törzsek (Kovács és munkatársai, 2021 nyomán).

Faj	Izolátum száma	NCBI Génbanki adatbázis száma	
		ITS ¹	<i>tef1</i> ²
Harzianum klád			
<i>T. afroharzianum</i>	TR04	OK560827	OK655888
<i>T. atrobrunneum</i>	TR09	OK560832	OK655893
<i>T. harzianum</i>	TR07	OK560830	OK655891
	TR10	OK560833	OK655894
<i>T. simmonsii</i>	TR01	OK560824	OK655885
	TR02	OK560825	OK655886
	TR03	OK560826	OK655887
	TR05	OK560828	OK655889
Longibrachiatum klád			
<i>T. orientale</i>	TR06	OK560829	OK655890
Viride klád			
<i>T. gamsii</i>	TR08	OK560831	OK655892

¹ITS: Internal Transcribed Spacer. ²*tef1*: Translation elongation factor 1- α .

4.4.2. Az *Trichoderma* törzsek növekedési erélye különböző hőmérsékleteken

A különböző izolátumok micéliumnövekedését *in vitro* teszteltük. A PDA-n minden törzsnél gyors növekedést észleltünk: 18,5 °C és 30 °C közötti hőmérsékleten egy héten belül benőtték a teljes 60 mm átmérőjű Petri-csészét (28. ábra). 5 °C-on azonban a micélium növekedését csak a második héten tudtuk értékelni (15. táblázat). A törzsek többsége 30 °C-on nőtt a leggyorsabban, kivéve a TR06-ot (*T. orientale*) és a TR08-at (*T. gamsii*), amelyek növekedési maximuma 37 °C-on és 18,5 °C-on volt (28. ábra).



28. ábra: A Tokaji Borvidéken izolált endofita *Trichoderma* fajok átlagos micéliumnövekedése. A telepátmérőt az oltás után 30 órával mértük. A különböző betűk a szignifikáns különbségeket mutatják a Mann-Whitney U teszttel végzett páronkénti összehasonlítás alapján ($p < 0,05$) (Kovács et al., 2021 alapján).

A törzsek többsége gyorsabban nőtt magasabb hőmérsékleten. A *T. simmonsii* (TR01-03 és TR05) 30 °C-on mutatta a leggyorsabb növekedést. A *T. afroharzianum* (TR04) és a *T. harzianum* (TR07 és TR10) optimális növekedési hőmérséklete is 30 °C volt. A *T. atrobrunneum* (TR09) és a *T. gamsii* (TR08) eltérő optimumot mutatott. Az előbbi 18,5; 25 és 30 °C-on gyorsabban nőtt, míg az utóbbi 18,5; 22,5; 25 és 30 °C-on hasonlóan nőtt,

és 37 °C-on nem nőtt. A *T. orientale* (TR06) szignifikánsan gyorsabb növekedést mutatott 37 °C-on (28. ábra). Bár a hat faj mindegyik törzse 5 °C-on egy hét után elkezdett növekedni. Ezen a hőmérsékleten jelentős különbségek voltak a 7. napon és a 14. napon a törzsek növekedése között (15. táblázat). A leggyorsabb növekedést a *T. simmonsii*, a *T. afroharzianum* és a *T. atrobrunneum* mutatta, míg a *T. harzianum* sensu stricto volt a leglassabb mind a korai (8. nap), mind a késői (14. nap) mérési időpontban. A *T. gamsii* (TR06) növekedési karakterisztikája a kísérlet során változott, az első 8 napban az egyik leglassabb volt, hasonlóan a *T. harzianum* sensu stricto-hoz, de később a *T. orientale*-hoz (TR08) hasonlóan felgyorsult növekedést mutatott. Meglepő módon, jelentős különbségek mutatkoztak a *T. simmonsii* törzsei között, bár ugyanazon szőlőültetvényről gyűjtöttük őket, hasonlóan a két *T. harzianum* sensu stricto törzshöz. A különböző fajok és törzsek micéliumnövekedése szignifikáns különbségeket mutatott (K-W: H (5, 120) = 64,86 p < 0,0001 a 24. órai méréseknél és = 29,716 p < 0,0001 az 54. órai mérésnél) 18,5 °C és 25 °C közötti hőmérséklet-tartományban (szobahőmérséklet, valamint jellemző terepi viszonyok). Ebben a hőmérséklet-tartományban a *T. harzianum* sensu stricto növekedése volt a leglassabb, hasonlóan az 5 °C-os növekedési vizsgálathoz. A leggyorsabban növekvő izolátum a *T. orientale* volt, amelyet a *T. gamsii* követett. A *T. simmonsii* és a *T. afroharzianum* növekedése közepesnek tekinthető és meglehetősen hasonlóak voltak egymáshoz. A *T. atrobrunneum* növekedése olyan intenzitású volt, mint a *T. harzianum* sensu stricto-é 54 óra elteltével (15. táblázat). A *T. simmonsii* (K-W: H(3, 48) = 4,48, p = 0,21 a 24. órában és = 4,65 p = 0,1993 az 54. órában) és a *T. harzianum* sensu stricto (M-W: U = 65,00, p) törzsek = 0,68, 24. óra, és U = 70,00, p = 0,91, 54. óra) hasonló jellemzőkkel rendelkeztek ebben a hőmérséklet-tartományban (15. táblázat). A potenciális humán kórokozók kizárásához a 37°C-on mért növekedést vettük figyelembe. Ezen a hőmérsékleten a *T. orientale* mutatta a legnagyobb növekedési ütemet (28. ábra), és kezdeti növekedési üteme szignifikánsan nagyobb volt, mint a többi törzsé (15. táblázat). Ezen a hőmérsékleten nem észleltünk növekedést a *T. gamsii* esetében (28. ábra, 15. táblázat). Bár az összes endofita *Trichoderma* törzs közül a *T. orientale* (TR06) mutatta a legjobb növekedési jellemzőket, a 37 °C-on tapasztalt gyors növekedése, azaz potenciális humán patogenitása miatt kizártuk a további elemzésből. A *T. harzianum* sensu stricto növekedési potenciálja a 37 °C kivételével minden vizsgált hőmérsékleten rosszabb volt.

15. táblázat: A Tokaji Borvidékről izolált *Trichoderma* törzsek átlagos miceliális növekedése 5 °C-on 192 és 336 óra elteltével; szoba- és jellemző terepi hőmérsékleten (18,5–25 °C) 24 és 54 óra elteltével; valamint 37 °C-on 24 és 30 óra után (Kovács et al., 2021 nyomán).

Növekedés 5 °C-on							
Törzs	Faj	192 h			336 h		
		Átlag	SE		Átlag	SE	
	<i>T. simmonsii</i>	14,92	0,64	ab	28,79	0,85	a
	<i>T. afroharzianum</i>	16,17	2,20	ab	34,00	6,00	ab
	<i>T. orientale</i>	12,67	0,17	b	22,67	0,44	b
	<i>T. harzianum</i>	7,83	0,88	c	17,58	1,35	d
	<i>T. gamsii</i>	8,00	1,15	c	22,17	0,60	bc
	<i>T. atrobrunneum</i>	17,00	1,44	a	27,50	1,61	a
TR01	<i>T. simmonsii</i>	15,33	0,44	a	30,33	0,93	a
TR02	<i>T. simmonsii</i>	17,83	1,09	b	31,17	0,60	a
TR03	<i>T. simmonsii</i>	13,83	0,33	a	29,17	0,60	a
TR05	<i>T. simmonsii</i>	12,67	0,17	c	24,50	1,04	b
TR07	<i>T. harzianum</i>	9,50	0,76	a	19,67	0,83	a
TR10	<i>T. harzianum</i>	6,17	0,73	b	15,50	2,02	a
Növekedés szobahőmérsékleten 18,5-25 °C-on							
Törzs	Faj	24 h			54 h		
		Átlag	SE		Átlag	SE	
	<i>T. simmonsii</i>	18,72	0,39	bc	60,13	2,04	bc
	<i>T. afroharzianum</i>	17,06	0,87	b	56,42	3,81	ab
	<i>T. orientale</i>	26,00	0,80	d	72,17	3,65	d
	<i>T. harzianum</i>	13,85	0,49	a	47,55	2,31	a
	<i>T. gamsii</i>	20,50	0,83	c	66,04	3,41	c
	<i>T. atrobrunneum</i>	18,29	0,41	b	51,25	2,42	a
TR01	<i>T. simmonsii</i>	17,92	1,58		0,00	56,25	
TR02	<i>T. simmonsii</i>	18,58	1,59		0,00	57,54	
TR03	<i>T. simmonsii</i>	20,42	3,29		0,00	59,46	
TR05	<i>T. simmonsii</i>	17,96	3,34		0,00	67,25	
TR07	<i>T. harzianum</i>	14,13	2,11		0,00	47,79	
TR10	<i>T. harzianum</i>	13,58	2,76		0,00	47,31	
Növekedés 37 °C-on							
Törzs	Faj	24 h			30 h		
		Átlag	SE		Átlag	SE	
	<i>T. simmonsii</i>	20,63	0,43	c	28,83	0,55	c
	<i>T. afroharzianum</i>	21,50	0,29	c	32,17	0,67	c
	<i>T. orientale</i>	39,83	0,33	d	58,67	0,17	d
	<i>T. harzianum</i>	14,17	0,53	b	18,33	0,44	b
	<i>T. gamsii</i>	0,00	0,00	a	0,00	0,00	a
	<i>T. atrobrunneum</i>	13,17	0,17	b	16,17	0,17	b
TR01	<i>T. simmonsii</i>	19,00	0,76		28,67	0,73	
TR02	<i>T. simmonsii</i>	21,83	0,67		30,00	0,29	

TR03	<i>T. simmonsii</i>	21,17	0,88	27,50	2,00
TR05	<i>T. simmonsii</i>	20,50	0,29	29,17	0,67
TR07	<i>T. harzianum</i>	14,00	1,00	18,50	0,87
TR10	<i>T. harzianum</i>	14,33	0,60	18,17	0,44

A standard hibákat (SE) külön oszlopban jelöltük. A különböző betűk a szignifikáns különbségeket mutatják a Mann-Whitney U teszttel végzett páronkénti összehasonlítás alapján ($p < 0,05$).

Bár a *T. gamsii* nem szaporodott 37 °C-on, 5 °C-on is az egyik leglassabban növekvő izolátum volt. A növekedési tesztek eredményeként a két TR05 és TR04 törzset választottuk további vizsgálatainkhoz. A *Harzianum* kládon belül két különböző fajhoz tartoznak: *T. simmonsii* és *T. afroharzianum*. Mind 5 °C-on, mind a legjellemzőbb terepi körülményeket lefedő tartományban (18,5-25 °C) kiváló növekedést mutattak, de növekedésük lényegesen lassabb volt, mint a *T. orientale*-é.

4.4.3. A *Trichoderma* törzsek fungicidtoleranciája

A TR04 törzs mutatkozott a legellenállóbbnak, hiszen három szisztémikus fungicid egyáltalán nem gátolta növekedését. Csak a Talentum 20 EW gátolta mindkét törzs micéliális növekedését 50 %-nál nagyobb mértékben – ebben az esetben a hatóanyag (miklobutanil) koncentrációja a táptalajban 80 mg/l volt. A Rally Q SC (45 mg/l miklobutanil) esetében a gátlás mindkét törzs esetében 50% alatti volt, annak ellenére, hogy ez a peszticid további hatóanyagot (quinoxifen) is tartalmaz (16. táblázat). Eredményeink alapján tehát elmondható, hogy a vizsgált növényvédő szerek egyike sem gátolta teljesen törzseink micéliális növekedését.

16. táblázat: *Trichoderma* törzsek fungicid érzékenységének tesztelése szőlőtermesztésben alkalmazott készítményekkel szemben (2019) (Kovács et al., 2021 nyomán)

Növényvédőszer megnevezése	Hatóanyag	Cél kórokozó	Micéliális növekedés gátlás (%)	
			TR04	TR05
Orvego	dimetomorf, ametoktradin	peronoszpóra	0,00	0,00
Rally Q SC	miklobutanil, quinoxifen	lisztharmat	28,82	41,18
Sercadis	fluxaproxad	lisztharmat	0,00	0,00
Talentum 20 EW	miklobutanil	lisztharmat	57,6	58,43
Chorus 50 WG	ciprodinil	szürkepenész	43,33	51,96
Teldor 500 SC	fenhexamid	szürkepenész	0,00	7,25

4.4.4. A *Trichoderma* törzsek *in vitro* viológiai védekezési hatékonysága

A mikoparazita képesség vizsgálata során az izolátumok közül a konfrontációs tesztekben a TR04 és TR05 törzsek igen hatékonyak bizonyultak növénykórokozó gombákkal szemben. A TR04 (*T. afroharzianum*) magas viológiai védekezési hatékonyságot (amelyet a BCI-el fejezünk ki) mutatott az összes vizsgált *Ascomycota* és *Oomycota* kórokozóval szemben, beleértve a három szőlőből izolált GTD kórokozót (*Diplodia seriata*, *Eutypa lata*, *Neofusicoccum parvum*). Ez a törzs teljesen túlnötte az összes kórokozót. A TR05 törzs szintén magas BCI-vel rendelkezett (>90).

A *Trichoderma* izolátumok ránöttek a vizsgált *Ascomycota* és *Oomycota* törzsbe tartozó modellfajokra, és legalább 90%-os hatékonysággal parazitálták azokat (17. táblázat).

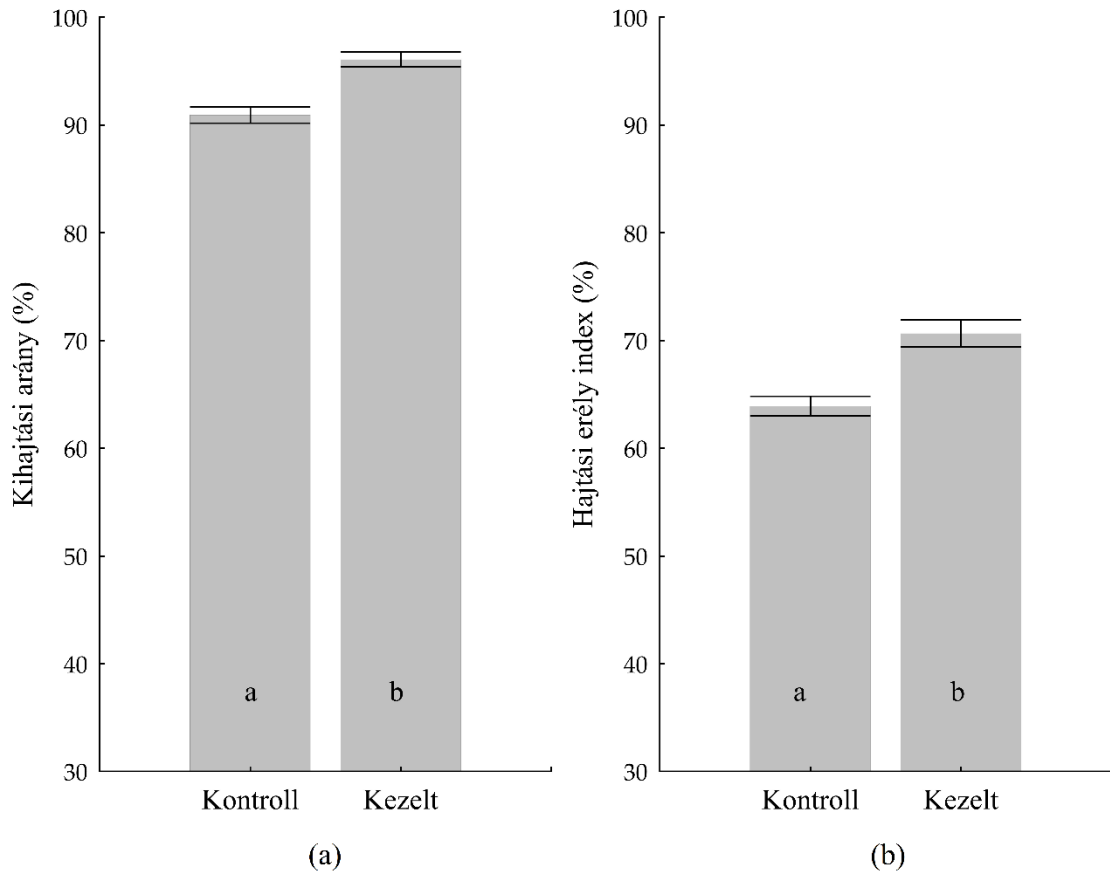
17. táblázat: Mikoparazita képesség néhány *Oomycota* és *Ascomycota* kórokozóval szemben (Kovács et al., 2021 nyomán)

Kórokozó	Törzs	Biokontroll Index (BCI %)	
		TR04	TR05
<i>Pythium acantophoron</i>	Oomycota	100	100
<i>Diaporthe eres</i>	Ascomycota	100	100
<i>Diplodia seriata</i>	Ascomycota	100	100
<i>Eutypa lata</i>	Ascomycota	100	100
<i>Neofusicoccum parvum</i>	Ascomycota	95,19	90

4.5. Szőlőből izolált endofiton *Trichoderma* törzsek hatásvizsgálatai ültetvényekben

4.5.1. A *Trichoderma* törzsekkel való kezelés hatása a szőlő fakadási erélyére

A kezelés szignifikánsan növelte az egy felvételezési időpontban kihajtott rügyek arányát, illetve legtöbb esetben a kihajtott rügyek fejlettségét is (29. ábra). A felmérés idején a rügyek többsége túl volt a nyugalmi állapoton, és a rügyduzzadás kezdete és a levélfejlődés stádiumában járt. Az átlagos kihajtási arány magasabb volt ($p < 0,001$) a *Trichodermával* kezelt növényekben, mint a kontrolloknál (29. a. ábra). A korábban *Trichodermával* kezelt növényekben az átlagos hajtási erély index is magasabb volt ($p < 0,001$), mint a kontrollokban (29. b. ábra). A *Trichoderma* kezelés növényi fejlődést serkentő hatása még négy évvel a kezelést követően is kimutatható volt.



29. ábra: A *Trichoderma* kezelés (*T. simmonsii*, *T. orientale* és *T. gamsii*, illetve *T. afroharzianum* és *T. simmonsii* kombináció) hatása a szőlő kihajtási arányra (a) valamint a hajtási erélyre (b) négy évvel a kezelés után (Csótó et al., 2023 alapján). A kisbetűk a statisztikai különbségeket jelölik a Mann-Whitney U tesztek eredményei alapján.

A kezelt növények kihajtási aránya a legtöbb fajtánál több mint 5%-kal nőtt (18. táblázat). A hajtási erély index egy kivétellel minden esetben emelkedett. A ‘Blaufraenkisch’ fajta Kt1 klónjában végzett *Trichoderma* kezelés magasabb arányú kihajtást, de alacsonyabb hajtási erélyt eredményezett (18. táblázat). Ez az eredmény arra utalhat, hogy bár több rügy pattant meg ezek fejlődése gyengébb volt, valószínűleg az 5BB (K21) alany korlátozott tápanyag-ellátó képessége miatt. A ‘Cabernet Sauvignon’ klónok rendkívül jó kihajtási arányt és hajtási erélyt mutattak a *Trichoderma* kezeléstől függetlenül; így bár a kezelt szőlő továbbra is magasabb értékeket mutatott, a különbségek statisztikailag nem voltak szignifikánsak (18. táblázat).

18. táblázat: A *Trichoderma* kezelés hatása az átlagos kihajtási arányra és a hajtási erélyre különböző fajtákban és klónokban négy évvel az I. és két évvel a II. kísérleti helyszínen a telepítés után (Csótó et al., 2023 alapján).

