

**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM  
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI INTÉZET  
BUDAPEST**

***Trichoderma* sp. alapú biostimulátor szőlészeti célú alkalmazásának vizsgálata a  
Tokaji Borvidéken**

**Balling Péter**

biológiai talajerőgazdálkodási szakmérnök szak

Készült az Agrárkörnyezettani Tanszéken

Tanszéki konzulens: Dr. Kotroczó Zsolt

Konzulens(ek): Papdi Enikő

Bírálok: \_\_\_\_\_

Budapest, 2023. április 26.

\_\_\_\_\_  
tanszékvezető/szakirányfelelős

\_\_\_\_\_  
konzulens

## TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS .....	3
2.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....	5
2.1	Fás betegségek korokozói .....	5
2.2	A fás betegségek elleni védekezés lehetőségei.....	10
2.3	A Trichoderma sp. fajok.....	12
3.	ANYAG ÉS MÓDSZER .....	15
3.1	A vizsgálatok helyszínének bemutatása .....	15
3.2	A kísérleti beállítások bemutatása .....	17
3.3	Az alkalmazott vizsgálati módszerek és eszközök .....	19
4.	EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK.....	22
4.1	Meteorológiai adatok általános értékelése.....	22
4.2	Bakonyi-dűlő kísérleti beállítás eredményei .....	24
4.3	Dobó-dűlő kísérleti beállítás eredményei .....	29
4.4	Oltványiskolai kísérleti beállítás eredményei .....	33
5.	ÖSSZEFOGLALÁS .....	41
6.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS .....	44
7.	IRODALOMJEGYZÉK .....	45

## 1. BEVEZETÉS

A 2000-es éveket követően jelentősen megváltozott a konvencionális szőlőtermesztés gyakorlata Magyarországon is és a világban. Ennek háttérében számos faktor áll, többek között hogy új fajták, technológiák és egyéb tényezők segítették az ágazat modernizációját és innovációját. A fejlődésben közrejátszott az ökológiai és fenntarthatósági szempontok térnyerése, egyben a szerhasználat visszaszorítása és reformja. Az alkalmazott technológiák közül a különböző lomb-, levéltrágyák felhasználása lett a legszélesebb körben használt biostimulátor, amellyel a kiegészítő mikroelempótlás és növénykondicionálás vált a gyakorlat szerves részévé. Az egyéb, a szőlőnövényt segítő módszerek az elmúlt néhány évben váltak elterjedtebbé. A talajerőgazdálkodásban alkalmazott sorköztakarásokat sokan jelenleg is szkeptikusan kezelik, holott a talajdegradáció és a vízmegőrzés egyik kulcsfontosságú tényező a szőlőtermesztésben nem csak a hegyvidéki ültetvényekben. A talajélet segítésére sem irányult még kellő figyelem, a szőlőültvények esetében jelenleg a mikorrhiza oltás van jelen, mint lehetséges technológiai elem az ültetvények telepítéskor, amelynek megkérdőjelezhető a gyakorlati haszna.

*Trichoderma sp.* fajok alkalmazása a szabadföldi gazdálkodásban már hosszabb ideje történik, főként a talajban található fertőző élő szervezetek kontrollálása céljából. Állókultúrák esetében a *Trichoderma* gombafajok felhasználása a hiperparazita tulajdonságuk miatt a fertőzések megelőzését célozták, illetve a sebkezelésekre terjedtek ki. A zömében *Trichoderma harzianum* fajt tartalmazó, jelenleg forgalomban lévő készítmények izolációja a talajból történt, így a talajok kezelésre (patogénmentesítés) lehet célszerű ezeket a készítményeket alkalmazni. Az egyik legfontosabb probléma a szőlőtermesztés esetében a különböző gombafajok, komplexek által előidézett fás betegségek (Grapevine Trunk Disease, röviden GTD), amelyek akut esetben tőkepusztulást idézhetnek elő. Az ilyen betegségeket kiváltó gombafertőzések meggátlása céljából merült fel a *Trichoderma sp.* valamely fajának az alkalmazása. 2014-ben a Tokaji Kutatóintézet Nonprofit Kft. a Debreceni Egyetemmel közös kutatásban kezdte el egy 30 éves szőlőültetvény tőkéből izolálni a *Trichoderma* fajok különböző törzseit, hogy egy olyan készítményt fejlesszenek az egyetemen, amely preventív és kurratív jelleggel is alkalmazható a GTD betegségek ellen. A kutatás során több tényező is a vizsgálat tárgyát képezte, kezdetben a kezelt tőkék monitoringja, a törzsek visszaizolálhatósága volt a kutatás egyik iránya. A kurratív jellegű kezelések eredményei kedvezőek voltak, a betegség tüneteit kisebb mértékben mutató tőkék vitalitása megegyezett az egészséges tőkékkel.

2020-ban új irányba indult el Tokaji Kutatóintézetben történő *Trichoderma* alapú készítmény felhasználási lehetőségeinek és hatásának a kutatása. A szőlőtermesztés alapja az egészséges oltvánnyal történő telepítés és pótlás, amely sok esetben már hordozza a valamely GTD patogént. Emiatt vált kulcsfontosságú, hogy az oltványiskolai alkalmazhatóságot felmérve a gyakorlati felhasználás is értékelésre kerüljön. Emellett ugyancsak fontos tényezővé váltak az üzemi felhasználás előnyei, illetve annak a gyakorlata is. Továbbá arra vonatkozóan is szükség volt a kísérletek kiterjesztésére, hogy milyen élettani hatásai lehetnek a *Trichoderma* készítmények alkalmazásának, vagyis biostimulátorként előnyös e

a felhasználásuk a GTD patogénmentesítés mellett. Az élő anyagot tartalmazó szuszpenzió használata lehetővé teszi, hogy a benne lévő gombatörzsek élettevékenységükkel különböző anyagokat szintetizáljanak, amelyek között hormonok is találhatóak. A készítmény kijuttatásával a szőlőtermesztők stimulálhatják a szőlőnövényeket, amelyek életképessége és termelékenysége így fokozottabbá válhat. Ezek összességének a vizsgálatát és értékelését célozta meg jelen szakdolgozati kutatás. Remélhetően az eredmények megerősítik és elősegítik a *Trichoderma* készítmények minél szélesebb célú felhasználását hazánk szőlészetében.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1 Fás betegségek korokozói

A *Grapevine Trunk Disease (GTD)*, azaz a szőlő fás betegségeinek csoportját magába foglaló elnevezés. A megbetegedést különböző gombafajok okozzák, amelyek hasonló tünetegyüttessel jellemezhetőek és a szőlőtőkék korai elhalását idézhetik elő. A GTD globális kihívást jelent a szőlőtermesztésben, mivel mindenhol fellelhető a világban, ahol szőlőtermesztés zajlik és jelentős gazdasági károkat is okoz (GÓMEZ et al. 2016). A betegséget endofiton gombák okozzák, melyek életvékenységükkel közvetlenül, valamint közvetetten negatívan hatnak a szőlőnövény anyagcsere folyamataira (CLOETE et al. 2011). Az infekció létrejöttében főbb szerepük a patogén gombák konídiumainak van, amelyek elsődlegesen a különböző metszési sebeken keresztül jutnak be a szőlőnövénybe jellemzően (VAN NIEKERK et al. 2010). A növény szövetein belül kolonizálódva többek között a fás részekben megjelenő jellegzetes alakú elhalást, valamint rövid, torz hajtásokat és a levélerezet mentén megjelenő elszíneződést okozzák (MUNDY - MANNING 2010). A legtöbb GTD betegség esetében gyakran megfigyelhető az idősebb termő tőkéken az úgynevezett „tigris csíkos” (nekrotikusan elhalt érközü) levelek megjelenése, amelyek már jelzik a fás szövetek fertőzését (1. ábra). A szőlőtőke pusztulását a patogén gombák által termelt toxikus vegyületek, a szállítónyalábok szűkülése, elzáródása, valamint a fotoszintetikus rendszer összeomlása okozza. Összességében az GTD jelentős problémát jelent a szőlőültetvények számára, és a megelőzésre irányuló erőfeszítések kulcsfontosságúak a betegség terjedésének megakadályozásához (COBOS et al. 2015).



1. ábra: Fás betegség jellegzetes levéltünete, a „tigris csíkos” nekrotikus érközök (saját felvétel)

Az **Esca komplex** egy globálisan a szőlőültetvényekben jelenlévő, nagy károkat előidéző fás betegség. Az esca latin eredetű kifejezés, amelynek jelentései az élelmiszer, táplálék. A betegség elnevezése tulajdonképpen a görög eszkhatosz szóból ered, amely legutolsó, végső betegségállapotot jelent (MUGNAI et al. 1999). A szőlővel kapcsolatban az ókorból is fennmaradtak az Esca-ra jellemző tünetekre utaló hivatkozások, emellett a középkorból is származnak hasonló feljegyzések. Az egyik ilyen a „*Kitab al-Felahah*” mezőgazdasági szakkönyv, amelyet *Ibn al-Awwam* írt, a másik ismert forrás pedig az „*Opus Ruralium Commodorum*”, amely *Pietro de’ Crescenzi* munkája (GALARNEAU et al. 2019). A betegség modernkori kutatása a XIX. század végén kezdődött el Ravaz által 1898-ban, amelyet később Viala (1926) tovább folytatott (VIALA 1926).

Több tünet is jellemzi az Esca betegséget, amelyek közül az első látható tünetet a leveleken általában július eleje és augusztus vége között lehet észlelni. Amennyiben már virágzáskor is fellép a betegség kártétele, akkor a virág-, fűrtkezdemények elszáradását és pusztulását lehet megfigyelni. A levelek között a levél felületén klorotikus pontok jelennek meg, melyek később fehér szőlőfajták esetében sárga foltokká, kékszőlőknél pedig vöröses-barna foltokká növekednek. Bogyókon jelentkező kórkép a betegség fellépésének időpontjától jelentősen függ. Fiala bogyók esetében azok lassan összetöppednek, ami peronoszpóra fertőzéshez hasonló tüneteket mutat, amely a bogyók további zsugorodásához vezet. Az ilyen bogyókon gyakran fekete pontok is megfigyelhetők, amelyeket fekete himlős bogyónak nevezünk. Ezzel szemben az idősebb bogyók a betegség hatására felrepednek, a kialakult kórkép a lisztharmatos sérves bogyókra emlékeztet (MIKULÁS 2014).

Az Esca betegségcsoport kialakulásában részt vevő főbb kórokozók a *Phaeoacremonium aleophilum*, a *Togninia minima*, *Erostella minima*, *Pleurostoma minimum*, *Longoa paniculata* Curzi, a *Phaeomoniella chlamydospora*, valamint a különböző *Phaeoacremonium* sp. fajok (DUPONT et al. 2000).

Az **eutipás tőkeelhalást** az *Eutypa lata* kórokozó gomba okozza. Ennek a lappangó betegségnek a főbb tünetei már tavasszal megjelennek a fiatal hajtásokon és leveleken, amelyek a szőlőlevélatka kártételhez hasonló kárképet mutatnak, később a deformált levelek gyomirtó szertől károsodott levelekre emlékeztetnek (2. ábra). A nekrotikus, barnult levelek lehullnak június-júliusban, a virágzat levelek nélkül marad és jobb esetben is csak csökkent mértékben fejlődik. A gyengén fejlődött, károsodott hajtások rosszul érnek be és elfagyhatnak, a törzs hosszában felreped, így a beteg tőkék törzsei könnyen eltörnek (DULA 2012).

A fertőzött fás szövetben megtalálhatóak még más kórokozók is: *P. chlamydospora*, *P. aleophilum*, *Sphaeropsis malorum*, *Plasmopara viticola* és a *Phellinus igniarius* és sok esetben az antagonista *Gliocladium roseum* is. *E. lata* fajt 1957-ben, először Carter írta le Dél-Ausztrália területén, akkor említést tett arról is, hogy a betegséget már az 1935 körüli években is ismerték, valamint a kajsziparackon megtalálta a kórokozó aszkospóráit is (CARTER 1957). Az *E. lata* kórokozót azóta számos egyéb országban is megtalálták már a világon: Brazília, Dél-Afrika, Egyesült Államok, Izrael, Kanada, Líbia, Mexikó, Új-Zéland, valamint Európa szerte is (MUNKVOLD 2001).



**2. ábra Eutipa fertőzés tüneteit mutató tőkék tavasszal a Tokaji borvidéken, Hárslevelű fajta esetében (saját felvétel)**

**Botryosphaeria** fajok okozta tőkeelhalást többféle néven írták már le: „Bot”, *Black Dead Arm* (BDA, fekete kordonkar elhalás), *exkoriózis*, *Botryosphaeria dieback*, *Diplodia dieback*, *Grapevine decline syndrome*, *Diplodia cane dieback*, *bunch rot*, *Botryosphaeria cancer* (ÚRBEZ-TORRES 2011). Ugyanakkor számos kutatás azt is megállapította, hogy számos gombafaj okolható a betegség miatt bekövetkező elhalásokért (VAN NIEKERK et al. 2004).

Az első tünetek a zöld növényi részeken, a vegetáció elején már megjelennek, amelyek május végétől a vegetációs időszakban folyamatosan jelen lehetnek. Előfordul, hogy az egész tőke, vagy csak a tőkekar károsodik. A betegség tünetei először az alsóbb leveleken jelennek meg, amelyek lehet gyorsan fejlődőek (akut), vagy lassabban kialakulóak (krónikus), végül a betegség következtében a levelek korán lehullnak. Kékszőlők levelein a betegség tünetei a levéllemezen és a levélszéleken kis vörös foltok formájában mutatkozik. A foltok kiterjedése folyamatosan növekszik, majd összeolvadnak és egyre



nagyobbakká válnak. Fehér szőlőfajták esetén a levéllemezek előbb a turgorukat veszítik el, később sárgás, narancsos színűek lesznek. A beteg levélrészek növekednek, majd összeolvadnak végül teljesen nekrotikussá válnak, csak a főerek maradnak zöldek. Kétféle tüneti lefolyást lehet tapasztalni, az egyik esetben csak foltok vannak a leveleken, később pedig előrehaladott állapotban a korábban még zöld részek és az ereket is sárgulni kezd. Azonban súlyosabb esetben a levelek teljesen elszáradnak és le is hullanak, csak néhány levél marad a hajtásvégeken, melyek részben vagy teljesen elszáradhatnak. A betegség súlyosságától és fellépésének időszakától függően jelentkezhetnek tünetek a virágzatokon, illetve a fürtökön, amelyek miatt azok elszáradnak. Az egyik jellemző tünet a fás részekben a hancsrész lefejtése után megfigyelhető néhány centiméter széles barna sáv jelenléte, amely a kártól egészen az oltás-forradásig, illetve az alanyig terjedhet (SAVOCCHIA et al. 2007).

Kórokozóként világszerte már több mint 20 különböző, a *Botryosphaeriaceae* családba tartozó fajt azonosítottak, melyek közül a *Diplodia mutila*, mellett a *Diplodia seriata*, *Neofusicoccum parvum* jelenléte a leggyakoribb a fertőzött tőkék esetében (BERTSCH et al. 2013). Magyarországon a *Diplodia seriata* volt leggyakrabban izolált kórokozó a Tokaji borvidéken (KOVÁCS et al. 2014).

A **feketeláb betegség** (más néven: *black foot disease*) mind az oltványiskolákban, mind a termő szőlőültetvényekben is jelen lehet (HALLEEN et al. 2006). Elsődleges kórokozói a *Cylindrocarpon macrodidymum*, a *Ilyonectria destructans*; a *Ilyonectria macrodidyma*, a *Neonectria macrodidyma* és a *Ramularia destructans*. A betegséget először 1961-ben írták le Franciaországban (MALUTA - LARIGNON 1991). A betegség főbb tünete a gyökérkorona nekrotikus rothadása, amelyhez több kísérő tünet is kapcsolódik. Ilyen tünetek a besüppedő foltok kialakulása a szőlőgyökereken, vagy a gyökérszövet elhalása, illetve az alanyvessző alapi részétől kiinduló csíkoltság a xilémekben és hosszanti fekete nekrozis. A beteg növények lassabban fejlődnek, izközök rövidülnek, determinált növekedésű hajtások alakulnak ki, amelyeken kicsi levelek fejlődnek és az érkező klorózis és a nekrozis is megjelenik rajtuk. Az oltványiskolákból kikerült fertőzött egyedekkel telepített ültetvényekben néhány éven belül jelentős mértékű leromlás, tőkepusztulás következik be (DULA 2011).

