

DEBRECENI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR
NÖVÉNYVÉDELMI INTÉZET

Intézetigazgató:

Dr. Nagy Antal

egyetemi docens

Tudományos Diákköri Dolgozat
Biostimulátorok hatékonyságának vizsgálata 'Luna' és 'Pinova'
almaültetvényben

Készítette:

Király Ákos

„Növényorvos jelölt”

Konzulensek:

Dr. Csótó András

egyetemi adjunktus

Dr. Csihon Ádám

egyetemi adjunktus

Debrecen

2024

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	3
1.TÉMAFELVEZETÉS	4
2.SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1. A világ és a hazai almatermesztés jellemzői	6
2.2. Az almatermesztés környezeti igénye	7
2.3. Az alma növényvédelme	8
2.4. Az almafa lisztharmat jellemzése	10
2.5. Almafalisztharmat elleni védekezési módszerek	11
2.6. <i>Trichoderma</i> fajok bemutatása	11
2.7. <i>Trichoderma</i> fajok növényekre gyakorolt hatása	12
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	13
3.1. A vizsgálatok helye, és ideje	14
3.2. Kísérletben használt almafajták, és készítmények bemutatása	15
3.3. A készítmények kijuttatása, és a vizsgálati módszerek bemutatása	19
3.4. Kísérletben vizsgált paraméterek	21
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK	24
4.1. A gyümölcsfák vegetatív tulajdonságaira vonatkozó adatok bemutatása	24
4.2. A gyümölcsfák generatív tulajdonságaira vonatkozó paraméterek bemutatása	26
4.3. A biostimulátorok hatása a 'Luna' almafajta lisztharmat fertőzöttségére	30
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	32
ÖSSZEFOGLALÁS	33
ÁBRÁK JEGYZÉKE	34
SZAKIRODALMI JEGYZÉK	36
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	40

BEVEZETÉS

A világ mezőgazdaságait jelentős kihívások elé állította a globális felmelegedés. Az elmúlt években eddig ismeretlen abiotikus hatások érték az Európai, és a hazai mezőgazdasággal foglalkozó vállalkozásokat. Ezen időjárási változások hatására, egyre gyakrabban alakulnak ki, jégesők, tavaszi fagyok, és a nyáron szinte már megszokott tartós, csapadék mentes hóhullámok. Ezek a tényezők nemcsak az éves termésmennyiséget csökkentik, hanem az ültetvények életkorát is jelentősen lerövidíthetik. A népesség növekedésével, az alap élelmiszerek iránti kereslet egyre növekedni fog. Az éhezés számos háború kirobbanásának volt már az oka a történelem során. Ezért a megfelelő mennyiségű és minőségű mezőgazdasági termékek előállítása a jövőben is egy meghatározó kérdés marad.

Évente több száz millió tonna élelmiszert állítunk elő világszinten, a klasszikus gabonanövények mellett, ennek egy jelentős része a gyümölcsfélék közé tartozik. Összesen 870-890 millió tonna gyümölcs kerül feldolgozásra a világon. Ez a mennyiség javarészt Ázsiából, és az U.S.A.-ból származik, de számottevő az európai gyümölcstermesztés mind minőségben, mind mennyiségben (FAOSTAT 2023).

A világ legfontosabb termesztett gyümölcsei közé tartozik a banán mellett a hazánkban is jelentős kultúra, az alma (*Malus x domestica* Borkh.). Kiemelten fontos élelmiszeripari alapanyag, és vitaminforrás. A friss fogyasztás mellett, sűrítvényként számos népszerű üdítő ital alapjául szolgál. Közel 70-85 millió tonnát termesztünk ebből a sokoldalúan felhasználható gyümölcsből.

Magyarországon az alma a legjelentősebb termesztett gyümölcsfaj. Az ültetvények száma csökkent a közelmúltban, de még így is több mint 25 000 ha a hazai termőterület. A termésmennyiség 550-650 ezer tonna között ingadozott az elmúlt években. Így az Európai Unió 5 legnagyobb almatermelői között tudhatjuk magunkat. A gazdasági jelentősége miatt komoly figyelmet kell szentelnünk ezen gyümölcsfaj védelmének. A felmelegedés hatására egyre nehezebb lesz megvédenünk ültetvényeinket a negatív környezeti változásoktól. Intenzív termesztéstechnológia mellett a cél a magas minőségű, és mennyiségű termés hozam biztosítása évről évre. Az elmúlt évtizedekben egyre elterjedtebbek azok a technikai újítások, amelyek segítségével hatékonyan óvhatjuk meg gyümölcsöseinket. Ezek közé tartozik a jégvédőháló, koronafeletti öntözőrendszerek, és a különböző fagyvédelmi eszközök alkalmazása. A precíz termesztéstechnológia megtervezésével képesek vagyunk maximálisan kiaknázni az új rezisztens és étkezési alfajtákban rejlő potenciált is.

1. TÉMAFELVETÉS

A vizsgálataim célja egy olyan biostimulátorok hatékonyságának az összehasonlítása, amelyek közvetlenül nem, de közvetett módon befolyásolják az adott növény biokémiai folyamatait. A gyorsan változó klimatikus viszonyok hatására számos káros abiotikus jelenség éri a termesztett haszon növényeinket. Ezek az időjárási anomáliák, mint például jégeső, tavaszi fagyok, nyári hőhullámok, jelentősen csökkentik a termés mennyiségét és minőségét. Ennek hatására az elmúlt évtizedekben számos új biológiai növénykondicionáló került bemutatásra. A kereskedelmi cégek kínálatában több száz olyan készítmény található melyek segítségével javíthatjuk a növényi szervezet kondícióját.

Ezek közé a stimulánsok közé tartozik a *Trichoderma* nevű készítmény is, amely a Debreceni Egyetem Mezőgazdasági Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási karán lett kifejlesztve az elmúlt években. (szabadalom: P1800012/18). Az általam használt Tricho Immun nevű termék a *Trichoderma afroharzianum* (TR04) és a *Trichoderma simmonsii* (TR05) fajokat tartalmazza.

A vizsgálataim során használt biostimulátorok számos előnyük mellett jobban beilleszthetőek a XXI. századi mezőgazdasági termeléssel kapcsolatos irányelvekbe, ellentétben a klasszikus műtrágyákkal, és egyéb peszticidekkel. A különböző termésnövelő anyagok felhasználása a jövőben növekedni fog figyelembe véve az Európai Unió Green Deal programját, illetve a hazai agrárpolitika rendelkezéseit. Melynek célkitűzése a növényvédőszer- és műtrágya felhasználásának csökkentése 2030-ig, illetve a biológiai termesztés arányának növelése.

A *Trichoderma* fajok számos vizsgálatban szerepeltek már az elmúlt években, jelen kísérletben pedig a gyümölcsstermesztés területén végeztem szabadföldi kísérletet.

Dolgozatomban tipikusan a gyümölcsfák kórokozókkal szembeni ellenállóképességét vizsgáltam. Ezenfelül a különböző biostimulátorok növényekre gyakorolt hatását értékeltük számos klasszikus paraméter segítségével. Kísérlet során a törzsátmérő növekedést, a gyümölcsfák termőképességét, illetve a növények lisztharmat ellenállóságát figyeltük meg.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A világ és a hazai almatermesztés jellemzői

A világ almatermése átlagosan 68-85millió tonna között változott az elmúlt években. Ennek az össztermésnek a jelentős része a friss piacon kerül értékesítésre, körülbelül 55-60 millió tonna. Számottevő a feldolgozóipar által felvásárolt mennyiség kerül felhasználásra, évente 10-12 millió tonna. A világ vezető almatermelő országa egyértelműen Kína, piaci részesedése közel fele az éves össz mennyiségnek. Valamint a sűrítmenygyártás terén is vezető piaci szerepet töltenek be. Az WAPA (World Apple and Pear Association, Alma és Körte Világszövetség) elmúlt évekről készült prognózisai alapján az Európai Unió átlagosan 11-12 millió tonna almát termelt. Ennél a termés mennyiség jelent egyfajta egyensúlyt a tárolókapacitás, és a belső piaci igények kielégítése között, továbbá nem okoz piaci zavart a globális kereskedelemben. Legkiemelkedőbb országok között Lengyelország, Németország és Olaszország szerepel. Az EU éves almaterméséből 7,5-8,0 millió tonna étkezési célú termés, míg 3,5-4,5 millió tonna gyümölcs az ipari célú terményekről kerül betakarításra (APÁTI,2024).

Az alma (*Malus domestica*) Magyarország legnagyobb mennyiségben termesztett gyümölcsfaja. Az elmúlt évek terméseredményei alapján átlagosan 450-550 ezer tonnát termelünk, az elmúlt 10 éves átlagtermése 586 ezer tonna (APÁTI, 2019). Az elmúlt évtizedek legalacsonyabb termését 2007-ben takarították be (214 ezer tonna), amit a virágzáskori tavaszi fagyok okoztak. A megtermelt almának jellemzően 65%-a ipari feldolgozásra kerül (ennek a mennyiségnek a 85%-a a sűrítmeny gyártó léüzemekbe), 35%-a pedig a frisspiaci alma (APÁTI, 2021).

