

Doktori (PhD) értekezés tézisei

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

Csótó András

Témavezető: Prof. Dr. Karaffa Erzsébet Mónika



DEBRECENI EGYETEM

Kerpely Kálmán Doktori Iskola

Debrecen, 2024

1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A fertőző tőkepusztulás a szőlő növényvédelmének egyik legégetőbb problémája, nem rendelkezünk ugyanis megfelelő hatékonyságú védekezési eljárással ellene, holott jelentős gazdasági károkat okoz világszerte (Surico et al., 2008, Hofstetter et al., 2012, De la Fuente et al., 2016, Gramaje et al., 2018). 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 (Mugnai, 2011). Ezekre a 8-9 évnél idősebb ültetvényekben jelentős betegségekre egyaránt jellemző, hogy nem minden évben járnak látható tünetekkel, valamint a kórokozók teljesen tünetmentesen is jelen lehetnek a szállítónyalábokban (Hevitt et al., 1957, Úrbez – Torres et al., 2008, Hofstetter et al., 2012, Díaz – Latorre, 2013, Kovács et al. 2017). A fertőzés időpontját igen nehéz megállapítani, ugyanis évek telhetnek el a kórokozó bejutása és a tünetek megjelenése között (Varga, 2009). A beteg tőkék egyes évben tigriscsíkos vagy satnyulásos levélzeti tüneteket mutatnak, ezek kimaradhatnak, visszatérhetnek, a szállítószövetek teljes elzáródásával, elhalásával a tőke pedig előbb utóbb részlegesen vagy egészében gutaütés-szerűen elhal (Mikulás, 2008, De la Fuente et al., 2016). A tünetegyüttest már az ókori rómaiak és a középkori mókók is ismerték (Mugnai et al., 1999), első hivatalos leírásait Kaliforniában egy ismeretlen szerző (1895) és Franciaországban Ravaz (1898) jegyzi.

A betegség kialakulása tehát a tőke mikrobiomjának egyensúlyán és a ráható belső és külső környezeti tényezőkön múlik (Marchi et al., 2006, Pacifico et al., 2019), ezért nem fertőzési százalékkal jellemezzük a betegség súlyosságát az ültetvényben, hanem a tünetmegjelenés gyakoriságával (Kenfaoui et al., 2022). A mikrobiom megzavarását kiválthatja fagykár, aszály, a talaj magas sótartalma, a magas hőmérséklet, de az arzénszennyezés is.

A terjedést és a tünetexpresszió mértékét befolyásolja a csapadék és a vízellátás, részben mert sok kórokozó spóraszóráshoz szükséges, továbbá szállítja az inokulumot, részben pedig, mert segíti a levéltüneteket kiváltó fitotoxinok transzlokációját a növényben (Marchi et al. 2006, Bruno – Sparapano, 2007, Bertsch et al., 2013). A fajták általános GTD érzékenységében jelentős különbségek vannak, ez alapján a Sauvignon Blanc és a Cabernet Sauvignon érzékenyek, míg a Merlot rendszerint ellenállóknak mutatkozik a felmérésekben (Travadon et al., 2013, Murolo - Romanazzi, 2014, Sosnowski et al., 2016, Foglia et al., 2022 Cardot et al., 2019).

A GTD kórokozói elleni védekezés lehetőségei igen korlátozottak, azok sokfélesége és védett életmódja miatt (Gramaje et al., 2018). Az utolsó jól működő kémiai hatóanyagot, a nátrium-

arzenitet a 2000-es évek elején kivonták. Azóta a betegségkomplexum egyre súlyosabb méreteket ölt (Surico et al., 2008, De la Fuente et al., 2016). Immunis fajtát vagy vad rokon fajt nem ismerünk (Murolo – Romanazzi., 2014), így a növényegészségügyi, higiéniai és agrotechnikai eszközök csökkenthetik az ültetvény fertőződésének valószínűségét, a kórokozókat nehezen elérő kémiai hatóanyagok helyett pedig a metszfelületeket, sebeket és az edénnyalábokat kolonizálni képes biokontroll ágensek ígérnek nagyobb hatékonyságot (Di Marco et al., 2004, Gramaje et al., 2018). Az utóbbi csoport felhasználása azért is szerencsés, mert így a GTD visszaszorítására javasolható kezelések kielégítik az Európai Unió mezőgazdasági termelést is meghatározó irányelveit, a Termelőtől a fogyasztóig stratégiát és a Zöld megállapodást (Európai Bizottság, 2019, 2020).

A fertőző tökepusztulás kontrolljával kapcsolatban leginkább tárgyalt biokontroll ágensek a *Trichoderma* tömlősgomba-nemzetség fajai (Hunt et al., 2001). Alkalmazhatóak a metszési és egyéb sebek védelmére, vagy a töke preventív kolonizációjára (Di Marco et al., 2004, Pollard-Flamand et al., 2022). Sok *Trichoderma* faj termel sejtfalbontó enzimeket valamint a kórokozók spóráinak csírázását gátló szekunder metabolitokat, de a jelenléte a növény védelmi reakcióit is beindítja, serkenti (Harman 2000, Howell, 2003, Vinale et al., 2008). Emellett a növény általános kondícióját, tápanyagfelvételét is támogathatják hormonális folyamatok elindításával, biostimuláns metabolitokkal, valamint a tápanyagok mobilizációjával (Harman et al., 2006, López-Bucio et al., 2015, Pascale et al., 2017).

A hazai ültetvények fertőzöttségéről és a Kárpát-medencei fajták érzékenységéről igen kevés adat áll rendelkezésünkre, a betegség visszaszorításához pedig elengedhetetlen a terjedést és a tünetmegjelenést elősegítő tényezők ismerete, valamint védekezési eljárások kidolgozása.