Fajta	Kísérleti helyszín	Klón	n ¹	Kezelés ²	Kihajtási arány % ± SE ³	Hajtási erély index % ± SE ³
'Cabernet Franc'	I	E11	149	Kontroll	94,97 ± 1,10a	69,36 ± 1,83a
				<i>Trichoderma</i>	99,60 ± 0,40b	90,74 ± 1,78b
	I	ISV5	98	Kontroll	86,29 ± 2,52+	52,13 ± 2,26+
				<i>Trichoderma</i>	92,31 ± 1,98+	57,54 ± 2,22+
	I	N101	142	Kontroll	91,74 ± 1,48+	64,41 ± 1,95a
				<i>Trichoderma</i>	96,50 ± 1,16+	71,05 ± 2,09b
	I	all	389	Kontroll	91,96 ± 0,91a	63,96 ± 1,23a
				<i>Trichoderma</i>	96,15 ± 0,81b	73,28 ± 1,64b
'Blaufraenkisch'	I	A4	150	Kontroll	86,48 ± 1,98a	52,49 ± 1,76a
				<i>Trichoderma</i>	92,43 ± 2,41 b	60,83 ± 2,32b
	I	Kt1	147	Kontroll	88,96 ± 1,85a	67,41 ± 2,08b
				<i>Trichoderma</i>	95,60 ± 2,31b	60,83 ± 4,11a
	I	all		Kontroll	87,72 ± 1,35a	59,95 ± 1,46
				<i>Trichoderma</i>	93,97 ± 1,67b	60,83 ± 2,31
'Cabernet Sauvignon'	II	E153	98	Kontroll	98,96 ± 1,04	80,21 ± 2,49
				<i>Trichoderma</i>	100,00 ± 0,00	82,11 ± 2,49

¹ n: vizsgált növények száma. ²: *Trichoderma* kezelés: *T. simmonsii*, *T. orientale* és *T. gamsii* kombináció (I. kísérleti helyszín), avagy *T. afroharzianum* és *T. simmonsii* kombinációja (II. kísérleti helyszín). ³: a különböző betűkkel jelölt átlagok statisztikailag igazolhatóan eltérőek a Mann-Whitney U teszt alapján, a „+”-al jelölt átlagok pedig a $p < 0,1$ szinten is különböző átlagokat jelölik.

4.5.2. A *Trichoderma* törzsekkel végzett kezelés hatása a telepítés utáni tőszámvesztésre szőlőben

A legnagyobb növényvesztés (9,46%) a nem kezelt 'Cabernet Sauvignon' fajta esetében mutatott ki a II. kísérleti területen, négy évvel az ültetés után. A *Trichoderma* kezelés több mint felére csökkentette ezt a veszteséget (4,38%). Hasonló eredményt kaptunk egy 'Cabernet Franc' fajtán az I. kísérleti területen, ahol a kezelés 1,88%-ról 0,78%-ra csökkentette az elültetett oltványokban beállt veszteséget. A *Trichoderma*-val kezelt növényeket a kontrollokkal összehasonlítva a Mann-Whitney U-teszt alapján egyik kísérleti területen sem mutatunk ki statisztikailag igazolható különbséget az telepített oltványok pusztulásában a kiültetést követő 3-4 évben (19. táblázat). A

veszteség azonban helyenként nagymértékben csökkent a *Trichoderma*val kezelt növényeknél.

19. táblázat: A *Trichoderma* kezelés hatása a telepítés utáni tőkeszám veszteségre (Csótó et al., 2023 alapján).

Fajta	Kísérleti terület	n ¹	U-teszt ² p	A telepítéskori tőkeszámhoz viszonyított veszteség % ± SE	
				Kontroll	<i>Trichoderma</i> ³
összes	I és II	68	0,4945	5,33 ± 1,12	3,71 ± 0,54
‘Cabernet Franc’	I	16	0,1770	1,88 ± 0,60	0,78 ± 0,36
‘Blaufraenkisch’	I	30	0,1187	3,17 ± 0,68	4,83 ± 0,74
‘Cabernet Sauvignon’	II	22	0,0943	9,46 ± 2,46	4,38 ± 1,03

1 n: statisztikai elemszám. 2: Mann-Whitney U teszt. 3: *Trichoderma* kezelés: *T. simmonsii*, *T. orientale* és *T. gamsii* kombináció (I. kísérleti helyszín), avagy *T. afroharzianum* és *T. simmonsii* kombinációja (II. kísérleti helyszín).

4.5.3. A *Trichoderma* törzsekkel végzett kezelés hatása a termés mennyiségére és beltartalmi paramétereire

A szőlőtermést az I. kísérleti területen mértük ‘Blaufraenkisch’ klónokon négy évvel a *Trichoderma* kezelés után. A *Trichoderma*val kezelt növények és a kontroll összehasonlítása során a Mann–Whitney U-teszt alapján nem volt kimutatható statisztikailag szignifikáns különbség sem a növényenkénti realizát, sem a növényenkénti potenciális terméshozam tekintetében ($p = 0,3488$, illetve $0,3672$) (20. táblázat). Mindazonáltal megjegyezhető, hogy összességében a *Trichoderma* kezelés, 12,2%-kal, illetve 13,27%-kal növelte ezeket a paramétereket a kontrollhoz képest (20. táblázat).

A *Trichoderma* kezelésnek a must minőségére gyakorolt lehetséges hatásának felmérésére meghatároztuk annak néhány borászati paraméterét. A pH-ban, az összes savtartalomban és a glükóz/fruktóz arányban csak minimális különbségek voltak a *Trichoderma* kezelést követően (21. táblázat). A glicerin és az összes illósav koncentrációja alacsony volt ($< 0,9$ és $< 0,12$ g L⁻¹). A *Trichoderma* kezelés azonban növelte a Brix-értéket (4,64%-kal), valamint a kivonattartalmat – redukálócukor (4,35%-kal), D-glükóz (4,79%-kal) és D-fruktóz (3,7%-kal) koncentrációját. A káliumkoncentráció is 3,45 %-kal magasabb volt.

20. táblázat: A *Trichoderma* kezelés hatása a terméseredményekre ‘Blaufraenkisch’ klónokban az I. kísérleti helyszínen négy évvel a kezelés után (Csótó et al., 2023 alapján).

‘Blaufraenkisch’ klón	Kezelés ¹	Sor	n (tőke)	Pusztulás (%)	Terméshozam (kg/növény)		
					realizált	potenciális	
A4/1	Kontroll	1	148	2,70	2,68	2,76	
		2	165	4,24	2,78	2,90	
		3	165	1,82	2,22	2,26	
		4	165	1,21	3,15	3,18	
		5	165	1,21	1,57	1,59	
	átlag(±SE)				2,24(±0,57)	2,48(±0,27)	2,54(±0,28)
	<i>Trichoderma</i>	1	165	4,24	3,15	3,28	
		2	165	4,42	2,78	2,84	
		3	165	2,42	2,96	3,03	
		4	165	0,61	2,59	2,60	
		5	165	1,21	2,41	2,44	
6		165	1,82	2,59	2,64		
átlag(±SE)				2,12(±0,51)	2,74(±0,11)	2,81(±0,13)	
Kt1	Kontroll	1	187	9,09	2,45	2,69	
		2	187	5,88	2,28	2,43	
		3	187	0,53	1,47	1,48	
		4	187	5,88	1,30	1,39	
	átlag(±SE)				5,35(±1,77)	1,88(±0,29)	2,00(±0,33)
	<i>Trichoderma</i>	1	187	8,56	2,28	2,50	
		2	187	8,56	2,28	2,50	
		3	187	3,74	2,45	2,54	
		4	187	8,02	1,80	1,95	
		5	187	10,16	1,96	2,18	
		6	187	7,49	2,12	2,29	
7		187	3,21	2,94	3,03		
átlag(±SE)				7,10(±0,99)	2,26(±0,14)	2,43 (±0,13)	
A teljes minta átlaga	Kontroll			3,62(±0,96)	2,21(±0,21)	2,30(±0,22)	
	<i>Trichoderma</i>			4,80(±0,91)	2,48(±0,11)	2,60(±0,10)	

¹: kezelés: *T. simmonsii*, *T. orientale*, *T. gamsii*

21. táblázat: A must beltartalmi paramétereinek változása a kontrollhoz viszonyítva két évvel a kezelés után ‘Cabernet Sauvignon’ E153-as klónban (Csótó et al., 2023 alapján)..

Must paraméter	Kontroll	<i>Trichoderma</i>¹
Brix (°Bx)	22,80	23,70
Extrakt (g L ⁻¹)	256,95	268,10
Redukáló cukor tartalom (g L ⁻¹)	230,50	241,20
Glükóztartalom (g L ⁻¹)	109,65	114,90
Fruktóztartalom (g L ⁻¹)	117,50	121,85
Gliceroltartalom (g L ⁻¹)	0,60	0,80
pH	3,39	3,42
Savtartalom (g L ⁻¹)	6,30	6,40
Illósav tartalom (g L ⁻¹)	0,09	0,11
Káliumtartalom (mg L ⁻¹)	1114,50	1153,00

1: kezelés: *T. afroharzianum*, *T. simmonsii*

4.5.4. A *Trichoderma* törzsek visszaizolálhatósága

Két magyarországi szőlőültetvényben különböző szőlőfajták esetében oltvány telepítésénél teszteltük törzseink hatékonyságát. A Villányi Borvidéken, a Zuhánya dűlőben, 2015-ben ’’Kékfrankos’’, ’’Cabernet Sauvignon’’ és ’’Cabernet Franc’’ fajtákon végeztünk el az áztatásos kísérletet 10⁶ sejt/ml spóraszuszpenzióval. A Szekszárdi Borvidéken, a Lajvér Borház Kft. területén ’’Cabernet Sauvignon’’ fajtán, 2017-ben állítottunk be kísérletet a korábbi áztatásos technológia alapján. A kontroll területeken egyetlen tőkében sem volt kimutatható *Trichoderma* faj. A kísérleti területeken azonban a *T. afroharzianum*, *T. orientale* és a *T. gamsii* törzseket visszaizoláltuk és azonosítottuk (*tef1* vagy ITS szekvencia-hasonlóságok alapján) az egyes kezelt növényekből, nemcsak a kezelt gyökérrészből, hanem a törzsből is (22. táblázat). A *T. afroharzianum* (TR04) fajt visszaizoláltuk ugyanazon növény különböző részeiből (gyökér, alany, nemes) egyaránt. A *T. afroharzianum*, *T. orientale* és *T. gamsii* jelenléte a kezelések után több hónappal, sőt négy év elteltével is igazolható volt.

22. táblázat Visszaizolált *Trichoderma* törzsek az I. és II. kísérleti helyszínről
(Csótó et al., 2023 alapján).

Kísérleti helyszín	Izolátum azonosító	Faj	Szekvencia azonosító	Mintázott növényi rész	A mintavétel ideje	A kezelés és a visszaizolálás között eltelt idő	
I.	RIV3	<i>T. orientale</i>	ON937623	nemes törzs felső része	2016.10.	15 hónap	
	RIV6		ON937624	nemes törzs felső része	2016.10.	15 hónap	
	RIV7		ON937625	nemes törzs felső része	2016.10.	15 hónap	
	RIV41	<i>T. gamsii</i>	ON931231	gyökér	2019.08.	4 év	
	RIV42		ON931232	gyökér	2019.08.	4 év	
	II.	RIS1	<i>T. afroharzianum</i>	ON937626	gyökér	2017.10.	5 hónap
		RIS2		ON937627	alany	2017.10.	5 hónap
RIS5		ON937628		gyökér	2017.10.	5 hónap	
RIS6		ON937629		alany törzsi része	2017.10.	5 hónap	

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A GTD tünetmegjelenésének 2022-es felmérése alapján megállapítható, hogy országos szinten a vizsgált ültetvények 16 % körüli tőkehiányt és 11 % körüli éven belüli levéltünet-megjelenést mutattak. A 27 %-os összesített tünetmegjelenési arány a nemzetközi szakirodalom előfordulási adatai között is súlyosnak tekinthető. Javasolható tehát egy véletlenszerű ültetvénykijelöléssel végzett országos szinten reprezentatív felmérés elvégzése a nemzetgazdasági kár pontos meghatározására, francia vagy kaliforniai mintára (Siebert, 2001, Hofstetter et al., 2012, Lorch, 2014). Dula (2011) a tünetmegjelenés folyamatos növekedéséről számolt be a publikáció megjelenését megelőző évtizedben. A felmérés módszertana nem tisztázott, de az általa megállapított 12,29 %-os tünetmegjelenésnek a 2022-es eredmény több mint kétszerese, tehát hazai viszonylatban a tünetegyüttes gyors előretérését feltételezhetjük.

Egyes ültetvények éven belüli tünetmegjelenési aránya magasabb az ültetvény fennállása során történt pusztulásnál, az ilyen területeken előre jelezhető a tőkeveszteség súlyosbodása. A legnagyobb pusztulási és éves tünetmegjelenési értékeket azokon a területeken detektáltuk, ahol az elpusztult tőkék eltávolítása hosszú igeje nem történt meg, tehát ezek növényhigiéniai célú eltávolítása és megsemmisítése az éves gazdálkodási gyakorlat részét kellene képeznie (OIV, 2006, De la Fuente et al., 2016, Gramaje et al., 2018).

Különösen súlyos tünetmegjelenési arányt mutatnak hazánk szőlészeti fajtagyűjteményei. Ezekben átlagosan 10 % feletti éves tünetmegjelenést figyeltünk meg. A tőkeveszteség azonban ennek csaknem kétszerese (19,6 %). A fajtagyűjteményekben a szaporítóanyag diverz eredetű, így a kórokozók behurcolásának esélye is nagyobb, valamint nehezen megoldható a fajtára optimális művelés, így jelentős lehet a kondícióbeli különbség is.

Korábbi kutatások is kiemelik a víz szerepét a GTD betegségek terjesztésében vagy a tünetek kifejeződésében (Marchi et al., 2006, Calzarano et al., 2018, Bortolami et al., 2021) . A nagy gyakorisággal tüneteket mutató tőkék szomszédos egyedei, nem lesznek nagyobb valószínűséggel betegek, tehát a fertőzött tőkék térbeli közelsége, vagy a művelőeszközökkel való közvetlen átvitel feltehetőleg nem játszik akkora szerepet a terjedésben, mint az inokulum mozgása a vízzel, vagy az erózióval. Ezt alátámasztja, hogy Redondo és munkatársai (2001) és Sofia és munkatársai (2006) felméréseiben a tünetet mutató tőkék eloszlása véletlenszerű. Li és munkatársai (2017) a tünetet mutató

tőkék térbeli viszonyait vizsgálva a szomszédos beteg tőkék hatását az új tüneteket mutató tőkék előfordulására gyengének találták.

Azonban a lejtőalji részeken jelentősen magasabb tünetmegjelenési gyakoriságot tapasztaltunk, mint a magasabb fekvésűeken, különösen gyakoriak a tünetek, ahol a lejtőalji platókon a hordalék és a növényi maradványok felgyűlnek. Kovács és munkatársai (2017) a teraszos művelésű területeken magasabb tünetmegjelenést mutattak ki, amely a platók hatásával állhat összefüggésben.

A jellemzően hegyvidéki-dombvidéki szőlőtermesztésre nem csak a jelentős lejtésű területeken való gazdálkodás jellemző, de az erdőterületek közelsége is, gyakran a szőlőültetvény felett, a tető irányában. Ilyen módon a víz mozgása és a vízerózió nem csak az ültetvényben szállíthatja az inokulumot, de az erdei fás növényekben kommuterként vagy patogénként élő gombák, illetve a holtfa lebontói (amelyek a szőlő patogénjeként viselkedhetnek) (Mugnai et al., 1999) is bejuthatnak vele, vagy más módokon az ültetvénybe. A hazánkban domináns BDA betegségkomplexum *Botryosphaeriaceae* kórokozói a dísz- és erdei fákban is jelentős károsítónak számítanak (Zlatković et al., 2016, Kazemzadeh et al., 2019). A környező erdősültség mértékét skálázva kimutattuk, hogy az erősebb erdőhatás mellett magasabb a tőkepusztulás és tünetmegjelenés valószínűsége.

Hazánkban azonban síkvidéki területeken is folyik szőlőtermesztés, itt megjelenhet belvizesedés. Ültetvényen belül a belvizes foltokon magasabb tünetmegjelenést figyeltünk meg. A talajfelszint túllépő víztükör feljuttathatja az inokulumot a gyökérnyaki részekre, melyek gyakran sérültek az ültetvényben folyó gépi munkák vagy a fagylécesedés következtében, valamint a bőséges vízellátás elindítja a kórokozók spóraszórását, így a fertőzés feltételei adottak (Marchi et al., 2006, Van Niekerk et al., 2011, Billones-Baaijens et al., 2023). A belvizes foltokon a szőlőnövények kondíciója is gyengébb, tovább hajlamosítva a fás betegségekre azokat (Stevens et al., 1999, Goldammer, 2018, Ruperti et al., 2019). Halleen és munkatársai (2007) munkájukban az agyagos, rossz vízelvezető képességű talajok kerülését is javsolták a GTD megelőzésére. Bár a GTD-re teljesen ellenálló szőlőfajt vagy szőlőfajtát nem ismerünk, azok érzékenységi sorrendjének meghatározása elsődleges fontosságú az ellenállósággal összefüggő tulajdonságok, az esetleges toleranciát kódoló gének feltárásában, vagy a súlyosan GTD érintett termőterületek fenntartható hasznosítása végett (Sosnowski et al., 2016). Az érzékenység legegyszerűbb mérőszáma a tünetmegjelenési arány (DI%), amely alapján a szakirodalom is rangsorolja a fajtákat. A jelentősebb világfajtákat tekintve

eredményeink egybevágóak a korábbi kutatásokkal. Bogyóhéj szintől függetlenül a ‘Cabernet Sauvignon’ (Quaglia et al., 2009, Borgo et al., 2016, Sosnowski et al., 2016, Cardot et al., 2019, Foglia et al., 2022) és a ‘Sauvignon Blanc’ (Billones-Baaijens et al., 2014, Sosnowski et al., 2016) rendszerint a legérzékenyebb fajták kütött szerepel, a ‘Riesling Weiss’ (Travadon et al., 2013, Billones-Baaijens et al., 2014, Sosnowski et al., 2016) ugyancsak igen érzékeny, habár nem mindegyik betegségkomplexummal szemben ugyanolyan mértékben. Esetünkben még a ‘Muscat Bouschet’ esett a legnagyobb tünetmegjelenésű fajták közé. A ‘Merlot’ (Quaglia et al., 2009, Travadon et al., 2013, Murolo - Romanazzi, 2014, Cardot et al., 2019) minden főbb GTD komplexummal szemben, a ‘Syrah’ (Borgo et al., 2016) pedig az escával szemben jó ellenállóságú, a mi felmérésünkben is ezek mutatták a legalacsonyabb tünetmegjelenési arányokat. Az érzékenységi különbség egyik feltételezhető oka a ‘Merlot’ jelentősen magasabb lignintartalma (például az érzékeny ‘Cabernet Sauvignon’hoz képest), ennek a nehezen, energiaigényesen bontható anyagnak a termelése főként biotikus stressz hatására ugrik meg a fajtában (Rolshausen et al., 2007, Smith et al., 2019). Hazánk zászlósfajtáiból a ‘Furmint’ a középmezőny magasabb, a ‘Juhfark’ pedig az alacsonyabb tünetmegjelenésű fajtáihoz tartozott. A világ egyik legjelentősebb, elsősorban étkezési célú hibridje, a magyar nemesítésű ‘Csaba Gyoengye’ közepes tünetmegjelenésű (Hajdu, 2013).