GONDA és FÜLEP (2011a) szerint hazánk és a Kárpát-medence gyümölcsstermesztése földrajzi helyzetéből adódóan sok szempontból kedvező helyzetben van. Ugyanakkor a számolni kell a kedvezőtlen, gyakran szélsőségeket mutató időjárási változásokkal is. Magyarország almatermesztésének ökológiai adottságai európai szinten közepesnek sorolható be, ha a más gyümölcsstermelő körzetekkel hasonlítjuk össze a kontinensen.

Az elmúlt harminc év időszakának sokszínű fajtahasználata mára az alanyokhoz hasonlóan letisztultnak tekinthető. A számos telepítésben előforduló fajtákkal ('Elstar', 'Idared', 'Golden Delicious', 'Gala', 'Mutsu', 'Shampion', 'Gloster', 'Braeburn' stb.)

szemben az utóbbi években öt fajta, illetve fajtacsoport telepítése vált meghatározóvá (GONDA és FÜLEP, 2011b). Ide tartozik a 'Gala', 'Jonagold', 'Golden Delicious'. A gyümölcsstermelő ágazat, azon belül az almatermesztés számos problémával néz szembe, amely GONDA (2007), GONDA (2009) alapján a következőképpen foglalható össze:

- az ültetvények 2/3-a korszerűtlen, kiöregedett, legalább 16 000 ha szorul azonnali modernizálásra,
- a gazdálkodók nagy számban polarizálódtak, rendkívül nagy az aránya az elaprózódott ültetvény szerkezetnek, illetve kevés vállalkozás képes egyöntetű, megfelelő minőségű árualap előállítására
- a gyümölcsstermelő vállalkozások között nehezen születik együttműködés a termékek közös értékesítésére, ellentétben a felvásárlókkal, akik hajlamosak az több éves együttműködések megkötésére
- szakmaközi szervezetek érdekérvényesítési képessége nem megfelelő, lehetőségeik drasztikusan korlátozottak,
- a globális ökológiai változások miatt jelentősen romlott a termésbiztonság.

2.2. Az almatermesztés környezeti igénye

Az ültetvények telepítését megelőzően elengedhetetlen, hogy figyelembe vegyük a mikroklimatikus, talajtani, fajta/klónhasználati tényezőket. Illetve érdemes egyfajta piackutatást végeznünk, hogy milyen formában, és hogyan szeretnénk a produktumot a piacon értékesíteni.

Az alma alkalmazkodó képessége jónak mondható, még a gyorsan változó klimatikus körülmények mellett is. A hőmérsékleti optimum 15-30 °C közé tehető, de a megfelelő minőségű és mennyiségű termés csak a szélsőségektől mentes, kiegyenlített hőmérsékletű területen várható. Az ültetvénytelepítés szempontjából azok a termőkörzetek az optimálisak, ahol az évi középhőmérséklet 9-11 °C között változik. A tavaszi fagyok nemcsak a virágok és terméskezdemények elfagyása miatt jelentenek veszélyt, de később a termésben minőségromlást fog eredményezni (fagyléc, fagygyűrű, csésze körüli fagysapka).

Az alma éves vízigénye 550-700mm. Magyarország éves csapadékmennyisége termőtajtól függően elégségesnek mondható a hatékony termesztéshez, de a csapadék eloszlása, és típusa nem megfelelő, a növények vízigényét nyáron csak öntözéssel tudjuk kielégíteni. A termőhelyek kiválasztásakor el kell kerülni a jégjárta, és fagyzugos területeket. Ugyanis a tavaszi és a nyár eleji jégverések, viharok jelentős terméskiesést és a különböző patogének felszaporodását eredményezik.

Az eredményes almatermesztés során gondoskodnunk kell a megfelelő besugárzáról, amely a termésmennyiségben és -minőségben kimutatható a megfelelő fényellátottság pozitív hatása. A beárnyékolt koronában a gyümölcs színeződése, a termőrügyek differenciálódásának körülményei romlanak (G. TÓTH, 2001).

A megfelelő termésminőséghez eléréséhez elengedhetetlen ökológiai tényező a páratartalom, illetve az optimális mikroklíma kialakítása. GONDA és FÜLEP (2011c) szerint a nagy vízfelülettel rendelkező, és csapadékosabb nyugati almatermesztő országokkal (Olaszország, Németország, Hollandia) szemben a hazai adottságok hátrányosabbak. A nagy vízfelületek közelségéből adódóan ugyanis a legnagyobb nyári hőségnapokon is kedvezően magas a páratartalom. Valamint a hegységek által nyújtott kiegyenlítettebb mikroklíma a relatíve nagyobb biológiai teljesítményekben és a lényegesen alacsonyabb minőségromlásban mutatkozik meg.

2.3. Az alma növényvédelme

A megfelelő terület és fajtahasználat mellett, nem feledkezhetünk az integrált növényvédelem alapjairól sem. Az IPM (Integrated pest management) ötvözi mind a biológiai növényvédelmet, a termesztéstechnológiai módszereket, és az átgondolt kémiai növényvédelmet. Ezek alapján a növényvédelem első lépése a megfelelő ültetvény tervezése, mely során kiválasztjuk a kívánt termés előállításához legoptimálisabb alany és fajta kombinációt, az oltványt. SOLTÉSZ (1997) szerint a helytelen alany és nemes kombináció hosszútávon befolyásolja a művelésmódot, különböző fitotechnikai beavatkozást, és sokréstű növényvédelmi behatással is bír. Fontos alapelv, hogy a megfelelő termesztési elemek mellett (tápanyag, alany, fajta, terhelés) a metszési igény, és a sebképzés minimális legyen.

Sajnos a hazai gyakorlat azt mutatja, hogy gyakran 3-4 készítményt is kombinálnak a termelők egy permetezés során. Ennek a gyakorlatnak az oka a költségcsökkentés, és a megfelelő gépkishasználtság. Hátránya viszont a különböző peszticidek kombinálás során fellépő antagonizmus. A különböző abiotikus időjárási anomáliák hatásait zárt termesztő berendezések kivételével (üvegházak, fűtőfóliák) nem tudjuk jelentősen befolyásolni. NAGY (2010) eredményei alapján a genetikailag meghatározott biokémiai folyamatok befolyásolása ma már a bioregulátorok, biostimulátorok és célzott permettrágyák használatával egyre hatékonyabban megvalósítható és egyre nagyobb szerepet kap. Ezek a készítmények a növények anyagcseréjén kívül a szervezet immunizálását is jelentősen serkentik, és a tápanyaggazdálkodáson kívül a növény ellenállóképességét is növelik. Bizonyos esetekben, hosszú távú védelmet nyújtanak a különböző patogének ellen.

A növényvédelem új irányzatai A XXI. században egyre elterjedtebbek a kettőshasznosítású, rezisztens, illetve toleráns almafajták/klónok/fajtakörök. A nemesítés során így olyan ellenálló allélok kerülnek a növényi genomba melynek köszönhetően csökkenthetjük a gyümölcstermő ültetvényeket évről évre súlytó fertőzési nyomást. Az ellenálló fajták folyamatos kutatásának szükségességét EVANS (1997) három alapvetően változó tényezőre bontja, miszerint (1) a termesztéstechnológia, (2) az ökológiai tényezők, valamint (3) a fogyasztói szokások állandó változást mutatnak. Természetesen ezen változók összefüggésben állnak egymással, ez a megközelítés kiválóan tükrözi az almanemesítés fejlődésének okát, valamint a betegség-ellenállóság, mint nemesítési célkitűzés szerepét. A rezisztens almafajták vitathatatlan előnye, hogy a helyes technológia és a megfelelő ápolási műveletek mellett adott termék előállításához 50-60% is csökkenthetjük a különböző peszticidek mennyiségét. A jövőben életbe lépő növényvédelmi irányelvek a különböző hatóanyagok kivonását fogják eredményezni.

Ezek a lépések arra ösztönzik a gazdálkodók jelentős részét, hogy új ellenálló fajtakörök használatával. Valamint a biológiai növényvédelemben ismert technológia elemekkel valósítsák meg a gyümölcstermesztés különböző fázisait. Hazánk almatermesztésének három legveszélyesebb betegségei a ventúriás varasodást okozó (*Venturia inaequalis* Cke. / Wint), az ervíniás tűzelhalás (*Erwinia amylovora* Burrill) és az almafa lisztharmat (*Podosphaera leucotricha* Ell. et Ev./Salm.). Ezek a gombás és bakteriális patogének akár 25-30% is képesek csökkenteni a termés mennyiségét. Továbbá rontják a gyümölcs eltarthatóságát, piacosságát,

illetve a növényi kondíciót is drasztikusan csökkentik. Nem véletlen, hogy rezisztens és toleráns almafajták nemesítése is ezen fertőzési ágensek ellen hivatott védelmet nyújtani.