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 tökeelhalás 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. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Az országos elterjedtség és a környezeti tényezők tünetexpresszióra gyakorolt hatásai

Az országos elterjedtség és egyes környezeti tényezők hatásainak meghatározásához felmérést végeztünk a 2021-2022-es évjáratokban, valamint tartamkísérletek, azaz hosszú időtávú felmérések eredményeit elemeztük. A vizsgált területeken (1. táblázat) a soronkénti és fajtánként maximális tőkeszám függvényében 100 tőkét vizsgáltunk soronként, és 400-at, vagy ennek többszörösét fajtánként. Ennél kisebb tőkeszám esetén a fajta összes tőkéjét felmértük.

1. táblázat: A felmért területek tőkeszámai és fajtaösszetétele

Borvidék/ terület	tőkeszám	Dűlő/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, WR,
		Göntér	141	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
Egri	9357	Zsidó-szél	400	BF
Pallag	860	Pallag	860	fajtagyűjtemény
Összes	26409			

¹BF: Blaufränkisch, C: Chardonnay, CF: Cabernet Franc, CSF: Cserszegi fűszeres, CS: Cabernet Sauvignon, FA: Feteasca Alba, FR: Feteasca Regala, H: Hárslevelű, J: Juhfark, KB: Korai Bibor, KNY: Keknyelű, 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. ¹A fajták elsődleges neveit a VIVC adatbázis (Maul – Töpfer, 2003) alapján adtuk meg.

Az eredményekben csak a 2022-es adatok szerepelnek, a 2021. évi felmérés ennek pontosítására szolgál. 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.

A beteg tőkék térbeli közelségének hatását a Tokaji Borvidék Szarvas dűlőjében 2013-2019-ig zajló tartamkísérletben Hárslevelű (elsődleges név: Hárslevelű) fajtában vizsgáltuk. 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 szomszédait külön is értékeltük ugyanezzel a módszerrel.

A lejtőn való fekvés hatását az Egri Borvidék Nagy – Eged dűlőjében Kékfrankos (Blaufränkisch) és Kőkötő dűlőjében Leányka (Feteasca Alba) fajtában vizsgáltuk, ~15° feletti lejtés és jelentős vízerózió jelei mellett. Az előbbiben a sorok lejtőre merőlegesek, utóbbiban lejtőirányúak.

A környező erdőterületek hatását a betgségkomplexum megjelenésére a fentiekben tárgyalt 2022-es országos felmérés adatainak elemzésével értékeltük, a teraszos művelésű területek és a fajtagyűjtemények kizárásával. A tünetmegjelenési értékeket négy erdősültségi csoport között vetettük össze Csótó és munkatársai (2022) módszere alapján, rendre: 1. erdő nélküli vagy erdősáv; 2. jelentős sövény; 3. erdő közvetlen szomszédságában; 4. erdővel körülvett vagy a terület lejtésének legmagasabb pontján közvetlenül erdő található.

A belvizesedés hatását a tünetek megjelenésére négy év adatait (2013-2015 és 2019) felhasználva vizsgáltuk a Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság (AKIT), Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet (DTTI), Pallagi Kertészeti Kísérleti Telep szőlő fajtagyűjteményében. Az ültetvény talajtípusa homokos vályog, azonban megközelítőleg 70 cm mélységben vízzáró réteg található, így a terület mélyebb részei belvizesedésre hajlamosak. Egy szőlőfajtából 5 egyedet találunk az ültetvényben, így fajtánként mértük fel a tünetmegjelenési arányt, majd elemzésünkben ennek négy éves átlagát vetettük össze a belvízzel érintett és nem érintett fajták csoportjában.

Fajtaérzékenységi vizsgálatok

A fajták GTD-ellenállóságát ugyancsak a 2022-es felmérés adatai alapján a négy vizsgált fajtagyűjteményben (i. Debreceni Egyetem, Agrár Kutatóintézetek és Tangazdaság, Debreceni Tangazdaság és Tájkutató Intézet (DTTI), Pallagi Kertészeti Kísérleti Telep, ii. és iii. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Badacsonyi és Kecskeméti Kutató Állomása, iv. Pécsi Egyetemi Borbirtok) különböző környezeti körülmények között értékeltük (2. táblázat).

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

	Badacsonytomaj	Kecskemét	Pallag	Pécs
Talajtípus	erubáz, erodált lössös 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

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

A BDA, esca és Eutypa-szerű tünetek együttesét GTD-tünetnek számítottuk. A magyar fajtagyűjteményekben tapasztalt érzékenységi sorrendet az értekezés előzményei részben tárgyalt vonatkozó szakirodalmi forrásokhoz hasonlóan a tünetmegjelenési arány alapján állítottuk fel, azaz a levélzeti tünetek és az elhalás arányát együttesen szerepeltettük.

3. táblázat: A különböző *Vitis* spp. ősök alapján létrehozott fajtacsoportok (Csótó et al., 2023a 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* or *V. rupestris*

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, 2003) adatai alapján ellenőriztük, a fajták nevei a dolgozatban az itt elsődleges névként szereplő formában szerepelnek. A fajtákat a további elemzéshez a leszármazás alapján csoportosítottuk (3. táblázat).

A fajtákat a betegség súlyosságának (azaz a látható tünetek súlyosságának) meghatározására szolgáló új módszer alapján kategorizáltuk. Négy GTD érzékenységi csoportot hoztunk létre a vizsgált fajtak 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 észlelhetők. A fajtát akkor tekintettük „ellenállóknak”, ha csak levéltünetek voltak jelen, míg a „tünetmentes” fajtákban sem apoplexia, sem éves GTD levél és pusztulás nem volt kimutatható (4. táblázat).