Új érzékenységi kategóriákat állítottunk fel, a fajták GTD-re adott reakciói, a krónikus tünetek megjelenésére, vagy a pusztulásra adott hajlam alapján. Ebben a csoportosításban feltűnően egyenetlenül oszlanak meg a tisztán *V. vinifera*, ázsiai (*V. amurensis*) és a különböző amerikai fajokból nemesített fajták és hibridek. A monofiletikus *V. vinifera* nagyobb érzékenységét az interspecifikus hibrideknél, illetve az ázsiai eredetű hibrideknél, a teljes tünetmegjelenés arányában kifejezett nagyobb mortalitással bizonyítottuk. Az amerikai faji eredetű hibridek csoportját külön kezelve statisztikailag igazolható módon nem tudtunk különbséget feltárni, ez ugyanis igen inhomogén faji eredetű: *V. riparia*, *V. labrusca*, *V. berlandieri* stb., így a csoport faji eredetre való bontásával további vizsgálatok javasolhatók (Maul – Töpfer, 2023). Általánosságban az interspecifikus hibridek jobb betegségellenállósága a diverzebb genetikai állománynak köszönhető. A szőlő háziásítása és a fajtanemesítés során igen erős palacknyak-hatást, azaz a genetikai sokféleség beszűkítését okozta az emberiség. Így tehát a *V. vinifera* őshazájában régóta honos betegségek ellen a nemes szőlők ellenállóak lehetnek, azonban egy GTD-hez hasonló diverz komplexum ellen a biodiverzitás ilyen beszűkítése érzékenyít (Myles et al., 2010, Grassi et al., 2021). A *V. amurensis* ellenállósága több

előnyös tulajdonságából vezethető le. Nemesítésbe vonásának alapvető indoka a jó hidegtűrés (Zhang et al., 2012, Xin et al., 2013, Chai et al., 2019, Gutiérrez-Gamboa et al., 2020, Zhao et al., 2020, Wang et al., 2021), és az olyan patogénekkal szembeni ellenállóság, mint a *Plasmopara viticola*, *Coniella diplodiella*, *Elsinoe ampelina* (Kozma – Dula, 2003, Blasi et al., 2011, Schwander et al., 2012, Liu et al., 2013, Venuti et al., 2013, Fu et al., 2020, Foria et al., 2022). Az egyéb betegségekkel szembeni ellenállóság job kondíciót biztosít, a hidegtűrés pedig a fagysebek kialakulásának kisebb esélyével jár együtt, valamint a vegetáció erőteljesebb indulásával jár, így a fertőződés esélye is kisebb. A fertőzött *V. amurensis* eredetű egyed sem károsodik olyan mértékben, mint a monofiletikus *V. vinifera* fajták, ennek oka lehet az igen kis xylem átmérő (Guo et al., 1987, Jacobsen et al., 2015). A szűkebb xylemben gyengébb a folyadékáram, így a toxinok transzlokciója is (Foglia et al., 2022). Pouzulet és munkatársai (2014) bizonyították, hogy a vastagabb xylemmel rendelkező fajtákban erősebb a biotikus stresszre fellépő kompartmentalizáció (viszont könnyebben is kerülnek ki ezt a kórokozók). Ennek során a növény tilózisokkal és mézgaszerű anyagokkal zárja el a szállítószöveteket a mikroorganizmusok terjedésének gátlására, a GTD fakárosítói esetében azonban ez hátrányt jelenthet, ugyanis enzimszereik segítségével ezek a kórokozók táplálékként használják fel ezek anyagait.

A Kovács és munkatársai (2017) által izolált tíz *Trichoderma* törzset faji szinten identifikáltuk, majd megvizsgáltuk a fajok miceliális növekedését különböző hőmérsékleteken. A legtöbb faj 30 °C-on mutatta a leggyorsabb növekedést, azonban a *T. orientale* növekedési görbéje 37 °C-on még felívelő volt, ennek következményeképp a további vizsgálatokból, mint potenciális humánpatogént kizártuk. A *T. simmonsii*, *T. afroharzianum* és a *T. atrobrunneum* törzs 5 °C-on is jól nőtt. Hasonló hidegtűrésről számolt be Longa és munkatársai (2008) a *T. atroviridae* SC1 törzs kapcsán. Ez technológiai előnyt, a tenyésztés eleji kijuttatás lehetőségét jelenti, így ezeket a termékfejlesztés irányába, további kísérletekre vittük.

A TR04 (*T. afroharzianum*) és TR05 (*T. simmonsii*) törzset fungicidtolerancia tesztnek vetettük alá. Több tanulmány mutatott ki különböző mértékű fungicidtoleranciát *Trichoderma* törzseknél (McLean et al., 2001, Bhai - Thomas, 2010, Madhavi et al., 2011, Vasundara et al., 2015, Wedajo, 2015, Khirallah et al., 2016, Silva et al., 2018, Tomer et al., 2018, Maurya et al., 2020). A TR04 volt az ellenállóbb, itt három szisztemikus fungicid egyáltalán nem gátolta a növekedést. A TR05 esetében a fenhexamid hatóanyag elhanyagolható, 7,25 %-os mértékben gátolta a növekedést. A TR04 és a TR05 valamint

ezek kombinációja technológiailag összeférhető a fenhexamid (szterol bioszintézis gátló), fluxapiroxad (sejtlégzés gátló), dimetomorf (cellulóz-szintáz gátló) és ametoktradin (sejtlégzés gátló) hatóanyagokkal az általunk vizsgált termékekben előforduló, hazánkban engedélyezett kijuttatási koncentrációkban (FRAC, 2022). Az utóbi kettő elsősorban peronoszpóra ellen használatos szőlőben, azonban a fenhexamid és a fluxapiroxad az Ascomycota gombák ellen jó hatékonyságúak, azaz a vizsgált *Trichoderma* törzseink ellenállósága az azokat magában foglaló gombatörzs elleni készítményekkel szemben is kiemelkedő. A Fenhexamid elleni jó ellenállóságról korábban a *T. harzianum* MAUL-20-as törzse tanúbizonyságot tett (Khirallah et al., 2016). A ciprodinil (metionin szintézis gátló), miklobutanil (demetiláz gátló – szterol bioszintézis gátlás) valamint miklobutanil + quinoxifen (ismeretlen mechanizmusú jelátvitel gátló) hatóanyagú készítmények jelentős mértékben gátolták a két törzs miceliális növekedését. A tisztán miklobutanil hatóanyagú készítmény erősebben gátolt, mint a miklobutanil + quinoxifen kombináció. Ez az előbbi nagyobb miklobutanil koncentrációjával magyarázható. A szakirodalomban nem találtam forrást a *Trichoderma simmonsii* vagy a *T. afroharzianum* fungicidtolerancia vizsgálatára. Összességében a *Trichoderma* fajok kiterjedt enzimrendszerrel rendelkeznek, melyek a fungicid hatóanyagokat is bonthatják (Escudero-Leyva et al., 2022). Ezen enzimek termelése a két vizsgált törzs esetén különböző lehet. A fahéjsavszármazék dimetomorf egyik törzsnél sem okozott gátlást, ami kapcsolatban lehet azzal, hogy a fahéjsav a *Trichoderma* anyagcseréjének része, lépések termelni. Podbielska és munkatársai (2020) *T. harzianum*-nál kimutatták a pentiopirad bontását, ami a fluxapiroxaddal egy kémiai csoportba tartozik (pyrazole-4-karboxamidok) (FRAC, 2022), mely egyáltalán nem gátolta a vizsgált törzsek miceliális növekedését. Obanda és munkatársai (2008) tebukonazol bontását mutatták ki, és megállapították, hogy a *T. harzianum* képes bontani a triazol gyűrűt. A triazolo-pirimidilamin típusú (FRAC, 2022) ametoktradinnal szembeni teljes ellenállóságot magyarázhatja ez a jelenség.

A TR04 és TR05 törzs *in vitro* biokontroll hatékonyságát konfrontációs kísérletekben vizsgáltuk. A vizsgált GTD kórokozó *Ascomycota* gombák ellen egy kivétellel 100 %-os határfokot mutatott, de a legerőteljesebb növekedésű *Neofusicoccum parvum* ellen is 90 % feletti hatékonyságot értünk el. A *Pythium acantophoron*-t, mint referencia *Oomycota* fajt is teljesen gátolta a két törzs. Vizsgálataink alapján tehát mind a petespórás, mind a tömlősgomba patogének ellen ígéretes hatékonysággal rendelkeznek a törzseink.

A vizsgált *Trichoderma* törzsek biostimulátor hatását illetően a kihajtási arányban és a kihajtás erélyében értünk el statisztikai mértékben kimutatható javulást. Andreini és munkatársai (2009) az esca fertőzés hatására megkésett, lassú rögyattanást és kezdeti fejlődést figyeltek meg, a *Trichoderma* biostimulátor-hatású metabolitjain túl, a kórokozók visszaszorítása is szerepet játszhat ebben a hatásban. A tőszámveszteség csökkentése és termésnövekedés is megfigyelhető a kezelés hatására tendenciális jelleggel, ezek az eredmények azonban további megeősítést igényelnek. Pascale és munkatársai (2017) mind a növényenkénti terméseredményben, mind a polifenoltartalomban és antioxidáns tartalomban emelkedést értek el a *T. harzianum*, az európai piacon domináns T22 törzsének alkalmazásával.

A *Trichoderma* kezelés a must pH-ját, savtartalmát és glükóz-fruktóz arányát számottevően nem befolyásolta. A káliumtartalom, a glükóz és fruktóztartalom, ezzel egyetemben a cukorfok (°Bx) is számottevően növekedett.

A kijuttatott *Trichoderma* törzseket 5 és 15 hónappal, valamint 4 évvel a kijuttatás után is sikeresen visszaizoláltuk a tőkék különböző részeiből. Szőlő *Trichoderma* kezelésénél eddig főként a kezelt sebzés körüli kolonizációt írtak le (Pollard-Flamand et al., 2022, Carro-Huerta et al., 2020). *T. harzianum*, *T. atroviride* és *T. virens* törzseket (Jaarsveld et al., 2020) valamint a *T. asperellum* ICC 012 és a *T. gamsii* ICC 080 törzsét (Di Marco et al., 2022) 7 hónappal az inokuláció után is visszaizoláltuk. John és munkatársai (2008) a teljes tőke kolonizáltságát jelentette 20 hónappal a *T. atroviridae* AG1 törzsével végzett sikeres sebzés-inokuláció után. A kísérletünkben vizsgált *T. orientale*, *T. gamsii* és *T. afroharzianum* tehát az eddig leírtaknál hosszabb távon is képes kolonizálni a szőlő edénnyalábait, azaz megváltoztatni az ott uralkodó mikroökológiai viszonyokat. A kémiai kezeléssel szemben a belső védelemben túl előnyt jelent tehát az évjáraton túlnyúló kezelés lehetősége.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Újabb adatokat szolgáltatunk a GTD magyarországi elterjedtségéről. A 2022-ben végzett felmérés alapján a vizsgált területek 24 %-a fertőzött. A legnagyobb arányú tünetmegjelenést az Egri Borvidék Nagy-Eged dűlőjében mértük.
2. Megállapítottuk, hogy a GTD okozta növénypusztulás aránya magasabb az ültetvények lejtőalji részein. Szintén megállapítást nyert, hogy az ültetvényekben a tünetmegjelenés arányos az ültetvényt körülvevő területek erdőszülségének mértékével.
3. A fajtafogékonyság felmérése során megállapítottuk, hogy hazai körülmények között a GTD tünetei legnagyobb mértékben 'Sauvignon Blanc' fajtán, legkevésbé a 'Syrah' és 'Merlot' fajtákon jelentek meg. A 'Merlot' a felvételezések során tünetmentesnek bizonyult. A tünetmegjelenés gyakorisága a hazai nemesítésű 'Juhfark' fajtában alacsony-közepes, a 'Furmint' fajtában közepes szintűnek mutatkozott.
4. Bizonyítottuk, hogy a monofiletikus *V. vinifera* eredetű fajták fogékonyabbak a GTD kórokozóira, mint az interspecifikus hibridek. A mortalitásvizsgálat alapján kiemelkedően ellenállóknak találtuk a *V. amurensis* eredetű fajtákat.
5. Molekuláris módszerekkel elvégeztük az Debreceni Egyetemen korábban szőlőről izolált *Trichoderma* izolátumok pontos azonosítását, amelynek során megállapítottuk, hogy az izolátumok a *T. afroharzianum*, a *T. atrobrunneum*, a *T. gamsii*, a *T. harzianum* és a *T. simmonsii* fajhoz tartoznak.
6. Megállapítottuk a TR04-es *T. afroharzianum* és a TR05-ös *T. simmonsii* szőlő izolátum in vitro fungicid toleranciáját 5 gombaölő szer hatóanyag vizsgálatával. Az izolátumok mérgezett táptalajon teljes mértékben tolerálták az ametoktradin, dimetomorf és fluxapiroxad jelenlétét az engedélyokiratban megadott dózisokban. A fenhexamid kismértékben gátolta a TR05 izolátum növekedését.
7. Megfigyeltük, hogy a telepítés előtti *Trichodermával* végzett áztatásos kezelés szignifikánsan javítja a szőlő kihajtásának arányát és annak erélyét.
8. Megállapítottuk, hogy a telepítés előtti áztatással kijuttatott *Trichoderma* törzsek hosszú ideig képesek fennmaradni a szőlő különböző részeiben.

7. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

1. Szőlőtelepítésnél figyelembe kell venni a GTD tünetmegjelenést elősegítő környezeti tényezőket, a terület lejtőalji fekvését, illetve az erdőterületek közelségét.
2. A feltételezhetően nagyobb GTD tünetmegjelenésű területekre javasolt az ellenállóbb fajták, mint a 'Merlot' vagy a 'Syrah', illetve megfontolandó a *V. amurensis* eredetű fajhibridek telepítése.
3. A főbb magyar eredetű fajták a 'Juhfark', a 'Csaba Gyöngye' ('Csaba Gyöngye') és a 'Furmint' fogékonysága ebben a sorrendben növekszik.
4. Az Orvego, a Sercadis, és a Teldor 500 SC az engedélyezett dózisokban és formulációkban nem gátolja a *T. afroharzianum* TR04 és *T. simmonsii* TR05 törzs miceliális növekedését, így lehetséges ezek rövid időközrel, akár tankkeverékben való permetezési kijuttatása. A Chorus 50 WG jelentős mértékben gátolja a törzsek növekedését, együttes kijuttatásuk nem ajánlott.
5. A szőlő tenyészedőszak eleji fejlődése javítható endofiton *Trichoderma* fajokkal.
6. Az endofiton *Trichoderma* törzsek kijuttatás után hosszú ideig fennmaradnak a szőlőben, hatásuk perzisztensnek tekinthető.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A fertőző tőkepusztulás a szőlő növényvédelmének egyik legégetőbb problémája, nem rendelkezünk ugyanis jó hatékonyságú védekezési eljárással ellene, holott jelentős gazdasági károkat okoz világszerte. A tőkék korai pusztulása (grapevine trunk diseases – GTD) ernyőfogalom, több betegség és betegségkomplexum tartozik alá, mint az esca, a fekete kordonkar-elhalás (black dead arm – BDA), vagy az eutypás betegség.

Dolgozatomban felmértem a GTD tünetmegjelenés arányát országszerte, 8 borvidéken, 16 ültevényben, több, mint 26000 tőke vizsgálatával. A környezeti körülmények figyelembe vételével végzett felmérések, tartamkísérleteknek alapján vizsgálom egyes külső tényezők hatását a tünetmegjelenésre. Továbbá szőlőből izolált endofita *Trichoderma* törzsek, mint védekezési és növényápolási lehetőségek laboratóriumi és terepi értékelésének eredményeit tárgyalom. A dolgozat célkitűzései tehát:

1. A szőlő fertőző tőkeelhalás előfordulásának felmérése Magyarország több borvidéki területén
2. A környezeti tényezők hatásainak vizsgálata a betegségkomplexum tünetmegjelenési gyakoriságára
3. A fajták érzékenységi sorrendjének felülvizsgálata, a kárpát-medencei jelentőségű fajták érzékenységének meghatározása, ellenállóbb vonalak feltárása
4. Szőlőből izolált *Trichoderma* fajok biokontroll és biostimulátor hatásának vizsgálata laboratóriumi és üzemi körülmények között

A 2022-es évjáratban a vizsgált ültetvények átlagosan 16 % körüli tőkehiányt és 11 % körüli éven belüli levéltünet-megjelenést mutattak. Hazai fajtagyűteményeink éves tünetmegjelenése hasonló, azonban a tőkehiány a 20 %-ot is megközelíti. Csak a kereskedelmi ültetvényeket számba véve, az Egri Borvidéken felmért területek tünetexpressziója volt a legsúlyosabb mértékű, átlagosan 24 % korábbi pusztulási és 9,2 % éves levélzeti tünetmegjelenéssel, de a Nagy-Eged hegyen 26 % pusztulási és 21 % levélzeti tünetmegjelenést is megfigyeltünk, tehát az ültetvény fele GTD-érintett.

Egy homogén ültetvény 7 éves vizsgálatával kimutattuk, hogy a gyakran (4-7 évben) tüneteket mutató tőkék térbeli közelsége nincs hatással a szomszédok tünetexpressziójára. Vizsgálatainkban a lejtőn magasabban és alacsonyabban fekvő ültetvényrészeket összevetve a lejtőalji részek jelentősen magasabb tünetmegjelenési arányát tapasztaltuk az Egri Borvidékhez tartozó Nagy-Eged és Kőkötő dűlők erős lejtésű ültetvényeiben.

Megvizsgálva a környező erdőszültség mértékének hatását a tünetmegjelenés valószínűségére, a több erdővel körülvevett, vagy a lejtőn felfelé erdővel határolt szőlőkben a GTD súlyosabb méreteket ölt.

A Debreceni Egyetem szőlészeti fajtagyűjteményében sík területen is lehetőségünk volt a vízbőség hatását monitorozni. A terület egyes részei a talajban található vízzáró réteg miatt belvizesedésre hajlamosak. Az ide eső ültetvényrészeket lehatárolva, ezek jelentősen nagyobb tünetmegjelenési gyakoriságúak, mint a vízállás nélküli területek.

A GTD-re immunis szőlőfajt vagy szőlőfajtát nem ismerünk. Csak a teljes tünetmegjelenési arányt alapul véve a szakirodalmi forrásokból felállítható egyfajta érzékenységi sor, ahol a 'Cabernet Sauvignon' és a 'Sauvignon Blanc' rendszerint a legérzékenyebb, a 'Merlot' pedig a legellenállóbb fajták között szerepel. A fajták érzékenységi sorának ezen végpontjai egyeznek az általunk megfigyeltekkel. Vizsgálatainkban a 'Muscat Bouschet' tünetmegjelenési aránya igen magasnak a 'Syrah'-é alacsonynak mutatkozott. Hazánk jelentős fajtái közül a 'Furmint' közepesen magas, a 'Csaba Gyoengye' közepes tünetmegjelenésű, a 'Juhfark' pedig a középmezőny alacsonyabb tünetmegjelenésű fajtái közé csoportosul.

Új érzékenységi kategóriákat állítottunk fel aszerint, hogy a fajta milyen reakciót ad a betegségre: tünetmentes marad, krónikus levéltünetekre hajlamos, vagy a tőke nagyobb eséllyel pusztul bele a betegségbe. A (i) monofiletikus *V. vinifera*, (ii) az ázsiai *V. amurensis* és az (iii) amerikai (*V. riparia*, *V. labrusca*, *V. berlandieri*) ősökkel rendelkező fajták megoszlása az így alkotott csoportokban, nem homogén. A mortalitást teljes tünetmegjelenés arányában alapul véve, azaz, hogy a biztosan beteg tőkék milyen arányban reagálnak pusztulással a betegségre kimutattuk, hogy a monofiletikus *V. vinifera* fajták jelentősen érzékenyebbek az interspecifikus hibrideknél. A viszonylagos ellenállóság a *V. amurensis* őssel rendelkező fajták esetén egyértelműen kijelenthető.

A Na-arzenit hatóanyag kivonása után a legjobb hatékonyságú védekezési eljárásnak a preventíven alkalmazott gombaölőszeres sebkezelés (pl.: piraklostrobin + boszkalid hatóanyag folyékony polimer hordozóanyaggal), illetve különböző *Trichoderma* fajok, mint hiperparazita biokontroll ágensek alkalmazása ígérkezik főként a metszési vagy fagysebek vagy a szaporítóanyag védelmére, illetve telepítéskori kijuttatásra.

Vizsgálatainkban a Kovács és munkatársai (2017) által a Tokaji Borvidéken 'Furmint' szőlőből izolált tíz endofita *Trichoderma* törzssel dolgoztunk.