2.4. Az almafa lisztharmat jellemzése

A növényeinket fertőző különböző ágensek azóta foglalkoztatják a hazai almatermesztőket mióta létezik a szervezett, nagyüzemi gyümölcstermesztés. Már a múlt század egyik legveszélyesebb kórokozója is az almafa lisztharmat (*Podosphaera leucotrica* Ell. et. Ev. SALM.) volt. SALLAI (2004) eredményei alapján a hagyományos fajták (pl. Jonathan fajtakör) különösen érzékenyek voltak erre a kórokozóra. Az elmúlt évtizedekre jellemző téli fagyok (-20oC) azonban jelentősen csökkentették az életképes micéliumok számát. A telek enyhülésével, és a folyamatos szerkivonásokkal ma már nem alkalmazhatóak a klasszikus módszerek ez ellen *Ascomycota* gombafaj ellen.

SZEPESSY (1977) véleménye alapján már a kora tavaszi időszakban megjelenő levélrügyeken láthatóak az apró jellegzetes szürkésfehér „lisztes” bevonatok. A levelek a fejlődés során csónak alakúak lesznek és szinte porszerű bevonatot képez rajtuk a kórokozó. Ebben az esetben a primer fertőzésről beszélhetünk, a hajtásfejlődése lelassul, és a hajtásvég is deformált lesz. A kórokozó telelése a rügyekben történik, a tavaszi fertőzés után pedig nyár végére pedig nagy számban képez peritéciumokat melyekben később az aszkuszok képződnek.

A levelek fejlődése során a micélium hausztóriumokat képez a levél epidermális sejteibe. A micéliumokon nagy számban képződnek oidiokonídiumok, amelyek szél segítségével szóródnak és fertőzik a fiatal hajtásokat, rügyeket. A sekunder fertőzés során létrejövő micélium szövedék belenő a frissen kialakuló rügyekbe, és a pikkelylevelek közé húzódva rejtve marad a következő tavaszig. SALLAI (2004) szerint az almafalisztharmat szaporodásához magas hőösszeg szükséges, valamint az átlagostól magasabb páratartalom. A pandémia kialakulásakor enyhe telek után következő párás, meleg május-június a legkedvezőbb. Veszteséget főleg az asszimilációs felület, és a termésmennyiség csökkentésével éri el.

2.5. Almafalisztharmat elleni védekezési módszerek

FISCHER & FISCHER (1996) eredményeik alapján a kórokozóval szembeni védekezés alapja az ellenálló fajtaválasztás, és azok termesztése. FISCHL (2000) szerint a különböző peronoszpórafélék, rozsdagombák, lisztharmatok a biotróf életmódjukból adódóan gyakran okoznak jelentős termés kiesést endémikus előfordulással a hazai termőközetekben. Ugyanakkor a kémiai növényvédőszer számának a csökkenésével, más alternatív módszert is be kell illesztenünk az integrált növényvédelembe. Eddigi vizsgálatok alapján közel 40 gombafajról bizonyították be, hogy képesek a lisztharmatgombákat parazitálni. Ezek közül, amelyek az almafalisztharmat antagonistái a *Chaetomium spp.*, illetve a *Trichoderma spp.* (KISS, 1993). A *Trichoderma spp.* jellemzői közé tartoznak a gyors növekedés, sima felületű légmicélium, a konídiumtartók folyamatos növekedése, illetve a konídiumok halvány majd később zöld színe (VAJNA, 1987).

GLITS (2000) véleménye szerint a védekezés első lépése a fertőzött rügyek, és hajtásvégek eltávolítása a metszés során. Ezáltal a téli áttelelő képletet távolítjuk el a területről. A kora tavaszi időszakban gyakran javasolják a kén tartalmú peszticidek használatát, illetve különböző ergoszterol-bioszintézis gátló felszívódó gombaölőszerek.

A kémiai növényvédelem mellett azonban számos hatékony módja van, hogy eredményesen védjük meg az ültetvényeinket olyan biológiai készítményekkel, biostimulátorokkal, amelyek a tápanyag utánpótláson kívül a növény immunizálását is serkenti.

2.6. Trichoderma fajok bemutatása

A *Trichoderma spp.* a talajban élő gombák talán legnépesebb nemzetségei közé tartoznak, bizonyos esetekben 60-70%-át is ki tehetik a talaj mikrobiomjának (DANIELSON – DAVEY 1973). A *Trichoderma* fajokat már közel 100 éve alkalmazzák a növényi kórokozók elleni védekezésre (WEINDLING, 1932). Ezeket a gomba fajokat részletesen vizsgálták biokontroll hatóanyagként, és olyan készítményeket fejlesztettek ki őket, amelyek világszerte elterjedtek (ALTINTAS – BAL 2008; GARDENER - FRAVEL 2002; HARMAN 2000; KUMAR et al. 2014; WOO et al. 2014). A *Trichoderma* fajok másodlagos kolonizálói a növények gyökereinek és az azt körülvevő talajnak (CAI et al. 2015; EASTBURN – BUTLER 1991). Ezeket a gombákat sokszor visszajuttatják a komposztokba, a termésnövekedés segítése

és a növényi patogének megfékezése miatt (BERNAL-VICENTE et al. 2015; LÓPEZ-MONDÉJAR et al. 2011).

A *Trichoderma* fajokról már bebizonyosodott, hogy hatékony védekezési módszer lehet a különböző fertőző gombák ellen, és egyéb fonálféreg törzsek ellen is (BENÍTEZ et al. 2004; Harman 2006; Affokpon et al. 2011). A *Trichoderma* gombákról kimutatták, hogy gátolják a *Phytophthora* fajok fejlődését, így csökkentik az általuk okozott fertőzések kialakulását (HARMAN 2000; KELLEY & RODRIGEZ-KABANA, 1976; PORRAS et al. 2007; SMITH et al. 1990; WASHINGTON et al. 1999). A *Trichoderma* fajok kellően hatékonyak az ökológiai védekezésben, népszerűségét segíti, hogy kozmopoliták, könnyen izolálhatók, relatíve olcsón nagy mennyiségű életképes szaporítóanyagot képesek szolgáltatni. Stabilizálhatók a készítményekben, különféle pozitív hatásmódok széles skálájával rendelkeznek, és viszonylag biztonságosnak tekinthetők a környezet és az emberi egészség szempontjából is (WOO et al. 2014).

2.7. *Trichoderma* fajok növényekre gyakorolt hatása

A *Trichoderma* fajok ma már egyre elterjedtebbek mind a mezőgazdaság mind az ipar számos területén. A *Trichoderma* egyes változatait, mint pl. a *Trichoderma reesei* törzset leggyakrabban enzimek előállítására alkalmazzák, a biokontroll izolátumokat pedig biopeszticidként, biostimulánsként és biotrágyaként használják fel a növénytermesztés számos területén. Ez azért kivitelezhető, mert a *Trichoderma* spórákat olcsón és nagy mennyiségben, nagy dózisban, folyékony és száraz (granulátum és nedvesíthető por) formában egyaránt elő lehet állítani, és több hónapok keresztül tárolhatóak, úgy, hogy a növényre mindvégig képes lesz kifejteni pozitív hatását (HARMAN – KUBICEK, 1998). Ezeket a készítményeket számos pontján alkalmazzák a zöldség-gyümölcs termesztésben, mint a növénykondicionáló szerek a jobb terméshozam érdekében. Ezen gombatörzsek alkalmasak arra, hogy befolyásolják a növények biokémiai folyamatait és a biotikus-abiotikus stressztűrő képességüket. Felhasználhatók a termesztésben lévő haszonnövények kondíciójának javítására (YEDIDIA et al, 2001).

A *Trichoderma* nemzetség gombái különleges képességgel rendelkeznek, hogy akár parazita, akár szimbiótaként kölcsönhatásba lépjenek különböző szubsztrátokkal és élő

szervezetekkel, köztük a növényekkel és egyéb mikroorganizmusokkal (HARMAN et al. 1998, KUBICEK – HARMAN, 1998). Ezek a gombák a számos anyagot tudnak tápanyaggént felhasználni, a természetes és mesterséges vegyi anyagokkal és toxinokkal szemben a legellenállóbb mikrobák közé tartoznak, és képesek néhányat közülük hatékonyan lebontani, beleértve a szénhidrogéneket, klórfenolos vegyületeket, poliszacharidokat és peszticideket (HARMAN et al, 2004).