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

Érzékenységi csoportok		GTD tünetek	
Két csoport	Négy csoport	növénypusztulás	levéltünetek és friss elhalás
Érzékenyebb	Igen érzékeny	+	-
	Érzékeny	+	+
Ellenállóbb	Ellenálló	-	+
	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 („ellenálló” és „tünetmentes”) kategóriát összevontuk. A két újradefiniált érzékenységi kategórián belüli származási csoportok arányát binomiális tesztel 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).

2.2. Szőlőből izolált endofiton *Trichoderma* törzsek laboratóriumi vizsgálatai

Vizsgálatainkban a Kovács és munkatársai (2017) által a Tokaji Borvidéken Furmint szőlőből izolált tíz endofita *Trichoderma* törzssel dolgoztunk. Elvégeztük ezek fajsintű azonosítását a legújabbban elfogadott referencia-adatbázisok (ex-típus törzsek szekvenciái) és módszerek (*tefl* szekvenciák alapján) segítségével (Druzhinina et al., 2008, Chaverri et al., 2015, Bissett et al., 2015, Cai et al., 2021). 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 törzsfá készítéséhez a MEGA 7.0

programot (Kumar et al., 2016) használtuk. A törzsfát Maximum Likelihood módszerrel készítettük el, 1000-szeres Bootstrap-analízissel.

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, az elemzéshez ezek átlagértékeit használtuk.

Az izolált *Trichoderma* törzsek fungicidekkel szembeni rezisztenciájának vizsgálatára szőlőültetvényekben a vizsgálat idején használt fungicideket teszteltük az engedélyezett felső dózisaikban (5. táblázat).

5. 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	225
<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	Talentum 20 EW	Miklobutanil	80
		Chorus 50 WG	469
	Teldor 500 SC	Fenhexamid	835

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

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

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

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

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

ahol dA: antagonista telepének átmérője a konfrontációs egyenesen PDA-n; dP: a kórokozó telepének átmérője a konfrontációs egyenesen PDA-n.

A biokontroll aktivitás tesztekben használt növénypatogéneket a 6. táblázat foglalja össze.

6. 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.

2.3. Szőlőből izolált endofiton *Trichoderma* törzsek hatásvizsgálatai ültetvényben

Az inokulumok előállítására két különböző módszerrel történt. Az I. kísérleti helyszín kezeléséhez PDA táptalajon növeszkedő telepekről lemosva készítettünk konídium-szuszpenziót. A II. kísérleti területen felhasználandó *Trichoderma* konidiospórák tömegtermelése süllyesztett bioreaktoros tenyésztéssel történt a Debreceni Egyetem Biomérnöki Tanszékén. A kezeléshez 10^6 nagyságrendre hígítottuk a konídium-szuszpenziókat. A felhasznált törzseket és azok konídiumszuszpenzióinak koncentrációját az 7. táblázatban foglaltam össze.

7. táblázat: A kísérletekben felhasznált inokulum (Csótó et al., 2023b 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	1.5×10^9	10^6
	<i>T. orientale</i> (TR06)		1.1×10^9	
	<i>T. gamsii</i> (TR08)		1.4×10^9	
II (Szálka, Lajvér)	<i>T. afroharzianum</i> (TR04)	Süllyesztett folyadékkultúrában	4.3×10^7	10^6
	<i>T. simmonsii</i> (TR05)		6.7×10^7	

Az I. kísérlet a Villányi borvidéken, a Zuhánya dűlőben, a II. pedig a Szekszárdi borvidéken a Lajvér dűlőben került beállításra az 8. táblázatban foglalt fajta és klónösszetétellel. Kezeléskor az oltványokat 48-72 órán át áztattuk a spóraszuszpenzióban, majd hidrofúróval kerültek telepítésre. A kontroll áztatása a hígításhoz is használt kútvízzel történt.

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

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)	
II (Szálka, Lajvér)	Cabernet Franc (ISV5)	K5BB (GM13)	2017.5.2.–4.
	Cabernet Sauvignon (E153)	K5BB (ISV1)	

2019 áprilisában felmérést végeztünk a *Trichoderma* kezelés rügyfakadásra gyakorolt hatásának vizsgálatára, a *Trichoderma* kezelést követően 4 (I. kísérleti terület), illetve 2 (II. kísérleti terület) évvel. 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 9. táblázatban bemutatott négyfokú skálán értékeltük.

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

Skálaérték	BBCH*	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

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

A hajtási erély indexet a következőképpen számítottuk:

$$\text{Hajtási erély index \%} = \frac{\sum \text{skálaérték előfordulása} \times \text{skálaérték}}{\text{összes megfigyelés száma} \times 3 \text{ (legnagyobb skálaérték)}} \times 100$$

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 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 növényt emeltünk ki a gyökérzet jelentős részével együtt. A II. kísérleti területről a kezelést követő ötödik hónapban is eltávolítottunk és mintavétel céljára feldolgoztunk négy növényt. Ezekből az edofiton gombákat Kovács 2017 módszere alapján felületi fertőtlenítést követően izoláltuk. A visszaizolált *Trichoderma* törzsek azonosítása morfológiai jellemzők, valamint ITS vagy tefl szekvenciák alapján történt. A szekvenciákat a GenBankban helyeztük el (ON931231-ON931232 és ON937623-ON937629).

2.4. Az elemzésben alkalmazott szoftverek és statisztikai elemzési eljárások

Az elemzésekben képzett csoportokat nem parametrikus Mann–Whitney U-teszttel hasonlítottuk össze, mivel adataink jellemzően nem teljesítették a paraméteres tesztek feltételeit: a normáleloszlást és varianciák homogenitását. A normalitást Q-Q diagramokkal, míg a variancia homogenitását Levene teszttel vizsgáltuk. Az elemzésekben 5%-os szignifikancia szintet határoztunk meg. Az elemzéshez és a grafikus megjelenítéshez a StatSoft Statistica 7 programcsomagot és a MS Excel 2016 programot használtuk. A binomiális tesztet a Stat Trek online kalkulátorral végeztük (Berman, 2023). A Sankey diagramot a Sankeymatic online diagramkészítővel hoztuk létre.