Elvégeztük ezek fajszintű azonosítását a legújabbban elfogadott referencia-adatbázisok (ex-típus törzsek szekvenciái) és módszerek (*tefl* szekvenciák) segítségével. Eszerint az

izolált törzsek közül kettő a *T. harzianum* sensu stricto, négy a *T. simmonsii*, a többi pedig egyenként a *T. afroharzianum*, *T. atrobrunneum*, *T. orientale*, *T. gamsii* fajba tartozik. A törzsek ITS és *tefl* szekvenciáit regisztráltuk az NCBI GenBank adatbázisában.

A törzsek növekedési erélyét különböző hőmérsékleten vizsgálva megállapítottuk, hogy a legtöbb törzs hőoptimuma 30 °C körül van, a *T. simmonsii*, *T. afroharzianum* és a *T. atrobrunneum* törzsek pedig 5 °C-on is jó növekedésűek. A *T. orientale* 37 °C-on mutatta a leggyorsabb miceliális növekedést, így azt potenciális humánpatogén volta miatt kizártuk a további vizsgálatokból.

A TR04 (*T. afroharzianum*) és TR05 (*T. simmonsii*) törzs mérgezett agaros fungicidtolerancia tesztjében a fenhexamid, fluxaproxad, dimetomorf és ametoktradin hatóanyagok az általunk vizsgált termékek legmagasabb engedélyezett kijuttatási koncentrációiban a TR04 esetén egyáltalán nem gátolták a miceliális növekedést, a TR05 esetében a fenhexamid gyakorolt elhanyagolható 7,25 %-os gátlást.

A TR04 és a TR05 törzs biológiai védekezési hatékonysága 100 %-os volt *in vitro* konfrontációs tesztben *Pythium acantophoron*, *Diaporthe eres*, *Diplodia seriata* és *Eutypa lata* ellen is. Az erőteljes növekedésű *Neofusicoccum parvum* kórokozó ellen az előbbi 95 % feletti, az utóbbi *Trichoderma* törzs 90 %-os hatékonysággal bírt.

Üzemi hatékonyságvizsgálatainkat a Villányi borvidék Zuhánya dűlőjében állítottuk be 'Blaufraenkisch', 'Cabernet Sauvignon' és 'Cabernet Franc' fajtában, illetve a Szekszárdi borvidék Lajvér dűlőjében 'Cabernet Sauvignon' fajtában. A terepi vizsgálatok során a kijuttatott *Trichoderma* törzsek javították a szőlő kihajtási arányát és a kihajtás erélyét. A GTD okozta tőszámvesztés csökkenése és a termésmennyiség növekedése a kezelés hatására azonban statisztikailag nem igazolható mértékű.

A *Trichoderma* kezelés nem változtatta meg a must pH-ját, savtartalmát, vagy glükóz-fruktóz arányát, azonban a káliumtartalom, a glükóz- és fruktóztartalom, így a cukorfok növekedett.

A kijuttatott *Trichoderma* törzseket 5 és 15 hónappal, valamint 4 évvel a kijuttatás után is sikeresen visszaizoláltuk a tőkék különböző részeiből.

9. SUMMARY

Grapevine trunk diseases (GTD) are one of the most important challenges for grapevine plant protection, since there is no adequate control method, and it causes significant economic damage. GTD is an umbrella term and includes several diseases and disease complexes, such as esca, black dead arm (BDA), or eutypa dieback.

In the thesis, it was analyzed the symptoms rates of GTDs throughout the country, in eight wine regions, in 16 plantations, by examining more than 26,000 plants, based on data of surveys and long-term experiments, and taking into account the environmental conditions. I also discuss the results of the laboratory and field evaluation of endophytic *Trichoderma* strains isolated from grapes as the means of plant protection and biostimulation. Thus the objectives of the thesis are:

1. Assessment of the incidence of grapevine trunk diseases in several wine regions of Hungary
2. Examination of the effects of environmental factors on the disease incidence of the disease complex
3. Revision of the order of sensitivity of the varieties, determination of the sensitivity of the varieties of importance in the Carpathian Basin, exploration of more resistant lines
4. Investigation of the biocontrol and biostimulator effect of *Trichoderma* species isolated from grapes in laboratory and field conditions

In the vintage of 2022, the studied plantations showed an average plant loss of around 16% and the appearance of annual leaf symptoms of around 11%. The annual symptoms of studied germplasm collections are similar, but the plant loss is close to 20%. Taking into account only the commercial plantations, the symptom expression of the surveyed areas in the Eger Wine Region was the most severe, with an average of 24% dieback in the previous years and 9.2% annual leaf symptom expression. On the Nagy-Eged hill, there was 26% dieback and 21% leaf symptom expression, so half of the plantation is affected by GTD. The spread of GTD within the plantation is still a controversial topic. Without any significant inhomogeneity in environmental conditions, the distribution of symptomatic plants is random. With a 7-year study of a homogeneous plantation, it was detected, that the proximity of the symptomatic plants with frequent (4-7 years) detection of GTD symptoms had no effect on the symptom expression of the neighbors.

In our studies, comparing the plantations located higher and lower position on the slope, a significantly higher rate of symptom occurrence was detected in the lower parts of the

slopes in the steeply sloping plantations of the Nagy-Eged and Kőkötő vineyards in the Eger Wine Region.

Examining the effect of the degree of surrounding forest cover on the probability of symptom appearance, GTD takes on more severe proportions in vineyards surrounded by mainly forests or bordered by forests up the slope.

In the grape germplasm collection of the University of Debrecen it was possible to monitor the effect of water abundance in flat areas as well. Some parts of the area are prone to waterlogging due to the impermeable layer in the soil. These parts of the plantation had higher symptom expression than areas without waterlogging.

There is no cultivar with known immunity to GTD (Gramaje et al., 2015). Based only on the total disease incidence, a kind of sensitivity range can be established from sources in the literature, where ‘Cabernet Sauvignon’ and ‘Sauvignon Blanc’ are usually the most sensitive and ‘Merlot’ the most resistant varieties. We also observed these endpoints in the sequence of the sensitivity of the cultivars. In our tests, ‘Muscat Bouschet’ showed a very high symptom rate, while ‘Syrah’ showed a low disease incidence. Among the significant varieties of our country, ‘Furmint’ has moderately high, ‘Csaba Gyoengye’ medium, and ‘Juhfark’ moderately low disease incidence.

We have established new sensitivity categories according to the variety's reaction to the disease: (1) symptom-free, (2) prone to chronic leaf symptoms, or (4) the plant is more likely to die from the disease. The distribution of varieties with (i) monophyletic *Vitis vinifera*, (ii) Asian *Vitis amurensis* and (iii) American (*Vitis riparia*, *Vitis labrusca*, *Vitis berlandieri*) ancestors in the groups thus formed is not homogeneous. Basing mortality on the ratio of total symptom appearance, i.e. the proportion of diseased plants that GTD symptoms expression resulted death, *V. vinifera* varieties are more sensitive than interspecific hybrids. The relatively better resistance to GTDs is statistically significant in the case of varieties with a *V. amurensis* ancestor. Previously Na-arsenite was effective to control GTDs. After its withdrawal, biocontrol *Trichoderma* species with hyperparasitic activity may provide a promising alternative to control GTDs, mainly for the protection of pruning or frost wounds or the propagating materials.

In our studies, we worked with ten endophytic *Trichoderma* strains, previously isolated from ‘Furmint’ grape varieties in the Tokaj Wine Region by Kovács et al. (2017). We performed the species-level identification of these strains using the latest accepted reference databases (ex-type strain sequences) and methods (based on *tef1* sequences). Two of the isolated strains belong to *T. harzianum sensu stricto*, four to *T. simmonsii*, and

the rest to *T. afroharzianum*, *T. atrobrunneum*, *T. orientale*, *T. gamsii*. The ITS and *tefl* sequences of the strains were registered in the NCBI GenBank database.

The mycelial growth of most strains were characterized with optimum at around 30 °C, and the *T. simmonsii*, *T. afroharzianum* and *T. atrobrunneum* strains are also grow well even at as low as 5 °C. Among the biocontrol strains used in practice, *T. atroviridae* SC1 has similar cold tolerance. *T. orientale* showed the fastest mycelial growth at 37 °C, so it was excluded from further studies due to its potential human pathogenicity.

Fungicide tolerance of the TR04 (*T. afroharzianum*) and TR05 (*T. simmonsii*) strains was also tested. The active substances fenhexamide, fluxapiroxad, dimethomorph and ametoctradin in the practically applied concentrations have not disrupted the growth of TR04. Fenhexamide exerted a negligible 7.25% inhibition of TR05.

The biocontrol index (BCI) of strains TR04 and TR05 was 100% in an in vitro confrontation test against *Pythium acantophoron*, *Diaporthe eres*, *Diplodia seriata* and *Eutypa lata*. The former strain had more than 95 % BCI, while the latter *Trichoderma* strain had 90% BCI against the *Neofusicoccum parvum* pathogen characterized with rapid growth.

We set up our field efficacy tests in the Zuhányá vineyard of the Villány Wine Region in the cultivars 'Blaufraenkisch', 'Cabernet Sauvignon' and 'Cabernet Franc', and in the Lajvér vineyard of the Szekszárd Wine Region in the cultivars 'Cabernet Sauvignon'. During field tests, the applied *Trichoderma* strains improved the bud burst rate of the grapes and the early shoot development. Their effect on the decreasing in the number of plants caused by GTD and the increase in yield due to the treatment cannot be statistically verified. The *Trichoderma* treatment did not change the must's pH, acid content, or glucose-fructose ratio, but the potassium content, glucose and fructose content, and thus the dissolved sugar content, increased.

The applied *Trichoderma* strains were successfully re-isolated after 5, 15 months and 4 years following a single application, from different parts of the woody parts of the grapevines.

10. IRODALOM

1. Ahluwalia, V.; Kumar, J.; Rana, V.S.; Sati, O.P.; Walia, S.: 2015. Comparative evaluation of two *Trichoderma harzianum* strains for major secondary metabolite production and antifungal activity. *Natural Product Research*. 29: 914–920.
2. Altomare, C., Norvell, W. A., Bjorkman, T., Harman, G. E.: 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* rifai 1295-22. *Applied and Environmental Microbiology*. 657: 2926–2933.
3. Alves, A., Correia, A., Luque J., Phillips A.: 2004. *Botryosphaeria corticola*, sp. nov. on *Quercus* species, with notes and description of *Botryosphaeria stevensii* and its anamorph, *Diplodia mutila*. *Mycologia*. 96: 598-613.
4. Amponsah N. T., Jones, E. E., Ridgway, H.J. Jaspers, M. V.: 2009. Rainwater dispersal of *Botryosphaeria* conidia from infected grapevines. *New Zealand Plant Protection*. 62: 228-233.
5. Andolfi, A., Mugnai, L., Luque, J., Surico, G., Cimmino, A., Evidente, A.: 2011. Phytotoxins produced by fungi associated with grapevine trunk diseases. *Toxins*. 312: 1569–1605.
6. Andreini, L., Guarino, L., Viti, R., Scalabrelli, G.: 2013. Evaluation of the effect of esca disease on bud break in *Vitis vinifera* L.: Possible relationship between cultivars and rootstocks. *Vitis - Journal of Grapevine Research*. 52: 33-40.
7. Andreini, L., Viti, R., Bartolini, S., Scalabrelli, G.: 2009. Esca infection influenced bud breaking of ‘Cabernet Sauvignon’ grapevines. [In: Abstracts of oral and poster presentations given at the 6th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases, Florence, Italy, 1–3 September 2008.]. *Phytopathologia Mediterranea*. 48: 159–188
8. Anonymous: 1985. Sunstroke of the vine. *Bulletin University of California*, Berkeley, CA, USA, 450-451.
9. Ayres, M., Sosnowski, M., Wicks, T.: 2011. A rapid technique for evaluating treatments for eutypa dieback control. *Wine & Viticulture Journal*, 11: 50-53.
10. Badali, H., Khodavaisy, S., Fakhim, H., Hoog, G.S., Meis, J. F., Chowdhary, A.: 2015. In Vitro Susceptibility Profiles of Eight Antifungal Drugs against Clinical and Environmental Strains of *Phaeoacremonium*. *Antimicrob Agents and Chemotherapy*. 5912: 7818–7822.

11. *Bartholy, J., Weidinger, T.:* 2010. Magyarország éghajlati képe. [In: Karátson, D. (szerk.) Pannon Enciklopédia - Magyarország földje.]. Urbis, Budapest, 240-241.
12. *Bat-Erdene, U., Kanayama, D., Tan, D., Turner, W. C., Houk, K. N., Ohashi, M., Tang, Y.:* 2020. Iterative Catalysis in the Biosynthesis of Mitochondrial Complex II Inhibitors Harzianopyridone and Atpenin B. *Journal of the American Chemical Society*. 142(19): 8550–8554.
13. *Berman, H.B.:* 2023. Statistics and Probability. <https://stattrek.com/> 2023.04.07.
14. *Bertsch, C., Ramírez-Suero, M., Magnin-Robert, M., Larignon, P., Chong, J., Abou-Mansour, E., Spagnolo, A., Clément, C., Fontaine, F.:* 2013. Grapevine trunk diseases: complex and still poorly understood. *Plant Pathology*. 62: 243-265.
15. *Bhai, S.R., Thomas, J.:* 2010. Compatibility of *Trichoderma harzianum* (Rifai.) with fungicides, insecticides and fertilizers. *Indian Phytopathology*. 63: 145–148.
16. *Billones-Baaijens, R., Meifang, L., Sosnowski, M., Ayres, M., Savocchia, S.:* 2023. Molecular detection and identification of Diatrypaceous airborne spores in Australian vineyards revealed high species diversity between regions. *PloS One*. 18: e0286738.
17. *Billones-Baaijens, R.; Jones, E.E.; Ridgway, H.J.; Jaspers, M.V.:* 2014. Susceptibility of common rootstock and scion varieties of grapevines to Botryosphaeriaceae species. *Australas. Plant Pathol.* 43: 25–31.
18. *Bissett, J., Gams, W., Jaklitsch, W., Samuels, G. J.:* 2015. Accepted *Trichoderma* names in the year 2015. *IMA Fungus*. 62: 263–295.
19. *Blasi, P., Blanc, S., Wiedemann-Merdinoglu, S., Prado, E., Rühl, E.H., Mestre, P., Merdinoglu, D.:* 2011. Construction of a reference linkage map of *Vitis amurensis* and genetic mapping of Rpv8, a locus conferring resistance to grapevine downy mildew. *Theoretical and Applied Genetics*. 123(1): 43–53.
20. *Bonfiglioli, R., Mcgregor, S.:* 2006. The Botryosphaeria conundrum – a New Zealand perspective. *The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker*. 512: 49-53.
21. *Borgo, M.; Pegoraro, G.; Sartori, E.:* 2016. Susceptibility of grape varieties to esca disease. [In BIO Web Conf.; Proceedings of the 39th World Congress of Vine and Wine.]. Bento Goncalves, Brazil
22. *Bortolami, G., Ferrer, N., Baumgartner, K., Delzon, S., Gramaje, D., Lamarque, L., Romanazzi, G., Gambetta, G., Delmas, C.:* 2023. Esca grapevine disease

- involves leaf hydraulic failure and represents a unique premature senescence process. *Tree Physiology*. 43: 441-451.
23. Bortolami, G., Gambetta, G. A., Cassan, C., Dayer, S., Farolfi, E., Ferrer, N., Gibon, Y., Jolivet, J., Lecomte, P., Delmas, C.E.L.: 2021. Grapevines under drought do not express esca leaf symptoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 118(43): e2112825118.
 24. Bouanaka, H., Bellil, I., Harrat, W., Boussaha, S., Benbelkacem, A., Khelifi, D.: 2021. On the biocontrol by *Trichoderma afroharzianum* against *Fusarium culmorum* responsible of fusarium head blight and crown rot of wheat in Algeria. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 31: 68.
 25. Brian, P.W., McGowan, J.G.: 1945. Viridin: A highly fungistatic substance produced by *Trichoderma viride*. *Nature*. 156: 144–145.
 26. Brown, A.A., Lawrence, D.P., Baumgartner, K.: 2020. Role of basidiomycete fungi in the grapevine trunk disease esca. *Plant Pathology*. 69: 205-220.
 27. Bruez, E., Vallance, J., Gerbore, J., Lecomte, P., Da Costa, J.-P., Guerin-Dubrana, L., Rey, P.: 2014. Analyses of the temporal dynamics of fungal communities colonizing the healthy wood tissues of esca leaf-symptomatic and asymptomatic vines. *Plos One*. 95: e95928.
 28. Bruno, G., Sparapano, L.: 2007. Effects of three esca-associated fungi on *Vitis vinifera* L.: V. Changes in the chemical and biological profile of xylem sap from diseased cv. ‘Sangiovese’ vines. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 71, 4–6: 210-229.
 29. Cai, F., Druzhinina, I.S.: 2021. In honor of John Bissett: authoritative guidelines on molecular identification of *Trichoderma*. *Fungal Diversity*. 107: 1–69.
 30. Calzarano, F., Cichelli, A., Odoardi, M.: 2001. Preliminary evaluation of variations in composition induced by esca on cv. Trebbiano d’Abruzzo grapes and wines. *Phytopathologia Mediterranea*. 40: 443–448.
 31. Calzarano, F., Osti, F., Baránek, M., Di Marco, S.: 2018. Rainfall and temperature influence expression of foliar symptoms of grapevine leaf stripe disease (esca complex) in vineyards. *Phytopathologia Mediterranea*. 57(3): 488–505.
 32. Calzarano, F., Seghetti, L., Del Carlo, M., Cichelli, A.: 2004. Effect of esca on the quality of berries, musts and wines. *Phytopathologia Mediterranea*. 431: 125–135.
 33. Carbone, I., Kohn, L.M.: 1999. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. *Mycologia*. 91: 553–556.

34. Cardot, C.; Mappa, G.; La Camera, S.; Gaillard, C.; Vriet, C.; Lecomte, P.; Ferrari, G.; Coutos-Thévenot, P.: 2019. Comparison of the molecular responses of tolerant, susceptible and highly susceptible grapevine cultivars during interaction with the pathogenic fungus *Eutypa lata*. *Frontiers in Plant Science*. 10: 991.
35. Carro-Huerta, G., Compant, S., Gorfer, M., Cardoza, R.E., Schmoll, M., Gutiérrez, S., Casquero, P.A.: 2020. Colonization of *Vitis vinifera* L. by the endophyte *Trichoderma* sp. strain T154: biocontrol activity against *Phaeoacremonium minimum*. *Frontiers in Plant Science*. 11: 1170.
36. Carter, M.V.: 1991. The status of *Eutypa lata* as pathogen. *Monograph - Phytopathological Paper NO.32*. International Mycological Institute, Surrey, UK.
37. Carter, M.V.: 1994. Eutypa Dieback. [In: Pearson, R. C., Goheen A. C. Compendium of Grape Disease.] APS Press, St Paul, MN. 32-34.
38. Casieri, L., Hofstetter, V., Viret, O., Gindro, K.: 2009. Fungal communities living in the wood of different cultivars of young *Vitis vinifera* plants. *Phytopathologia Mediterranea*. 48: 73–83.
39. Castillo-Pando, M., Somers, A., Green, C.D., Priest, M., Sriskhantades, M.: 2001. Fungi associated with dieback of ‘Semillon’ grapevines in the Hunter Valley of New South Wales. *Australasian Plant Pathology*. 30: 59–63.
40. Chacón-Vozmediano, J.L., Gramaje, D., León, M., Armengol, J., Moral, J., Izquierdo-Cañas, P.M., Martínez-Gascuña, J.: 2021. Cultivar susceptibility to natural infections caused by fungal grapevine trunk pathogens in La Mancha designation of origin Spain. *Plants*. 10: 1171.
41. Chai, F., Liu, W., Xiang, Y., Meng, X., Sun, X., Cheng, C., Liu, G., Duan, L., Xin, H., Li, S.: 2019. Comparative metabolic profiling of *Vitis amurensis* and *Vitis vinifera* during cold acclimation. *Horticulture Research*. 6: 8.
42. Chandra, M., Kalra, A., Sangwan, N.S., Sangwan, R.S.: 2013. Biochemical and proteomic characterization of a novel extracellular β -glucosidase from *Trichoderma citrinoviride*. *Molecular Biotechnology*. 53: 289–299.
43. Chaverri, P., Branco-Rocha, F., Jaklitsch, W., Gazis, R., Degenkolb, T., Samuels, G.J.: Systematics of the *Trichoderma harzianum* species complex and the re-identification of commercial biocontrol strains. *Mycologia*. 2015, 107: 558–590.
44. Chiarappa, L.: 2000. Esca black measles of grapevine. An overview. *Phytopathologia Mediterranea*. 391: 11–15.