A *Trichoderma spp.* számos törzse erős opportunistá betolakodó, gyorsan növekvő, termékeny spórátermelő és erős antibiotikum-termelő. Ezek a tulajdonságok ökológiai szempontból nagyon sikeressé teszik ezeket a gombákat, mivel különböző fajait és törzseit megtalálták mezőgazdasági, őshonos gyepek, erdei, sós mocsári és sivatagi talajokban minden éghajlati övezetben (beleértve a tundrát, az Antarktist és a trópusokat), valamint tóvízben, elhalt növényi anyagban, gyakorlatilag bármilyen növényfaj élő gyökerében, magokban és a levegőben (MONTE, 2001). Korábban a biokontroll-aktivitás szempontjából elemzett két legelterjedtebb faj a *Trichoderma harzianum* és a *Trichoderma viride* volt. A

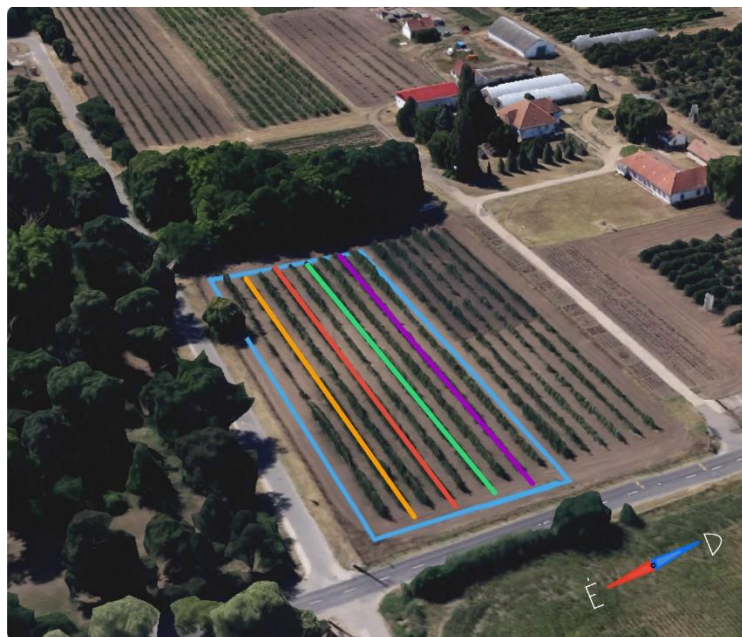
Trichoderma asperellum-ot 1999-ben morfológiai és genetikai különbségek alapján új fajként különítették el a *T. viride*-től (LIECKFELDT et al. 1999; SAMUELS – HEBBAR 2015; SAMUELS et al. 1999). Az utóbbi időben, a *T. asperellum* a figyelem középpontjába került a szakirodalomban, a gombás és oomikóta növényi kórokozók széles skálájával szembeni biokontroll aktivitása miatt.

Bizonyították, hogy a *T. asperellum*-ot használva különböző növényeken, a gomba 7 viaszszorította a betegségeket, úgy, mint: a *Phytophthora ramorum* (WIDMER 2014), *Phytophthora infestans* (KARIUKI et al. 2020), *Phytophthora cinnamomi* (ANDRADEHOYOS et al. 2020), *Fusarium oxysporum* (DÍAZ-GUTIÉRREZ et al. 2021; WIN et al. 2021), *Verticillium* fajok (YU et al. 2021), *Sclerotium cepivorum* (RIVERA-MÉNDEZ et al. 2020) és *Colletotrichum gloeosporioides* (DE LA CRUZ-QUIROZ et al. 2018). A betegség viaszszorítását a versengéssel (SIVAN – CHET, 1989) és a kiválasztott enzimek segítségével megvalósuló mikoparazitizmussal hozták összefüggésbe (DE LIMA et al., 2017; WANG et al., 2021).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A vizsgálatok helye, és ideje

Vizsgálataimat két eltérő adottságú tájegységen, megyében és ültetvényben állítottam be a 2023-as év során. A Debreceni Egyetem Pallagi Kísérleti Telepén, valamint a családi gazdaságunk vásárosnaményi ültetvényében. A tangazdaság ültetvénye kelet-nyugati tájolású, homokos vályog talajtípussal rendelkezik. A telepítés 2006-ban történt, M.9-es alanyon, 'Pinova' almafajtaival. SZABÓ (2004) eredményei alapján az M.9 a legelterjedtebb gyenge növekedésű alanytípus, mely intenzív almatermesztésre kiválóan alkalmas, gyökérzete viszonylag sekélyen helyezkedik el. Tűzelhalással, és gyökérgolyvával szemben fogékony, a *Phytophthora* gyökérrothadással szemben viszont ellenálló. A térállás 4x1 méter, a famagasság 3,5 méter. Az ültetvény huzalos, oszlopos tám-berendezéssel rendelkezik. Az állomány csepegtető öntözőrendszerrel felszerelve.



1. ábra: Egyetemi Tangazdaság kijelölt parcellája (saját szerkesztés, forrás: Google Earth)



2. ábra: **Családi Gazdaságunkban kijelölt parcella.** (saját szerkesztés,
forrás: Google Earth)

A családi gazdaságunkat Király Ákos növényvédelmi technikus alapította 1993-ban. Az alma mellett, szilva bodza és birsalma gyümölcsök termesztésével is színesítjük a cég termékpalettáját. A vásárosnaményi ültetvény északnyugati-délkelet tájolású, réti-öntéstalajtípus jellemzi. A gyümölcsfák telepítése 2017-ben történt, MM.106-os alanyra oltott 'Luna' almafajtával. Az MM.106-os alanytípus (*Northern Spy* x *M.1*) a Malling-Merton alany sorozat egyik legnépszerűbb változata, az M.4 es alanyhoz képest növekedése 20%-kal mérsékeltebb. Hazai körülmények között telepítése támrendszert nem igényel, lisztharmatra közepesen érzékeny, a *Phytophthora* gyökérrothadással szemben ellenálló (SZABÓ,2004). A térállás 5x2 méter, a fák magassága 3,5 méter. Az ültetvény öntözése megoldott, mobil korona alatti öntözőrendszer segítségével.



3. ábra: Vizsgálatra kijelölt 'Pinova' termő ültetvény (saját felvétel, Debrecen-Pallag, 2023)



4. ábra: A vizsgálatban szereplő 'Luna' ültetvény (saját felvétel, V. namény, 2023)

3.2. Kísérletben használt almafajták, és készítmények bemutatása

A kísérletben vizsgált 'Pinova' almafajta Németországból, a Drezda-Pillnitz-i kutatóintézetből származik. A fajta a 'Clivia' és a 'Golden Delicious' keresztezésével állították elő. Lisztharmat fertőzésre és erwinia tüzelhalás toleráns (G. TÓTH, 2000). Toleráns a varasodással szemben, igen nagy termőképességgel rendelkezik. A gyümölcse cinóberpiros, csíkozott, kellemes, fűszeres ízű (GONDA és APÁTI, 2013).

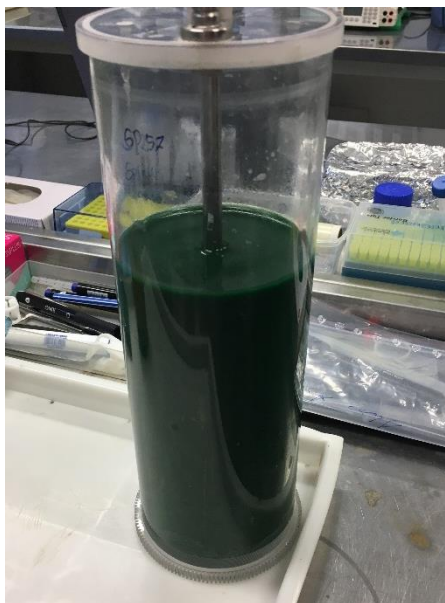
A vizsgálatban szereplő 'Luna' (UEB 3375/2) almafajta a Prágai Kísérleti Botanikai Intézetben nemesítették 2008-ban a 'Topaz' és a 'Golden Delicious' keresztezésének eredményeként. Ez a diploid almafajta egy lisztharmat toleráns és varasodás rezisztens almafajták közé tartozik melyet a biogazdálkodók és az integrált termesztésben résztvevő vállalkozók is eredményesen használhatnak. A gyümölcs egy közepes méretű aranyárga színű

termés, amely perzselésre nem hajlamos, jól tárolható, október második dekádján szedhető (forrás: <https://applebreeding.ueb.cas.cz/luna/>).

A Bistep nevű biostimulátor már régóta népszerű termék a gazdálkodók körében. Ez a növénykondicionáló készítmény egy gilisztahumusból, vízből, és különböző mikro, és makroelemekből álló organikus vegyület. Felhasználási engedélye alapján a klasszikus szántóföldi növények mellett a dísnövénytermesztésben és a különböző kertészeti kultúrákban is eredményesen alkalmazható.

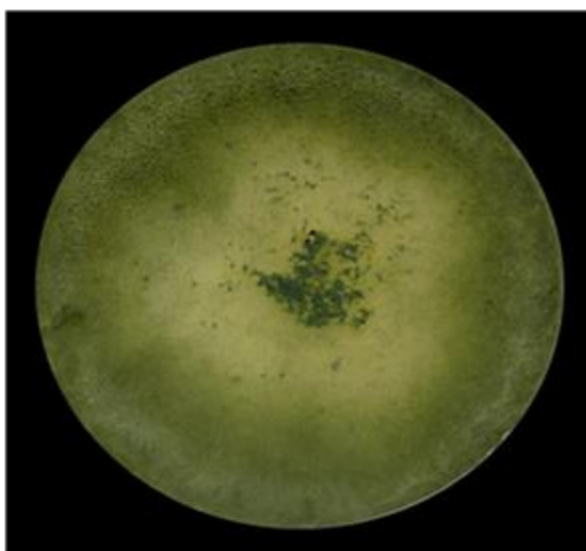
A Bistep felhasználási javaslata a gyümölcstermesztés során különböző időpontokban és kijuttatással is megtörténhet. A gyártó alapján ültetéskor is használhatjuk a csemeték beöntözésére 2%-os c.c.-ben. Illetve a telepítés után alkalmazhatjuk permetszerként 0,5%-os c.c.-ban. Levéltrágyaként rügyfakadástól egészen a szüretet megelőző hétig felhasználható 3-4 l/ha dózisban.