3. EREDMÉNYEK

3.1. Országos elterjedtség

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.

10. táblázat: A felmért területek tünetmegjelenési értékei borvidékenként és dűlőnként.

Borvidék/ terület	2022 előtti pusztulás (%)	2022- ben tünetet mutat (%)	egészséges (%)	Dűlő/helyszín	2022 előtti pusztulás (%)	2022- ben tünetet mutat (%)	egészséges (%)
Tokaji	0,06	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
				Zuhánya	5,26	5,96	89,12
Villányi	8,38	4,89	87,27	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
Egri	24,01	9,23	67,36	Nagy-völgy	19,81	6,75	73,50
				Kőköttö	18,83	14,77	66,88
				Almagyar	31,25	8,75	60,50
				Szarvas	35,89	9,64	55,54
				Nagy-Eged	25,88	21,25	52,88
Pallag	22,67	15,81	62,09	Pallag	22,67	15,81	62,09
Teljes minta	16,19	10,81	73,56				

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 előretörését feltételezhetjük.

Egyes ültetvények éven belüli tünetmegjelenési aránya magasabb az ültetvény fennállása során történt pusztulásnál, az ilyen területeken előre jelezhető a tőkeveszteség súlyosbodása. A

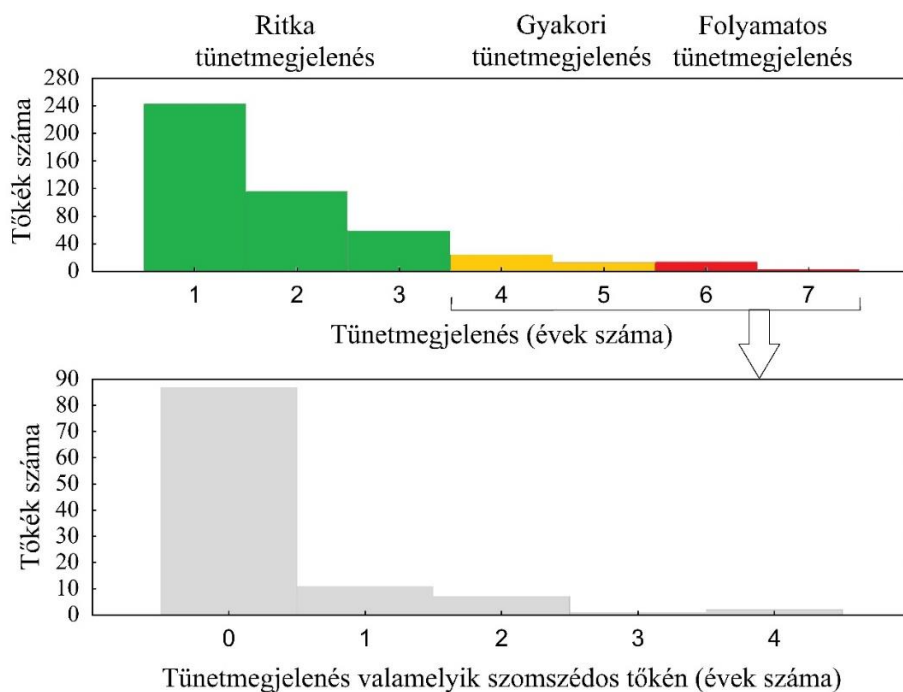
legnagyobb pusztulási és éves tünetmegjelenési értékeket azokon a területeken detektáltuk, ahol az elpusztult tőkék eltávolítása hosszú ideje nem történt meg, tehát ezek növényhigiéniai célú eltávolítása és megsemmisítése az éves gazdálkodási gyakorlat részét kellene képeznie (OIV, 2006, De la Fuente 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 %), amelynek fő oka a telepítést követő vagy a beállt ültetvényben fellépő gombák okozta tőkepusztulás. 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.

3.2. A környezeti tényezők tünetexpresszióra gyakorolt hatásai

3.2.1. A szomszédos beteg tőkék hatása a tünetexpresszióra

A nagy gyakorisággal tüneteket mutató tőkék szomszédai, nem voltak nagyobb valószínűséggel betegek (1. ábra). Eredményeink alapján 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.



1. ábra: A tüneteket mutató tőkék valamint a gyakori és folyamatos tünetmegjelenésű tőkék szomszédainak megoszlása a szerint, hány évben mutattak tüneteket.

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). 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.

3.2.2. Lejtőhatás

A lejtőalji részeken 9-11 %-kal nagyobb éven belüli és 12,5-29 %-kal nagyobb összes pusztulási arányt tapasztaltunk, mint a magasabb fekvésűeken. Különösen gyakoriak a tünetek ott, 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.