45. Cloete, M., Fischer, M., Mostert, L., Halleen, F.: 2015. Hymenochaetales associated with esca-related wood rots on grapevine with a special emphasis on the status of esca in South African vineyards. *Phytopathologia Mediterranea*. 542: 299–312.
46. Contreras-Cornejo, H. A., Macias-Rodriguez, L., Cortes-Penagos, C., López-Bucio, J.: 2009. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*. 149: 1579–1592.
47. Contreras-Cornejo, H.A, Macías-Rodríguez, L., Vergara, A.G., López-Bucio, J.: 2015. *Trichoderma* modulates stomatal aperture and leaf transpiration through an abscisic acid-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Journal of Plant Growth Regulation*. 34: 425–432.
48. Creaser, M. L., and Wicks, T. J.: 2004. Short-term effects of remedial surgery to restore productivity to *Eutypa lata* infected vines. *Phytopathologia Mediterranea*. 43: 105-107.
49. Csikászné K. A., Jakab M.: 2015. Megfigyelések és tanulságok a szőlő tökepusztulást okozó betegségekről. *Agrofórum*. 61: 78-82.
50. Csótó A., Baranyi D., Szakadát G., Sándor E.: 2022. A fajták és egyes környezeti tényezők hatása a szőlő fertőző tökepusztulás előfordulására: megfigyelések az Egri Borvidék epidemiológiai felmérése alapján. *Növényvédelem*. 8358: 297-305.
51. Csótó, A., Balling, P., Rakonczás, N., Kovács, Cs., Nagy, A., Sándor, E.: 2020. A környezeti tényezők hatása a szőlő fertőző tökeekhalás betegség előfordulására és ültetvénybeli terjedésére tartamkísérletekben. [In: Haltrich, Attila; Varga, Ákos (szerk.) 66. *Növényvédelmi Tudományos Napok*.] Magyar Növényvédelmi Társaság, 46-46.
52. Csótó, A., Kovács, C., Pál, K., Nagy, A., Peles, F., Fekete, E., Karaffa, L., Kubicek, C.P., Sándor, E.: 2023. The Biocontrol Potential of Endophytic *Trichoderma* Fungi Isolated from Hungarian Grapevines, Part II, Grapevine Stimulation. *Pathogens*. 12: 2.
53. Csótó, A., Nagy, A., Laurinyecz, N., Nagy, Z.A., Németh, C., Németh, E.K., Csikász-Krizsics, A., Rakonczás, N., Fontaine, F., Fekete, E., Karaffa, L., Sándor, E.: 2023. Hybrid *Vitis* cultivars with American or Asian Ancestries show higher tolerance towards grapevine trunk diseases. *Plants*. 12: 2328.

54. Darrieutort, G. Lecomte, P.: 2007. Evaluation of a trunk injection technique to control grapevine wood diseases. *Phytopathologia Mediterranea*. 46: 50-57.
55. De la Fuente Lloreda, M., Florence, F., Gramaje, D., Armengol, J., Smart, R., Nagy, Z., Borgo, M., Rego, C., Corio-costet M.F.: 2016. Grapevine Trunk Diseases. A review. 2016 Edition: 1st Publisher: ©OIV publications, Paris, France. Editor: O.I.V.
56. Decoin, M.: 2001. Grapevine products: news on withdrawals and restrictions. *Phytoma*. 543: 28–33.
57. Di Marco, S, Osti F, Cesari, A.: 2004. Experiments on the control of esca by *Trichoderma*. *Phytopathologia Mediterranea*. 43: 108-115.
58. Di Marco, S., Metruccio, E.G., Moretti, S., Nocentini, M., Carella, G., Pacetti, A., Battiston, E., Osti, F., Mugnai, L.: 2022. Activity of *Trichoderma asperellum* strain ICC 012 and *Trichoderma gamsii* strain ICC 080 toward diseases of esca complex and associated pathogens. *Frontiers in Microbiology*. 12: 813410.
59. Díaz, G.A., Latorre, B.A.: 2013. Efficacy of paste and liquid fungicide formulations to protect pruning wounds against pathogens associated with grapevine trunk diseases in Chile. *Crop Protection*. 46: 106-112.
60. Dickinson, J.M., Hanson, J.R., Hitchcock, P.B., Claydon, N.: 1989. Structure and biosynthesis of harzianopyridone, an antifungal metabolite of *Trichoderma harzianum*. *Journal of Chemical Society, Perkin Transactions*. 1: 1885–1887.
61. Druzhinina, I.S., Komon-Zelazowska, M., Kredics, L., Hatvani, L., Antal, Z., Belayneh, T., Kubicek, C.P.: 2008. Alternative reproductive strategies of *Hypocrea orientalis* and genetically close but clonal *Trichoderma longibrachiatum*, both capable of causing invasive mycoses of humans. *Microbiology*. 154: 3447–3459.
62. Dubos, B.: 1987. Mise au point sur les maladies de dépérissement dans la vigne française. *Le Progrès agricole et viticole*. 104: 135–140.
63. Dula B.: 2011. Korai szőlőtőke-pusztulást okozó, szaporítóanyaggal terjedő kórokozó gombák. *Növényvédelem*. 4711: 461-468.
64. Edwards, J., Pascoe, I.G.: 2004. Occurrence of *Phaeoconiella chlamydospora* and *Phaeoacremonium aleophilum* associated with Petri disease and esca in Australian grapevines. *Australasian Plant Pathology*. 33: 273–279.
65. Edwards, J., Salib, S., Thomson, F., Pascoe, I.: 2007. The Impact of *Phaeoconiella chlamydospora*; infection on the grapevine's physiological response to water stress. *Phytopathologia Mediterranea*. 46, 1: 38-49.

66. *Elena, G., and Luque, J.:* 2016. Seasonal susceptibility of pruning wounds and cane colonization in Catalonia, Spain following artificial infection with *Diplodia seriata* and *Phaeomoniella chlamydospora*. *Plant Disease*. 100: 1651-1659.
67. *El-Gholl, N.E., Alfieri, S.A.:* 1985. Black rot of apple. *Plant Pathology Circular*. 272.
68. *Epstein, L., Sukhwinder, K. Van der Gheynst, J.:* 2008. Botryosphaeria-related dieback and control investigated in noncoastal California grapevines. *California Agriculture*. 62, 4: 161-166.
69. *Escudero-Leyva E., Alfaro-Vargas P., Muñoz-Arrieta R., Charpentier-Alfaro C., Granados-Montero M., Valverde-Madrigal K.S., Pérez-Villanueva M., Méndez-Rivera M., Rodríguez-Rodríguez C.E., Chaverri P., Mora-Villalobos J.A.:* 2022. Tolerance and Biological Removal of Fungicides by Trichoderma Species Isolated From the Endosphere of Wild Rubiaceae Plants. *Frontiers in Agronomy*. 3: 2673-3218.
70. *Essakhi, S., Mugnai, L., Crous, P. W., Groenewald, J. Z., Surico, G.:* 2008. Molecular and phenotypic characterisation of novel *Phaeoacremonium* species isolated from esca diseased grapevines. *Persoonia*. 21: 119–134.
71. *Európai Bizottság:* 2019. a Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, az Európai Tanácsnak, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának Az európai zöld megállapodás. COM/2019/640, 52019DC0640
72. *Európai Bizottság:* 2020. A Bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságának a „termelőtől a fogyasztóig” stratégia a méltányos, egészséges és környezetbarát élelmiszerrendszerért. COM/2020/381, 52020DC0381
73. *FAO:* FAOSTAT, FAO Statistics Division: Crops and livestock products. Available online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> accessed on 3 July 2023.
74. *Fehér, O., Fülek, G., Madarasz, B., Kertész, Á.:* 2006. Hét vulkáni kőzetten kialakult talajszelvény morfológiai és diagnosztikai jellemzői a hazai genetikai talajosztályozás és a WRB (World Reference Base for Soil Resources, 1998) szerint. *Agrokémia Talajtan*. 55: 347–366.

75. Feliciano, A.; Eskalen, A.; Gubler, W.D.: 2004. Differential susceptibility of three grapevine cultivars to *Phaeomoniella chlamydospora* in California. *Phytopathologia Mediterranea*. 43: 66–69.
76. Fiorentino, N., Ventrino, V., Woo, S.L., Pepe, O., De Rosa, A., Gioia, L., Romano, I., Lombardi, N., Napolitano, M., Colla G., Rouphael Y.: 2018. *Trichoderma*-based biostimulants modulate rhizosphere microbial populations and improve N uptake efficiency, yield, and nutritional quality of leafy vegetables. *Frontiers in Plant Science*. 9: 743.
77. Fischer, M., Edwards, J., Cunnington, J. H., Pascoe, I.I. G.: 2005. Basidiomycetous pathogens on grapevine: a new species from Australia—*Fomitiporia australiensis*. *Mycotaxon*. 91: 85-96.
78. Fischer, M., Kassemeyer, H.H.: 2003. Fungi associated with Esca disease of grapevine in Germany. *Vitis*. 42. 3.
79. Foglia, R.; Landi, L.; Romanazzi, G.: 2022. Analyses of xylem vessel size on grapevine cultivars and relationship with incidence of esca disease, a threat to grape quality. *Applied Sciences*. 12: 1177.
80. Fontaine, F., Pinto, C., Vallet, J., Clément, C., Gomes, A. C., Spagnolo, A.: 2015. The effects of grapevine trunk diseases GTDs on vine physiology. *European Journal of Plant Pathology*. 144: 707–721.
81. Fontaine, F., Pinto, C., Vallet, J., Clément, C., Gomes, A. C., Spagnolo, A.: 2015. The effects of grapevine trunk diseases GTDs on vine physiology. *European Journal of Plant Pathology*. 144: 707–721.
82. Foria, S., Magris, G., Jurman, I., Schwoppe, R., De Candido, M., De Luca, M., Ivanišević, D., Morgante, M., Di Gaspero, G.: 2022. Extent of wild-to-crop interspecific introgression in grapevine (*Vitis vinifera*) as a consequence of resistance breeding and implications for the crop species definition. *Horticulture Research*. 9: uhab010.
83. Fourie, P. H., and Halleen, F.: 2006. Chemical and biological protection of grapevine propagation material from trunk disease pathogens. *European Journal of Plant Pathology*. 116: 255-265.
84. Fourie, P.H., Halleen, F.: 2004. Proactive control of petri disease of grapevine through treatment of propagation material. *Plant Disease*. 88(11): 1241-1245.
85. FRAC: Fungicide Resistance Action Committee: 2022. FRAC Code List 2022, Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action.

- Brussels. Available online: https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2022--final.pdf?sfvrsn=b6024e9a_2 (2023.11.26.)
86. Fu, P., Wu, W., Lai G., Li, R., Peng, Y., Yang, B., Wang, B., Yin., L., Qu, J., Song, S., Lu, J.: 2020. Identifying *Plasmopara viticola* resistance loci in grapevine (*Vitis amurensis*) via genotyping-bysequencing-based QTL mapping. *Plant Physiology and Biochemistry*. 154: 75–84.
 87. Fussler, L., Kobes, N., Bertrand, F., Maumy, M., Grosman, J., Savary, S.: 2008. A characterization of grapevine trunk diseases in France from data generated by the National Grapevine Wood Diseases Survey. *Phytopathology*. 985: 571–579.
 88. Gaál, M., Moriondo, M., Bindi, M.: 2012. Modelling the impact of climate change on the Hungarian wine regions using random forest. *Applied Ecology and Environmental Researches*. 10: 121–140.
 89. Garnica-Vergara, A., Barrera-Ortiz, S., Muñoz-Parra, E., Raya-González, J., Méndez-Bravo, A., Macías-Rodríguez, L., Ruiz-Herrera, L.F., López-Bucio, M.: 2016. The volatile 6-pentyl-2H-pyran-2-one from *Trichoderma atroviride* regulates *Arabidopsis thaliana* root morphogenesis via auxin signaling and ethylene insensitive 2 functioning. *New Phytologist*. 2094: 1496-1512.
 90. Goldammer, T.: 2018. Grape Grower's Handbook - A guide to viticulture for wine production. Third edition. Apex Publishers, Centerville, USA.
 91. Goldman, M.H.S.; Goldman, G.H.: 1998. *Trichoderma harzianum* transformant has high extracellular alkaline proteinase expression during specific mycoparasitic interactions. *Genetics and Molecular Biology*. 21(3).
 92. González, V., Tello, M. L.: 2011. The endophytic mycota associated with *Vitis vinifera* in central Spain. *Fungal Diversity*. 47: 29–42.
 93. Graham, A.: 2007. Hot water treatment of grapevine rootstock cuttings grown in a cool climate. *Phytopathologia Mediterranea*. 46: 124.
 94. Gramaje, D., Armengol, J.: 2011. Fungal Trunk Pathogens in the Grapevine Propagation Process: Potential Inoculum Sources, Detection, Identification, and Management Strategies. *Plant Disease*. 959: 1040–1055.
 95. Gramaje, D., Mostert, L., Groenewald, J. Z., Crous, P. W.: 2015. Phaeoacremonium: From esca disease to phaeohyphomycosis, *Fungal Biology*. 119: 759-783.

96. Gramaje, D., Úrbez-Torres, J. R., Sosnowski, M. R.: 2018. Managing grapevine trunk diseases with respect to etiology and epidemiology: Current strategies and future prospects. *Plant Disease*. 1021: 12–39.
97. Graniti, A., Surico, G., Mugnai, L.: 2000. Esca of grapevine: a disease complex or a complex of diseases? *Phytopathologia Mediterranea*. 39: 16-20.
98. Grassi, F., De Lorenzis, G.: 2021. Back to the origins: Background and perspectives of grapevine domestication. *International Journal of Molecular Sciences*. 22: 4518.
99. Gu, S., Cochran, R.C., Du, G., Hakim, A., Fugelsang, K.C., Ledbetter, J., Ingles, C. A., Verdegaal, P.S.: 2005. Effect of training-pruning regimes on Eutypa dieback and performance of “Cabernet Sauvignon” grapevines. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 80: 313-318.
100. Guan, X.; Essakhi, S.; Laloue, H.; Nick, P.; Bertsch, C; Chong, J.: 2016. Mining new resources for grape resistance against Botryosphaeriaceae: a focus on *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*. *Plant Pathology*. 65: 273-284.
101. Gubler, W. D., Eskalen, A.: 2008. Grapevine nursery practices and effects on petri disease and young esca. Proceedings of the 2nd Annual National Viticulture Research Conference. University of California, Davis.
102. Gubler, W.D., Rolshausen, P.E., Trouillas, F.P., Urbez, J.R, Voegel, T., Leavitt, G.M., Weber, E.A.: 2005. Grapevine trunk diseases in California. *Practical Vinery and Vineyard Journal*. 1-2.
103. Guerin-Dubrana, L., Fontaine, F., Mugnai, L.: 2019. Grapevine trunk disease in European and Mediterranean vineyards: occurrence, distribution and associated disease-affecting cultural factors. *Phytopathologia Mediterranea*. 58, 1: 49–71.
104. Guo, X.W., Fu, W.H., Wang, G.J.: 1987. Studies on cold hardiness of grapevine roots. *Vitis*. 26: 161-171.
105. Gutiérrez-Gamboa, G., Liu, S.Y., Sun, X., Fang, Y.: 2020. Oenological potential and health benefits of Chinese non-*Vitis vinifera* species: An opportunity to the revalorization and to breed new varieties. *Food Research International*. 137: 109443.
106. Guzmán-Guzmán, P., Porrás-Troncoso, M.D., Olmedo-Monfil, V., Herrera-Estrella, A.: 2019. *Trichoderma* species: Versatile plant symbionts. *Phytopathology*. 109: 6–16.

107. Györkösi A.: 1982. *Latin-magyar szótár*. Hetedik kiadás. Akadémiai Kiadó Budapest
108. Habib, W., Pichierri, A., Masiello, N., Pollastro, S., and Faretra, F.: 2009. Application of hot water treatment to control *Phaeomoniella chlamydospora* in grapevine plant propagation materials. *Phytopathologia Mediterranea*. 48: 186.
109. Hajdu E.: 2013. *Magyar szőlőfajták*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
110. Halleen, F., Crous, R.W., Petrin, O.: 2003. Fungi associated with healthy grapevine cuttings in nurseries, with special reference to pathogens involved in the decline of young vines. *Australasian Plant Pathology*. 32: 47–52.
111. Halleen, F., Fourie, P. H., Lombard, P.J.: 2010. Protection of grapevine pruning wounds against *Eutypa lata* by biological and chemical methods. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 312: 125-132.
112. Halleen, F., Fourie, P. H.: 2016. An integrated strategy for the proactive management of grapevine trunk disease pathogen infections in grapevine nurseries. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 37: 104-114.
113. Halleen, F., Fourie, P.H., Crous, P.W.: 2007: Control of black foot disease in grapevine nurseries. *Plant Pathology*. 56: 637-645.
114. Harman G.E.: 2000. Myths and dogmas of biocontrol: changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Disease*. 84: 377-393.
115. Harman, G. E.: 2006. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathol.* 96: 190–194.
116. Harman, G.; Howell, C.; Viterbo, A.; Chet, I.; Lorito, M.: 2004. *Trichoderma* species — opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*. 2: 43–56.
117. Hasegawa M., Kishino H., Yano T.: 1985. Dating the human-ape split by a molecular clock of mitochondrial DNA. *Journal of Molecular Evolution*. 22: 160-174.
118. Hellman, E.: 2019. Parts of the grape vine: Roots. *Texas AgriLife Extension*. Available online: <https://grapes.extension.org/parts-of-the-grape-vine-roots/> accessed on 18 September 2022.
119. Herche, R.: 2009. Control strategies for trunk diseases of grapevine *Vitis vinifera* L.. MSc Dissertation, University of California, Davis, CA.

120. *Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., Monte, E.*: 2012. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*. 158: 17–25.
121. *Hewitt, W.B.*: 1957: Some manifestations of black measles of grapevines. *Phytopathology*. 47: 16.
122. *Hluchy, M., Ackermann, P., Zacharda, M., Lastuvka, Z., Bagar, M., Jetmarová, E., Vanek, G., Szőke L., Plísek, B.*: 2007. A gyümölcsfák és a szőlő betegségei és kártevői. *Biocont Laboratory Ltd.*, 266.
123. *Hofstetter, V., Buyck, V., Croll, D., Viret, O., Couloux, A., Gindro, K.*: 2012. What if esca disease of grapevine were not a fungal disease? *Fungal Diversity* 54: 51-67.
124. *Howell, C. R.*: 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The History and Evolution of Current Concepts. *Plant Disease*. 87 (1). 4–10.
125. *Hunt, J.S., Gale, D.S.J., Harvey, I.C.*: 2001. Evaluation of *Trichoderma* as bio-control for protection against wood-invading fungi implicated in grapevine trunk diseases. *Phytopathologia Mediterranea*. 40S. S485. 6.
126. *Jaarsveld, W.J., Halleen, F., Bester, M.C., Pierron, R.J.G., Stempien, E., Mostert, L.*: 2020. Investigation of *Trichoderma* species colonization of nursery grapevines for improved management of black foot disease. *Pest Management Science*. 77: 397–405.
127. *Jacobsen, A.L., Rodriguez-Zaccaro, F.D., Lee, T.F., Valdovinos, J., Toschi, H.S., Martinez, J.A., Pratt, R.B.*: 2015. Grapevine xylem development, architecture, and function. [In: Hacke, U. (szerk.) *Functional and Ecological Xylem Anatomy*.] Springer International Publishing: Cham, Svájc, 133–162.
128. *Jagodzik, P., Tajdel-Zielinska, M., Ciesla, A., Marczak, M., Ludwikow, A.*: 2018. Mitogen-activated protein kinase cascades in plant hormone signaling. *Frontiers in Plant Science*. 9: 1387.
129. *Jayawardena, R. S., Purahong, W., Zhang, W., Wubet, T., Li, X. H., Liu, M., Zhao, W., Hyde, K. D., Liu, J., Yan, J.*: 2018. Biodiversity of fungi on *Vitis vinifera* L. revealed by traditional and high-resolution culture-independent approaches. *Fungal Diversity*. 90: 1-84.
130. *John, S., Scott, E. S., Wicks, T., Hunt, J.*: 2004. Interactions between *Eutypa lata* and *Trichoderma harzianum*. *Phytopathologia Mediterranea*. 43: 95-104.