A **Phomopsis fajok okozta elhalást** (*Phomopsis dieback*) Lehoczky János írta le Magyarországon először egy villányi ültetvényben, 1969-ben. A *Diaporthe perijuncta*, *Diaporthe ampelina* és a *Phomopsis viticola* fajok okozhatják a megbetegedést (GOMES et al. 2013). Ezek a kórokozók főként kozmopolita fajok, melyek gyümölcsrothadást, gyökérothadást és a fás szövetek elhalását okozzák. A betegséget az 1920-as évek elején észlelték szinte minden szőlőtermesztő régióban Észak-Amerikában és Európában is. Főbb tünete a leveleken, hajtásokon, fürtökön és a fás részekben jelentkeznek. A leveleken apró, 2-4 milliméteres, kissé szögletes, zöldessárga udvarú foltok alakulnak ki, melyek később nekrotizálódnak majd kitöredeznek. A hajtáson kissé ovális, folyamatosan növekedő fekete foltok láthatóak, melyek besüppednek, felszínükön hosszirányú repedések keletkeznek. Ehhez hasonló foltosodás alakulhat ki a fürtökcsányon és a levélnyélén is. A fürtökön a bogyók sötétbarnára színeződve összetöppednek,

elrothadnak. A fás részek felületén elhaló foltok jelennek meg, mely felett a növényi részek előbb elhervadnak, később elhalnak. A növényi részek hervadása nyár végén következik be. A beérő vesszők felülete fakó, fehéres színűvé válik, rajta az áttelelő képletek megfigyelhetők (3. ábra). Az elhervadt, elhalt részekben foltokban megjelenik a kórokozó ivartalan képlete, a piknidium (BOTEVA 2022).



**3. ábra** A *Phomopsis viticolára* jellemző hajtásfakulás ősszel, háttérben az egészséges barna vesszők (saját felvétel)

## **2.2 A fás betegségek elleni védekezés lehetőségei**

A különböző fás betegségek által előidézett tőkeelhalások megelőzése több szempontból is nehézségekbe ütközik. Egyrészt nem ismert olyan szőlőfajta, amely a GTD betegségekkel szemben nagyobb toleranciával rendelkezik, másrészt védekezési lehetőségek korlátozottak, vagy nem kiforrottak. A védekezést nehezíti az is, hogy többféle, akár élettanilag eltérő kórokozó gombafaj is részt vehet a GTD betegségek kialakításában, melyek a fertőzést követően a növény fás szöveteiben találhatóak meg (BERTSCH et al. 2013).

Nyugat-Európában korábban a nátrium-arsenitet alkalmazták általánosan a GTD betegségek elleni védekezésben, de erősen karcinogén jellege, valamint az élő környezetre gyakorolt káros hatásai miatt betiltották. Olaszországban, néhány borvidéken a vegyület alkalmazásának betiltását követően rövid időn belül 50%-kal megnőtt az Esca fertőzöttség (SURICO et al. 2006).

A kémiai növényvédő szerek alkalmazásán kívül a betegség ellen a különböző biológiai védekezésben alkalmazható baktérium és gomba törzsek felhasználásának a kutatása több országban jelenleg is zajlik. A biológiai védekezés környezetkímélő, fenntartható, gazdaságos és hatékony megoldást jelenthet a növények belső, fás részeiben megtalálható GTD patogének ellen. Közelmúltbeli vizsgálatok alátámasztották, hogy a kémiai eredetű peszticidek alkalmazásának a csökkentésével és egyes biopeszticidek, biostimulátorok használatával növelhető a talaj termelékenysége, valamint a termés hozam (LENG et al. 2011). *Bacillus subtilis*, *Fusarium lateritium*, *Cladosporium herbarum* és a *Trichoderma sp.* azok az ismertebb fajok, amelyeket eddig sikeresen alkalmaztak biokontroll baktérium/gomba törzseként a metszési sebek védelmére az *Eutypa lata* aszkospóráival szemben (GRAMEJE et al. 2012). Egy kutatás során benomil (benzimidazol hatóanyag) és a *Fusarium lateritium* együttes alkalmazásánál nem találtak szignifikáns különbséget a külön-külön történt kezelésekhez képest, ugyanakkor a biokontroll anyagok meglepedéséhez 1-2 hétre is szükség lehet.

Az eutipás tőkeelhalás esetében kulcs szerepe van a metszés időpontjának, mivel az *Eutypa lata* aszkospórái csapadékos időszakban fertőznek. A téli és a tavaszi időszak nedves körülményei között kiszabadulnak a peritéciumból az aszkospórák és a metszési sebekben, az úgynevezett fertőzési kapun keresztül bejutnak a fás szövetbe (ROLSHAUSEN et al. 2010). Egy vizsgálat szerint a téli és a tavaszi metszés közötti különbséget a fertőzés szempontjából, a konídiumok kiszabadulásának környezeti körülményektől függő és eltérő időpontja okozza. Az is kiderült, hogy az aszkospórák csírázóképeségét a szövetben lévő belső környezet jelentősen befolyásolja. A szőlő fás szöveteinek az érzékenysége nagyban függ a bennük lévő mikroflórától is, a belső mikrobiom jelentősen befolyásolja az *Eutypa lata* fertőzőképességét. Kutatásokkal azt is sikerült bizonyítani Bordeaux-ban, hogy a tavasszal történő metszés során a növények kevésbé kitéttek a betegség fertőzésének, mint a téli nedves-csapadékos időszakban (MUNKVOLD - MAORIS 1995). A nedvkeringés következtében létrejövő folyadékáramlás korlátozhatja a spórák megtapadását, ezáltal elenyésző mértékben jellemző az aszkospórák kiszabadulása is (DUBOS 2002).

Az *Eutypa lata* okozta GTD betegség ellen alkalmazhatóak fungicidek is a metszési sebek védelmére (PITT et al 2012). A kutatás szerint a már említett a benomil (Benlate – a DuPont cég forgalmazásában) csökkentette az *Eutypa lata* okozta elhalást, ugyanakkor tartós védelmet nem tudtak elérni a sebkezelőszer használatával. A vizsgálat során értékelték a bórsav hatékonyságát is a metszési sebek kezelésére. A kutatás megállapította, hogy a bórsav csökkentette az *Eutypa lata* aszkospóráinak csírázóképeségét, valamint a micéliumok növekedését. A bórsav hatékonysága az egy éves szőlőtőkék kis metszési sebeinek kezelésekor volt a legkedvezőbb. A metszési sebek felszínének kezelésére, Ausztráliában a Greenseal elnevezésű szert fejlesztették ki az aszkospórák ellen. Ez a fungicid 10 % tebukonazol tartalmaz, emellett klórtalonilt, fluzilazolt, bórsavat, proklorazpirimetanilt és fluazinam hatóanyagokat is (HALLEEN et al. 2010). A szert vizsgáló kutatásban az azoxistrobin és a trifoxistrobin in vitro körülmények között gyenge hatékonyságúnak bizonyult a fertőzés és a betegség kialakulásának csökkentésében. Emellett a pirimetanil alkalmazása a micéliumok növekedését nem gátolta. A

*Botryosphaeria* fajok ellen in vitro körülmények között pedig a fludioxonil, iprodion és a penkonazol fungicideket alkalmazták sikeresen. De emellett a benomil, a kaptán hatóanyagok is csökkentették a *Lasiodiplodia theobromae* metszési sebeken keresztül történő fertőzését. A *Phomopsis* fajok ellen a többszöri, konvencionális (gombaölőszeres) növényvédelem is hatékony lehet. A fungicides kezelés során fontos a rendszeres, a teljes vegetációs időszakot érintő védekezés (WUNDERLICH et al. 2011).

A legelterjedtebb *fitotechnikai gyakorlat* szerint a beteg tőkék visszavágása (*ifjítása*), így új tőketörzs nevelése hatékony a betegség csökkentésére. Az angol-amerikai irodalomban ezt „*renewals*” vagy „*remedial surgery*”-nek nevezik. Több éves, illetve évtizedes kutatások alátámasztották, hogy a visszavágott tőkéből képződött új hajtások és fás részek a megújítást követő 3 év után nem mutattak a betegségre jellemző tüneteket. Így a GTD fertőzött szakaszok eliminálásával csökkenthető a fertőzött tőkék száma egy adott ültetvényben. Az ifjítást követő néhány éven belül pedig helyreáll a szőlőtőke termőképessége is (SOSNOWSKI et al. 2011) Kutatások során az is kiderült, hogy a *Botryosphaeria* és az Esca GTD betegségekre jellemző tünetek megjelenése a kordonkaros-csapos metszés esetében magasabb volt a Guyot művelési móddal szemben, ahol a kordonkar szerepét az évente megújuló szálvessző tölti be (DUMOT et al. 2012). Azt is megállapították, hogy a tünetek megjelenése azon területeken gyakoribb, ahol az ültetési sűrűség alacsonyabb. Úrbez-Torres (2011) szerint a legésszerűbb és legpraktikusabb védekezési lehetőség a fertőzött növény eltávolítása (ÚRBEZ-TORRES 2011).

## 2.3 A *Trichoderma* sp. fajok

A *Trichoderma* fajok *fás betegségek elleni védekezésben* tapasztalt előnyös tulajdonságait már 1932-ben leírták. Ezek a kozmopolita élőlények a *Gombák* országában az *Ascomycota* törzsen belül a *Pezizomycotina* altörzs, *Sordariomycetes* osztályának *Hypocreales* rendjének a *Hypocreaceae* családjába sorolhatóak be taxonómiailag. A nemzetséget először *Christiaan Hendrik Persoon* írta le 1794-ben a *Trichoderma viride* faj alapján, amelyet a vöröshagyma zöld penészesedésének patogénjeként vizsgált. Az eltelt csaknem 230 év során már több mint 90 faj került besorolásra ugyanezen rendszertani csoportba. Azt is szükségszerű megjegyezni, hogy nem csak előnyös fajok találhatóak a nemzetségben, hanem vannak olyan *Trichoderma* fajok amelyek patogének (pl.: a kukorica esetében károsítanak).

A *Trichoderma* (*Hypocrea*) fajok zömében talajlakó mikoparaziták, melyek antagonista képességgel rendelkeznek és mikotoxikus vegyületeket termelnek a különböző patogének ellen (KUBICEK et al. 2007). Egyes *Trichoderma* törzsek növelik a kórokozókkal szembeni ellenállást a növény szisztémás és lokális védekezésének indukálása révén is. De vannak olyan fajok is, amelyek elősegítik a növények növekedését, fejlődését és a tápanyagfelvételt (HARMAN et al. 2004). Szekunder metabolitok szintézisével gátolják a patogén gombák spóráinak a csírázását, emellett pedig sejtfalbontó enzimeik termelésével elpusztítják a gombasejteket. Az élettevékenységükkel hozzájárulhatnak a talaj pH csökkenéséhez is, így egyes kórokozók számára kedvezőtlen környezetet alakítanak ki (BENÍTEZ et al. 2004). A már hivatkozott kutatások szerint a *Trichoderma* különböző fajai (törzsei) a mikoparazita

képességük révén eredményesen alkalmazhatóak a tőkeelhalás ellen, amelyet több már alkalmazható készítmény is igazol. A metszési sebek védelmére irányuló megelőző lehetőségként is alkalmazhatóak (KOTZE et al. 2011). A Fourie és munkatársa szerint (2001) a szőlő oltványiskolákban alkalmazott *T. harzianum* törzsek elősegítették az oltványok jobb gyökeresedését, illetve a kezelés hatására az Esca betegség jelenléte is mérséklődött (FOURIE et al. 2001). Magyarországi oltványiskolákban végzett kutatás alapján a tiofanát-metil és a tiram hatóanyaggal kezelt oltványok esetében, jelentősen csökkent a *Phaeomoniella chlamydospora* és a *Pleurostoma minimum* okozta fertőzések mennyisége (KUN - KOCSIS 2014). Egy másik vizsgálatban pedig az Esca betegség kialakulásában résztvevő *P. aleophilum* és a *P. chlamydospora* kórokozók ellen bizonyult hatékonynak a *Trichoderma* kezelés. A *Trichoderma* fajok emellett parazitálnak több *Botryosphaeria* fajt, illetve az alkalmazott gombatörzsek a szőlőnövény metszési sebeit kolonizálják (HALLEEN - FOURIE 2005).

Számtalan vizsgálat kutatta már a ***Trichoderma* fajok növényekre gyakorolt élettani hatásait**, mivel a feltételezések alapján a növény gyökérzetén keresztül képes a növekedési erély serkentésére. Ezzel kapcsolatban egy 1967-es kutatásban Lindsey és Baker arra jutott, hogy *T. viride*-vel kezelt törpe paradicsom palánták - steril körülmények között – magasságban 28 %-kal, tömegben pedig 8 %-kal múlták felül a kezeletlen kontroll növényeket (LINDSEY – BAKER 1967). Egy másik vizsgálatban megfigyelték, hogy a *Trichoderma harzianum*mal kezelt talajban csíráztatott magoncok (krizantém, meténg és borsfélék) gyorsabban fejlődtek és hamarabb hoztak virágot, nagyobb szárhosszt értek el, és tömegük is nagyobb volt (CHANG et al. 1986). Egy másik kutatás is hasonló eredményre jutott, amikor *Trichoderma koningii* és *T. harzianum* törzsekkel kezelt termesztési közegben dohány, retek, kukorica és paradicsom magokat neveltek. A vizsgálat igazolta, hogy magasabb arányú a kicsírázott magok száma a kezelt talajban, illetve a kezelt közegben növekedett növények száraz tömege is nagyobb, mint a kontroll növényeké (BAKER et al. 1984). Ezt a hatást az előzőekben ismertetett fajok mellett *Trichoderma longipile*, *T. tomentosum*, *T. asperillum* és a *T. aureoviride* fajok esetében is sikerült igazolni vizsgálatokkal. Ugyanakkor ezen fajok egyes törzsei között jelentős eltérések is lehetnek, amelyet a törzsek szelekciójával lehet befolyásolni. 2000-ben Rabeendran és munkatársai kísérletükben a *T. longipile* fajból szelektált négy különböző törzset vizsgáltak saláta palánta növények esetében (RABEENDRAN et al. 2000). Két törzs növelte a levél-, szár- és gyökértömeget, egy pedig csak a saláta levelére hatott, egy viszont nem fejtett ki semmilyen igazolható hatást a növények esetében.

A megfelelő hatás kiváltására a törzsek kiválasztásán túl a különböző mixtúrák alkalmazása jelenthet optimális megoldást. Az ilyen jellegű mixtúrák több *Trichoderma* fajt és/vagy törzset tartalmaznak, illetve kiegészülhetnek egyéb gombafajokkal is, mint például a *Glomus mosseae*. A *Glomus* nemzetségébe tartozó arbuszkuláris mikorrhiza gomba faj egy vizsgálatban a körömvirág állományok kezelésében, a *T. aureoviride*-vel kombinálva növelte meg a körömvirág biomassza tömegét. A kutatás során derült fény arra is, hogy a mikorrhiza együttműködés segítségével sokkal nagyobb hatást tud kifejteni a növekedésre a *T. aureoviride*, amelyet a *Glomus mosseae* faj micélium szövetéke tett számára lehetővé (CALVET et al. 1993). Azt is alátámasztották a kutatások, hogy a *Trichoderma* fajok növekedésserkentő hatása akkor a

legkifejezettebb, ha fizikai kontaktusba (rizoszféra vagy endofita úton) kerül a gyökérrzel (akár mikorrhiza segítségével). Azonban a közforgalomban is elérhető bioinokulátumok esetében mégis eltérő lehet az elvárt hatás, mert az eltérő környezettel szemben nagymértékben adaptív fajok hatékonysága jelentősen függ a változó felhasználási helyszíntől (környezet) és időjárási tényezőktől (klíma) is. Azt is sikerült bizonyítani a kutatóknak, hogy a *Trichoderma* fajok hatással vannak a növényekben található IAA (*indol-3-ecetsav*) koncentrációjára. Az indol-3-ecetsav az auxin hormon leggyakoribb szerkezete, amely a szár és a gyökér növekedésének irányításában, valamint terméskepződésben, a levél- és terméshullás kémiai szabályozásában vesz részt. Mindemellett a megnövekedett auxin eme változatának közvetlen jelenléte nem minden esetben jelent egyértelmű előnyt a növényi szervezetnek a fokozottabb növekedéshez. Sokkal inkább függ a növekedés üteme az egyéb növényi hormonok (pl.: etilén, GA3) egymáshoz viszonyított arányától (STEWART - HILL 2014).