3.2.3. A környező erdőterületek hatása

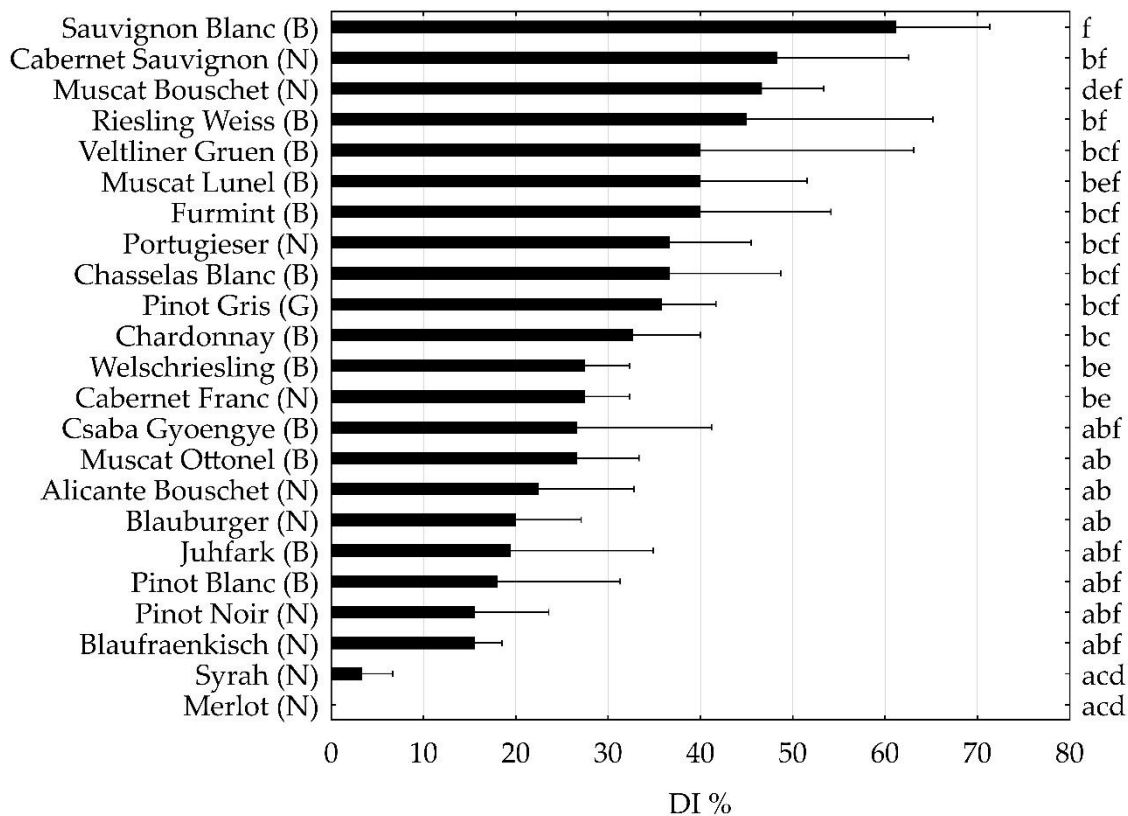
A jellemzően hegyvidéki-dombvidéki szőlőtermesztésre nem csak a jelentős lejtésű területeken való gazdálkodás jellemző, de az erdőterületek közelsége is, gyakran a szőlőültetvény felett, a tető irányában. Erdőszomszédság nélkül a tünetmegjelenési arány 16,61 %; sövény mellett 23,40 %; erdő közvetlen szomszédságában 43,31 %, valamint erdővel körülvett területen 42,41 %. Az erősebb erdősültség tehát a pusztulási tünetek gyakoriságának növekedésével jár. 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). A környező erdősültség mértékét skálázva kimutattuk, hogy az erősebb erdőhatás mellett magasabb a tőkepusztulás és tünetmegjelenés valószínűsége.

3.2.4. Belvízhatás

Hazánkban síkvidéki területeken is folyik szőlőtermesztés, itt megjelenhet belvizesedés. Ültetvényen belül a belvizes foltokon magasabb (, 35,40 %-os) tünetmegjelenést figyeltünk meg, mint a vízállásra nem hajlamos ültetvényrészekeken (21,62 %). 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 (Goldammer, 2018, Ruperti et al., 2019). Halleen és munkatársai (2007) munkájukban az agyagos, rossz vízelvezető képességű talajok kerülését is javsolták a GTD megelőzésére.

3.3. Fajtaérzékenység

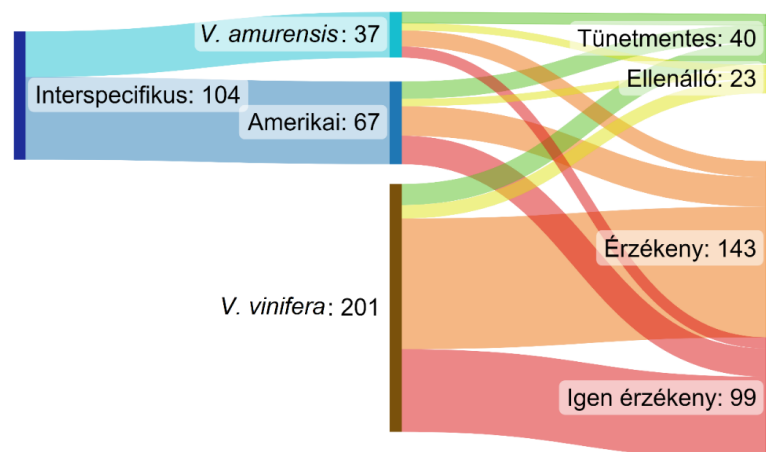
Bár a GTD-vel szemben teljesen ellenálló szőlőfajt vagy szőlőfajtát nem ismerünk, azok érzékenységi sorrendjének meghatározása elsődleges fontosságú az ellenállósággal összefüggő tulajdonságok, az esetleges toleranciát kódoló gének feltárásában, vagy a súlyosan GTD érintett termőterületek fenntartható hasznosítása végett (Sosnowski et al., 2016). Az érzékenység legegyszerűbb mérőszáma a tünetmegjelenési arány (DI%), amely alapján a szakirodalom is rangsorolja a fajtákat. A legnagyobb tünetmegjelenési gyakoriságot a Sauvignon Blanc mutatta 61,25 %-al, a legkisebbeket pedig Syrah 3,33 %-al valamint a teljesen tünetmentes Merlot (2. ábra). Hazánk zászlósfajtáiból a Furmint a középmezőny magasabb (DI=40,00%), a Juhfark pedig az alacsonyabb (19,44%) tünetmegjelenésű fajtáihoz tartozott.