Szintén a biológiai készítmények közé tartozik a „Barnalé” nevű kondicionáló, amely a növényi maradványok, és melléktermékek felhasználásból készült és fenntarthatóság jegyében került a gazdálkodókhoz. Ez termék általában valamilyen pillangós növény szárából, és leveléből készített koncentrátum. A levélfehérje-izolálás során frakcionált zöld biomassza mellékterméke. A lucernából nyert barnalé tulajdonságait tejsavbaktériumokkal történő erjesztés után vizsgálták (BÁKONYI et al., 2020).

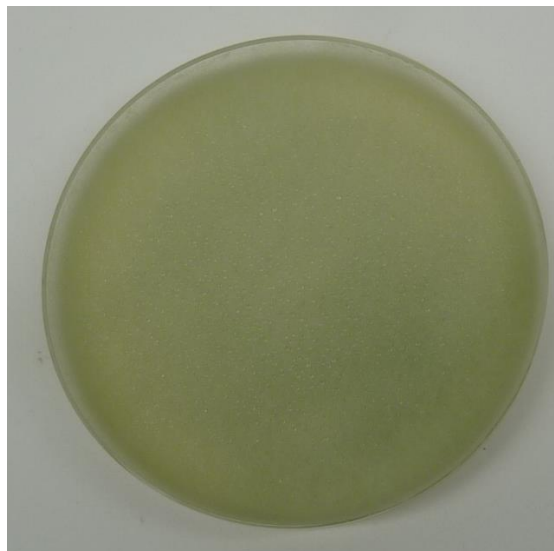


5. ábra: Friss biomassza a frakcionálás előtt. (saját felvétel, Debrecen, 2024)

Tricho Immun nevű készítmény a Bistep, és a Barnalé növénykondicionáló mellett harmadikként került a vizsgálataink során tesztelésre. KOVÁCS, et. al. (2021) eredményeik alapján ez a biostimulátor két *Trichoderma* törzset tartalmaz melyek a *Trichoderma afroharzianum* (TR04) és a *Trichoderma simmonsii* (TR05). A biostimulánst javasolják lemosó permetezés, metszéskor keletkező sebkezelés, vetőmagcsávázás, és különböző fenofázisoknál alkalmazott lombkezelésre is. A gombák gyors növekedésre képesek mely során légmicéliumokat képeznek, és zöld színű telepek jönnek létre.



6. ábra: *Trichoderma simmonsii* TR05 törzs
(forrás: Csótó András)



7. ábra: *Trichoderma afroharzianum* TR04 törzs
(forrás: Dr. Karaffa Erzsébet)

A TR04 és TR05-ös törzsek jól viselték az alacsonyabb hőmérsékletet és akár 5 oC-on is képesek voltak megfelelő növekedési elvárásoknak megfelelni. A *Trichoderma* fajok már a 100 éve ismert biopeszticidek, amelyek gyors növekedésüknek hála kiszorítják a konkurens fajt (térparazitizmus). Illetve képesek a mikoparazitizmusra is hiszen más gombák hifáit is képesek elpusztítani (KOVÁCS et.al, 2021).

3.3. A készítmények kijuttatása, és a vizsgálati módszerek bemutatása

A kísérletben szereplő két ültetvényben eltérő elrendezésben kerültek felosztásra a különböző parcellák. A Kísérleti Tangazdaság területén 4 db sor került kijelölésre, és a kijuttatott stimulánsok is soronként változtak. A mérések során 10 db közel azonos gyümölcsfát jelöltünk ki, és itt végeztük el az adatok felvételezését. A kezelt sorok között üres sorokat hagytunk ezzel kiküszöbölve az átsodródás kockázatát. A Vásárosnaményi vizsgálatok során egy klasszikus kisparcellás, osztott elrendezésben történt a kezelt növények kijelölése. Az elrendezés véletlenszerűen történt, és soronként változott. Minden sorban kijelöltünk 4 db 5 fából álló szakaszt, minden szakasz más-más stimulánssal lett kezelve. A szakaszok között üres, kezeletlen szakaszokat hagytunk ki (lásd.: 2. ábra).

A különböző növénykondicionálók kijuttatását kiskertekben is használatos 10 literes permetezővel végeztük. A jobb oldódás érdekében esővízzel kevertük a készítményeket, a por alapú Tricho Immun esetében pedig előkevert oldatot készítettünk.



8. ábra: A permetezés során használt eszközök és készítmények.

(forrás: saját felvétel, Vásárosnamény, 2024)

A vizsgálatok során egymást követő fenofázisban juttatunk ki biostimulátor készítményeket (kontroll, Bistep (0,3%-os koncentráció), Barnalé (2,0%-os koncentráció), *Trichoderma harzianum* alapú endofita gomba (5%-os koncentráció))

1.táblázat: Kezelések időpontjai fenofázisok szerint (Vásárosnamény, 2023-2024)

	Zöldbimbós állapot BBCH-09	Teljes virágzás BBCH-65	Virágzás után 3 héttel BBCH-67	Virágzás után 6 héttel BBCH-70	Virágzás után 9 héttel BBCH-75
2023	04.06.	05.06.	05.28.	06.16.	07.09.
2024	04.11.	04.24.	05.13.	06.09.	07.11.

3.4. Kísérletben vizsgált paraméterek

Munkánk során célul tűztük ki, hogy a különböző készítmények miként befolyásolják almafák növekedését, terméshozását és lisztharmat fogékonyságát. A Debreceni Egyetem Pallagi Tangazdaságában csak a növények generatív és vegetatív teljesítményét reprezentáló paraméterein végeztünk méréseket. Vásárosnaményi családi gazdaságunk ütetvényében ezek mellett növénykórtani szempontból is értékeltük a készítmények hatásait. Ezek a paraméterek a következők voltak.

- **Levelek SPAD index értékei**

A levelek relatív klorofilltartalmát Konica Minolta SPAD-502 klorofill-mérő készülék segítségével állapítottuk meg. A vizsgálat során a levél közepén, az erek közötti felületről történt a mintavétel.



9. ábra: A SPAD-502 Plus klorofill mérő használata a vásárosnaményi ültetvényben.

(forrás: saját felvétel, Vásárosnamény, 2024)

Referencia termőgally dárdszám (db)

A vizsgálatban szereplő években, a kora tavaszi időszakban felvételezésre kerültek a kísérlet során kijelölt referencia termőgallyak vizsgálata. Mely során megszámloltuk és átlagoltuk a termőrészek, a dárdák számát. Ebből tudtunk következtetni a lehetséges virágmennyiségre.

Virágszám referencia termőgallyon (db)

Az áprilisi hónap második felében összeírásra került a virágzatok száma, a kijelölt termőgallyakon. A kapott eredmények alapján sikeresen tudtunk következtetni a termés mennyiségére.

Lisztharmat fertőzöttségi arány (%)

Ezen paraméter vizsgálata során a hajtásvégek lisztharmat fertőződését vizsgáltuk mely során a gyümölcsfák egyéves hajtásainak fertőzött arányait rögzítettük százalékos értékben kifejezve.

Tünetmentes termés aránya (%)

A vizsgálatban szereplő évek közül, 2024-ben felmértük a különböző fenofázisok során a fertőzött gyümölcsök arányát. Ezek alapján gyümölcsfánként szedett minták közül kiválogattuk a lisztharmatfertőzés tüneteit mutató gyümölcsöket.