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

#### 3.1 A vizsgálatok helyszínének bemutatása

Minden kísérlet befogadó helye a Tokaji borvidék volt, amely Északkelet-Magyarországon található és az egyik legismertebb és legjelentősebb borvidéke hazánknak. Hírnevét és különlegességét elsősorban az aszúboroknak köszönheti, amelyek elkészítését a *Botrytis cinerea* (botritisz) gombafaj által ősszel előidézett nemespenészes rothadásból származó aszúszemek tesznek lehetővé. A borvidék alapkőzeteit a térség vulkanikus tevékenységei jelentősen formálták. A borvidék legtöbb pontján a mállás nem indult meg, emiatt csak váztalajok alakultak ki. Az itt előforduló ásványok, kialakulásuk sorrendjében: vulkáni üveg, kaolit, zeolit ásványok (mordenit, klinoptillolit), agyagásványok (illit, montmorillonit). A szőlőterületek jelentős része riolit- és andezittufán kialakult lösz- és nyiroktalajon található, ahol a talajképzők általában rendkívül gazdagok ritka nyomelemekben (Ni, Pb, Ga, Te, Sc, Ti, Mn, Ba, Rb, La, Nb, Zn).

Az éghajlat kontinentális jellegű, amelyeket a meleg nyári hőmérséklet jellemez. Emellett gyakori a száraz, meleg késő őszi időjárás, ami kedvez az aszúszemek képződésének. A csapadék éves mennyisége a 100 éves átlag szerint 5-600 milliméter.

A vizsgálatok három helyszínen zajlottak a Tokaji borvidéken különböző kísérleti beállításokkal és értékelési módszerekkel kivitelezve. Az első helyszín és beállítás a Tokaji Kutatóintézet és Nonprofit Kft. Tarcalon lévő Bakonyi-dűlőben található ültetvényének a három sora volt (továbbiakban hivatkozásként Bakonyi/Bakonyi-dűlő), ahol metszést követően történt a *Trichoderma* szuszpenzió kijuttatása a metszési sebek kezelésére. A talaja erodált barna erdőtalaj, amelynek fő meghatározója a lösz (4. ábra).



4. ábra A tarcali Bakonyi-dűlő kísérleti beállítás műholdas képe (forrás: Internet 1)

A második kísérleti helyszín és beállítás a Tokaj mellett található üzemi ültetvény 4 sora volt a Dobó-dűlőben (továbbiakban hivatkozásként Dobó-dűlő), ahol a *Trichoderma* szuszpenzió kijuttatásának gyakorlati módszerei képezték a vizsgálatok alapját (5. ábra).



**5. ábra A tokaji Dobó-dűlő kísérleti beállítás műholdas képe (forrás: Internet 1)**

A harmadik helyszíne a *Trichoderma* sp. vizsgálatoknak a Legyesbénye mellett található szabadföldi terület, Értékes István oltványiskolája volt (továbbiakban hivatkozásként oltványiskola), ahol a szaporítóanyaggal kapcsolatos kutatások 4 sorban valósultak meg. A talaja jelentős tömegű hullóporos képződmény sok mállástermékkel, amely jellemzően réti talaj, helyenként magasabb agyagfrakcióval (6. ábra).



**6. ábra A legyesbényei oltványiskola kísérleti beállítás műholdas képe (forrás: Internet 1)**



A kísérleti területekkel kapcsolatos ültetvényi információkat az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat: A két kísérleti szőlőültetvény és az oltványiskola kiegészítő paraméterei

Helyszín	Telepítés éve	Alany	Fajta	Megjegyzés
Bakonyi-dűlő	1992	Teleki 5C	Hárslevelű 1007	Előregedett
Dobó-dűlő	1987	Teleki 5C	Furmint T85	Előregedett
Oltványiskola	2022	Teleki 5C	Furmint T85	Évente megújuló

### 3.2 A kísérleti beállítások bemutatása

A Bakonyi-dűlő kísérlet esetében három sor Hárslevelű 1007 szőlőklón Teleki 5C alanyon eltelepített szőlőtőkén történtek a kezelések és a vizsgálatok. A terület déli tájolású. A három sor némileg eltérő tőkés számú az 1. kezelt (ami az üzemi ültetvény 20. sora) 143 tőkéből, a 2. kezelt (ami az üzemi ültetvény 21. sora) 146 tőkéből, a 3. azaz a kezeletlen sor (ami az üzemi ültetvény 22. sora) pedig 147 kontroll tőkéből állt.

Különböző *Trichoderma* törzsek voltak a kezelésben alkalmazva. Konkrétan a Debreceni Egyetem által az adott területen (Bakonyi-dűlő) izolált *Trichoderma afroharzianum* (TR04), és *Trichoderma simmonsii* (TR05) törzsek kijuttatott spóra szuszpenziója,  $10^7$  sejt/ml koncentrációban. Az alkalmazás módja a metszést követően a metszési sebek felületére permetezve március elején történt (7. ábra).



7. ábra A Bakonyi-dűlő egyik *Trichoderma* sp. kezelt tőkájének metszési sebfelülete (saját felvétel)

A Dobó-dűlőben Furmint T85-ös szőlőklón Teleki 5C alanyon eltelepített üzemi szőlőültetvényben folytak a kísérletek a *Trichoderma* sp. alkalmazásával kapcsolatban. A terület dél-keleti fekvésű. Az ültetvényben, 2 sorban két-két blokkban történtek az eltérő kezelések. Egy-egy sorban 50-50 tőke

talajszellőztetéssel kapott *Trichoderma* szuszpenziót, 50-50 tőke pedig beöntözéssel kapta meg a kezelést, illetve 50-50 tőke kontrollként volt vizsgálva. A *Trichoderma sp.* fajokat tartalmazó szuszpenzió a TR04 és TR05 törzseket tartalmazta  $10^7$  sejt/ml koncentrációban, amely megegyezik a Bakonyi-dűlőben felhasználtakkal. Az alkalmazás ideje a vegetációs időszak első felében, májusban történt egyrészt talajszellőztető gép segítségével a talajba kb. 70-85 centiméter mélységben, másrészt pedig vödörrel a tőkefejhez kijuttatva. A talajszellőztető eszköz egy KUBOTA KX016-4 minikotró, amely egy ATLAS COPCO kompresszort vontatott, 60 literes folyadéktartállyal kapcsolva. A hidraulikus bontókalapács DEMOTER típus volt, 12 bar nyomású levegő kiengedésére képes, amelyhez körülbelül 1-2 deciliter folyadékot kever hozzá a rendszer (8. ábra).



**8. ábra A Dobó-dűlőben történt talajszellőztetéses (fent) és beöntözéses (lent) *Trichoderma sp.* kísérletek (saját felvétel)**

Az oltványiskolában történt vizsgálatok több alkalmazási területet érintettek (9. ábra).

Az első kísérleti beállítás GTD beteg tőkékről származó Furmint T85-ös vesszők Teleki 5C alanyra történő leoltásait az oltvány előállítás és nevelés folyamatában vizsgálta. Ebben a kísérletben az oltócsapok (15-15 darab kezelt, 15 db kontroll) és az alanyvesszők (15-15 darab kezelt, 15 db kontroll)

áztatása a konvencionális (fungicidés vizes oldat -kontroll) alkalmazás mellett a *Trichoderma* TR04, TR05 törzseket tartalmazó szuszpenziós oldatban ( $10^7$  sejt/ml koncentráció 1:20 hígítási arányban) valósult meg 24 órán keresztül az oltást megelőzően. A GTD tünetes tőkék (összesen 5 darab) szelekciója (és szerológiai vizsgálata) 2021 szeptemberében történt meg, a kezelésekre pedig március végén került sor, amelyet oltványiskolai nevelés követett (kiültetés május elején, felszedés november elején). A tünetes tőkék szelekciójából 2 darab tőkéről történt meg a csapvessző szedése, mert ezekben voltak kimutathatóak a GTD patogének (*Diaporthe sp.* és *Diplodia seriata*).

A második oltványiskolai kísérleti beállításba a kiültetett, standard Furmint T85-ös klón Teleki 5C alanyra oltott oltványai kerültek. A vizsgálatban 3x3 véletlenszerűen kijelölt blokk szerepelt, ahol 200-200 darab oltvány volt elültetve nevelés céljából. A terület üzemi célokat (oltvány-előállítás) szolgált, így standard művelésben részesült (növényvédelem, fitotechnika, sorközművelés, öntözés). Az alkalmazott kezelésben a *Trichoderma sp.* fajokat tartalmazó szuszpenzió TR04 és TR05 törzseket tartalmazta  $10^7$  sejt/ml koncentrációban, amely az oltványokra lett ráöntözve.

Mindkét oltványiskolai kezelésben megegyezett a *Trichoderma sp.* izolátumok koncentrátuma és összetétele a Bakonyi- és Dobó-dűlőben alkalmazottakkal.



**9. ábra A legyesbényei oltványiskola kísérletei, balra a GTD tünetes szaporítóanyagok áztatása, jobbra a beöntözéses állomány a kezelés időpontjában (saját felvétel)**

### **3.3 Az alkalmazott vizsgálati módszerek és eszközök**

Minden kísérlet esetében egy általános meteorológiai adat-felvételezés és értékelés történt meg a vegetációs időszakra vonatkozóan. A környezeti paramétereket összegző meteorológiai adatokat egy Boreas meteorológiai állomás szolgáltatta (a Tokaji Kutatóintézet üzemeltetésében), amely minden beállításhoz nagyjából egyenletes távolságra található (Bodrogkeresztúr – Dereszla meteorológiai

állomás). Az éghajlati adatsorból a csapadék, illetve a hőmérsékleti adatok kerültek értékelésre (pl. Huglin-index).

A Bakonyi-dűlő kísérlet esetében az ültetvény vizuális GTD monitoringja történt meg a vegetáció során, azaz megfigyelés által a tünetes tőkék megjelenései voltak követve a kezelést megelőzően (2021) és azt követően (2022). Emellett a 2023-as metszést követően a vesszősúly (kézi súlymérővel), a fő- és mellékajtások száma, továbbá metszés helyén aajtások átmérőjének a felmérése történt meg (digitális tolómérővel). Valamint random mintavétellel (soronként 5-5 darab minta) szerológiai laborvizsgálatok is történtek a *Trichoderma* sp. törzseinek a visszaizolálása és a GTD patogének felderítése céljából. A molekuláris azonosítást a Debreceni Egyetemen végezték el a gombáknál legelterjedtebben használt rDNS régióban található molekuláris markerek, az ITS1 (Internal Transcribed Spacer) és az ITS2 szekvenciák segítségével. A micéliumok feltárását ezt követően MagnaLyser (Roche Magyarország Kft.) készülékkel végezték el. A DNS minták kinyeréséhez NucleoSpin® Plant II (Macherey-Nagel) kitet alkalmazták. Az izolátumokat (DNS) 0,8%-os agaróz gélben (TAE pufferrel) futtatták. A PCR reakcióban a felhasznált polimeráz, a GoTaq GreenMaster (Promega) volt. A PCR reakciókat 25 µl térfogatban végezték el, amelyhez 12,5 µl GoTaq GreenMaster polimeráz enzimet (Promega), 0,4-0,4 nmol/µl primereket (IBA), valamint a 12-50 ng templát DNS-t használtak fel (2. táblázat). Az eredmények tekintetében a kontroll és a kezelt tőkék esetében is a GTD patogének és a *Trichoderma* sp. TR04, TR05 törzsek jelenléte volt releváns (2021-ben és 2022-ben).

**2. táblázat: Endofita és GTD patogének azonosításához alkalmazott molekuláris markerek**

Molekuláris markerek	Faj	Primer	Szekvencia	Irodalom	T* (°C)
ITS1/ITS2	Endofita és GTD kórokozó	ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC	White et al., 1990	53
		ITS5	GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG		
	<i>Trichoderma</i> sp.	SR6R	AAGTAGAAGTCGTAACAAGG		50
<i>tefl</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	LR1	GGTTGGTTTCTTTTCTT	Carbone-Kohn, 1999	59
		EF1 728F	CATCGAGAAGTTCGAGAAGG		
chi 18-5 ( <i>ech42</i> )	<i>Trichoderma harzianum</i>	EF1 986R	TACTTGAAGGAACCCCTTACC	Kullnig és Gradinger et al., 2002	55
		Chit42-1a	GCTYTCCATCGGTGGCTGGAC		
		Chit42-2a	GGAGTTGGGGTAGCTCAGC		

\*Anelláció hőmérséklet

Beszerezés forrása: IDT, Németország

A Dobó-dűlőben történt vizsgálatokban a GTD tünetes tőkék monitoringja (2021-2022) történt meg a vegetációban. Emellett 2022. július végén a VitiCanopy® program segítségével pedig a levélfelületi index (LAI – Leaf Area Index) értékei lettek rögzítve egy-egy tőke esetében. A tőkék alsónézeti képét egy algoritmus segítségével elemzi ki a program és mutatja meg, hogy mekkora a lombzat kiterjedése a talajfelszínhez képest (LAI = levél területe / talaj területe, m<sup>2</sup> / m<sup>2</sup>). Így minél magasabb a becsült érték, annál nagyobb a levélfelülete/lombzata az adott tőkének. Ebből az adatból a biomassza produktumra is lehet következtetni. A tőkéről származó lemetszett vesszőtömegek felmérésére is megtörtént a kísérlet folyamán (2023. február végén-március elején) hasonlóan a Bakonyi-dűlőhöz. Emellett a már ismertett

módon és céllal GTD patogének és *Trichoderma sp.* törzsek visszaizolálása in vitro valósult meg random mintavétel segítségével (5-5 darab tőke kezelésenként, és 5 db kontroll tőke).

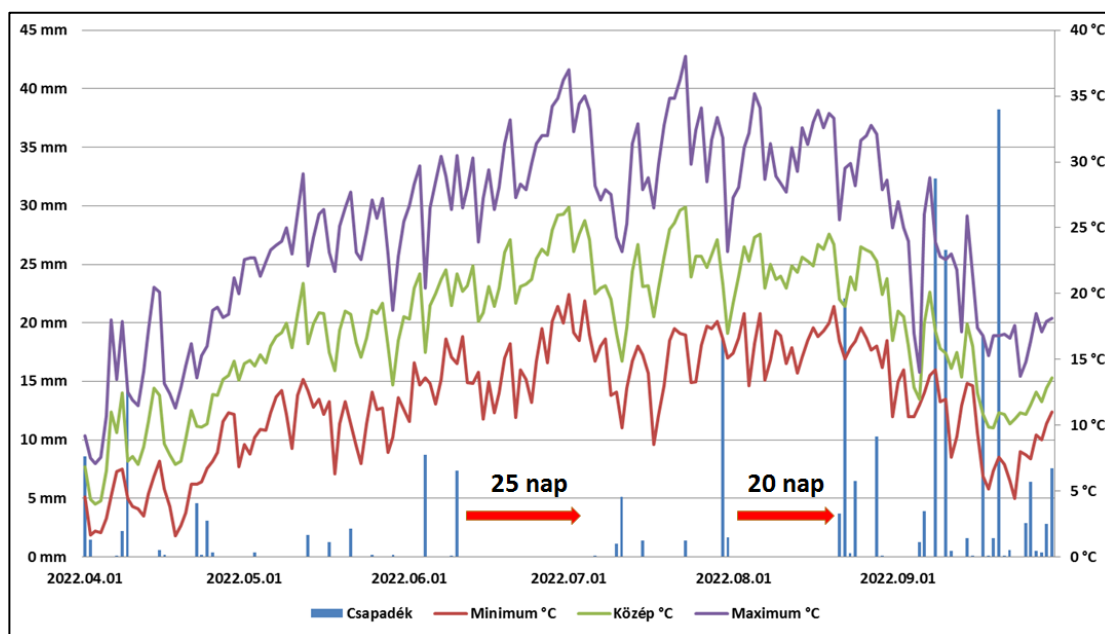
Az oltványiskolai kísérletek során alkalmazott módszerek közül a vegetációs időszakban a hajtások hosszának lemérése történt meg minden esetben közvetlenül az augusztusi csonkázásuk (hajtás visszavágásuk) előtt. Emellett szintén a már ismertetett módon szerológiai vizsgálatok történtek a GTD patogénekre és a *Trichoderma sp.* törzsekre irányulóan az oltvány felszedését követően 5-5 darab mintán. A GTD gombafajok jelenlétének vizsgálata különösen a tünetes tőkék szaporítóanyagával történt beállításban volt fontos. Az oltványok felszedése után a gyökerek hosszának a lemérése valósult meg az értékelés során.

A statisztikai értékelés és egyes diagramok elkészítése a Past 4®-es statisztikai program segítségével történt.