2. ábra: Az összes GTD tüneten belüli mortalitás (a) a monofiletikus *V. vinifera* (Vv) fajták és az interspecifikus hibridek 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 ($p < 0.05$) (Csótó et al., 2023a nyomán).

A világ egyik legjelentősebb, elsősorban étkezési célú hibridje, a magyar nemesítésű Csaba Gyoengye közepes (DI=26,66%) tünetmegjelenésű (Hajdu, 2013). A nemzetközi szakirodalomban 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 között 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. A jelentősebb világfajtákat tekintve tehát eredményeink egybevágóak a korábbi kutatásokkal. Az érzékenységi különbség egyik feltételezhető oka a Merlot jelentősen magasabb lignintartalma (például az érzékeny Cabernet Sauvignonhoz 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).



3. ábra: A vizsgált fajták megoszlása származásuk, valamint a GTD betegségkomplexummal szembeni érzékenységi csoportjai szerint (Csótó et al., 2023a alapján).

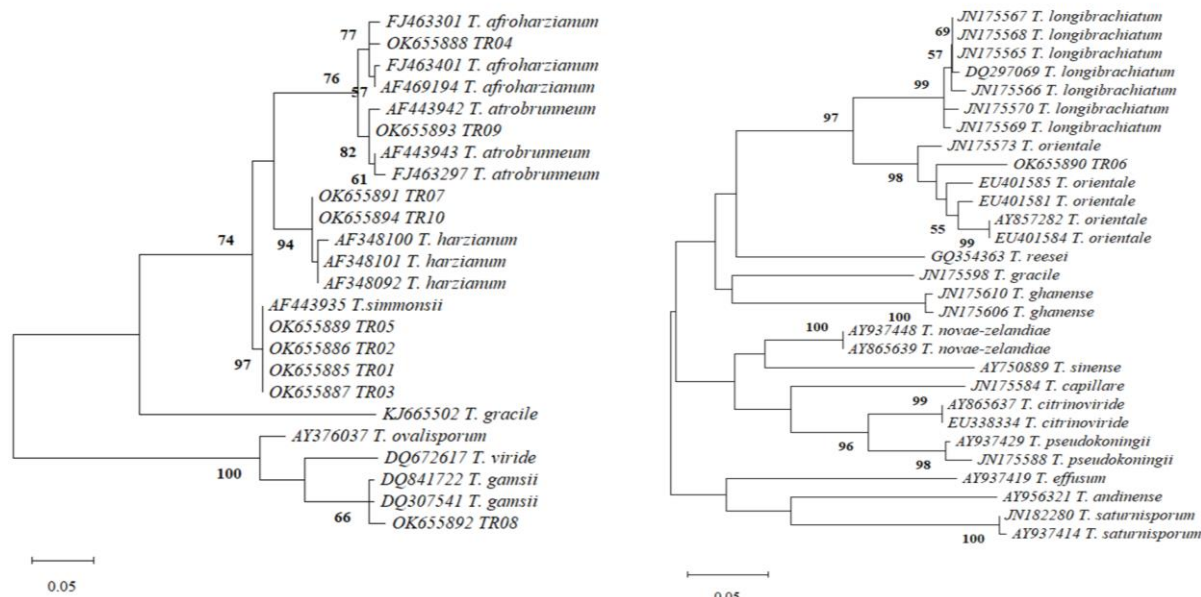
Új érzékenységi kategóriákat állítottunk fel, a fajták GTD-re adott reakciói, a krónikus tünetek megjelenésére, vagy a pusztulásra adott hajlam alapján. Ebben a csoportosításban feltűnően egyenetlenül oszlanak meg a tisztán *V. vinifera*, ázsiai (*V. amurensis*) és a különböző amerikai fajokból nemesített fajták és hibridek (3. ábra). A tünetmentes-ellenálló és az érzékeny-igen érzékeny csoportokat egyben kezelve, az így kialakult két új csoportban az eloszlásbeli különbségek binomiális teszttel igazolhatóak, ahol az átlagos (elvárt) eloszlásnál a monofiletikus *V. vinifera* eredetű fajták az érzékenyebb, az interspecifikusak, akár ázsiai akár amerikai faji eredetűek pedig az ellenállóbb irányba érnek el. 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, 2003). Általánosságban az intespecifikus hibridek jobb betegségellenállósága a diverzebb genetikai állománynak köszönhető. A *V. amurensis* ellenállósága több előnyös tulajdonságából vezethető le. Nemesítésbe vonásának alapvető indoka jó hidegtűrés (Zhang et al., 2012, Wang et al., 2021) és több patogénnel szembeni ellenállósága (Kozma – Dula, 2003, Liu et al., 2013, Venuti et al., 2013, Foria et al., 2022). Az egyéb betegségekkel szembeni ellenállóság jobb kondíciót biztosít, a hidegtűrés pedig a fagysebek kialakulásának kisebb esélyével jár együtt, valamint a vegetáció vigorosabb indulásával jár, így a fertőződés esélye is kisebb. A fertőzött *V. amurensis* eredetű egyedek sem károsodtak 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). Pouzoulet és munkatársai (2014) bizonyították, hogy a szélesebb xylemmel rendelkező fajtákban erősebb a biotikus stresszre fellépő kompartmentalizáció (viszont könnyebben is kerül 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 visszaüt, ugyanis enzimszisztémáik segítségével ezek a kórokozók táplálékként használják fel ezeket (Pouzoulet et al., 2014).