10. ábra: Egészséges, és fertőzött levelek 'Luna' almafán
(forrás: saját felvétel, Vásárosnamény,2024)

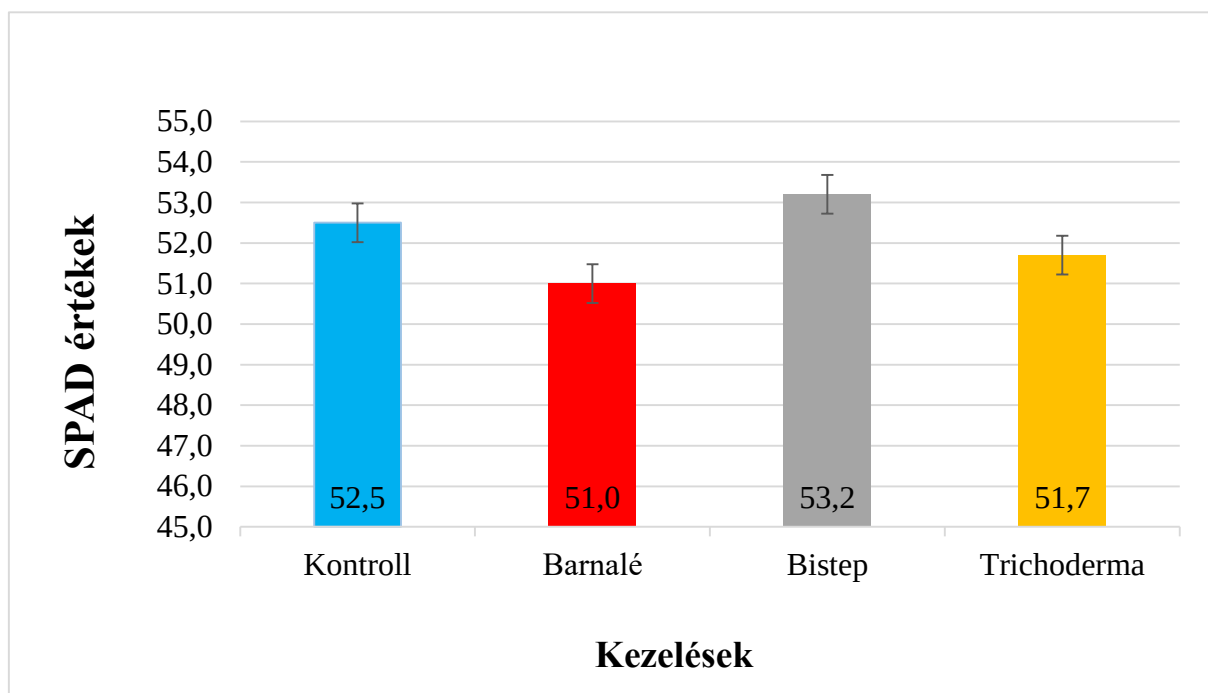
3.5. Statisztikai elemzés

Adataink szórásainak egyenletességét Levene teszttel, normalitását pedig Shapiro-Wilk teszttel vizsgáltuk. Ezek alapján adataink nem feleltek meg a parametrikus tesztek követelményeinek, így páronkénti összevetésként Mann-Whitney U tesztet alkalmaztunk a kontroll és kezelt parcellákon mért paraméterek összevetésére, amennyiben a Kruskal-Wallis teszt p értéke 0,05 alatti volt.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKEKELÉSÜK

4.1. A gyümölcsfák vegetatív tulajdonságaira vonatkozó adatok bemutatása

A **11. ábrán** a 'Pinova' almafajta vegetatív paramétereinek bemutatása a 2024-es év során mért adatok alapján.

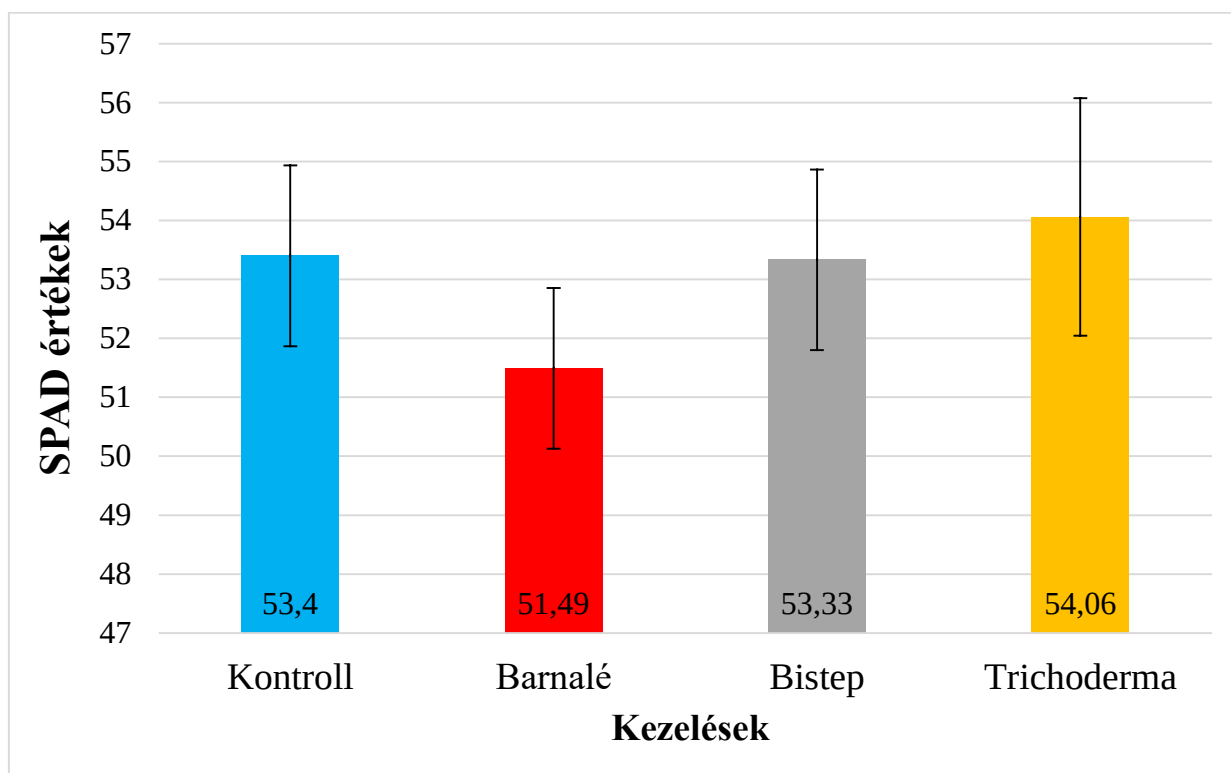


11. ábra: A levelek SPAD értékeinek változása 'Pinova' almafajta esetében.

(Debrecen-Pallag, 2024)

A SPAD érték felvételezésével tájékoztatást kapunk a növény levelének relatív klorofill tartalmáról, ebből következtetve korrigálhatjuk a kijuttatott tápelemeket. A SPAD index meghatározásakor a levélre csipetett szenzor érzékeli a szöveten áthaladó vörös és infravörös fény intenzitásából kalkulált relatív klorofill tartalmat (SPAD index). A feltüntetett ábra alapján a stimulánsok közül csak a Bistep nevű készítmény befolyásolta pozitív mértékben a SPAD index értékeit, de jelentős különbség az értékek között itt sem felfedezhető. A Barnalé és a Tricho Immun nevű biostimulátor pedig a kontroll értékeket ($52,5 \pm 0,5$) sem volt képes produkálni.

A 12. ábrán a 'Luna' almafajta 2024-ben rögzített SPAD értékei változása látható.



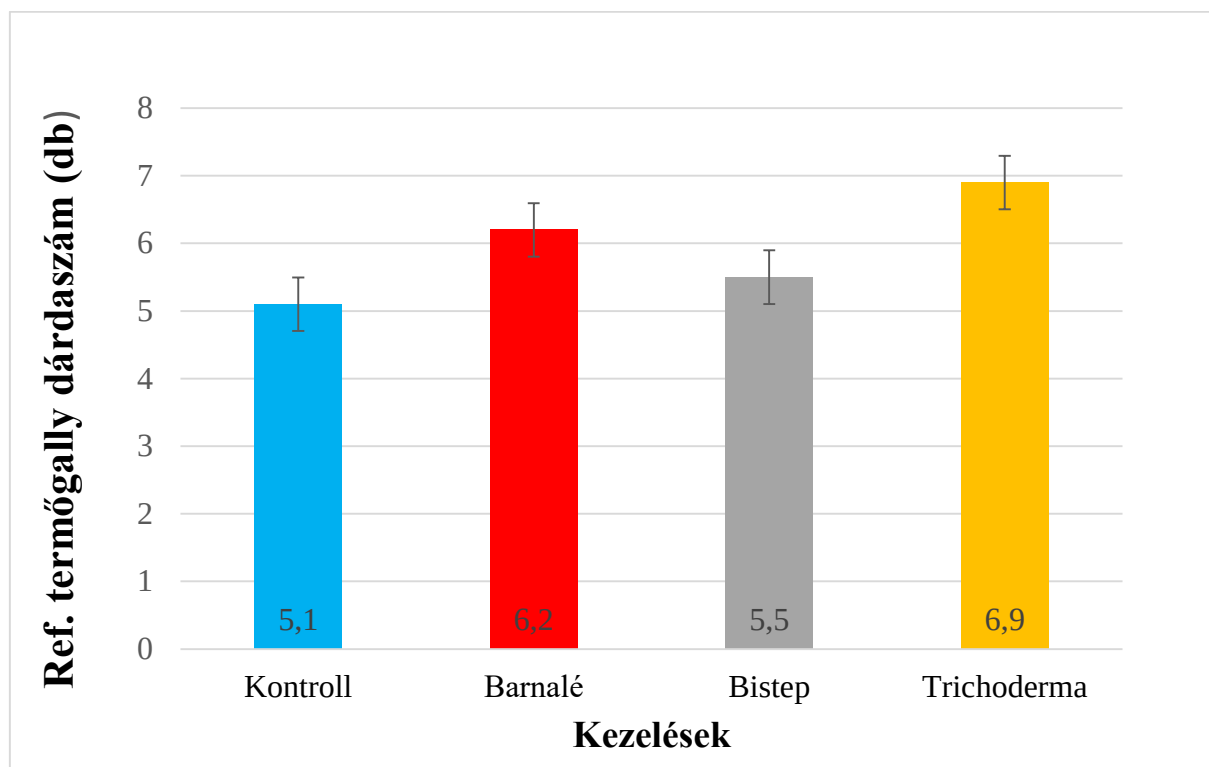
12. ábra: A 'Luna' almafajta SPAD indexének változása.