## 4. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

### 4.1 Meteorológiai adatok általános értékelése

Az 2022-es évben jelentős vízhiány volt tapasztalható a vegetációban és az azt megelőző időszakban is. A téli feltöltődés során is mérsékelt volt a csapadékmennyiség a Tokaji Borvidéken, így a talaj vízfelvétele és -tárolása korlátozott volt. A Boreas meteorológiai állomás adatai alapján 2015 és 2021 között átlagosan 240 milliméter hullott az október-márciusi időszakban. Az adatsorokban az alsó érték 148 mm (2019) a felső érték pedig 355 mm (2016) volt. A csapadékmennyiség 2021. október 1. és 2022. március 31. között 212 milliméter volt a meteorológiai állomáson, így valamivel az utóbbi nyolc év átlaga alatt alakult a mennyisége. Az 2022-es vegetációs időszakban többször jelentkezett csapadékhiány, valamint olyan meleg a periódusok, amelyek légköri aszályt is előidéztek és fokozták a transpirációt. A 10. ábra mutatja be a Boreas állomás méréseit, amely szerint 2022. április 1-től szeptember 30-ig összesen 276,8 milliméter csapadék esett (augusztus 14-ig pedig mindössze 88 milliméter hullott).



10. ábra A hőmérséklet és a csapadékmennyiség napi alakulása 2022. április 1. és szeptember 30. között, hosszabb csapadékmentes periódusokkal (nyilak) (saját szerkesztés)

A diagramon látható, hogy június elejétől 30 °C közelében vagy felette alakultak a hőmérsékleti maximumok. Ez ideális lett volna a szőlő fejlődéséhez, de a vízhiány és a talajból felvehető tápelemek relatív hiánya visszafogta a szőlő hajtásrendszerének növekedését. Augusztus közepére már 140 és 180 milliméter között volt az átlagos csapadékhiány, vagyis annival kevesebb eső hullott a Tokaji Borvidéken a korábbi évekhez képest, az OMSZ adatai alapján (Internet 2). A csapadék eloszlása nem volt

egyenletes, előfordult olyan periódus, amikor 20-25 napig nem hullott eső. A száraz periódusok hosszabbak voltak, mint a csapadékos időszakok. Ahogy látható a 10. ábrán is külön jelölve vannak a leghosszabb száraz egybefüggő időszakok, illetve a kék oszlopok (csapadékesemény) száma is az X-tengely végénél nagyobb és sűrűbb (augusztus-szeptember). A rövid, 1 napig jelentkező esős napok domináltak a vegetációs időszakban, amelyek hasznosulása erősen kérdéses. 20 milliméter körüli vagy afeletti csapadékmennyiség csak augusztustól jelentkezett az adatokat rögzítő meteorológiai állomáson. A száraz periódusok átlagosan 1-10 napig húzódtak el. Összességében a teljes vegetációban hullott csapadék mennyisége a harmadik legalacsonyabb érték volt az elmúlt 8 évben.

A csapadékhiány a talajban is determinálta a hasznosítható víz mennyiségét, amely mint oldószer és szállítóközeg nem segítette a tápelemek felvehetőségét. Az üzemi ültetvényekben az volt tapasztalható a vegetációban, hogy a hajtásnövekedés több helyen redukálódott. Egyrészt a vesszőnövekmény hossza, másrészt a vastagsága is elmaradt a korábbi évektől. Emellett a hónaljképződés is visszafogott volt, így hónaljzásra sem került sor az ápolási munkák során az ültetvényekben. A hajtások csonkázását is elég volt egy alkalommal elvégezni. A levelek halványabb zöld színűek voltak már július elején, amely mutatta a tápelemek felvehetőségének korlátozottságát. A vesszők fásodása is korábban megindult az ültetvényekben, július közepén több olyan tőkét is meg lehetett figyelni, amelynek minden vesszője már teljesen befásodott. Ezek a vegetációban tapasztalt tünetek és élettani folyamatok javarészt visszavezethetők a talaj hasznosítható víztartalmára, amely az OMSZ közlése szerint csak 25-27 százalékra korlátozódott 0-100 centiméteres mélységben a Tokaji Borvidéken (2022. július végén).

A vizsgálatok során (ex situ) a hőmérsékleti tényezők vegetációs hatásainak értékelésére az aktív és az effektív hőösszegek mellett a Huglin-index paraméterei lettek összehasonlítva, kiértékelve (3. táblázat).

**3. táblázat: A 2015-2022 évek aktív, effektív hőösszegének és a Huglin-index értékei a vegetációs időszakban (április 1-szeptember 30.)**

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Aktív hőösszeg</b>	1540,3 °C	1381,7 °C	1328,3 °C	1582,1 °C	1436,8 °C	1289,9 °C	1370,2 °C	1529,9 °C
<b>Effektív hőösszeg</b>	3022,9 °C	2786 °C	2711 °C	3029,1 °C	2876,7 °C	2666,8 °C	2683,4 °C	2892 °C
<b>Huglin-index</b>	2298,03 °C	2248,63 °C	2124,83 °C	2488,05 °C	2250,99 °C	2086,3 °C	2002,82 °C	2372,7 °C

Ahogy az látható a táblázatban az aktív és az effektív hőösszegek tekintetében a harmadik legmagasabb értéket mutatja a 2022-es vegetációs időszak (a 2018-as és 2015-ös évet követve). Ugyanakkor a Huglin-index értéke a második legmagasabb volt a 2018-as év után. Összességében tehát a 2022-es év jóval melegebbnek és szárazabbnak tekinthető az adatok alapján, mint az elmúlt 8 év többsége, vagy átlaga. Így kérdéses lehet a vízhiány tekintetében a *Trichoderma sp.* törzsek eredményes

kolonizációja is. Ugyanakkor a kora tavasszal (Bakonyi) és tavasszal (Dobó) történt kezelések esetében kedvezőbb tőkekondíció volt tapasztalható a kezelt tőkék esetében a kontroll állománnyal ellentétben.

## 4.2 Bakonyi-dűlő kísérleti beállítás eredményei

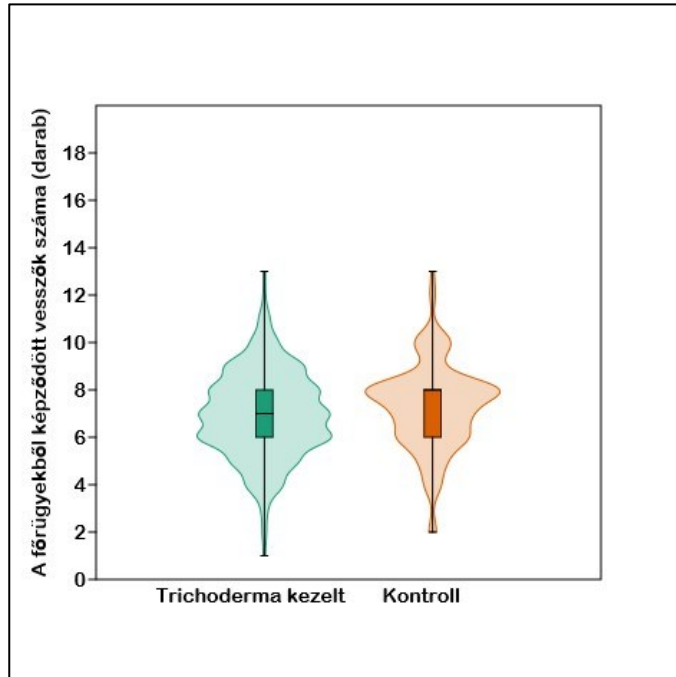
A Bakonyi-dűlőben történt kísérlet során a Hárslevelű 1007-es klón tőkék vizuális monitoringja alapján a GTD tünetes tőkék számának csökkenése volt tapasztalható a kezelt sorok esetében (4. táblázat). Ugyanakkor ezt statisztikai módszerekkel a két év függvényében nem lehetett alátámasztani. A vizuális megfigyelések során a kezelt sorok kedvezőbb tőkekondíciót mutattak, mint a kontroll sor. Vagyis vitálisabbaknak mutatkoztak, ami gyorsabb vesszőnövekedést, sötétebb zöld leveleket jelentett a megfigyelések során.

4. táblázat: A 2021-ben és 2022-ben tapasztalt GTD tünetes tőkék száma (darab) a Bakonyi-dűlőben

	1. kezelt sor	2. kezelt sor	3. kontroll sor
2021	5	8	7
2022	3	2	9

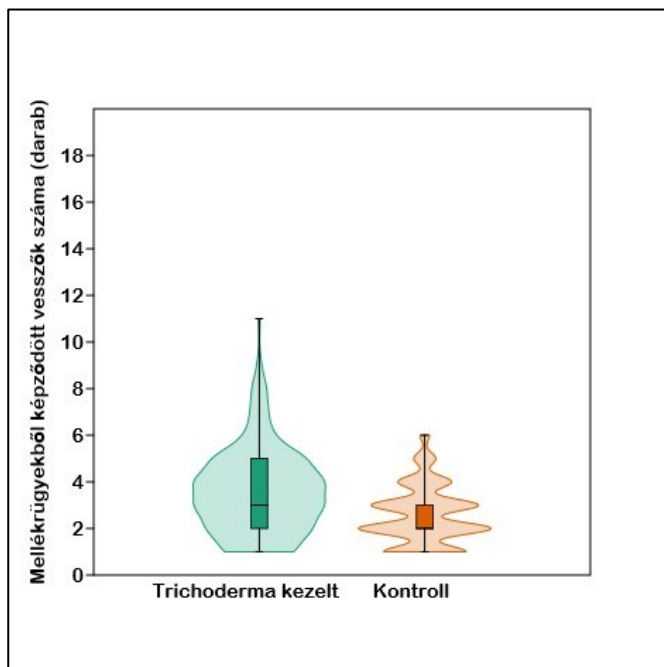
A képződött vesszők számában már jelentősebb és mérhető eltérések voltak a *Trichoderma* kezelt sorok és a kontroll sor között. Először a főrügyekből képződött vesszők mennyisége került statisztikai értékelésre. A normalitás teszt során az adatsor nem normális eloszlásúnak bizonyult (Shapiro-Wilk W), emiatt a varianciaanalízis során a Kruskal-Wallis próba ( $p > 0,01$ ) és Mann-Whitney párosítás elvégzése volt célszerű statisztikai módszer az összehasonlításra. Ennek alapján a főrügyeken képződött hajtások számában nem volt szignifikánsan igazolható különbség (11. ábra).





**11. ábra** A metszéskori vesszőmennyiség mérések értékei (darab) a főrügyek esetében, a Bakonyi-dűlőben (forrás: Past, saját szerkesztés).

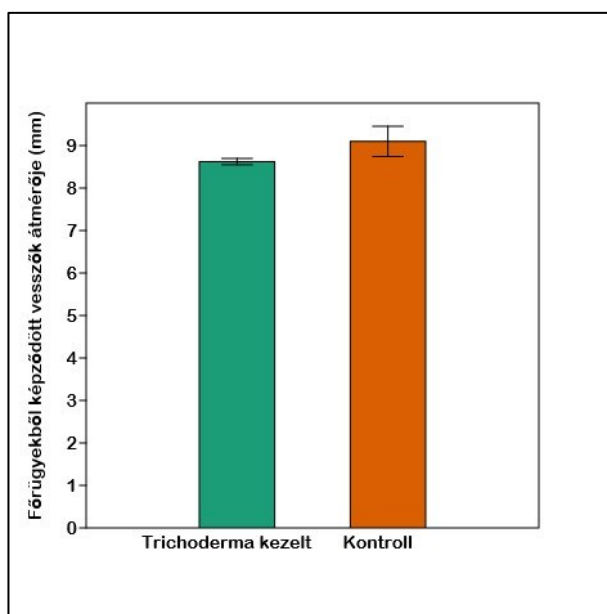
A mellékrügyekből képződött vesszők száma során ugyanaz a statisztikai módszer alkalmazása történt meg. Ebben az esetben is normalitás teszt során az adatsor szintén nem normális eloszlásúnak bizonyult (Shapiro-Wilk W), így a varianciaanalízis során a Kruskal-Wallis próba ( $p > 0,01$ ) és Mann-Whitney párosítás elvégzése valósult meg. Ennek alapján a mellékrügyek hajtásszáma között szignifikánsan igazolható különbség a *Trichoderma* kezelt tőkék és a kontroll tőkék között (12. ábra).



**12. ábra** A metszéskori vesszőmennyiség mérések értékei (darab) a mellékrügyek esetében, a Bakonyi-dűlőben (forrás: Past, saját szerkesztés).

Az adatok értékeléséből úgy látszik, hogy a mellékrügyek fakadásának indukálására hatott a kezelés, amelynek háttérben minden bizonnyal hormonális hatások játszanak közre. Emiatt gyakorlati szempontból megközelítve a *Trichoderma sp.* törzsek alkalmazásánál számítani kell a többlet fitotechnikai munkákra a szőlészetben, mivel a másodlagos hajtásokat jellemzően eliminálják a tőkéken. Ugyanakkor amennyiben valamilyen hatás miatt szükség lenne a főhajtások pótlására vagy kiegészítésére, akkor célszerű lehet *Trichoderma sp.* fajokat tartalmazó biostimulátor alkalmazása.

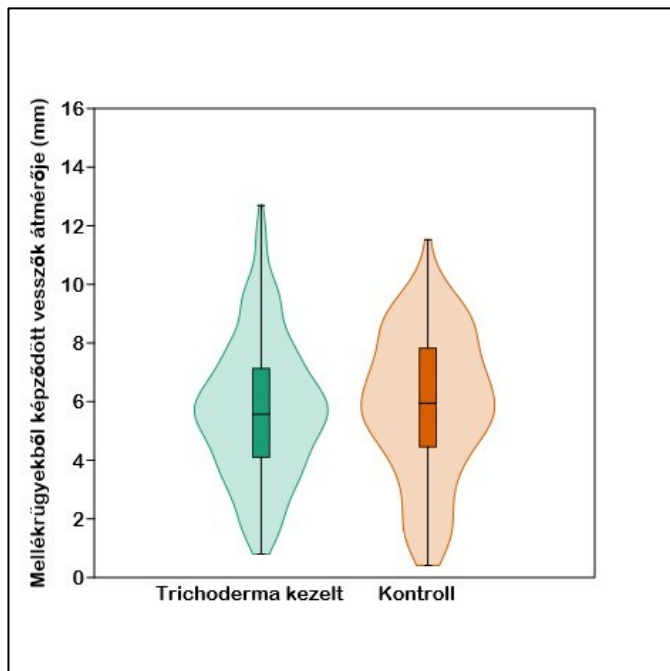
A lemetszett részeken történt tolómérős vizsgálatok a metszést követően megmaradt csapokon valósultak meg (legvastagabb része a vesszőknek), amelyek esetében is tapasztalhatóak voltak eltérések a kontroll és a kezelt sorok között. A normalitás teszt során a főrügy hajtásainak az átmérői ugyancsak nem normális eloszlásúnak bizonyultak (Shapiro-Wilk W), emiatt a varianciaanalízis során a Kruskal-Wallis próba ( $p > 0,01$ ) és Mann-Whitney párosítás elvégzésére került sor. A 13. ábrán is látható minimális eltérés nem volt igazolható statisztikai szempontból, láthatóan a kontroll tőkék esetében nagyobb szórással is kell számolni.



**13. ábra A metszéskori vesszőátmérők (milliméter) a főrügyek esetében, a Bakonyi-dűlőben (forrás: Past, saját szerkesztés).**

A mellékrügyeken képződött vesszők átmérőinek az értékelésben ugyanaz a statisztikai módszer alkalmazása történt meg. A normalitás teszt során az adatsor nem normális eloszlásúnak mutatkozott (Shapiro-Wilk W), így a varianciaanalízis során a Kruskal-Wallis próba ( $p > 0,01$ ) és Mann-Whitney párosítás elvégzése történt meg. Ennek alapján a mellékrügyekből nőtt vesszők legvastagabb részei között nem volt szignifikánsan igazolható különbség a *Trichoderma* kezelt tőkék és a kontroll tőkék között (14. ábra). Ugyanakkor az látszik a violin boxplot diagramon, hogy a *Trichoderma sp* kezelt tőkék vessző

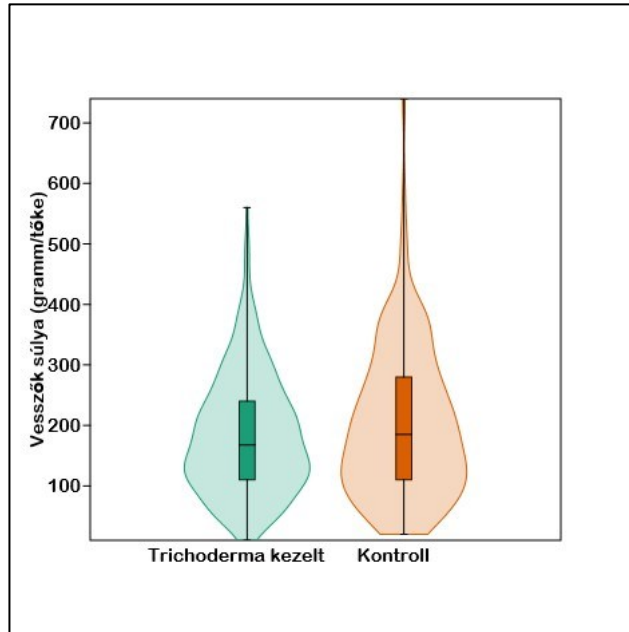
vastagabbak is lehetnek a kontrollhoz képest a mellékrügyek esetében. De a kontroll tőkék átlaga magasabbnak tűnik.