131. John, S., Wicks, T.J., Hunt, J.S., Scott, E.S.: 2008. Colonisation of grapevine wood by *Trichoderma harzianum* and *Eutypa lata*. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 14: 18–24.
132. Johnson, D. A., Lunden, J. D.: 1987. Incidence and yield impact of eutypa dieback of grapevine in Washington State. *Washington State University College of Agriculture and Home Economics Research Bulletin*. 0993.
133. Jukes T.H., Cantor C.R.: 1969. Evolution of protein molecules. [In: Munro HN (szerk.) *Mammalian Protein Metabolism*. Academic Press, New York. 21-132
134. Karaffa Erzsébet; Kovács Csilla.: Biopeszticid gombatorzsek és készítmények P1800012/18, Benyújtás éve szabadalom: 2018, NSZO: C12R 1/885, A01N 63/00, A01N 63/04, C12N 1/00, Benyújtás országa: Magyarország Magyar szabadalom
135. Kazemzadeh C, M., Mohammadi, H., Khodaparast, S.A.: 2019. Diversity and pathogenicity of Botryosphaeriaceae species on forest trees in the north of Iran. *European Journal of Forest Research*. 138: 685–704.
136. Kenfaoui, J., Radouane, N., Mennani, M., Tahiri, A., El Ghadraoui, L., Belabess, Z., Fontaine, F., El Hamss, H., Amiri, S., Lahlali, R., Barka, E. A.: 2022. A Panoramic view on grapevine trunk diseases threats: Case of eutypa dieback, botryosphaeria dieback, and esca disease. *Journal of Fungi*. 86: 595.
137. Khirallah, W., Mouden, N., Selmaoui, K., Achbani, E., Benkirane, R., Touhami, A.O., Douira, A.: 2016. Compatibility of *Trichoderma* spp. with some fungicides under in vitro conditions. *International Journal of Recent Scientific Research*. 7, 9060–9067.
138. Kieber, J.J.; Polko, J.K.: 2019. 1-aminocyclopropane 1-carboxylic acid and its emerging role as an ethylene-independent growth regulator. *Frontiers in Plant Science*. 10: 1602.
139. Kotze, C., Van Niekerk, J., Mostert, L., Halleen, F., and Fourie, P.: 2011. Evaluation of biocontrol agents for grapevine pruning wound protection against trunk pathogen infection. *Phytopathologia Mediterranea*. 50: S247-S263.
140. Kovács C., Peles F., Balling P., Bihari Z., Sándor E.: 2014. Szőlőtőkéből izolált *Trichoderma* fajok vizsgálata laboratóriumi és szabadföldi kísérletben. *Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban konferencia XXI*. Budapest 2014. November 26.
141. Kovács, C., Balling, P., Bihari, Z., Nagy, A., Sándor, E.: 2017. Incidence of grapevine trunk diseases is influenced by soil, topology and vineyard age, but not

- by *Diplodia seriata* infection rate in the Tokaj Wine Region, Hungary. *Phytoparasitica*. 45: 21–32.
142. Kovács, C., Csótó, A., Pál, K., Nagy, A., Fekete, E., Karaffa, L., Kubicek, C.P., Sándor, E.: 2021. The biocontrol potential of endophytic *Trichoderma* fungi isolated from Hungarian grapevines. Part I. Isolation, Identification and In Vitro Studies. *Pathogens*. 10: 1612.
 143. Kovács, C.: 2017. A szőlő tőkeelhalásában szerepet játszó gombafajok és a betegség elleni potenciális biológiai védekezési lehetőségek vizsgálata a Tokaji Borvidéken. Doktori Disszertáció, Debreceni Egyetem, MÉK, Kerpely Kálmán Doktori Iskola.
 144. Kozma, P.; Dula, T.: 2003. Inheritance of resistance to downy mildew and powdery mildew of hybrid family Muscadinia x *V. vinifera* x *V. amurensis* x Franco-American hybrid. *Acta Horticulturae*. 603: 457–63 .
 145. Kövics G.: 2009. Növénykórtani vademecum: angol-magyar magyar-angol szakszókincs etimológiai és fogalmi magyarázatokkal. NOFKA Debrecen.
 146. KSH1:STADAT.: 2023. Fontosabb gyümölcsfélék és a szőlő betakarított területe [hektár]. Available online: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0014.html accessed on 3 July 2023.
 147. KSH2: STADAT.: 2023. Fontosabb gyümölcsfélék és a szőlő termés mennyisége [tonna]. Available online: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0017.html accessed on 3 July 2023.
 148. KSH3: 2020. Szőlőültetvények, 2020. Available online: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/szoloultetvenyek/2020/> accessed on 3 July 2023.
 149. Kumar, S., Stecher, G., Tamura, K.: 2016. MEGA7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*. 33: 1870–1874.
 150. Lardner, R., Stummer, B., Sosnowski, M., Scott, E.: 2005. Molecular identification and detection of *Eutypa lata* in grapevine. *Mycological research*. 109: 799-808.
 151. Larignon P., Fontaine, F., Farine, S., Clément, C., Bertsch, C.: 2009. Esca and Black Dead Arm: two major actors of grapevine trunk diseases. *Comptes Rendus Biologies*. 3329: 765-783. ISSN 1631-0691.
 152. Larignon, P., Dubos B.: 1997. Fungi associated with esca disease in grapevine. *European Journal of Plant Pathology*. 103: 147-157.

153. Larignon, P., Fulchic, R., Cere, L., Dubos I. B.: 2001. Observation on Black Dead Arm in French Vineyards. *Phytopathologia Mediterranea*. 403: 336-342.
154. Larignon, P., Fulchic, R., Cere, L., Dubos, B.: 2001. Observation on Black Dead Arm in French Vineyards. *Phytopathologia Mediterranea*. 40: 336-342.
155. Larkin, M.A., Blackshields, G., Brown, N.P., Chenna, R., McGettigan, P.A., McWilliam, H., Valentin, F., Wallace, I.M., Wilm, A., Lopez, R., Thompson, J.D., Gibson, T. J., Higgins, D. G.: 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics*. 23 (21): 2947–2948.
156. Leal, C., Richet, N., Guise, J.F., Gramaje, D., Armengol, J., Fontaine, F., Trotel-Aziz, P.: 2021. Cultivar Contributes to the Beneficial Effects of *Bacillus subtilis* PTA-271 and *Trichoderma atroviride* SC1 to Protect Grapevine Against *Neofusicoccum parvum*. *Frontiers in Microbiology*. 12: 726132.
157. Lecomte, P., Laveau, E., Laterriere, S. G., Dewasme, C., Clerjeau, M.: 2003. Optimisation of pruning wound protection for the control of Eutypa dieback of grapevine in France. In C. Lozzia, ed. *Proceedings of the Meeting Compte Rendu de la Réunion. IOBC/WPRS*, 95-96.
158. Lehoczky J., Moller W.J.: 1979. Eutípás rák és tökeelhalás, a szőlő Magyarországon most felismert súlyos betegsége. *Horticultural Science*. 112: 37-52.
159. Lehoczky J.: 1972. Dead-arm disease of grapevine in Hungary. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 7: 401–407.
160. Letousey, P., Baillieul, F., Perrot, G., Rabenoelina, F., Boulay, M., Vaillant-Gaveau, N., Clément, C., Fontaine, F.: 2009. Early events prior to visual symptoms in the apoplectic form of grapevine esca disease. *Phytopathology*. 1005: 424-431.
161. Li, S., Bonneu, F., Chadoeuf, J., Picart, D., Gégout-Petit, A., Guérin-Dubrana L.: 2017. Spatial and temporal pattern analyses of esca grapevine disease in vineyards in France. *Phytopathology*. 107(1): 59-69
162. Liu, L., Li, H.: 2013. Review: Research progress in amur grape, *Vitis amurensis* Rupr. *Canadian Journal of Plant Science*. 93(4): 565–575.
163. Longa, C.M.O., Pertot, I. and Tosi, S. 2008. Ecophysiological requirements and survival of a *Trichoderma atroviride* isolate with biocontrol potential. *Journal of Basic Microbiology*, 48: 269-277.
164. López-Bucio, J., Pelagio-Flores, R., Herrera-Estrella, A.: 2015. *Trichoderma* as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. *Scientia Horticulturae*. 196: 109–123.

165. Lorch, W.: 2014. Fatal wood disease affects 12 percent of French vineyards. Retrieved 15 January 2016 from <https://www.wine-searcher.com/m/2014/10/fatal-wood-diseases-affect-12-percent-of-french-vineyards>.
166. Lorrain, B., KY, I., Pasquier, G., Jourdes, M., Dubrana, L. G., Geny, L., Rey, P., Donèche, B., Teissedre, P.L.: 2012. Effect of Esca disease on the phenolic and sensory attributes of ‘Cabernet Sauvignon’ grapes, musts and wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 181: 64–72.
167. Lőrincz A.: 1999. A szőlőtermesztés kezdetei a földön. [In: Balogh István (szerk.) Szőlőtermesztés.]. Mezőgazda Kiadó, Budapest, Magyarország. 15.p.
168. Luque, J., Elena, G., Garcia-Figueroles, F., Reyes, J., Barrios, G., and Legorburu, F. J.: 2014. Natural infections of pruning wounds by by fungal trunk pathogens in mature grapevines in Catalonia Northeast Spain. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 20: 134-143.
169. Madhavi, G.B., Bhattiprolu, S.L., Reddy, V.B.: 2011. Compatibility of biocontrol agent *Trichoderma viride* with various pesticides. *Journal of Horticultural Sciences*. 6, 71–73.
170. Malhat, F., Abdallah, O., Ahmed, F., Salam, S. A., Anagnostopoulos, C., Ahmed, M. T.: 2020. Dissipation behavior of thiophanate-methyl in strawberry under open field condition in Egypt and consumer risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research*. 28: 1029–1039
171. Marchi, G., Peduto, F., Mugnai, L., Di Marco, S., Calzarano, F., Surico, G.: 2006. Some observations on the relationship of manifest and hidden esca to rainfall. *Phytopathologia Mediterranea*. 45. 4: 117-126.
172. Martín, M. T., Cobos, R.: 2007. Identification of fungi associated with grapevine decline in Castilla y León Spain. *Phytopathologia Mediterranea*. 46: 18-25.
173. Martínez-Diz, M., Díaz-Losada, E., Díaz-Fernandez, Á., Bouzas-Cid, Y., Gramaje, D.: 2021. Protection of grapevine pruning wounds against *Phaeomonilla chlamydospora* and *Diplodia seriata* by commercial biological and chemical methods. *Crop Protection*. 143: 105465.
174. Mastouri, F., Björkman, T., Harman, G.E: 2012. *Trichoderma harzianum* enhances antioxidant defense of tomato seedlings and resistance to water deficit. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 25: 1264–1271.
175. Maul, E.; Töpfer, R.: 2023. Vitis International Variety Catalogue. Available online: www.vivc.de (accessed on 2 April 2023).

176. Maurya, S., Rai, D., Dubey, S., Pal, R.K.: 2020. Compatibility of *Trichoderma harzianum* with different fungicides under in vitro. *International Journal of Chemical Studies*. 8: 2946–2952.
177. McKinney, H.H.: 1923. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research*. 26: 195–218.
178. McLean, K.L., Hunt, J., Stewart, A.: 2001. Compatibility of the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* C52 with selected fungicides. *New Zealand Plant Protection*. 54: 84–88.
179. Meier, U.: 2018. Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Plants; BBCH Monograph; Julius Kühn-Institut JKI: Quedlinburg, Germany.
180. Meng, X., Miao, Y., Liu, Q., Ma, L., Guo, K., Liu, D., Ran, W., Shen, Q.: 2019. TgSWO from *Trichoderma guizhouense* NJAU4742 promotes growth in cucumber plants by modifying the root morphology and the cell wall architecture. *Microbial Cell Factories*. 18: 148.
181. Mikulás J.: 2008. Korai tőkeelhalással Esca kapcsolatos feladatok szüret környékén. *Agrofórum*. 19. 10: 42-45.
182. Mikulás J.: 2014. A szőlőtőkék korai tőkeelhalása. *Agrofórum*. 53: 74-81.
183. Milholland, R.D.: 1991. Muscadine grapes: some important diseases and their control. *Plant Disease*. 75: 113-117.
184. Ming, Q., Su, C., Zheng, C., Jia, M., Zhang, Q., Zhang, H., Rahman, K., Han, T., Qin, L.: 2013. Elicitors from the endophytic fungus *Trichoderma atroviride* promote *Salvia miltiorrhiza* hairy root growth and tanshinone biosynthesis. *Journal of Experimental Botany*. 64: 5687–5694.
185. Moller W.J., Kasimatis, A.N.: 1978. Dieback of grapevine caused by *Eutypa armeniaceae*. *Plant Disease Report*. 62: 254-258.
186. Mondello, V., Larignon, P., Armengol, J., Kortekamp, A., Vaczy, K., Prezman, F., Serrano, E., Rego, C., Mugnai, L., Fontaine, F.: 2018. Management of grapevine trunk diseases: knowledge transfer, current strategies and innovative strategies adopted in Europe. *Phytopathologia Mediterranea*. 573: 369–383.
187. Mondello, V., Spagnolo, A., Larignon, P., Clément, C., Fontaine, F.: 2019. Phytoprotection potential of *Fusarium proliferatum* for control of *Botryosphaeria* dieback pathogens in grapevine. *Phytopathologia Mediterranea*. 582: 293-306.

188. Mostert, L., Halleen, F., Fourie, P., Crous, P.W.: 2006. A review of *Phaeoacremonium* species involved in Petri disease and esca of grapevines. *Phytopathologia Mediterranea*. 45: S12–S29.
189. Mugnai, L., Graniti, A., Surico, G.: 1999. Esca Black measles and brown wood-streaking: two old and elusive diseases of grapevines. *Plant Disease*. 835: 404–418.
190. Mugnai, L.: 2011. Editor's note and dedication. *Phytopathologia Mediterranea*. 50S: S3-S4.
191. Mukherjee, P.K.; Horwitz, B.A.; Herrera-Estrella, A.; Schmoll, M.; Kenerley, C.M. Trichoderma research in the genome era. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2013, 51, 105–129.
192. Mulatu, A., Alemu, T., Megersa, N., Vetukuri, R.R.: 2021. Optimization of culture conditions and production of bio-fungicides from *Trichoderma* species under solid-state fermentation using mathematical modeling. *Microorganisms*, 9: 1675.
193. Mundy, D., Manning, M.: 2010. Ecology and management of grapevine trunk diseases in New Zealand, a review. *New Zealand Plant Protection*, 63: 160-166.
194. Munkvold, G.P.: 2001. Eutypa dieback of grapevine and apricot. *Plant Health Progress*. 2(1). 9.
195. Murolo, S.; Romanazzi, G.: 2014. Effects of grapevine cultivar, rootstock, and clone on esca disease. *Australasian Plant Pathology*. 43: 215-221.
196. Mutawila, C., Fourie, P. H., Halleen, F., and Mostert, L.: 2011. Histo-pathology study of the growth of *Trichoderma harzianum*, *Phaeomoniella chlamydospora*, and *Eutypa lata* on grapevine pruning wounds. *Phytopathologia Mediterranea*. 50: S46-S60.
197. Mutawila, C., Halleen, F., Mostert, L.: 2016. Optimisation of time of application of *Trichoderma* biocontrol agents for protection of grapevine pruning wounds. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 22: 279-287.
198. Myles, S., Boyko, A.R., Owens, C.L., Brown, P.J., Grassi, F., Aradhya, M.K., Prins, B., Reynolds, A., Chia, J.M., Ware, D., Bustamante, C., Buckler, E.S.: 2011. Genetic structure and domestication history of the grape. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 108 (9): 3530-3535.
199. Nicholas, K.B., Nicholas, H.B., Deerfield, D.W.: 1997. GeneDoc: Analysis and visualization of genetic variation. *Embnet News*, 4, 1–4. Available online: <http://nrbsc.org/gfx/genedoc/embnet.htm> (2022.06.11.)

200. *NÉBIH*: 2023. Növényvédő szerek adatbázisa. <https://novenyvedoszer.nebih.gov.hu/Engedelykereso/kereso> (2023.01.04.)
201. *Obanda, D.N., Shupe, T.F., Catallo, W.J.*: 2008. Resistance of *Trichoderma harzianum* to the biocide tebuconazol – Proposed biodegradation pathways. *Holzforschung*. 62(5): 613-619
202. *OIV*: 2006. OIV Resolution Viti 2/2006. “Measures used to prevent or limit the proliferation of wood diseases“. <https://www.oiv.int/public/medias/344/viti-2006-2-en.pdf>. (2023.08.04.)
203. *Pacifico, D., Squartini, A., Crucitti, D., Barizza, E., Lo Schiavo, F., Muresu, R., Carimi, F., Zottini, M.*: 2019. The role of the endophytic microbiome in the grapevine response to environmental triggers. *Frontiers in Plant Science*. 10: 1256.
204. *Pascale, A., Vinale, F., Manganiello, G., Nigro, M., Lanzuise, S., Ruocco, M., Marra, R., Lombardi, N., Woo, S.L., Lorito, M.*: 2017. *Trichoderma* and its secondary metabolites improve yield and quality of grapes. *Crop Protection*. 92: 176-181.
205. *Patocskai, Z., Vidéki, R., Szépligeti, M., Bidlo, A., Kovács, G.*: 2008. Talajviszonyok a Szent György-Hegyen. *Talajvédelem Különszám*. 639–644.
206. *Péros, J.P.; Berger, G.*: 1994. A rapid method to assess the aggressiveness of *Eutypa lata* isolates and the susceptibility of grapevine cultivars to *Eutypa dieback*. *Agronomie*. 148: 515-523.
207. *Petzoldt, C. H., Moller, W. J., and Sall, M. A.*: 1981. *Eutypa dieback* of grapevine: seasonal differences in infection and duration of susceptibility of pruning wounds. *Phytopathology*. 71: 540-543.
208. *Petzoldt, C. H., Sall, M. A., and Moller, W. J.*: 1983. *Eutypa dieback* of grapevines: Ascospore dispersal in California. *American Journal of Enology and Viticulture*. 34, 265-270.
209. *Phillips, A., Crous, P.W., Alves, A.*: 2007. *Diplodia seriata*, the anamorph of *Botryosphaeria obtusa*. *Fungal Diversity*. 25: 141-155.
210. *Phillips, A.*: 2002: *Botryosphaeria* species associated with diseases of grapevines in Portugal. *Phytopathologia Mediterranea*. 411: 3-18.
211. *Phillips, A.J.L., Rumbos, I. C., Alves, A., Correia, A.*: 2005. Morphology and phylogeny of *Botryosphaeria dothidea* causing fruit rot of olives. *Mycopathologia*. 159: 4320163–4320169.