3.4. Szőlőből izolált endofita *Trichoderma* fajok laboratriumi vizsgálatai

3.4.1. Molekuláris fajazonosítás

A Kovács és munkatársai (2017) által izolált tíz *Trichoderma* törzset faji szinten identifikáltuk Carbone - Kohn, 1999, Druzhinina és munkatársai 2008, Bissett és munkatársai 2015, Chaverri és munkatársai 2015, valamint Cai és munkatársai 2021 módszertana és referenciái alapján (4. ábra). A meghatározott törzsek faji hovatartozását valamint a vonatkozó deponált szekvenciák azonosítóit a 11. táblázatban foglaltam össze.



4. ábra: A *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.

11. táblázat: A Tokaji Borvidékről, Furmint fajtáról származó deponált *Trichoderma* törzsek (Kovács és mtsai., 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 .

3.4.2. Miceliális növekedés különböző hőmérsékleteken

A továbbiakban 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.

3.4.3. Fungicidtolerancia

A TR04 (*T. afroharzianum*) és TR05 (*T. simmonsii*) törzset fungicidtolerancia tesztnek vetettük alá (12. táblázat). A TR04 volt az ellenállóbb, itt három szisztémikus fungicid egyáltalán nem gátolta a növekedést.

12. 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	fluxapiroxad	lisztharmat	0,00	0,00
Talentum 20 EW	miklobutanil	lisztharmat	57,6	58,43
Chorus 50 WG	ciprodinil	varasodás, monília, szürkepenész	43,33	51,96
Teldor 500 SC	fenhexamid	szürkepenész	0,00	7,25

A TR05 esetében a fenhexamid hatóanyag elhanyagolható mértékben gátolta a növekedést. A TR04 és a TR05 valamint ezek kombinációja technológiailag összeférhető a fenhexamid), fluxapiroxad, dimetomorf (cellulóz-szintáz gátló) és ametoktradin (sejtlégzés gátló) hatóanyagokkal az általunk vizsgált termékekben előforduló, hazánkban engedélyezett kijuttatási koncentrációkban. Az utóbi kettő elsősorban peronoszpóra ellen használatos szőlőben, azonban fenhexamid és a fluxapiroxad az Ascomycota gombák ellen jó hatékonyságúak, azaz a vizsgált *Trichoderma* törzseink ellenállósága ezekkel szemben a törzsön belül is kiemelkedő. Korábban több tanulmány mutatott ki különböző mértékű fungicidtoleranciát *Trichoderma* törzseknél (McLean et al., 2001, Khirallah et al., 2016, Silva et al., 2018, Maurya et al., 2020). A ciprodinil, miklobutanil, valamint a miklobutanil + quinoxifen hatóanyagú készítmények jelentős mértékben gátolták a két törzs micéliális növekedését. A tisztán miklobutanil hatóanyagú készítmény erősebben gátlása annak nagyobb miklobutanil koncentrációjával magyarázható.

3.4.4. Biokontroll hatékonyság

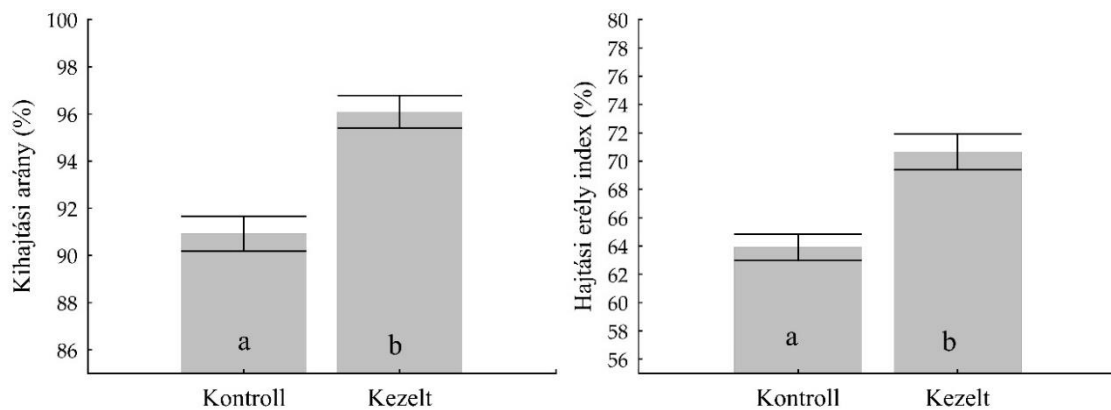
A TR04 és TR05 törzs in vitro biokontroll hatékonyságát konfrontációs kísérletekben vizsgáltuk. A vizsgált GTD kórokozó *Ascomycota* gombák ellen egy kivétellel 100 %-os

hatásfokot 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.

3.5. Szőlőből izolált endofita *Trichoderma* fajok vizsgálatai ültetvényekben

3.5.1. A *Trichoderma* kezelés hatása a szőlő kihajtására

A vizsgált *Trichoderma* törzsek biostimulátor hatását illetően a kihajtási arányban és a kihajtás erélyében értünk el statisztikai mértékben kimutatható javulást (5. ábra). Andreini és munkatársai (2009) az esca fertőzés hatására megkésett, lassú rügypattanást és kezdeti fejlődést figyeltek meg. A *Trichoderma* biostimulátor-hatású metabolitjain túl, a kórokozók visszaszorítása is szerepet játszhat az általunk tapasztalt hatásban.



5. ábra: A *Trichoderma* kezelés hatása a kihajtási arányra (a) valamint a hajtási erélyre (b) (Csótó et al., 2023b alapján). A kisbetűk a statisztikai különbségeket jelölik a Mann-Whitney U tesztek eredményei alapján.