**14. ábra** A metszés kori vesszőátmérők (milliméter) a mellékrügyek esetében, a Bakonyi-dűlőben (forrás: Past, saját szerkesztés).

A vessző átmérők tekintetében nem volt kimutatható különbség egyik esetben sem (főrügy, mellékrügy). Amely azt jelzi, hogy vastagságban nincs eltérés a kezelt és a kontroll tőkék között annak ellenére, hogy több mellékrügyről képződött hajtás a *Trichoderma sp.* kezelés hatására. A nem statisztikai méret különbség magyarázata az lehet, hogy a tőkéknek korlátozottak a növekedési képességei, így ha több vessző fejlődik rajtuk, akkor arra arányosan kevesebb tápanyag jut, mint ahol alacsonyabb azok mennyisége.

A vesszők súlyának vizsgálatokor a már említett digitális kézi mérleggel történt egy-egy tőke összes hajtásának a megmérése. A normalitás teszt során a vesszősúlyok adatsora szintén nem normális eloszlásúnak mutatkozott (Shapiro-Wilk W), emiatt a varianciaanalízis során a Kruskal-Wallis próba ( $p > 0,01$ ) és Mann-Whitney párosítás elvégzése történt meg. Ez alapján a 15. ábra violin boxplot diagramján látható minimális eltérés nem igazolható, így tőkéről származó vesszősúlyok esetében nincs különbség a kezelt és a kontroll között.



15. ábra A metszésekori vesszősúly mérések értékei (gramm/tőke) a Bakonyi-dűlő kísérletben (forrás: Past, saját szerkesztés).

Helytálló lehet ebben a vizsgálatban is a korábbi megállapítás, azaz a kevesebb összes vessző mennyiség (főügyről, mellékügyről nőtt) nagyobb súlyt eredményezhet, de nem statisztikailag is igazolhatóan. Ezt is alátámaszthatja az a fitotechnikai művelet, amikor a főhajtásokról letörlik a hónaljajtásokat a szőlő esetében, így az oldalirányú növekedést blokkolva a vesszők felfelé nőnek és ezáltal jobban is megvastagodnak.

In vitro történt meg a Debreceni Egyetemen 5-5 tőke szerológiai vizsgálata, amelynek a célja az volt, hogy a két leggyakoribb GTD patogén (*Diplodia seriata*, *Diaporthe sp.*) előfordulási aránya a kezelt és kontroll sorok esetében kiderüljön. A két patogén együttes előfordulása is a vizsgálat tárgya volt. Továbbá a *Trichoderma sp.* törzseinek (TR04, TR05) a visszaizolására is sor került, amellyel igazolható a szőlőtőkékben a jelenlétük a kijuttatást követően (5. táblázat). A 2021-ben kijelölt tőkék újra mintázása a vegetációs időszak végén valósult meg 2022-ben.

5. táblázat: A 2021-es és 2022-es szerológiai vizsgálatok eredménye (százalék) a Bakonyi-dűlőben

Sor	Izolációs gyakoriság							
	<i>Diaporthe sp.</i>		<i>Diplodia seriata</i>		D x D*		<i>Trichoderma</i> TR04, TR05	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1. kezelt	20%	0	80%	0	20%	0	0	100%

<b>2. kezelt</b>	40%	0	60%	0	0	0	0	100%
<b>3. kontroll</b>	40%	20%	80%	80%	40%	20%	0	0

\*A két kórokozó párhuzamos előfordulása (D x D)

Az eredmények alapján azt lehet megállapítani, hogy a *Trichoderma sp.* kezelésekből származó törzsek jelenléte a tőkékben minden esetben szerológiai vizsgálatokkal igazolható. Vagyis a metszési sebfelületeken keresztül megtörtént a kolonizáció az összes mintázott tőke esetében. A *Diaporthe sp.* és *Diplodia seriata* patogének vizsgálatából az látszik, hogy a kezelt tőkénél csökkent a kórokozók előfordulási aránya, illetve nem is voltak jelen a mintákban. Valószínűleg a *Trichoderma sp.* hiperparazitálta ezeket a gombafajokat. Azonban nem lehet ezt statisztikai módszerekkel alátámasztani a kis mintaszám miatt.

#### 4.3 Dobó-dűlő kísérleti beállítás eredményei

A Dobó-dűlőben történt GTD tünetes tőkék monitoringja során 2021-ben és 2022-ben sem lehetett nagyobb fokú fertőzöttséget tapasztalni. Az egymással párhuzamosan futó, azonos kezelést kapott blokkok között nem lehet érdemi különbséget megállapítani a kezeléseket hatásait illetően, de a fertőzésre utaló lomb elváltozások száma csökkent. Látszólagosan a GTD tünetet mutató tőkék száma csökkent a *Trichoderma sp.* kezelt blokkokban, viszont statisztikai módszerekkel ez ebben az esetben sem alátámasztható (6. táblázat).

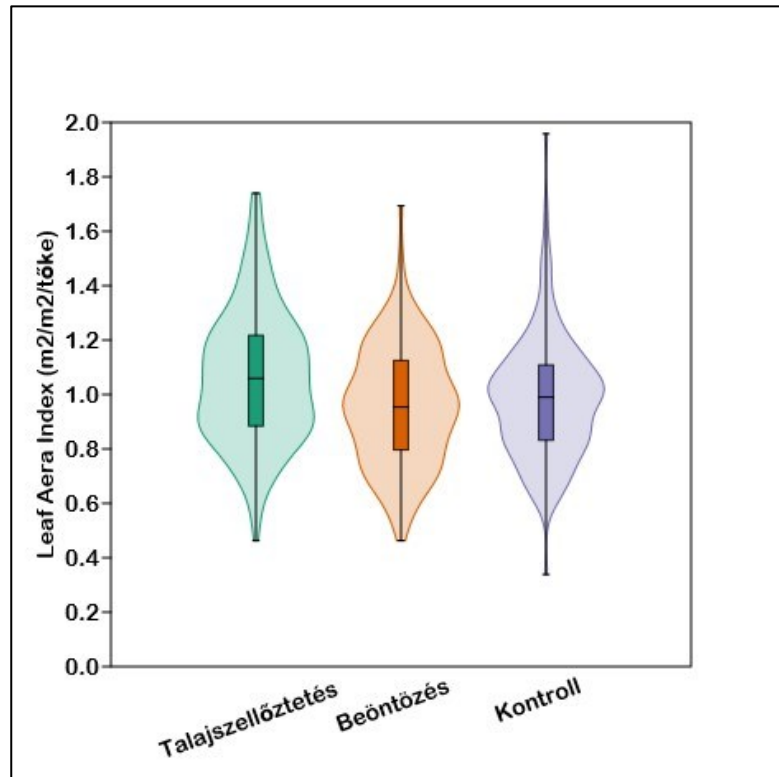
6. táblázat: A 2021-ben és 2022-ben tapasztalt GTD tünetes tőkék száma (darab) a Dobó-dűlőben

	Beöntözött blokkok	Talajszellőztetett blokkok	Kontroll blokkok
<b>2021</b>	7	3	8
<b>2022</b>	1	0	6

A LAI (Leaf Area Index) mérésekre 2022. július végén került sor, amikor vizuális eltérést a kezelési mód szerint nem lehetett tapasztalni. Ebben az időszakban a kontroll blokkok esetében nagyobb fokú aszálytünetek (fakulás, levélszélek száradása, fűrttünetek) voltak megfigyelhetőek (16. ábra).



**16. ábra A kezelt blokkok (fent) enyhébb aszálytünetet mutattak az állományban, mint a kontroll (alul) blokkok a Dobó-dűlőben (saját felvétel).**

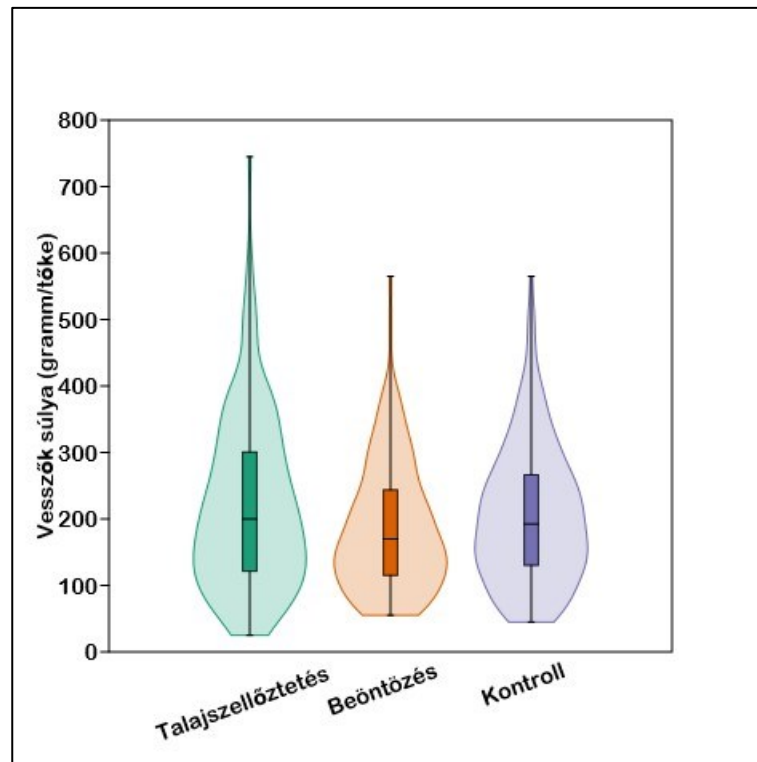


17. ábra A Leaf Area Index (LAI) VitiCanopy szoftver méréseinek az eredménye a Dobó-dűlőben ( $m^2/m^2/tőke$ ) (forrás: Past, saját szerkesztés).

A LAI eredmények statisztikai értékelésben is a normalitás követelményének nem teljesülése miatt (Shapiro-Wilk W), az elvégzett varianciaanalízis alkalmával a Kruskal-Wallis próba ( $p > 0,01$ ) és Mann-Whitney párosítás segítségével történt az adatsorok összehasonlítása. Mind a talajszellőztetéssel, mind a beöntözéssel kijuttatott *Trichoderma sp.* szuszpenzió szignifikánsan nagyobb LAI értékeket eredményezett, mint a kontroll állomány (17. ábra). Ugyanakkor a talajszellőztetés és a beöntözés adatsorai között is szignifikáns különbség mutatkozott. Vagyis a legmagasabb lombfelületi index értékeket a talajszellőztetéssel kijuttatott *Trichoderma sp.* törzsek (TR04, TR05) eredményei adták. Ez a módszer lehet a legeredményesebb, amennyiben gyakorlati szempontból szükséges a nagyobb, magasabb fokú szintézisre képes lombzat kialakulásának az elősegítése a szőlőültetvényekben. A *Trichoderma sp.* kezelések, minden esetben jobbnak bizonyultak ebben az indexben, a kontrollhoz képest, emiatt bármely kijuttatási forma előnyös lehet a gyakorlatban.

A vesszősúlyok lemérése a Dobó-dűlő kísérletekben, a metszést követően is megtörténtek mind a talajszellőztetéses, beöntözéses blokkok, mind a kontroll blokkokra vonatkozóan. A 18. ábra violin boxplot diagramja mutatja be a mérések eredményeit. A talajszellőztetéssel kijuttatott *Trichoderma sp.* törzsek esetében szignifikánsan igazolható különbség volt tapasztalható a kezelés hatására. Ebben vizsgálatban is a normalitás teszt során az adatsor nem normális eloszlásúnak bizonyult (Shapiro-Wilk W), így a varianciaanalízis alkalmával a Kruskal-Wallis próba ( $p > 0,01$ ) és Mann-Whitney párosítás elvégzése

valósult meg. Ez igazolta, hogy a talajszellőztetés és *Trichoderma sp.* kezelés együttese nagyobb vesszősúlyt eredményezett tőkénként, mint a beöntözés, illetve a kontroll.



18. ábra A metszésekori vesszősúly mérések értékei (gramm/tőke) a Dobó-dűlőben (forrás: Past, saját szerkesztés).

A nagyobb vesszősúly egyik magyarázata lehet a tömörödött talajú sorközök lazítása a szellőztetéssel, amely kedvezőbb feltételeket teremtett a *Trichoderma sp.* törzsekkel kiegészítve, mint a beöntözés. Emiatt ajánlott lehet a gyakorlatban ennek a kijuttatási módnak az alkalmazása. Remélhetően kutatási eredményekre épülő újabb vizsgálatok is igazolják a módszer hatékonyságát és újabb hipotézis kerülhet megerősítésre ennek hatásmechanizmusáról.

A Dobó-dűlő esetében is in vitro valósult meg 5-5 tőke szerológiai vizsgálata a Debreceni Egyetemen. Ismételten a két leggyakoribb GTD patogén (*Diplodia seriata*, *Diaporthe sp.*) előfordulási arányának a felderítése volt a cél a kezelt és kontroll blokkok esetében. Szintén a két patogén együttes előfordulása is a vizsgálat tárgya volt. Valamint a *Trichoderma sp.* törzseinek (TR04, TR05) a visszaizolálására is sor került, amellyel ugyancsak igazolhatóvá vált a szőlőtőkékben a jelenlétük (7. táblázat). A 2021-ben kijelölt tőkék újra mintázása a vegetációs időszak végén valósult meg (2022-ben).



7. táblázat: A 2021-es és 2022-es szerológiai vizsgálatok eredménye (százalék) a Dobó-dűlőben.

Blokkok	Izolációs gyakoriság								
	<i>Diaporthe sp.</i>		<i>Diplodia seriata</i>		D x D*		<i>Trichoderma</i> TR04, TR05		
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	
Talajszellőztetés 1. blokk	0	0	20%	0	0	0	0	0	100%
Talajszellőztetés 2. blokk	40%	0	80%	0	20%	0	0	0	100%
Beöntözés 1. blokk	20%	0	60%	0	20%	0	0	0	100%
Beöntözés 2. blokk	40%	0	60%	0	40%	0	0	0	100%
Kontroll 1. blokk	40%	40%	60%	80%	40%	40%	0	0	0
Kontroll 2. blokk	40%	20%	80%	80%	20%	20%	0	0	0

\*A két kórokozó párhuzamos előfordulása (D x D)

A szerológiai eredmények alapján azt lehet megállapítani, hogy a *Trichoderma sp.* kezelések minden esetben kimutathatóak a blokkokban. A Dobó-dűlőben is megtörtént a kolonizáció a metszési sebfelületeken keresztül minden mintázott tőkénél. A *Diaporthe sp.* és *Diplodia seriata* patogének esetében a kísérletben a kezelt tőkékben csökkent, sőt teljesen megszűnt a kórokozók jelenléte. A *Trichoderma sp.* valószínűleg ebben a beállításban is hiperparazitálta kórokozó gombafajokat. Statisztikai módszerrel viszont ez nem igazolható.

#### 4.4 Oltványiskolai kísérleti beállítás eredményei

Az oltványiskolai kísérletek egyik fontos része volt a tünetes tőkékről származó oltványok vizsgálata szerológiai szempontból. A már ismertetett formában, két ismétlésben történt meg az oltócsapok és az alanyvesszők áztatása, amelyek mind GTD patogénekkal voltak fertőzöttek. A korábban már bemutatásra került módszer alapján a *Diaporthe sp.* és a *Diplodia seriata* patogének együttes jelenléte volt kimutatható a két tünetes tőke esetében. Emiatt kiemelt jelentőséggel bír a *Trichoderma sp.* törzsek hatékonyságának kérdése a patogénmentesítés szempontjából is.