212. Pieterse, C.M., Zamioudis, C., Berendsen, R.L., Weller, D.M., Van Wees S.C., Bakker P.A.: 2014. Induced systemic resistance by beneficial microbes. *Annual Review of Phytopathology*. 52: 347-375.
213. Pieterse, C.M.J.; der Does, D.; Zamioudis, C.; Leon-Reyes, A.; van Wees, S.C.M. Hormonal modulation of plant immunity. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 2012, 28, 489–521.
214. Pitt, Wayne, Sosnowski, Mark, Huang, Rujuan, Qui, Y., Steel, Christopher, Savocchia, S.: 2012. Evaluation of fungicides for the management of botryosphaeria canker of grapevines. *Plant Disease*. 96: 1303-1308.
215. Podbielska, M., Kus-Liśkiewicz, M., Jagusztyn, B., Piechowicz, B., Sadło, S., Słowik-Borowiec, M., Twarużek, M., Szpyrka, E.: 2020. Influence of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* on Penthiopyrad Degradation under Laboratory and Field Studies. *Molecules*. 25(6): 1421.
216. Pollard-Flamand, J., Boulé, J., Hart, M., Úrbez-Torres, J.R.: 2022. Biocontrol Activity of *Trichoderma* species isolated from grapevines in British Columbia against botryosphaeria dieback fungal pathogens. *Journal of Fungi*. 8: 409.
217. Pouzoulet, J., Scudiero, E., Schiavon, M., Rolshausen, P.E.: 2017. Xylem vessel diameter affects the compartmentalization of the vascular pathogen *Phaeomonilla chlamydospora* in grapevine. *Frontiers in Plant Science*. 8: 1442.
218. Quaglia, M.; Covarelli, L.; Zizzerini, A.: 2009. Epidemiological survey on esca disease in Umbria, central Italy. *Phytopathologia Mediterranea*. 48: 84-91.
219. Rábai, A., Dula, T., Mugnai, L.: 2008. Distribution of Esca Disease in Hungary and the Pathogens Causing the Syndrome. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*. 43(1): 45–54
220. Rakonczás, N.: 2019. Production data of wine grape gene bank (*Vitis* spp.) of University of Debrecen, east Hungary. *International Journal of Horticultural Science*. 25: 32–36.
221. Ramirez, M., Perez, L.M., Montealegre, J.R.: 2018. Susceptibility of different grapevine *Vitis vinifera* L. cultivars to *Diplodia seriata* and *Diplodia mutila*. *Ciencia e Investigacion Agraria*. 18. (45). 1: 93-98.
222. Ravaz L.: 1898. Sur le folletage. *Revue de Viticulture*. 10: 184-186.
223. Redondo, C., Tello, M. L., Avila, A., Mateo-Sagasta, E.: 2001. Spatial distribution of symptomatic grapevines with esca disease in the Madrid region (Spain). *Phytopathologia Mediterranea*. 40: S439–S442.

224. Ridgway, H.J., Sleight, B.E., Stewart, A.: 2002. Molecular evidence for the presence of *Phaeoconiella chlamydospora* in New Zealand nurseries, and its detection in rootstock mothervines using species-specific PCR. *Australasian Plant Pathology*. 31: 267–271.
225. Rolshausen, P. E., Baumgartner, K., Travadon, R., Fujiyoshi, P., Pouzoulet, J., Wilcox, W. F.: 2014. Identification of *Eutypa* spp. causing eutypa dieback of grapevine in Eastern North America. *Plant Disease*. 984: 483-491.
226. Rolshausen, P. E., Greve, L. C., Labavitch, J. M., Mahoney, N. E., Molyneux, R. J., Gubler, W. D.: 2007. Pathogenesis of *Eutypa lata* in grapevine: Identification of virulence factors and biochemical characterization of cordon dieback. *Phytopathology*. 982: 222-229.
227. Rolshausen, P. E., Úrbez-Torres, J. R., Rooney-Latham, S., Eskalen, A., Smith, R. J., Gubler, W.: 2010. Evaluation of pruning wound susceptibility and protection against fungi associated with grapevine trunk diseases. *American Journal of Enology and Viticulture*. 611: 113-119.
228. Romanazzi, G., Murolo, S., Pizzichini, L., Nardi, S.: 2009. Esca in young and mature vineyards, and molecular diagnosis of the associated fungi. *European Journal of Plant Pathology*. 125: 277-290.
229. Ruocco, M., Lanzuise, S., Lombardi, N., Woo, S.L., Vinale, F., Marra, R., Varlese, R., Manganiello, G., Pascale, A., Scala, V., Turrá, D, Scala, F., Lorito, M.: 2015. Multiple roles and effects of a novel *Trichoderma* hydrophobin. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 28: 167–179.
230. Ruperti, B., Botton, A., Populin, F., Eccher, G., Brilli, M., Quaggiotti, S., Trevisan, S., Cainelli, N., Guarracino, P., Schievano, E., & Meggio, F. 2019. Flooding responses on grapevine: a physiological, transcriptional, and metabolic perspective. *Frontiers in Plant Science*. 10: 339.
231. Samuels, G.J., Hebbbar, P.K.: 2015. *Trichoderma*: Identification and Agricultural Properties. APS Press: St. Paul, MN, USA, 204.
232. Sankeymatic: 2023. Sankeymatic Online Diagram Builder. (<https://sankeymatic.com>) 2023.07.20.
233. Savocchia, S., Steel, C., Stodart, B., Somers, A.: 2007. Pathogenicity of *Botryosphaeria* species isolated from declining grapevines in subtropical regions of Eastern Australia. *Vitis*. 46: 27-32.

234. Schwander, F., Eibach, R., Fechter, I., Hausmann, L., Zyprian, E., Topfer, R.: 2012. Rpv10: a new locus from the Asian *Vitis* gene pool for pyramiding downy mildew resistance loci in grapevine. *Theoretical and Applied Genetics*. 124: 163–176.
235. Seyfferth, C.; Tsuda, K. Salicylic acid signal transduction: The initiation of biosynthesis, perception and transcriptional reprogramming. *Front. Plant Sci.* 2014, 5, 697.
236. Sharma, V.; Salwan, R.; Al-Ani, L.K.T. *Molecular Aspects of Plant Beneficial Microbes in Agriculture*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2020.
237. Shores, M., Harman, G.E., Mastouri, F.: 2010. Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents *Annual Review of Phytopathology*. 48: 21-43.
238. Shores, M., Yedidia, I., Chet, I.: 2005. Involvement of jasmonic acid/ethylene signaling pathway in the systemic resistance induced in cucumber by *Trichoderma asperellum* T203. *Phytopathology*. 95: 76–84.
239. Sidoti, A., Buonocore, E., Serges, T., Mugnai, L.: 2000. Decline of young grapevines associated with *Phaeoacremonium chlamydosporum* in Sicily Italy. *Phytopathologia Mediterranea*. 39: 87-91.
240. Siebert, J. B.: 2001. Eutypa: the economic toll on vineyards. *Wines and Vines*. 4: 50-56.
241. Silva, M.A.F., Moura, K.E., Moura, K.E., Salomão, D., Patricio, F.R.A.: 2018. Compatibility of *Trichoderma* isolates with pesticides used in lettuce crop. *Summa Phytopathologica*. 44: 137–142.
242. Silva-Valderrama, I., Toapanta, D., Miccono, M.A., Lolas, M., Díaz, G.A., Cantu, D., Castro A.: 2021. Biocontrol potential of grapevine endophytic and rhizospheric fungi against trunk pathogens. *Frontiers in Microbiology*. 11: 614620.
243. Simonin, S.: 2013. BDA premice de lesca. *Mon-Viti*, <https://www.mon-viti.com/articles/viticulture/bda-premice-de-lesca>, 2020.11.03.
244. Singh, B.N., Dwivedi, P., Sarma, B.K., Singh, G.S., Singh, H.B.: 2019. A novel function of N-signaling in plants with special reference to *Trichoderma* interaction influencing plant growth, nitrogen use efficiency, and cross talk with plant hormones. *Biotechnology*. 9, 109.
245. Smith, M.S., Centinari, M.: 2019. Young grapevines exhibit interspecific differences in hydraulic response to freeze stress but not in recovery. *Planta*. 250: 495–505.

246. Sofia, J., Gonçalves, M. T., Oliveira, H.: 2006. Spatial distribution of esca symptomatic plants in Dão vineyards (Centre Portugal) and isolation of associated fungi. *Phytopathologia Mediterranea*. 45: S87–S92.
247. Songy, A., Fernandez, O., Clément, C., Larignon, P., Fontaine, F.: 2019. Grapevine trunk diseases under thermal and water stresses. *Planta*. 249: 1655–1679
248. Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiwiy, M. S., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., Sharma, A.: 2020. *Trichoderma*: The "Secrets" of a multitalented biocontrol agent. *Plants*. 96: 762.
249. Sosnowski, M., Ayres, M., McCarthy, M.: 2016. Pests and diseases: investigating the potential for resistance to grapevine trunk diseases. *Wine Vitic. J.*. 315: 41-45.
250. Sosnowski, M., Ayres, M., Wicks, T., McCarthy, M.: 2013. In search of resistance to grapevine trunk diseases. *Wine and Viticulture Journal*. 284: 55-58.
251. Sosnowski, M., Creaser, M. L., Wicks, T. J., Lardner, R., Scott, E. S.: 2008. Protection of grapevine pruning wounds from infection by *Eutypa lata*. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 142: 134-142.
252. Sosnowski, M., Mundy, D.: 2016. Sustaining vineyards through practical management of grapevine trunk diseases. *New Zealand Winegrowers*. 99: 149-152.
253. Sosnowski, M., Wicks, T., Scott, E.: 2011. Control of *Eutypa* dieback in grapevines using remedial surgery. *Phytopathologia Mediterranea*. 50: S277-S284.
254. Sosnowski, M.R., Creaser, M., Wicks, T.: 2004. Evaluating fungicides as pruning wound treatments to control *eutypa* dieback. *The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker*. 485: 51–53.
255. Sosnowski, M.R., Shtienberg, D., Creaser, M.L., Wicks, T.J., Lardner, R., Scott, E.S.: 2007. The Influence of climate on foliar symptoms of *Eutypa* dieback in grapevines. *Phytopathology*. 97: 1284-1289.
256. Souza, A. D., Rodrigues-Filho, E., Souza, A. Q., Pereira, J. O., Calgarotto, A. K., Maso, V., Marangoni, S., Da Silva, S. L.: 2008. Koninginins, phospholipase A2 inhibitors from endophytic fungus *Trichoderma koningii*. *Toxicon*, 51(2), 240–250.
257. Sridharan, A.P., Sugitha, T., Karthikeyan, G., Nakkeeran, S., Sivakumar, U.: 2021. Metabolites of *Trichoderma longibrachiatum* EF5 inhibits soil borne pathogen, *Macrophomina phaseolina* by triggering amino sugar metabolism. *Microbial Pathogenesis*. 150: 104714.

258. Sternberg, D., Vuayakumar, P., Reese, E.T.: 1977. β -Glucosidase: Microbial production and effect on enzymatic hydrolysis of cellulose. *Canadian Journal of Microbiology*. 23: 139–147.
259. Stevens, R.M., Harvey, G., Johns, R.E.: 1999. Waterlogging reduces shoot growth and bud fruitfulness in pot-grown grapevines with a split-root system. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 5: 99-103.
260. Surico, G., Marchi, G., Braccini, P., Mugnai, L.: 2000. Epidemiology of esca in some vineyards in Tuscany Italy. *Phytopathologia Mediterranea*. 39: 190-205.
261. Surico, G., Mugnai, L., Marchi, G.: 2008. The Esca Disease Complex. [In: Ciancio, A., Mukerji, K. (szerk.) Integrated management of diseases caused by fungi, phytoplasma and bacteria. Integrated Management of Plant Pests and Diseases.]. 3. Springer, Dordrecht.
262. Szekeres, A., Leitgeb, B., Kredics, L., Manczinger, L., Vágvölgyi, C.: 2006. A novel, image analysis-based method for the evaluation of in vitro antagonism. *Journal of Microbiological Methods*. 65: 619–622.
263. Tomer, A., Singh, R., Prasad, D.: 2018. Compatibility *Trichoderma harzianum* with systemic and two non systemic fungicides of *in vitro*. *Asian Journal of Crop Science*. 10: 174–179.
264. Travadon, R., Lawrence, D.P., Li S., Trouillas, F.P.: 2023. Field evaluation of biological wound treatments for the management of almond, cherry, and grapevine fungal canker diseases, *Biological Control*. 185: 105292,
265. Travadon, R., Lecomte, P., Diarra, B., Lawrence, D. P., Renault, D., Ojeda, H., Rey, P., Baumgartner, K.: 2016. Grapevine pruning systems and cultivars influence the diversity of wood-colonizing fungi. *Fungal Ecology*. 24: 82–93.
266. Travadon, R.; Rolshausen, P.E.; Gubler, W.D.; Cadle-Davidson, L.; Baumgartner, K.: 2013. Susceptibility of cultivated and wild *Vitis* spp. to wood infection by fungal trunk pathogens. *Plant Disease*. 97: 1529-1536.
267. Ueki, A., Takehara, T., Ishioka, G., Kaku, N., Ueki, K.: 2020. β -1,3-Glucanase production as an anti-fungal enzyme by phylogenetically different strains of the genus *Clostridium* isolated from anoxic soil that underwent biological disinfestation. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 104: 5563–5578.
268. Úrbez-Torres J.R., Gubler W.D.: 2009. Pathogenicity of Botryosphaeriaceae species isolated from grapevine cankers in California. *Plant Disease*. 936: 584-592.

269. *Úrbez-Torres, J.R., Gubler, W.D.*: 2011. Susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum*. *Plant Pathology*. 60: 261-270.
270. *Úrbez-Torres, J.R., Haag, P., Bowen, P., O’Gorman, D.T.*: 2014a. Grapevine trunk diseases in British Columbia: Incidence and characterization of the fungal pathogens associated with esca and Petri diseases of grapevine. *Plant Disease*. 98: 456-468.
271. *Úrbez-Torres, J.R., Haag, P., Bowen, P., O’Gorman, D.T.*: 2014b. Grapevine trunk diseases in British Columbia: Incidence and characterization of the fungal pathogens associated with black foot disease of grapevine. *Plant Disease*. 98: 469-482.
272. *Úrbez-Torres, J.R., Leavitt, G.M., Guerrero, J.C., Guevara, J., Gubler, W.D.*: 2008. Identification and pathogenicity of *Lasiodiplodia theobromae* and *Diplodia seriata*, the causal agents of bot canker disease of grapevines in Mexico. *Plant Disease*. 92: 519-529.
273. *Úrbez-Torres, J.R.*: 2011. The status of Botryosphaeriaceae species infecting grapevines. *Phytopathologia Mediterranea*. 50: 5-45.
274. *Váczy, K.Z., Sándor, E., Karaffa, L., Fekete, E., Fekete, É., Árnayasi, M., Czeglédi, L., Kövics Gy, J., Druzhinina, I.S., Kubicek, C.P.*: 2008. Sexual Recombination in the *Botrytis cinerea* populations in Hungarian vineyards. *Phytopathology*. 98: 1312–1319.
275. *Van Niekerk, J.M., Bester, W., Halleen, F., Crous, P.W., Fourie, P.H.*: 2011. The distribution and symptomatology of grapevine trunk disease pathogens are influenced by climate. *Phytopathologia Mediterranea*. 50: S98–S111.
276. *Van Wees, S.C.; Van der Ent, S.; Pieterse, C.M.*: 2008. Plant immune responses triggered by beneficial microbes. *Current Opinion in Plant Biology*. 11: 443–448.
277. *Varga Z.*: 2009. *Vitis* fajok és fajták tökepusztulásának összehasonlító vizsgálata és a védekezés lehetőségei. Doktori Disszertáció, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, Növénytermesztési és Kertészettudományok Doktori Iskola.
278. *Vasundara, P., Rangaswamy, V., Johnson, M.*: 2015. Compatibility studies with fungicides, insecticides and their combinations on *Trichoderma viridae* in invitro conditions International. *International Journal of Scientific Engineering and Research*. 6, 310–316.

279. Vázquez-Garcidueñas, S., Leal-Morales, C.A., Herrera-Estrella, A.: 1998. Analysis of the β -1, 3-glucanolytic system of the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Applied Environmental Microbiology*. 64: 1442–1446.
280. Venuti, S., Copetti, D., Foria, S., Falginella, L., Hoffmann, S., Bellin, D., Di Gaspero, G.: 2013. Historical introgression of the downy mildew resistance gene Rpv12 from the Asian species *Vitis amurensis* into grapevine varieties. *PLoS ONE*. 8: e61228.
281. Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E.L., Marra, R., Barbetti, M.J., Li, H., Woo, S.L., Lorito, M.: 2008. A novel role for *Trichoderma* secondary metabolites in the interactions with plants. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 72: 80-86.
282. Viterbo, A.; Inbar, J.; Hadar, Y.; Chet, I.: 2007. Plant disease biocontrol and induced resistance via fungal mycoparasites. [In Kubicek C. P. I Druzhinina . (szerk.) *The Mycota IV: environmental and microbial relationships*]. Springer, Heidelberg, Germany. 127–146.
283. Waite, H., May, P.: 2005. The effects of hot water treatment, hydration and order of nursery operations on cuttings of *Vitis vinifera* cultivars. *Phytopathologia Mediterranea*. 44: 144-152.
284. Waite, H., Morton, L.: 2007. Hot water treatment, trunk diseases and other critical factors in the production of high-quality grapevine planting material. *Phytopathologia Mediterranea*. 46: 5-17.
285. Wang, K.L.C., Li, H., Ecker, J.R.: 2002. Ethylene biosynthesis and signaling networks. *Plant Cell*. 14: 131–151.
286. Wang, Y., Xin, H., Fan, P., Zhang, J., Liu, Y., Dong, Y., Wang, Z., Yang, Y., Zhang, Q., Ming, R., Zhong, G.Y., Li, S., Liang, Z.: 2021. The genome of Shanputao (*Vitis amurensis*) provides a new insight into cold tolerance of grapevine. *The Plant Journal*. 105(6): 1495–1506.
287. Weber, E.A., Trouillas, F.P., Gubler, W.D.: 2007. Double pruning of grapevines: A cultural practice to reduce infections by *Eutypa lata*. *American Journal of Enology and Viticulture*. 58: 61-66.
288. Weckert, M., Sergeeva, V., Priest, M.J.: 2006. *Botryosphaeria stevensii* infection of ‘Pinot Noir’ grapevines by soil-root transmission. *Australian Plant Pathology Society Newsletter*. 353: 369-371.