3.5.4. A kijuttatott törzsek visszaizolálhatósága

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-Huerga et al., 2020). *T. harzianum*, *T. atroviride* és *Trichoderma virens* (Jaarsveld et al., 2020) valamint a *T. asperellum* ICC 012 és a *T. gamsii* ICC 080 törzsét (Di Marco et al., 2004) 7 hónappal az inokuláció után is visszaizolálták. Sikeres sebzés-inokuláció után a *T. atroviridae* AG1 törzsével 20 hónappal John és munkatársai (2008) a teljes tőke kolonizáltságát jelentette. A kísérletünkben vizsgált *T. orientale*, *T. gamsii* és *T. afroharzianum* tehát a szőlőt az eddig leírtaknál hosszabb távon is képes kolonizálni a szőlő edénnyalábait. A kémiai kezeléssel szemben a belső védelemen túl előnyt jelent tehát az évjáraton túlnyúló kezelés lehetősége.

4. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

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 erdőszűségének 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 kórokozóra, 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 fluxaproxad jelenlétét az engedélyokiratban megadott dózisokban. A fenhexamid kismértékben gátolta a TR05 izolátum növekedését.
7. Megfigyeltük, hogy a telepítés előtti *Trichoderma*val 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.

5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

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 időközzel, akár tankkeverékben való permetezéssel kijuttatása. A Chorus 50 WG jelentős mértékben gátolja a törzsek növekedését, együttes kijuttatásuk nem ajánlott.
5. A szőlő tenyészidőszak eleji fejlődése javítható endofiton *Trichoderma* fajokkal.
6. Az endofiton *Trichoderma* törzsek kijuttatás után hosszú ideig fennmaradnak a szőlőben, hatásuk perzisztensnek tekinthető.

6. IRODALOMJEGYZÉK

1. 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.
2. Anonymous: 1985. Sunstroke of the vine. *Bulletin University of California*, Berkeley, CA, USA, 450-451.
3. Bartholy, J., Weidinger, T.: 2010. Magyarország éghajlati képe. [In: Karátson, D. (szerk.) Pannon Enciklopédia - Magyarország földje.]. Urbis, Budapest, 240-241.
4. Berman, H.B.: 2023. Statistics and Probability. <https://stattrek.com/> 2023.04.07.
5. 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.
6. Bissett, J., Gams, W., Jaklitsch, W., Samuels, G. J.: 2015. Accepted Trichoderma names in the year 2015. *IMA Fungus*. 62: 263–295.
7. 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.
8. Cai, F., Druzhinina, I.S.: 2021. In honor of John Bissett: authoritative guidelines on molecular identification of Trichoderma. *Fungal Diversity*. 107: 1–69.
9. 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.
10. Carro-Huerga, 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.
11. 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.
12. 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.
13. Csótó, A., Kovács, C., Pál, K., Nagy, A., Peles, F., Fekete, E., Karaffa, L., Kubicek, C.P., Sándor, E.: 2023b. The Biocontrol Potential of Endophytic *Trichoderma* Fungi Isolated from Hungarian Grapevines, Part II, Grapevine Stimulation. *Pathogens*. 12: 2.
14. 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.: 2023a. Hybrid *Vitis* Cultivars with American or Asian Ancestries Show Higher Tolerance towards Grapevine Trunk Diseases. *Plants*. 12: 2328.
15. 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.
16. Di Marco, S, Osti F, Cesari, A.: 2004. Experiments on the control of esca by *Trichoderma*. *Phytopathologia Mediterranea*. 43: 108-115.
17. 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.

18. *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.
19. *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
20. *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
21. *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.
22. *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.
23. *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.
24. *Harman, G. E.*: 2006. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathol.* 96: 190–194.
25. *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.
26. *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.
27. *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.
28. *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.
29. *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.
30. *Jukes T.H., Cantor C.R.*: 1969. Evolution of protein molecules. [In: Munro HN (szerk.) *Mammalian Protein Metabolism*. Academic Press, New York. 21-132
31. *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.
32. *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.
33. *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.
34. *Kovács, C.S., 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.

35. 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.
36. 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. ClustalW and ClustalX version 2. *Bioinformatics*. 23: 2947–2948.
37. 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.
38. 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.
39. Maul, E.; Töpfer, R.: 2023. Vitis International Variety Catalogue. Available online: www.vivc.de (accessed on 2 April 2023).
40. Meier, U.: 2018. Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Plants; BBCH Monograph; Julius Kühn-Institut JKI: Quedlinburg, Germany.
41. Mikulás J.: 2008. Korai tőkeelhalással Esca kapcsolatos feladatok szüret környékén. *Agrofórum*. 19. 10: 42-45.
42. Mugnai, L., Graniti, A., Surico, G.: 1999. Esca Black measles and brown wood-streaking: two old and elusive diseases of grapevines. *Plant Disease*. 83(5): 404–418.
43. Mugnai, L.: 2011. Editor's note and dedication. *Phytopathologia Mediterranea*. 50S: S3-S4.
44. Murolo, S.; Romanazzi, G.: 2014. Effects of grapevine cultivar, rootstock, and clone on esca disease. *Australasian Plant Pathology*. 43: 215-221.
45. 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> accessed on 11 June 2022.
46. 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.
47. 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.
48. 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.
49. Ravaz L.: 1898. Sur le folletage. *Revue de Viticulture*. 10: 184-186.
50. 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*. 98(4): 483-491.
51. Sosnowski, M., Ayres, M., McCarthy, M.: 2016. Pests and diseases: investigating the potential for resistance to grapevine trunk diseases. *Wine Vitic. J.* 31(5): 41-45.
52. 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.
53. 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.

54. *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*. 924: 519-529.
55. *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.
56. *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.

7. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁBAN SZÜLETETT PUBLIKÁCIÓK



**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 töképusztulás 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., Flipphi, 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 felmérésének 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 felmérésének 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 antagonista és biostimulátor hatású gombatörzsek tenyésztetőségi és összeférhetőségi vizsgálata.
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 Marisicensi. 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 könyvrészletek (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 : Ecobiology, 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., Erhardt, 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 elhangzó 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
Wesołowska, 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.