Ugyanakkor annak is nagy jelentősége van az eredmények alapján, hogy az oltvány előállításban alkalmazott fungicidek (jellemzően a *Botrytis cinerea* ellen) helyettesíthetőek e alternatív, környezetbarát

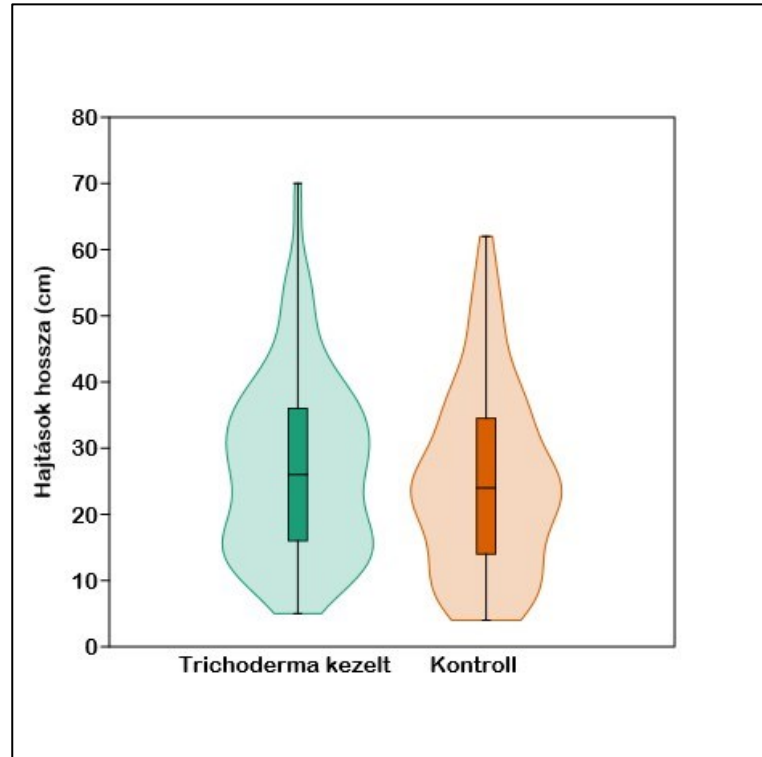
anyagokkal. A 8. táblázatban a kezelés és a kontroll közötti különbségek figyelhetőek meg. A kontroll esetében látható 11 / 15 azt jelenti a gyakorlatban, hogy 15 oltványból csak 11 maradt életképes az oltványiskolai nevelés során, amelyek mind magukban hordozták a két vizsgált patogént.

**8. táblázat: Az áztatásos oltványiskolai kísérlet szerológiai vizsgálatainak eredményei (százalék) a 15-15 oltvány/beállítás alapján.**

BEÁLLÍTÁSOK	Izolációs gyakoriság (darab és százalék)			
	<i>Diaporthe sp.</i> és <i>Diplodia seriata</i> OLTÓCSAP	<i>Diaporthe sp.</i> és <i>Diplodia seriata</i> KÉSZOLTVÁNY	<i>Trichoderma</i> TR04, TR05 OLTÓCSAP	<i>Trichoderma</i> TR04, TR05 KÉSZOLTVÁNY
<b>Kezelés I.</b> (ismétlés)	15 / 15 100%	0 / 15 0%	0 / 15 0%	15 / 15 100%
<b>Kezelés II.</b> (ismétlés)	15 / 15 100%	0 / 15 0%	0 / 15 0%	15 / 15 100%
<b>Kontroll</b>	15 / 15 100%	11 / 15 100%	0 / 15 0%	11 / 15 0%

A fenti táblázatban összefoglalt szerológiai vizsgálati eredmények alapján azt lehet kijelenteni, hogy a *Trichoderma sp.* kezelések esetében nem maradt az oltványokban életképes a *Diaporthe sp.* és a *Diplodia seriata* gomba patogén sem. Emellett az áztatások esetében minden esetben vissza lehetett izolálni a TR04, TR05-ös törzseket a mintákból. Ebben az esetben sem volt lehetőség statisztikai értékelésre az adatok tekintetében, ugyanakkor láthatóan pozitív eredménye van a biostimulátor használatának az áztatásban, a kórokozó gombafajok ellen. Egyéb célzott kísérletekkel volna célszerű a patogénmentesítési lehetőségeit a *Trichoderma sp.* törzsek esetében megvizsgálni és olyan gyakorlatorientált felhasználási módszert fejleszteni, ami jövőben hozzájárul az egészséges szaporítóanyag előállításához.

A kezelt és a kontroll oltványok hajtáshosszána a mérése augusztus elején történt meg a hajtások visszavágását megelőzően. Az oltványok öntözése miatt nem volt aszálytünet tapasztalható ebben az időpontban, ugyanakkor a kezelték üdébb zöld színűnek tűntek vizuálisan. Az azonos növényvédelmi kezelések miatt sem jelentkezett növény-egészségügyi káresemény (gombafertőzés, rovar kártétel), viszont már jelentkezett a kontroll oltványok pusztulása (4 darab). A mérésekkel az oltványokból képződött hajtást megmérve, azokat összegezve a 19. ábra violin boxplot diagramjából lehet megismerni a viszonylagos különbségeket.

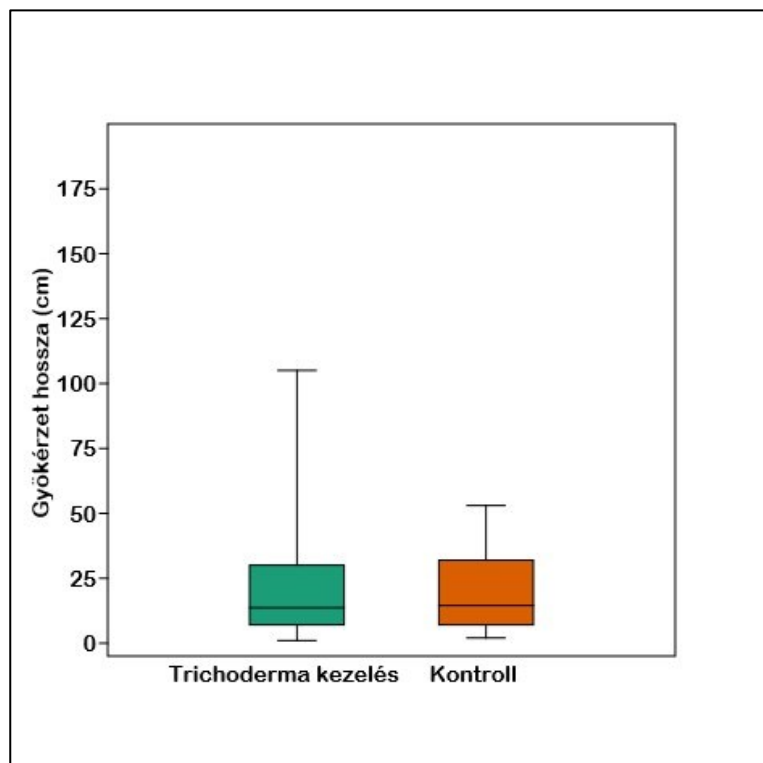


**19. ábra A hajtások hossza (centiméter) az oltványiskola áztatásos kísérletében (forrás: Past, saját szerkesztés).**

Az áztatásos oltványiskolai kísérletben a hajtáshosszak értékelésben a már használt statisztikai módszerek alkalmazása történt meg. A normalitás teszt során az adatsor nem normális eloszlásúnak mutatkozott (Shapiro-Wilk W), emiatt a varianciaanalízis során a Kruskal-Wallis próba ( $p > 0,01$ ) és Mann-Whitney párosítás elvégzése történt meg. Ennek alapján *Trichoderma* kezelt és a kontroll oltványok között nem volt szignifikánsan igazolható különbség. Valószínűleg az eredményt a kis mintaszám is befolyásolta. Ugyanakkor (ha nem is szignifikánsan) az látszik, hogy a *Trichoderma sp.* kezelt oltványok hajtásai hosszabbak mutatkoznak a kontrollhoz képest.

Az áztatásos oltványiskolai kísérlet egy másik értékelésében a szabadföldi nevelés során képződött gyökerek hosszának a meghatározása történt meg. Ebben minden egyes gyökérszakasz le lett mérve, amely egy-egy adott oltványhoz tartozott. Az adatsorok értékelésében eltérő mennyiségű (darab) gyökér képződött a kezelés hatására, így az megfigyelhető volt, hogy a *Trichoderma sp.* kezelt oltványok esetében több gyökérhajtás van. A kontroll 11 darab oltványhoz 135 darab, a kezelt 30 darab oltványhoz pedig 447 darab gyökérszakasz tartozott az adatsorban. Ez a kontrollnál csaknem 12,3 darab gyökér/oltvány-t, míg a *Trichoderma sp.* kezeltetek esetében 14,9 darab gyökér/oltvány-t jelentett átlagosan, amelyek jól láthatóan (de nem statisztikai értelemben) eltérő értékek.

A gyökérszakasz hosszában tapasztalható eltéréseket mutatja be a 20. ábra boxplot diagramja.



**20. ábra A gyökérzet hossza (centiméter) az oltványiskola áztatásos kísérletében (forrás: Past, saját szerkesztés).**

Az előbbi ábrán láthatóan a szórásban mutatkozik jelentős eltérés, a *Trichoderma sp.* törzsekkel kezelt oltványokon sokkal hosszabb gyökérhossz is kialakult, mint a kontroll tételeken. Nagyobb elemszámú adatsorok ellenére nem volt kimutatható szignifikáns eltérés (nem normális eloszlás [Shapiro-Wilk W], varianciaanalízis [Kruskal-Wallis próba ( $p > 0,01$ ) és Mann-Whitney párosítás] ). A hosszabb gyökérszálak jellemzően a legvékonyabbnak tűntek a mérések során, valamint azokból volt a legkisebb mennyiség. Mindazonáltal a mennyiségi és hosszbeli eltérés a *Trichoderma sp.* törzseknél (TR04, TR05) felvetik a talaj-növény kapcsolat hatékonyabb létrejöttének a lehetőségét, amelyet külön vizsgálat útján lenne célszerű megítélni.

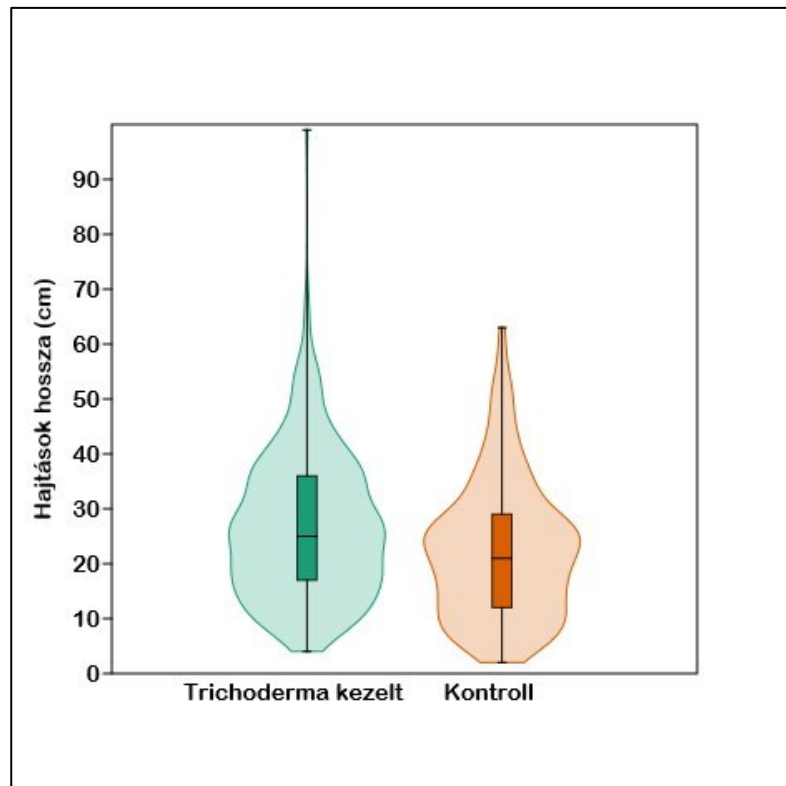
Az oltványiskolai beöntözéses vizsgálatok nagyobb elemszámmal (200 oltvány/kezelés) és több ismétlésben történtek, így statisztikai szempontból is valószínűsíthetően kedvezőbb feltételek mellett lehetett értékelni az eredményeket. Az egyik legfontosabb tényező az üzemi ültetvény oltványkihozatalának az értékelése, amelyben az I., II. osztályú a visszaiskolázandó oltványok és a nemes részt lenövő alanyok aránya szolgáltat információt a lehetséges hatásairól a *Trichoderma sp.* szuszpenzióknak (9. táblázat).

9. táblázat: A *Trichoderma sp.* kezelések ismétléseinek és a kontroll ismétléseinek az oltványkihozatali eredményei a beöntözéses oltványiskolai kísérletben.

	<i>Trichoderma</i> 1. ismétlés	<i>Trichoderma</i> 2. ismétlés	<i>Trichoderma</i> 3. ismétlés	Kontroll 1. ismétlés	Kontroll 2. ismétlés	Kontroll 3. ismétlés
I. osztály (db)	93	106	99	33	28	60
II. osztály (db)	47	39	38	68	72	48
Selejt (db)	56	52	60	85	92	75
Alany (db)	2	1	3	3	3	11
Iskolázandó (db)	2	2	0	11	5	6
ÖSSZESEN (db)	200	200	200	200	200	200
Élő anyag (db)	144	148	140	115	108	125
Mortalitás (%)	28,00	26,00	30,00	42,50	46,00	37,50
I. osztály (%)	66,43	73,10	72,26	32,67	28,00	55,56
II. osztály (%)	33,57	26,90	27,74	67,33	72,00	44,44

A fenti táblázat alapján az oltványiskolai nevelésből életképesen (Élő anyag sor a táblázatban) felszedett anyagok számában jelentősebb eltérés nem tapasztalható a *Trichoderma sp.* törzsekkel történt kezeléseknél, de a kontroll ismétlések eredménye valamivel elmarad a beöntözött állományoktól. Ezt tükrözi jól a mortalitási százalék magasabb volumene is a kontroll állományoknál, amely van ahol csaknem 50%-os volt. Jelentős különbség viszont az I-II. osztályú oltványok számában van. Az I. osztályú anyagok ismérve a körkörös erős gyökérzet megléte, illetve ugyancsak körkörös kallusz (oltás-forradás) képződés, amennyiben ez nem teljes úgy csak a második osztályba kerülhet a szaporítóanyag a magyar szabvány szerint. Ez nem csak életképességbeli, de anyagi különbséget is jelent az eltérő árszabás miatt. Ennek ismeretében kedvezőnek bizonyulhat az oltvány előállításban a *Trichoderma sp.* törzseket (TR04, TR05) tartalmazó szuszpenzió beöntözése az oltványminőség javítása céljából. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy statisztikai módszerekkel ez a megállapítás nincs alátámasztva.

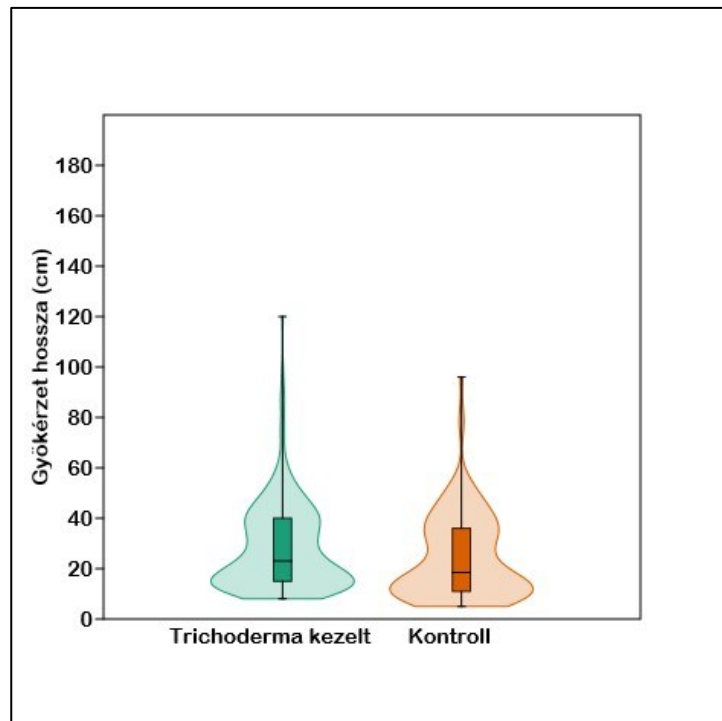
A hajtáshosszak lemerése ebben a vizsgálatban is megtörtént augusztus elején a csonkázást megelőzően. Az adatsorokat értékelve a *Trichoderma sp.* kezelés és a kontroll ismétlései között eltérés volt megállapítható a növekmény mértékében. Ezt mutatja be a 21. ábra violin boxplot diagramja.