(Vásárosnamény, 2024)

A vásárosnaményi ültetvényben rögzített adatok alapján kijelenthetjük, hogy a két különböző gyümölcsösben felvételezett értékek korrelálnak egymással, és hasonlóság fedezhető fel az értékek között. A kontroll értékhez képest csak a Tricho Immun nevű biostimulátor tudta növelni a SPAD index értékeit (+1-1,5). Barnalé (51,49), és a Bistep (53,33) nevű stimuláns által kezelt gyümölcsfák klorofill tartalma a kontroll értékeket sem érte el. Tendenciális különbség nem fedezhető fel az értékek között, statisztikailag értékelhető különbséget nem tapasztaltunk a vizsgálatban szereplő növénykondicionáló készítmények között. Ezek alapján kijelenthetjük, hogy a vizsgálatban szereplő évjáratokban a kísérletben használt biostimulátorok nem tudták érdemben növelni a növények leveleinek relatív klorofill tartalmát.

4.2. A gyümölcsfák generatív tulajdonságaira vonatkozó paraméterek bemutatása

A 13. ábrán a 'Pinova' almafajta referencia termőgallyon mért dárdszáma kerül bemutatásra.

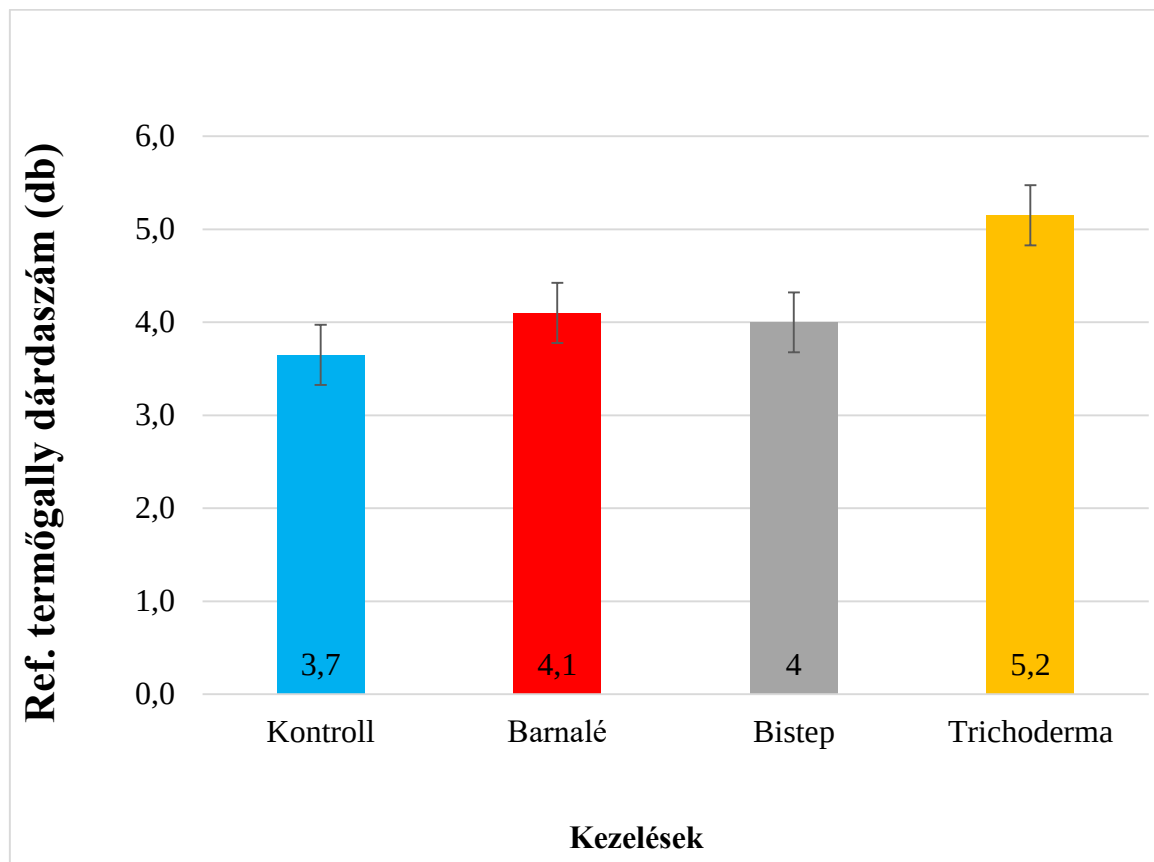


13. ábra: A 'Pinova' almafajta referenciai termőgallyon mért dárdszáma.

(Vásárosnamény, 2024)

A 12. ábra adatai alapján a kontroll (5,1 db) értékekhez képest, az összes növénykondicionáló készítmény növelte a referencia termőgallyon számlált termőrészek számát. A legnagyobb mértékben a Tricho Immun nevű készítmény által kezelt növények esetében tapasztaltunk pozitív irányú eltérést a kontroll értékekhez képest. Összeségében mind a három növénykondicionáló képes volt meghaladni a kontroll érték által adott mennyiséget.

A 14. ábrán a 'Luna' almafajta referencia termőgallyon mért dárdszáma kerül bemutatásra.

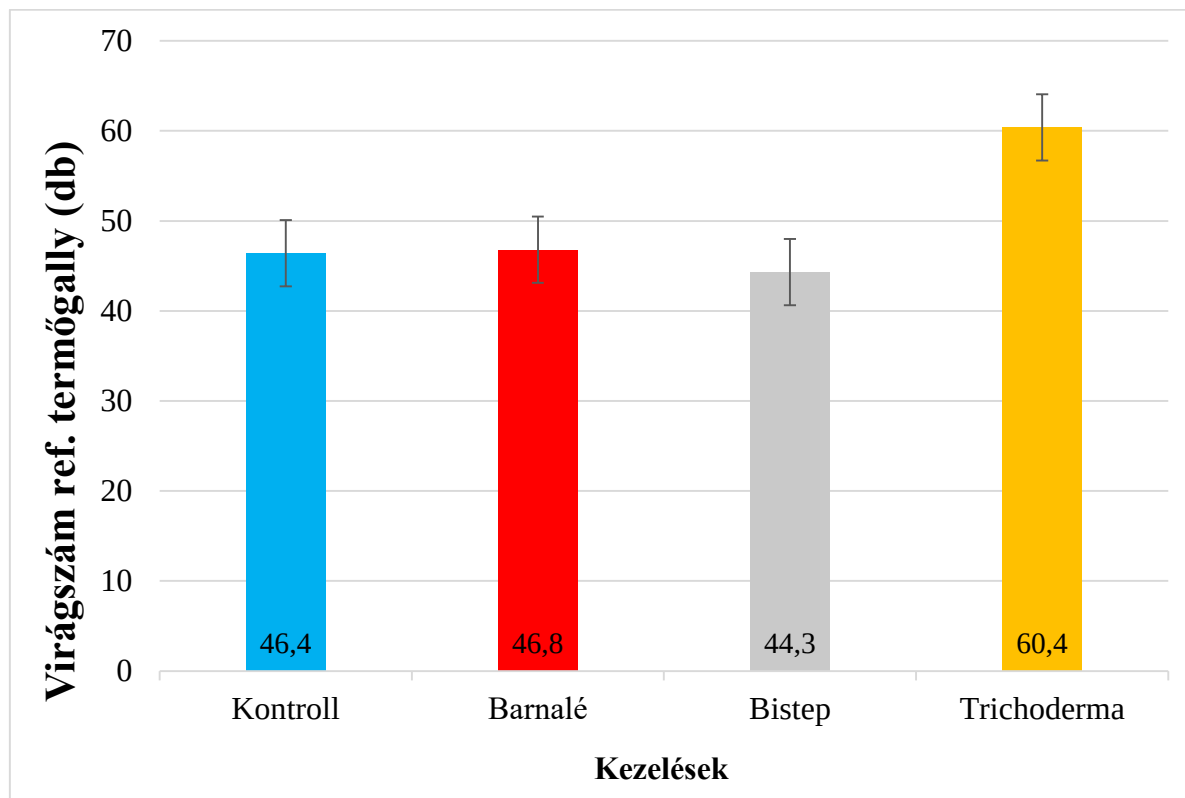


14. ábra: A 'Luna' almafajta referenciai termőgallyon mért dárdszáma.