289. Wedajo, B.: 2015. Compatibility studies of fungicides with combination of *Trichoderma* species under in vitro conditions. *Virology and Mycology*. 4: 149.
290. White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S.B., Taylor, J.W.: 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. [In: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J., White, T.J. (szerk.) PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications.]. Academic Press: New York, 315–322.
291. Wicks, T., Davies, K.: 1999. The effect of *Eutypa* on grapevine yield. *Australian Grapegrower & Winemaker*. 406: 15-16.
292. Willwerth, J., Ker, K., Inglis, D.: 2014. Best management practices for reducing winter injury in grapevines. Cool Climate Oenology and Viticulture Institute, Brock University, St. Catharines. 81.
293. Wolf, T. [in: Myers, A.L.: *Eutypa* dieback. Online guide to grapevine diseases.]. *Virginia Tech University*. <http://www.arec.vaes.vt.edu/alson-h-smith/grapes/pathology/extension/factsheets/eutypa-dieback.pdf> 2020.11.03.
294. Woo, S.L., Scala, F., Ruocco, M., Lorito, M.: 2006. The molecular biology of the interactions between *Trichoderma* spp., phytopathogenic fungi, and plants. *Phytopathology*. 96: 181-185.
295. Xie, L., Zang, X., Cheng, W., Zhang, Z., Zhou, J., Chen, M., Tang, Y.: 2021. Harzianic Acid from *Trichoderma afroharzianum* Is a Natural Product Inhibitor of Acetohydroxyacid Synthase. *Journal of the American Chemical Society*, 143(25): 9575–9584.
296. Xin, H.P., Zhu, W., Wang, L., Xiang, Y., Fang, L., Li, J., Sun, X., Wang, N., Londo, J.P., Li, S.: 2013. Genome wide transcriptional profile analysis of *Vitis amurensis* and *Vitis vinifera* in response to cold stress. *PLoS One*. 8 (3): e58740.
297. Yan, J.Y., Xie, Y., Zhang, W., Wang, Y., Liu, J.K., Hyde, K. D., Seem, R.C., Zhang, G.Z., Wang, Z.Y., Yao, S.W., Bai, X.J., Dissanayake, A.J., Peng, Y.L., and Li, X.H.: 2013. Species of Botryosphaeriaceae involved in grapevine dieback in China. *Fungal Diversity*. 61: 221-236.
298. Yano, H, Nakanishi, S, Kimura, K, Hanai, N, Saitoh, Y, Fukui, Y, Nonomura, Y, Matsuda, Y.: 1993. Inhibition of histamine secretion by wortmannin through the blockade of phosphatidylinositol 3-kinase in RBL-2H3 cells. *The Journal of Biological Chemistry*. 268 (34): 25846–56.
299. Yoshioka, Y., Ichikawa, H., Naznin, H.A., Kogure, A., Hyakumachi, M.: 2012. Systemic resistance induced in *Arabidopsis thaliana* by *Trichoderma asperellum*

- SKT-1, a microbial pesticide of seedborne diseases of rice. *Pest Management Science*. 68: 60–66
300. Zhang, J.X., Wu, X.C., Niu, R.X., Liu, Y., Liu, N., Xu, W., Wang, Y.: 2012: Cold-resistance evaluation in 25 wild grape species. *Vitis*. 51 (4): 153–160.
301. Zhang, S., Gan, Y., Xu, B.: 2016. Application of plant-growth-promoting fungi *Trichoderma longibrachiatum* T6 enhances tolerance of wheat to salt stress through improvement of antioxidative defense system and geneexpression. *Frontiers in Plant Science*. 7: 1405.
302. Zhao, Y., Wang, Z.X., Yang, Y.M., Liu, H.S., Shi, G.L., Ai, J.: 2020. Analysis of the cold tolerance and physiological response differences of amur grape (*Vitis amurensis*) germplasms during overwintering. *Scientia Horticulturae*. 259: 108760.
303. Zlatković, M., Keča, N., Wingfield, M. J., Jami, F., Slippers, B.: (2016). Botryosphaeriaceae associated with the die-back of ornamental trees in the Western Balkans. *Antonie van Leeuwenhoek*. 109(4): 543–564.

11. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/412/2023.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Csótó András
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10069776

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

1. **Csótó, A.**, Karaffa, E. M., Kovács, C.: Magyarországi szőlőtőkék fás részéből izolált Trichoderma-törzsek jellemzése és növényi fejlődést serkentő hatása.
Borász. Füz. 33 (2), 26-30, 2023. ISSN: 1217-9337.
2. **Csótó, A.**, Baranyi, D., Szakadát, G., Karaffa, E. M.: A fajták és egyes környezeti tényezők hatása a szőlő fertőző tökepusztulás előfordulására: megfigyelések az Egri Borvidék epidemiológiai felmérése alapján.
Növényvédelem. 83 (7), 297-305, 2022. ISSN: 0133-0829.
3. **Csótó, A.**, Kovács, C., Karaffa, E. M.: Trichoderma készítmények a növényápolásban.
Agroforum. 33 (9), 52-54, 2022. ISSN: 1788-5884.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

4. **Csótó, A.**, Balling, P., Nagy, A., Karaffa, E. M.: The role of cultivar susceptibility and vineyard age in GTD: examples from the Carpathian Basin.
Agrártud. Közl. 2, 57-63, 2020. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/2/3755>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

5. **Csótó, A.**, Nagy, A., Laurinyecz, N., Nagy, Z., Németh, C., Németh, E. K., Csikászné Krizsics, A., Rakonczás, N., Fontaine, F., Fekete, E., Flippi, M., Karaffa, L., Karaffa, E. M.: Hybrid Vitis Cultivars with American or Asian Ancestries Show Higher Tolerance towards Grapevine Trunk Diseases.
Plants-Basel. 12 (12), 1-16, 2023. ISSN: 2223-7747.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/plants12122328>
IF: 4.5 (2022)





6. **Csótó, A.**, Kovács, C., Pál, K., Nagy, A., Peles, F., Fekete, E., Karaffa, L., Kubicek, C. P., Karaffa, E. M.: The Biocontrol Potential of Endophytic Trichoderma Fungi Isolated from Hungarian Grapevines, Part II, Grapevine Stimulation.
Pathogens. 12 (1), 1-14, 2023. EISSN: 2076-0817.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/pathogens12010002>
IF: 3.7 (2022)
7. Kovács, C., **Csótó, A.**, Pál, K., Nagy, A., Fekete, E., Karaffa, L., Kubicek, C. P., Karaffa, E. M.: The Biocontrol Potential of Endophytic Trichoderma Fungi Isolated from Hungarian Grapevines. Part I. Isolation, Identification and In Vitro Studies.
Pathogens. 10 (12), 1-19, 2021. EISSN: 2076-0817.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/pathogens10121612>
IF: 4.531

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (8)

8. **Csótó, A.**, Baranyi, D., Szakadát, G., Karaffa, E. M.: A szőlő fertőző tőkepusztulás epidemiológiai felméréseinek tanulságai az egri borvidéken.
In: 68. Növényvédelmi Tudományos Napok 2022. Szerk.: Haltrich Attila, Varga Ákos, Magyar Növényvédelmi Társaság, Budapest, 39, 2022.
9. **Csótó, A.**, Hegedűs, L., Pájtliné Tánzos, E., Hegymegi, F., Pál, K., Szakadát, G., Karaffa, E. M.: Egy dél-balatoni szőlőültetvény hosszú időtávú felméréseinek és felszámolásának tanulságai a fertőző tőkeelhalás tekintetében.
In: XXIV. Tavaszi Szél Konferencia 2021 : Absztraktkötet. Szerk.: Molnár Dániel, Molnár Dóra, Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest, 75, 2021. ISBN: 9786155586996
10. Piti, A. N., Szakadát, G., Karaffa, E. M., **Csótó, A.**: Antagonista mikrogomba-törzsek hatékonyság vizsgálata növénypatogénekkal szemben.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen Összefoglalók - Abstracts. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, DE MÉK, Debrecen, 50-51, 2021.
11. **Csótó, A.**, Hegymegi, F., Pál, K., Kovács, C., Szakadát, G., Karaffa, E. M.: Biológiai ágensek a szőlő fás betegségei elleni védekezésben.
In: XIV. Szent-Györgyi Konferencia Kiadványa. Szerk.: Szathmári Balázs, BME Szent-Györgyi A. Szakkollégium, Budapest, 78, 2021.
12. File, M., Szakadát, G., Karaffa, E. M., **Csótó, A.**: Potenciális antagonisták és biostimulátor hatású gombatörzsek tenyésztetőségi és összeférhetőségi vizsgálatai.
In: 25-26. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum 9th International Plant Protection Symposium at University of Debrecen Összefoglalók - Abstracts. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, DE MÉK, Debrecen, 60-61, 2021.





13. **Csótó, A.**, Hegymegi, F., Pál, K., Szakadát, G., Karaffa, E. M.: Törzsgyűjtemény-fejlesztés Magyarországon előforduló, szőlőből izolált endofiton gombafajokból.
In: 67. Növényvédelmi Tudományos Napok 2021. Szerk.: Haltrich Attila, Varga Ákos, Magyar Növényvédelmi Társaság, Budapest, 28, 2021.
14. **Csótó, A.**, Balling, P., Rakonczás, N., Kovács, C., Nagy, A., Karaffa, E. M.: A környezeti tényezők hatása a szőlő fertőző tökeelhalás betegség előfordulására és ültetvénybeni terjedésére tartamkísérletekben.
In: 66. Növényvédelmi Tudományos Napok 2020. Szerk.: Haltrich Attila, Varga Ákos, Magyar Növényvédelmi Társaság, Budapest, 46, 2020.
15. **Csótó, A.**, Németh, C., Nagy, Z., Májér, J., Karaffa, E. M.: Szőlő fertőző tökebetegségének megjelenési aránya, és a kialakításában szerepet játszó kórokozó gombák előfordulása a Badacsonyi borvidéken.
In: 66. Növényvédelmi Tudományos Napok 2020. Szerk.: Haltrich Attila, Varga Ákos, Magyar Növényvédelmi Társaság, Budapest, 88, 2020.

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (4)

16. **Csótó, A.**, Kovács, C., Nagy, A., Karaffa, E. M.: Endophytic Trichoderma strains with biocontrol and biostimulant effects.
Acta Biologica Marisensii. 6 (Suppl.1), 10, 2023. ISSN: 2601-6141.
17. **Csótó, A.**, Baranyi, D., Szakadát, G., Karaffa, E. M.: Epidemiological survey of grapevine trunk diseases in the Eger Wine Region.
In: 12th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases / Ales Eichmeier, [s.n.], [s.l.], 120, 2022.
18. **Csótó, A.**, File, M., Piti, A. N., Ellmann, B., Pál, K., Szakadát, G., Karaffa, E. M.: Potential GTDs antagonist microfungi isolated from grapevines.
In: 12th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases / Ales Eichmeier, [s.n.], [s.l.], 121, 2022.
19. **Csótó, A.**, Balling, P., Rakonczás, N., Kovács, C., Nagy, A., Karaffa, E. M.: The effect of extreme weather conditions on the incidence and spreading of grapevine trunk diseases.
In: 16th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union : Book of abstracts, [s.n.], [s.l.], 1, 2022.





További közlemények

Idegen nyelvű, külföldi könyvrészetek (1)

20. Csüllög, K., Tóth, G., Vartek, C., Piti, A. N., Nagy, A., **Csótó, A.**, Riczu, P., Biró, G., Tarcali, G.:
Spatial distribution of *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. in the Carpathian Basin and its
damage on sunflowers.
In: *Macrophomina Phaseolina : Ecology, Pathology and Management*. Eds.: Pankaj
Kumar, Ramesh Chandra Dubey, Academic Press Inc Elsevier Science, San Diego, 91-117,
2023. ISBN: 9780443154430

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

21. Zabiák, A., **Csótó, A.**, Takács, F., Karaffa, E. M.: A dió terméskárosodásának etiológiája és a
védekezés lehetőségei.
Növényvédelem. 84 (5), 193-200, 2023. ISSN: 0133-0829.
22. Kövics, G., Tarcali, G., Csüllög, K., Rácz, D., Biró, G., **Csótó, A.**, Szarukán, I., Nagy, A., Szanyi,
S., Szilágyi, A., Kovács, G. E., Radócz, L.: A szója integrált védelme.
Növényvédelem. 81 (6), 251-275, 2020. ISSN: 0133-0829.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

23. Csüllög, K., Biró, G., Gonsalves, J. D., Sanga, S. M., Tuly, N. M., Abushawish, A. K., Tóth, G.,
Vartek, C., Ernhardt, N., Tarcali, G., **Csótó, A.**: Examination of the efficacy of different
fungicides against *Macrophomina phaseolina* and *Sclerotinia sclerotiorum* in laboratory
conditions.
Agrártud. Közl. 1, 21-24, 2022. ISSN: 1587-1282.
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/ACTAAGRAR/1/10692>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

24. Massimi, M., Radócz, L., **Csótó, A.**: Impact of organic acids and biological treatments in foliar
nutrition on tomato and pepper plants.
Horticulturae. 9 (3), 1-17, 2023. EISSN: 2311-7524.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/horticulturae9030413>
IF: 3.1 (2022)

Egyéb folyóiratközlemények (1)

25. Kovács, C., **Csótó, A.**, Karaffa, E. M.: Hazai kutatócsoport egy euphresco basics projektben.
Növényvédelem. 82 (6), 267-268, 2021. ISSN: 0133-0829.





Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

26. Kovács, C., **Csótó, A.**, Rakonczás, N., Karaffa, E. M.: Mikroklimatikus viszonyok szerepe a szőlő tőkebetegségeinek tünet megjelenésére.
In: LVIII. Georgikon Napok, [Pannon Egyetem, Georgikon Kar], [Keszthely], 184-191, 2016.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (6)

27. Csüllög, K., Seres, E., Tarcali, G., Tóth, G., **Csótó, A.**: A prokloráz hatóanyag hatékonysága in vivo körülmények között a *Macrophomina phaseolina* növénykórokozó gombára napraforgó állományban.
In: 27. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum : Program és Összefoglalók. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 45-46, 2022.
28. Kecskés, I., **Csótó, A.**: Kukorica szártő megbetegedés mértékének meghatározása különböző módszerekkel, eltérő talajművelési rendszerek esetében.
In: 27. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum : Program és Összefoglalók. Szerk.: Kövics György, Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 69-70, 2022.
29. **Csótó, A.**, File, M., Piti, A. N., Ellmann, B., Pál, K., Szakadát, G., Karaffa, E. M.: Szőlőből izolált potenciális antagonisták és biostimulátor hatású mikrogombák minősítési vizsgálatai.
In: 68. Növényvédelmi Tudományos Napok 2022. Szerk.: Haltrich Attila, Varga Ákos, Magyar Növényvédelmi Társaság, Budapest, 37, 2022.
30. Szőke, L., **Csótó, A.**, Makleit, P.: Hagyományos és biológiai növényvédő szerek hatékonyságának vizsgálata, valamint a ciklikus hidroxámsavak mennyiségének meghatározása különböző őszi búza fajtákban.
In: 24. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum. Program és Összefoglaló, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 52-53, 2019.
31. Kovács, C., **Csótó, A.**, Rakonczás, N., Karaffa, E. M.: A szőlő tőkebetegségeinek vizsgálata a Debreceni Egyetem Pallagi Kertészeti Kísérleti Telepének fajtagyűjteményében.
In: 62. Növényvédelmi Tudományos Napok. Szerk.: Horváth József, Haltrich Attila, Molnár János, Magyar Növényvédelmi Társaság, Budapest, 87, 2016
32. Kovács, C., **Csótó, A.**, Rakonczás, N., Karaffa, E. M.: Mikroklimatikus viszonyok szerepe a szőlő tőkebetegségeinek tünet megjelenésére.
In: LVIII. Georgikon Napok : Kivonat-kötet : Programfüzet, valamint az előadások és poszter előadások rövid kivonatainak gyűjteménye, Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 90, 2016. ISBN: 9789639639843





Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

33. Kovács, C., **Csótó, A.**, Pál, K., Nagy, A., Fekete, E., Karaffa, L., Kubicek, C. P., Karaffa, E. M.:
Endophytic Trichoderma spp. from Hungarian grapevines with biocontrol potential.
In: 16th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union : Book of abstracts, [s.n.],
[s.l.], 1, 2022.
34. Cheradil, A. E. B. D., Bákonyi, N., **Csótó, A.**: Microalgae: a biological tool for plant protection.
In: 27. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum : Program és Összefoglalók. Szerk.: Kövics György,
Tarcali Gábor, Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen, 46, 2022.
35. **Csótó, A.**, Kovács, C., Karaffa, E. M., Rakonczás, N.: Survey and examination of GTD-s and
isolation of pathogens in the grapevine variety collection of the University of Debrecen.
In: Meeting of Young Researchers from V4 Countries Abstract book. Ed.: Monika
Wesolowska, University of Rzeszow, Rzeszow, 20, 2016.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 15,831

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
12,731**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2023.09.06.



12. NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 20.....

.....

a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy Csótó András doktorjelölt 2019-2023 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal/irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 20.....

.....

a témavezető aláírása

13. MELLÉKLETEK

1. melléklet: A dolgozatban alkalmazott szőlő fajtanevek és hazai vagy a vonatkozó szakirodalmi forrásban szereplő megfelelőik

VIVC elsődleges név	Magyar vagy a forrásban használt név	Héjszín	Faj
‘Alicante Bouschet’	‘Alicante Bouschet’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Aligote’	‘Aligote’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Blauburger’	‘Blauburger’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Blaufraenkisch’	‘Kékfrankos’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Cabernet Franc’	‘Cabernet Franc’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Cabernet Sauvignon’	‘Cabernet Sauvignon’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Chardonnay’	‘Chardonnay’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Chasselas Blanc’	‘Fehér Saszla’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Concord’	‘Concord’	N	interspecifikus
‘Csaba Gyoengye’	‘Csabagyöngye’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Cserszegi fueszeres’	‘Cserszegi fűszeres’	R	<i>V. vinifera</i>
‘Feteasca Alba’	‘Leányka’	B	<i>V. vinifera</i>
Feteasca Regala	‘Királyleányka’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Furmint’	‘Furmint’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Garnacha Tinta’	‘Grenache’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Graciano’	‘Graciano’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Harslevelue’	‘Hárslevelű’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Juhfark’	‘Juhfark’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Keknyelue’	‘Kéknyelű’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Korai bibor’	‘Korai bíbor’	N	interspecifikus
‘Merlot’	‘Merlot’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Monastrell’	‘Monastrell’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Muscat Bouschet’	‘Muscat Bouschet’, ‘Buse muskotály’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Muscat Lunel’	‘Sárgamuskotály’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Muscat of Alexandria’	‘Alexandriai muskotály’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Muscat Ottonel’	‘Ottonel muskotály’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Odesskii Chernyi’	‘Alibernet’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Odysseus’	‘Odysseus’	B	interspecifikus
‘Pannon frankos’	‘Pannon frankos’	N	interspecifikus

‘Pinot Gris’	‘Szürkebarát’	G	<i>V. vinifera</i>
‘Pinot Noir’	‘Pinot Noir’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Portugieser’	‘Portugieser’, nem hivatalosan ‘Kékoportó’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Riesling Weiss’	‘Rajnai rizling’, ‘Riesling’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Roussanne’	‘Roussanne’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Sangiovese’	‘Sangiovese’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Sauvignon Blanc’	‘Sauvignon Blanc’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Semillon’	‘Semillon’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Sultanina’	‘Szultán szőlője’, ‘Kismis’, ‘Fehér szultán’, ‘Thompson Seedless’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Sylvaner Gruen’	‘Zöldszilváni’, ‘Sylvaner’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Syrah’	‘Syrah’, ‘Siraz’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Trebiano Toscano’	‘Ugni Blanc’, ‘Trebiano Toscano’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Turan’	‘Turán’	N	<i>V. vinifera</i>
‘Veltliner Gruen’	‘Zöldveltelini’	B	<i>V. vinifera</i>
‘Welshriesling’	‘Olaszrizling’	B	<i>V. vinifera</i>

A héjszint a VIVC (Maul – Töpfer, 2023) nevezéktana alapján rövidítve tüntettem fel:

B: blanc-fehér; G: gris-szürke, tündöszínű; N: noir-kék, fekete; R: rose-rózsaszín.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném köszönetemet kifejezni témavezetőmnek Prof. Dr. Karaffa Erzsébet Mónika egyetemi tanárnak, aki a szakma magasiskolájától az operatív feladatok szintjéig végig jelen volt ezen munka létrejöttében, tanácsaival támogatott szakmai és azon kívüli életemben.

Köszönetet mondanék Dr. Nagy Antal egyetemi docensnek, aki munkám során meghatározó volt tudományos szemléletmódom kialakításában.

Köszönöm a közös munkát szűk kutatócsoportunk további tagjainak, Szakadát Gyula tanszéki mérnöknek és Dr. Pál Károly, valamint Kovács Csilla tudományos főmunkatársnak.

Köszönöm a közös munkát és a vizsgálati helyszínek biztosítását a közreműködő borászatok, szőlészetek és a hazai szőlészeti kutatóintézetek (Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet – Badacsonyi és Kecskeméti Kutató Állomás, Pécsi Egyetemi Borbirtok) munkatársainak.

Továbbá köszönöm feleségem és családom támogatását doktori tanulmányaim során is.