**21. ábra A hajtások hossza (centiméter) az oltványiskola beöntözéses kísérletében (forrás: Past, saját szerkesztés).**

Az eredmények statisztikai értékelésében, ebben kísérleti beállításban az adatsor a normalitás teszt során nem normális eloszlásúnak bizonyult (Shapiro-Wilk W), így a varianciaanalízis alkalmával a Kruskal-Wallis próba ( $p > 0,01$ ) és Mann-Whitney párosítás elvégzése valósult meg. Ez igazolta, hogy a *Trichoderma sp.* törzsek beöntözése az oltványok sorájába hosszabb vesszőket eredményezett, mint ami a kontroll állományban mérhető volt. Valamint a leghosszabb hajtások is a kezelt állományon növekedtek. Gyakorlati szempontból nagyobb hajtáshossz egységnyi idő alatt gyorsabb növekedést is jelent. Ez kedvezőbb lehet az oltvány előállítás szempontjából, mivel optimálisabb élettani folyamatokat feltételez a szőlőnövényben (kiegyensúlyozott homeosztázis, jobb tápanyagfelvétel és hasznosulás, hatékonyabb fotoszintézis stb.). Emellett ez nagyobb biomassza képződésnek is tekinthető a kontrollhoz képest a *Trichoderma sp.* törzsek szuszpenziójának a beöntözésének esetében.

A *Trichoderma sp.* törzsekkel beöntözött oltványokon képződött gyökérszövet hosszának a lemérésekor keletkezett adatsort elemezve is tetten lehet érni a kezelés hatását. Az oltványok felszedését követően az osztályozással egy menetben történtek meg a gyökerek mérései. Ennek eredményét mutatja be a 22. ábra violin boxplot diagramja.



**22. ábra A képződött gyökerek hossza (centiméter) az oltványiskola beöntözéses kísérletében (forrás: Past, saját szerkesztés).**

A mérési eredmények statisztikai értékelésben is a normalitás követelményének nem teljesülése miatt (Shapiro-Wilk W), ismételten az elvégzett varianciaanalízis alkalmával a Kruskal-Wallis próba ( $p > 0,01$ ) és Mann-Whitney párosítás segítségével történt az adatsorok összehasonlítása. A *Trichoderma sp.* törzsek beöntözésének hatására szignifikánsan hosszabb gyökerek növekedtek a kontroll oltványokhoz képest a kísérlet során. Az eredmény ebben az esetben azt is mutatja, hogy a hosszabb gyökérszét nagyobb rizoszférát is jelenthet. Ennek mindenképpen gyakorlati előnyei lehetnek az oltványiskolai nevelésben, amikor új, megfelelő minőségű gyökérszét képződése az egyik szabvány elvárás, amely az osztályozást is befolyásolja. A tápanyagok és a folyadék felszívódás szempontjából is előnyös lehet a növekedés indukálása *Trichoderma sp.* törzseket tartalmazó biostimulátorral.

In vitro GTD a patogének és a *Trichoderma sp.* törzsek (TR04, TR05) izolációja a kész oltványokra terjedt ki (5-5 darab), mivel az üzemi beállítás kiindulási anyagai (alany, oltócsap tőkék) nem álltak rendelkezésre. A szerológia vizsgálatok folyamán jelentős eltérés csak a *Trichoderma sp.* törzsek kimutathatóságában mutatkozott. GTD patogéneket nem sikerült izolálni a beöntözött és a kontroll oltványok mintáiból (10. táblázat).

10. táblázat: A beöntözéses oltványiskolai kísérlet szerológiai vizsgálatainak eredményei (százalék) a 5-5 oltvány/beállítás alapján.

	Izolációs gyakoriság			
	<i>Diaporthe</i> sp.	<i>Diplodia</i> <i>seriata</i>	D x D*	<i>Trichoderma</i> TR04, TR05
<b>Trichoderma beöntözés</b>	0	0	0	100%
<b>Kontroll</b>	0	0	0	0

\*A két kórokozó párhuzamos előfordulása (D x D)

A fejezetben bemutatott violin boxplot diagrammok esetében fontos kiegészítés lehet az értelmezésükhöz, hogy a violin részek (a téglalapokat körül vevő külső rész), az adatok gyakoriságára vonatkozóan is hordoznak információkat.

A különböző vizsgálatok együttes értékelésére és az egyéb összefüggések megállapítására a dolgozat következő fejezetében kerül sor.



## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

A több helyszínen és alkalmazási módban beállított kísérletek során sikerült szignifikáns eredményekkel alátámasztani a *Trichoderma sp.* törzsek (TR04, TR05) alkalmazásának előnyeit. Emellett pedig a szerológiai vizsgálatok megmutatták, hogy a GTD patogének jelenléte redukálható a kezelt szőlőoltványok esetében, illetve az alkalmazott gombafajok törzsei visszaizolálhatóak a kezeléseket követően.

Részletesen összefoglalva és értékelve a szakdolgozat eredményeit a 2022-es év jelentős abiotikus kihívásokat támasztott a szőlő termesztettségét illetően. A meteorológiai adatok megmutatták, hogy jelentős vízhiányt szenvedett el a Tokaji Borvidék a vegetációs időszakban. Ez kihatott a tápelemek felvételére és a tápanyag hasznosulása is, így több tünetet is előidézve a szőlőtőkéken. Emellett az is látható a meteorológiai adatsorokban, hogy légköri aszály is jelentkezett a július-augusztusi időszakban. Ez az abiotikus stressz nem csak a szőlő termesztését nehezítette meg a Tokaji Borvidéken, hanem a kísérletek kivitelezésére és eredményére is kihatott. Ennek tekintetében még jelentősebbek lehetnek a szignifikáns eredmények, amelyek egy kiegyensúlyozottabb klímájú vegetációban valószínűleg kevésbé markánsak.

A Bakonyi-dűlőben megvalósult kísérletek során a főrügyekről származó hajtások számában nem volt szignifikáns különbség a *Trichoderma sp.* kezelt állomány és a kontroll sor között. Viszont a mellékrügyek hajtásainak a számában már jelentkezett statisztikailag is igazolható különbség. Ennek hátterében valószínűleg hormonális hatások játszanak közre. Szakirodalmi hivatkozás szerint az IAA (indol-3-ecetsav) termelődése fokozódik a *Trichoderma sp.* kezelések hatására, így ez hozzájárulhat a növények növekedésének fokozódáshoz is, illetve a mellékrügyek fakadásához is. De az irodalom szerint inkább a hormonális egyensúly, az egymáshoz viszonyított arányok változása indukálja ezt, nem pedig a közvetlen IAA szintézis növekedése. A vesszőátmérők (főrügyből és mellékrügyből képződött) vizsgálata azt mutatta, hogy a kontroll állományok vastagabb vesszőkkel rendelkeztek a Bakonyi-dűlőben a *Trichoderma sp.* törzsekkel kezelt sorokhoz képest. Viszont ez nem jelent szignifikáns különbözőséget. Ugyanez igaz a vesszősúly mérések eredményére. Ez azt sugallja, hogy a többlet hajtásszám kinevelése a tőkék számára korlátozottak voltak a kezelt állományokban. A korlátozott víz- és tápanyagforrás minden bizonnyal hozzájárult a tapasztalt (nem statisztikai) különbséghez. A szerológiai vizsgálatok eredménye alapján a Bakonyi-dűlő tőkékben jelen volt a *Diplodia seriata* és *Diaporthe sp.* GTD patogén változó arányban, amelyek egyébként többnyire tünetmentesnek is mutatkoztak. A kezelések hatására a fásbetegségek kórokozói már nem voltak izolálhatóak a mintákból, ugyanakkor a *Trichoderma sp.* törzsei a TR04 és TR05 minden mintázott tőkében jelen voltak. Ennek statisztikai alátámasztására a kis mintaszám miatt nem volt megfelelő módszer.

A második vizsgálati helyszínen, a Dobó-dűlőben a tünetes tőkék számban csakúgy, ahogy a Bakonyi-dűlőben nem lehetett valódi különbséget megállapítani, de a kezelt sorokban csökkent a GTD-s tőkék száma a vizuális monitoring során mindkét területen. Emellett megfigyelhető volt a kontroll sorokon a

fokozottabb aszálytünetek megjelenése július végén. Ekkor történt LAI (Leaf Area Index) felvételezés is, amely szignifikáns eltérést mutatott a *Trichoderma sp.* törzssel kezelt tőkék esetében a kontrollhoz képest, vagyis a beöntözés és a talajszellőztetés (és kijuttatás) nagyobb lombfelületet eredményezett. Egyben az is kiderült, hogy a leghatékonyabb a talajszellőztetéssel kombinált *Trichoderma sp.* szuszpenzió alkalmazása lehet, mert az a beöntözés adatsorától is különbözött statisztikailag. A jövőben ez akár gyakorlattá is válhat, főként a tömörödött sorközök lazítása és a tőkék kezelése céljából. A vesszősúly mérések tekintetében is igazolódott szignifikánsan a *Trichoderma sp.* törzsek talajszellőztetéssel történő kijuttatásának eredménye a beöntözéshez és a kontrollhoz képest. Ebben az esetben is a talaj levegő frakciójának a növelése lehet a kulcsa az alkalmazott kezelés hatékonyságának. Élettani szempontból a nagyobb vesszőtömeg a biomassza produktum különbözőségét is jelenti. A szerológiai eredmények a Dobó-dűlőben is azt jelzik, hogy csökkenthető a GTD patogének jelenléte az üzemi ültetvényekben, emellett pedig visszaizolálhatóak az alkalmazott TR04 és TR05 *Trichoderma* törzsek.

A Legyesbényén történt oltványiskolai kísérletek a *Trichoderma sp.* törzsek alkalmazhatóságára és az egészségesebb oltványok előállításának a lehetőségeire fókuszáltak. Direkt kísérletben az igazoltan GTD fertőzött tőkékről származó szaporítóanyagok kezelése valósult meg. Kezelést megelőző és az azt követő szerológiai (in vitro történt) vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a *Trichoderma sp.* áztatás hatására megszűnt a gomba patogének jelenléte az oltványokban. Illetve a kontroll oltványok kevésbé voltak életképesek az oltványiskolában, 4 darabbal csökkent a mennyiségük. Emellett pedig az áztatáshoz használt fungicidek helyettesíthetősége az ilyen biostimulánsokkal felmerülhet lehetőségként. Ezt az alkalmazási területet érdemes a jövőben további kísérletekkel is kutatni. A kész oltványok hajtásainak hosszában, illetve a fejlődött gyökérszövetek hosszában sem volt szignifikáns különbség. Látszólagos előnye volt csak a *Trichoderma sp.* kezeléseknél a kontroll oltványokhoz képest, valószínűleg az alacsony mintaszám okán. A második beállítás már az üzemi oltványiskolában történt, a szuszpenzió több ismétléses beöntözésével. Az oltvány felszedést követő osztályozás jelentős különbségek mutatkoztak, igaz megfelelő statisztikai értékelés hiányában nem szignifikánsan. A legjelentősebb oltványpusztulás a kontroll ismétlésekben jelentkezett. Ugyanakkor nagyobb arányban voltak első osztályú oltványok a *Trichoderma sp.* törzsekkel kezelt ismétlésekben. Ennek minden bizonnyal anyagi előnyei is vannak, így a jövőben a hasonló készítmények alkalmazását lehet javasolni oltványiskolai alkalmazásra. Az oltványokon a csonkázás előtt mért hajtások hosszában is igazolható volt a kezelés hatásának előnye a kontrollhoz képest. A *Trichoderma sp.* kezelt ismétlések esetében feltételezhetőek az optimálisabb élettani folyamatok. Ehhez kapcsolódik a gyökerek hossza is, amelyek szintén szignifikánsan hosszabbnak bizonyultak a szuszpenzióval beöntözött oltványoknál, mint a kontroll ismétléseknél. Ez a feltételezhetően hatékonyabb tápanyagfelvétel révén minden bizonnyal hozzájárult a jobb oltványminőséghez és a kiegyensúlyozottabb homeosztázis fenntartásához. A szerológia vizsgálatok korlátozottan érintették a kész oltványok mennyiségét, ugyanakkor az 5-5 darab minta alapján a *Trichoderma sp.* TR04, TR05 törzseit ki lehetett mutatni a beöntözött ismétlésekből.

Az elvégzett vizsgálatok eredményei az igazolták, hogy a *Trichoderma sp.* és így a biostimulátor

kijuttatási módja jelentős eltéréseket eredményezhet, amelyre a jövőben a szerek gyártóinak is fokozottabb figyelmet kellene fordítani. Ezeket célzott kutatásokkal érdemes vizsgálni és a legmegfelelőbb módszereket a „jó gyakorlatba” integrálni nem csak a szőlőtermesztés esetében. Emellett, mint biostimulátor szervezeteket is célszerű lenne tovább kutatni és az élettani folyamatokra ható kedvező tulajdonságaikat (pl. stressz tolerancia) felderíteni. Ez minden bizonnyal elősegítené a még szélesebb körű alkalmazhatóságukat is a szőlészetben is.

A GTD patogének kártételének és jelenlétüknek a visszaszorításában kiemelt szerepe lehet a különböző *Trichoderma* készítményeknek, főként azoknak, amelyek izolációja a szőlőültetvényekből történt. A belőlük szelektált törzsek alkalmazásának az üzemi ültetvényekben és az üzemi szaporítóanyag előállításban is van létjogosultsága. A vizsgálatok alapján két patogén esetében (*Diplodia seriata*, *Diaporthe sp.*) sikerült, kis mintaszám mellett meggátolni a jelenlétüket az oltványokban és az ültetvényekben is. Emiatt kiemelt fontosságú lenne GTD fertőzött állományok kezelésre kurratív jelleggel is felhasználni a *Trichoderma sp.* készítményeket. Emellett kutatni kellene az egyéb társítható mikoparazitákkal (pl. *Pythium oligandrum*) történő mixtúrák alkalmazhatóságát is. Elképzelhető lehet ezeknek az anyagoknak, mint biokontroll szervezeteknek a növényvédelmi célú alkalmazhatósága is (pl. *Botrytis cinerea* ellen), amelyet ugyancsak szükséges tovább vizsgálni kísérletekkel.

Az elkövetkezendő néhány évben a biostimulátorokkal történő kutatások eredményei a szőlőtermesztési praktikumot fogják erősíteni, lehetővé teszik a kémiai eredetű szerek felhasználásának csökkentését és az egészségesebb, egyben fenntarthatóbb szőlészeti kultúrák térhódítását is.

## 6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném kifejezni köszönetemet konzulensemnek, Dr. Kotroczó Zsoltnak, aki Agrárkörnyezettani Tanszéken áldozatos munkájával és tanácsaival segítette a kísérletek végrehajtását és a szakdolgozat elkészítését. Emellett köszönettel tartozom a Tokaji Kutatóintézet Nonprofit Kft.-nek és Értékes István oltványtermesztőnek, hogy az üzemi ültetvényeikkel segítették a kutatás kivitelezését. A szerológiai vizsgálatok eredményeit és az alkalmazott *Trichoderma sp.* szuszpenziókat külön köszönöm a Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet kollégáinak.

## 7. IRODALOMJEGYZÉK

1. BAKER R., ELAD Y., CHET I. (1984): The controlled experiment in the scientific method with special emphasis on biological control. *Phytopathology* 74 (9): 1019–1021.
2. BENÍTEZ T., RINCON A. M., CODON A. C. (2004): Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*. 7: 249-260.
3. 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(2): 243-265.
4. BOTEVA V., TOMOIAGĂ L. L., VASIU I., SÎRBU A. D., RĂCOARE H. S., CHEDEA V. S. (2022): The management of *Phomopsis viticola* in Tarnave vineyards. *Romanian Journal Horticulture*. (Vol. III, 2022): 179-184.
5. CALVET C., PERA J., BAREA J.M. (1993): Growth response of marigold (*Tagetes erecta* L.) to inoculation with *Glomus mosseae*, *Trichoderma aureoviride* and *Pythium ultimum* in a peat-perlite mixture. *Plant Soil*. 148(1): 1–6.
6. CARTER M. V. (1957): *Eutypa armeniaca* Hansf. & Carter, sp. nov., an airborne vascular pathogen of *Prunus armeniaca* L. in southern Australia. *Australian Journal of Botany*. 5: 21-35.
7. CHANG Y.C., BAKER R., KLEIFELD O., CHET I. (1986): Increased growth of plants in the presence of the biological-control agent *Trichoderma harzianum*. *Plant Disease*. 70(2): 145–148.
8. CLOETE M., FOURIE P. H., DAMM U., CROUS P. W., MOSTERT L. (2011): Fungi associated with die-back symptoms of apple and pear trees, a possible inoculum source of grapevine trunk disease pathogens. *Phytopathologia Mediterranea*. Vol. 50(Special issue from the 7th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases - IWGTD): 176-190.
9. COBOS R., MATEOS R.M., ÁLVAREZ-PÉREZ J.M., OLEGO M.A., SEVILLANO S., GONZÁLEZ GARCÍA S., GARZÓN-JIMENO E., COQUE J.J.R. (2015): Effectiveness of natural antifungal compounds in controlling infection by grapevine trunk disease pathogens through pruning wounds. *Applied and Environmental Microbiology*. 81: 6474–6483.
10. DUBOS B. (2002): L'Eutypiose. [In: Féret - Maladies cryptogamiques de la vigne.] Bordeaux, France. 115-126.
11. DULA B.-NÉ (2011): Korai szőlőtőke-pusztulástokozó szaporító anyaggal terjedő kórokozó gombák. *Növényvédelem*. 47(11): 461-463.
12. DULA B.NÉ (2012): Kordonkar-elhalást és korai tőkepusztulást okozó betegségek. [In: Kürti A.- Rácz I. (szerk.) *Diagnosztikai és szőlővédelmi kézikönyv - Gyakorló Szakembereknek.*] Budapest. 76-87.
13. DUMOT V., SNAKKERS G., LARIGNON, P., LECOMTE P., RETAUD P., DAVID S., MENARD E., LURTON L. (2012): Effects of cultural practices on grapevine trunk diseases: results of a long-term experiment. 8th International Workshop Grapevine Trunk Diseases, 18-21. June 2012., Valencia, Spain.

14. DUPONT J., WASSILA L., MAGNIN S., LARIGNON P., ROQUEBERT M. F. (2000): *Phaeoacremonium viticola*, a new species associated with Esca disease of grapevine in France. *Mycologia*. 92: 499-504.
15. FOURIE P. H., HALLEN F., VAN DER VYVER J., SCHREUDER W. (2001): Effect of *Trichoderma* treatments on the occurrence of decline pathogens in the roots and rootstocks of nursery grapevines. *Phytopathologia Mediterranea*. 40: 473-478.
16. GALARNEAU E. R. A., LAWRENCE D. P., TRAVADON R., BAUMGARTNER K. (2019): Drought Exacerbates *Botryosphaeria* Dieback Symptoms in Grapevines and Confounds Host-based Molecular Markers of Infection by *Neofusicoccum parvum*. *Plant Disease*. 103: 1738-1745.
17. GOMES R. R., GLIENKE C., VIDEIRA S. I. R., LOMBARD L., GROENEWALD J. Z., CROUS P. W. (2013): *Diaporthe*: a genus of endophytic, saprobic and plant pathogenic fungi. *Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi* 31(1): 1-41.
18. GÓMEZ P., BÁIDEZ A.G., ORTUÑO A., DEL RÍO J.A. (2016): Grapevine xylem response to fungi involved in trunk diseases. *Annals of Applied Biology*. 169(1): 116-124.
19. GRAMAJE D., AYRES M. R., TROUILLAS F.P., SOSNOWSKI M. R. (2012): Efficacy of fungicides on mycelial growth of diatrypaceous fungi associated with grapevine trunk disease. *Australasian Plant Pathology*. 41(3): 295-300.
20. HALLEN F., FOURIE P. H., CROUS P. W. (2006): A review of black foot disease of grapevine. *Phytopathologia Mediterranea*. 45: 55-67.
21. HALLEN F., FOURIE P. H., LOMBARD P. J. (2010): Protection of grapevine pruning wounds against *Eutypa lata* by biological and chemical methods. *South African Journal for Enology and Viticulture*. 31: 125-132.
22. HALLEN, F., FOURIE P. H. (2005): Protection of grapevine pruning wounds against fungal infections. *Phytopathologia Mediterranea*. 44: 117-118.
23. HARMAN G. E., HOWELL C. R., VITERBO A., CHET I., LORITO M. (2004): *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*. 2(1): 43-56.
24. KOTZE C., NIEKERK J. V., MOSTERT L., HALLEN F., FOURIE P. (2011): Evaluation of biocontrol agents for grapevine pruning wound protection against trunk pathogen infection. *Phytopathologia Mediterranea*, 50(Supplement): 247-263.
25. KOVÁCS Cs., PELES F., BIHARI Z., SÁNDOR E. (2014): A szőlő tőkebetegségeiben szerepet játszó gombák a Tokaj-Hegyaljai borvidéken. *Növényvédelem*. 50(4): 153-159.
26. KUBICEK C. P., KOMON-ZELAZOWSKA M., SÁNDOR E., DRUZHININA I. (2007): Facts and challenges in the understanding of the biosynthesis of peptaibols in *Trichoderma*. *Chemistry and Biodiversity*. 4: 1068-1082.
27. KUN A., KOCSIS L. (2014): Efficacy of treatments against *Phaeomoniella chlamydospora* and *Phaeoacremonium aleophilum* during nursery propagation. *Phytopathologia Mediterranea*. 53(3): 592.

28. LEHOCZKY J., MARTELLI G. P., SÁROSPATAKI G. (1969): Leafroll of grapevine in Hungary. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungarica*. 4: 117-124
29. LENG P., ZHANG Z., PAN G., ZHAO M. (2011): Applications and development trends in biopesticides. *African Journal of Biotechnology*. 10(86): 19864-19873.
30. LINDSEY D.L., BAKER R. (1967): Effect of certain fungi on dwarf tomatoes grown under gnotobiotic conditions. *Phytopathology*. 57: 1262–1263.
31. MALUTA D-R., LARIGNON P. (1991): Pied-noir: mieux vaut prévenir. *Viticulture*. 11: 71-72.
32. MIKULÁS J. (2014): A szőlőtőkék korai tőkeelhalása. *Agrofórum*. 25(8): 74-81.
33. MUGNAI L., GRANITI A., SURICO G.(1999): Esca (black measels) and brown wood-streaking: two old and elusive diseases of grapevines. *Plant Disease*. 83: 404-416.
34. MUNDY D., MANNING M. (2010): Ecology and management of grapevine trunk diseases in New Zealand?: a review. *New Zealand Plant Protection*. 63: 160-166.
35. MUNKVOLD G. P. (2001): Eutypa dieback of grapevine and apricot. *The American Phytopathological Society. Plant Health Progress*. 2(1): 57-64.
36. MUNKVOLD G. P., MAROIS J. J. (1995): Factors associated with variation in susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by *Eutypa lata*. *Phytopathology*. 85: 249-256.
37. PITT W. M., SOSNOWSKI M. R., HUANG R., QIU Y., STEEL C. C., SAVOCCHIA S. (2012): Evaluation of fungicides for the management of *Botryosphaeria* canker of grapevines. *Plant Disease*. 96: 1303-1308.
38. RABEENDRAN N., MOOT D. J., JONES E.E., STEWART A. (2000): Inconsistent growth promotion of cabbage and lettuce from *Trichoderma* isolates. *N. Z. Plant Protect.* 53: 143–146.
39. RAVAZ L. (1898): Sur le folletage. *Revue Viticulture*. 10: 184-186.
40. ROLSHAUSEN P. E., ÚRBEZ-TORRES J. R., ROONEY-LATHAM S., ESKALEN A., SMITH R. J., GUBLER W. D. (2010): Evaluation of pruning wound susceptibility and protection against fungi associated with grapevine trunk diseases. *American Journal of Enology and Viticulture*. 61: 113-119.
41. SAVOCCHIA S., STEEL C. C., STODART B. J., SOMERS A. (2007): Pathogenicity of *Botryosphaeria* species from declining grapevines in sub tropical regions of Eastern Australia. *Vitis*. 46: 27-32.
42. SOSNOWSKI M. R., WICKS T. J., SCOTT. E. S. (2011): Control of *Eutypa* dieback in grapevines using remedial surgery. *Phytopathologia Mediterranea*. 50: S277-S284.
43. STEWART A., HILL R. (2014): Chapter 31: Applications of *Trichoderma* in Plant Growth Promotion. *Biotechnology and Biology of Trichoderma*. Elsevier: 415-425.
44. SURICO G., MUGNAI L., MARCHI G. (2006): Older and more recent observations on esca: a critical overview. *Phytopathologia Mediterranea*. 45: 68-86.
45. ÚRBEZ-TORRES J. R. (2011): The status of *Botryosphaeriaceae* species infecting grapevines. *Phytopathologia Mediterranea*. 50: 5-45.
46. VAN NIEKERK J. M., BESTER W., HALLEEN F., CROUS W. P., FOURIE H. (2011): The distribution and symptomatology of grapevine trunk disease pathogens are influenced by climate. *Phytopathologia*

Mediterranea. 50: 98-111.

47. VAN NIEKERK J. M., CROUS P. W., GROENEWALD J. Z., FOURIE P. H., HALLEEN, F. (2004): DNA phylogeny, morphology and pathogenicity of *Botryosphaeria* species on grapevines. *Mycologia*. 96: 781-798.
48. VIALA P. (1926): Recherces sur les maladies de la vigne. Esca. *Annles des Épiphyties*. 12: 5-108.
49. WUNDERLICH N., ASH G. J., STEEL C. C., RAMAN H., SAVOCCHIA S. (2011): Association of *Botryosphaeriaceae* grapevine trunk disease fungi with the reproductive structures of *Vitis vinifera*. *Vitis*. 50: 89-96.

## **INTERNETES HIVATKOZÁSOK**

1. <https://www.bing.com/maps/aerial?cp=48.159673%7E21.215286&lvl=11.0&style=a>
2. [https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek\\_tanulmanyok/index.php?id=3261](https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3261)



## ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Fás betegség jellegzetes levéltünete, a „tigris csikos” nekrotikus érközök (saját felvétel).....	6
2. ábra Eutipa fertőzés tüneteit mutató tőkék tavasszal a Tokaji borvidéken, Hárslevelű fajta esetében (saját felvétel).....	8
3. ábra A Phomosis viticolára jellemző hajtásfakulás ősszel, háttérben az egészséges barna vesszők (saját felvétel).....	10
4. ábra A tarcali Bakonyi-dűlő kísérleti beállítás műholdas képe (forrás: Internet 1).....	15
5. ábra A tokaji Dobó-dűlő kísérleti beállítás műholdas képe (forrás: Internet 1).....	16
6. ábra A legyesbényei oltványiskola kísérleti beállítás műholdas képe (forrás: Internet 1).....	16
7. ábra A Bakonyi-dűlő egyik Trichoderma sp. kezelt tőkéjének metszési sebfelülete (saját felvétel) ..	17
8. ábra A Dobó-dűlőben történt talajszellőztetési (fent) és beöntözési (lent) Trichoderma sp. kísérletek (saját felvétel).....	18
9. ábra A legyesbényei oltványiskola kísérletei, balra a GTD tünetes szaporítóanyagok áztatása, jobbra a beöntözési állomány a kezelés időpontjában (saját felvétel).....	19
10. ábra A hőmérséklet és a csapadékmennyiség napi alakulása 2022. április 1. és szeptember 30. között, hosszabb csapadékmentes periódusokkal (nyilak) (saját szerkesztés).....	22
11. ábra A metszési vészösszám mérések értékei (darab) a főrétegek esetében, a Bakonyi-dűlőben (forrás: Past, saját szerkesztés).....	25
12. ábra A metszési vészösszám mérések értékei (darab) a mellékterületek esetében, a Bakonyi-dűlőben (forrás: Past, saját szerkesztés).....	25
13. ábra A metszési vészösszám mérők (milliméter) a főrétegek esetében, a Bakonyi-dűlőben (forrás: Past, saját szerkesztés).....	26
14. ábra A metszési vészösszám mérők (milliméter) a mellékterületek esetében, a Bakonyi-dűlőben (forrás: Past, saját szerkesztés).....	27
15. ábra A metszési vészösszám mérések értékei (gramm/tőke) a Bakonyi-dűlő kísérletben (forrás: Past, saját szerkesztés).....	28
16. ábra A kezelt blokkok (fent) enyhébb aszálytünetet mutattak az állományban, mint a kontroll (alul) blokkok a Dobó-dűlőben (saját felvétel).....	30
17. ábra A Leaf Area Index (LAI) VitiCanopy szoftver méréseinek az eredménye a Dobó-dűlőben (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> tőke) (forrás: Past, saját szerkesztés).....	31
18. ábra A metszési vészösszám mérések értékei (gramm/tőke) a Dobó-dűlőben (forrás: Past, saját szerkesztés).....	32
19. ábra A hajtások hossza (centiméter) az oltványiskola áztatási kísérletében (forrás: Past, saját szerkesztés).....	35
20. ábra A gyökérzet hossza (centiméter) az oltványiskola áztatási kísérletében (forrás: Past, saját szerkesztés).....	36
21. ábra A hajtások hossza (centiméter) az oltványiskola beöntözési kísérletében (forrás: Past, saját szerkesztés).....	38
22. ábra A képződött gyökerek hossza (centiméter) az oltványiskola beöntözési kísérletében (forrás: Past, saját szerkesztés).....	39

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

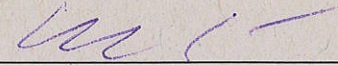
1. táblázat: A két kísérleti szőlőültetvény és az oltványiskola kiegészítő paraméterei.....	17
2. táblázat: Endofita és GTD patogének azonosításához alkalmazott molekuláris markerek.....	20
3. táblázat: A 2015-2022 évek aktív, effektív hőösszegének és a Huglin-index értékei a vegetációs időszakban (április 1-szeptember 30.).....	23
4. táblázat: A 2021-ben és 2022-ben tapasztalt GTD tünetes tőkék száma (darab) a Bakonyi-dűlőben.....	24
5. táblázat: A 2021-es és 2022-es szerológiai vizsgálatok eredménye (százalék) a Bakonyi-dűlőben.....	28
6. táblázat: A 2021-ben és 2022-ben tapasztalt GTD tünetes tőkék száma (darab) a Dobó-dűlőben.....	29
7. táblázat: A 2021-es és 2022-es szerológiai vizsgálatok eredménye (százalék) a Dobó-dűlőben.....	33

8. táblázat: Az áztatásos oltványiskolai kísérlet szerológiai vizsgálatának eredményei (százalék) a 15-15 oltvány/beállítás alapján.....	34
9. táblázat: A Trichoderma sp. kezelések ismétléseinek és a kontroll ismétléseinek az oltványkihozatali eredményei a beöntözéses oltványiskolai kísérletben.....	37
10. táblázat: A beöntözéses oltványiskolai kísérlet szerológiai vizsgálatának eredményei (százalék) a 5-5 oltvány/beállítás alapján.....	40

## SZAKDOLGOZAT/DIPLOMAMUNKA LEADÁSI NYILATKOZAT

Alulírott **Balling Péter** (Neptun-kód: SAUDAX) nyilatkozom, hogy „**Trichoderma sp. alapú biostimulátor szőlészeti célú alkalmazásának vizsgálata a Tokaji Borvidéken**” címen benyújtott szakdolgozatom/diplomamunkám saját szellemi termékem. Tudomásul veszem, hogy a Dékáni Hivatalban határidőben történő bemutatás nem jelenti dolgozatom szakmai és tartalmi elfogadását.

Budapest, 2023. május 8.



---

Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat, diplomamunka eredetiségéről és nyilvános vagy korlátozott hozzáféréséről

A szerző neve: Balling Péter

A dolgozat címe: Trichoderma sp. alapú biostimulátor szőlészeti célú alkalmazásának vizsgálata a Tokaji Borvidéken.

A megjelenés éve: 2023

A tanszék neve: Agrárkörnyezettani Tanszéken

Kijelentem, benyújtott szakdolgozatom/diplomamunkám<sup>1</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi termékem. Tudomásul veszem, hogy a Budai Campus Tanulmányi Osztályon határidőben történő bemutatás nem jelenti dolgozatom szakmai és tartalmi elfogadását.

Kérem, válasszon az alábbi lehetőségek közül:

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a MATE Entz Ferenc Könyvtár

és Levéltár szakdolgozat archívumába. A teljes szöveg kizárólag a Budai Campus számítógépeiről tekinthető meg.

A vízjellel ellátott pdf dokumentum szerkesztését nem, megtekintését engedélyezem. Tudomásul veszem,

hogy a vízjel nélkül leadott dokumentum szerzői jogai sérülhetnek.

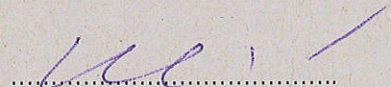
**Dolgozatom titkosított. A titkosítás lejárata dátuma: ..... év .....hó .....nap.**

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a MATE Entz Ferenc Könyvtár

és Levéltár szakdolgozat archívumába. A vízjellel ellátott pdf dokumentum szerkesztését nem, **megtekintését a titkosítás határidejének lejárta követően engedélyezem.** A teljes szöveg kizárólag a Budai Campus számítógépeiről tekinthető meg.

Tudomásul veszem, hogy a vízjel nélkül leadott dokumentum szerzői jogai sérülhetnek

Budapest, 2023. május 8.

  
.....  
szerző aláírása

## KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

**Balling Péter** hallgató (Neptun azonosítója: **SAUDAX**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió<sup>1</sup> áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/**szakdolgozatot**/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre

javaslom / nem javaslom<sup>2</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>3</sup>

Kelt: Budapest, 2023.május 1.



---

konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>3</sup> A megfelelő aláhúzendó.