(Vásárosnamény, 2024)

A családi gazdaságunk ültetvényében rögzített adatok alapján kiderült, hogy a különböző biostimulátorok képesek pozitív mértékben növelni az átlagos dárdszámot kisebb nagyobb mértékben. A Tricho Immunnal (5,2 db) kezelt egyedek esetében tendenciális különbséget tapasztalhatunk, statisztikailag értékelhető különbséget nem tapasztaltunk.

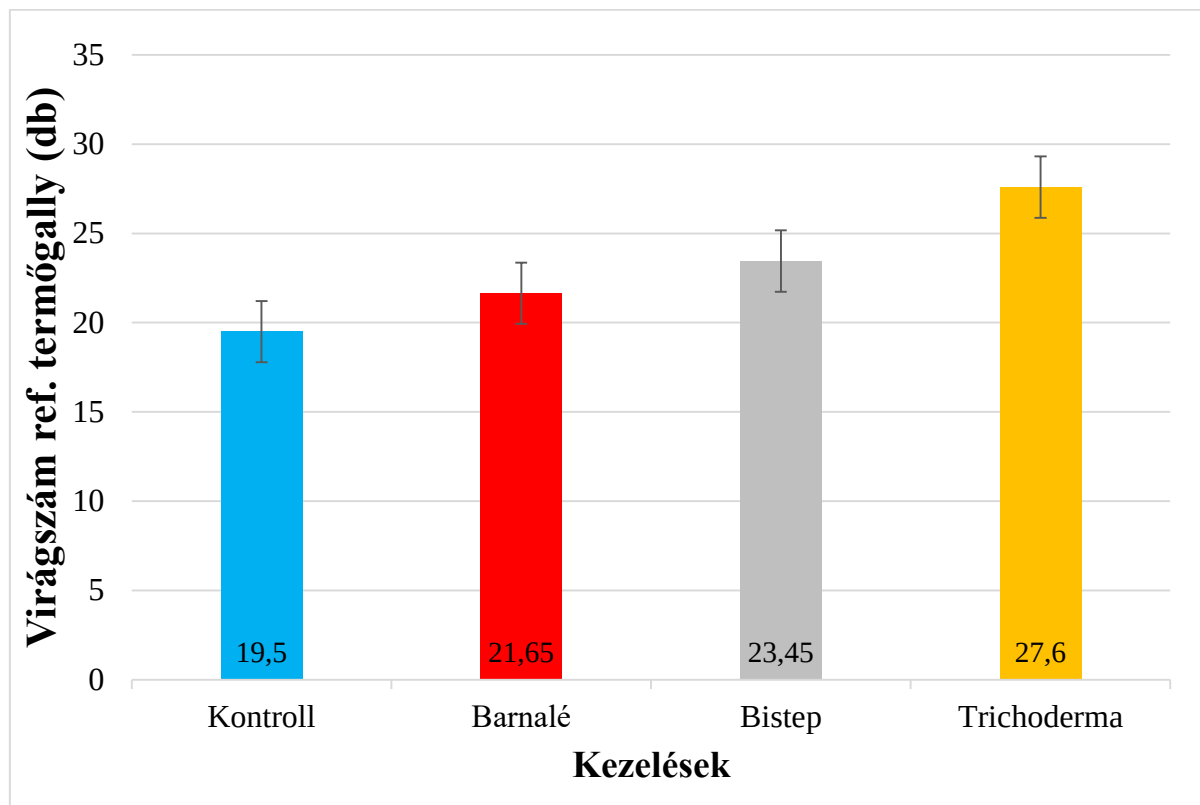
A **15. ábrán** a 'Pinova' almafajta virágszámának változását láthatjuk, a referencia termőgallyon rögzített értékek alapján.



15. ábra: A 'Pinova' almafajta esetében vizsgált virágszám változás a referencia termőgallyon. (Debrecen-Pallag,2024)

A virágszám mennyiségéből előzetes következtetéseket vonhatunk le a leendő termésmennyiséggel kapcsolatba. A vizsgált évben rögzített adatok alapján a biostimulátorok termősrészekre gyakorolt pozitív hatása a virágszámban is megmutatkozott. A tangazdaság területén felvételezett adatok alapján kiderült, hogy a kontroll értékekhez képest, a referencia termőgallyon mért virágszámot minden esetben növelték a készítmények. Legnagyobb mértékben a Tricho Immun nevű készítménnyel kezelt növények esetében tapasztaltunk változást. A termősrészek növekedésének tendenciális különbsége tájegységtől, fajtától, és alanyhasználatától függetlenül megfigyelhető.

A **16. ábrán** a 'Luna' almafajta virágszámának változását láthatjuk, a referencia termőgallyon rögzített értékek alapján.



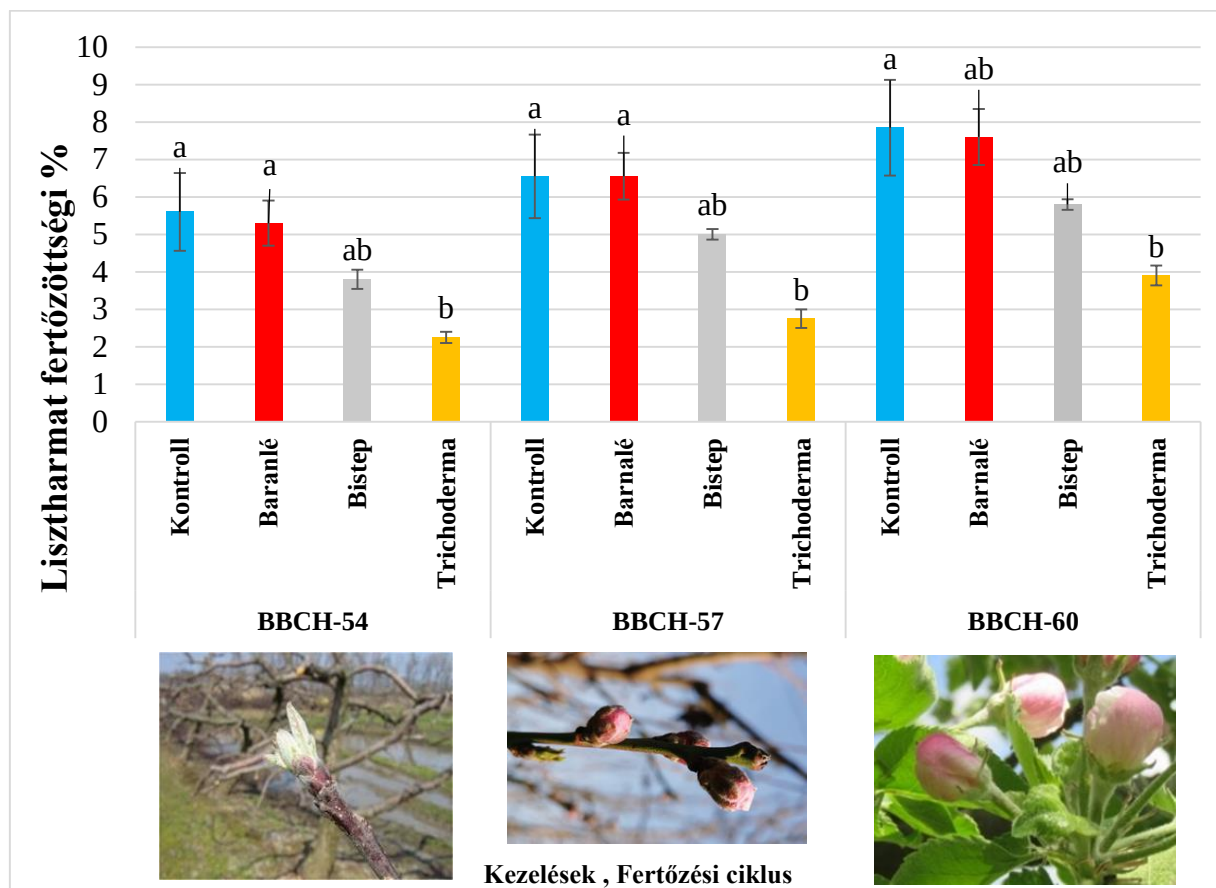
16. ábra: A 'Luna' almafajta referenciai termőgallyon mért virágszám változása.

(Vásárosnamény, 2024)

A virágszám mennyiségének vizsgálatokor a vásárosnaményi ültetvényben is hasonló változásokat értékelhettünk a 2024-es év során. Hasonlóan a 'Pinova' almafajta esetében, ebben az esetben is jól látható a növekedés a kontroll értékekhez képest. Alapvetően a növénykondicionáló készítmények mindegyike pozitívan növelte a terméskötődés alapjául szolgáló virágszám mennyiségét, a kijelölt termőgallyakon. A Tricho Immun nevű készítmény hatására átlagosan 6-7 db virággal több fejlődött ki vizsgált évben. A virágszám növekedésével nemcsak a termés mennyiséget növelhetjük, de a termésbiztonság is javul. Illetve a virágok, mint hormon vonzó centrumok pozitívan befolyásolják a generatív szakasz kiegyenlítetttségét. Javítva ezzel az általános növénykondíciót.

4.3. A biostimulátorok hatása a 'Luna' almafajta lisztharmat fertőzöttségére.

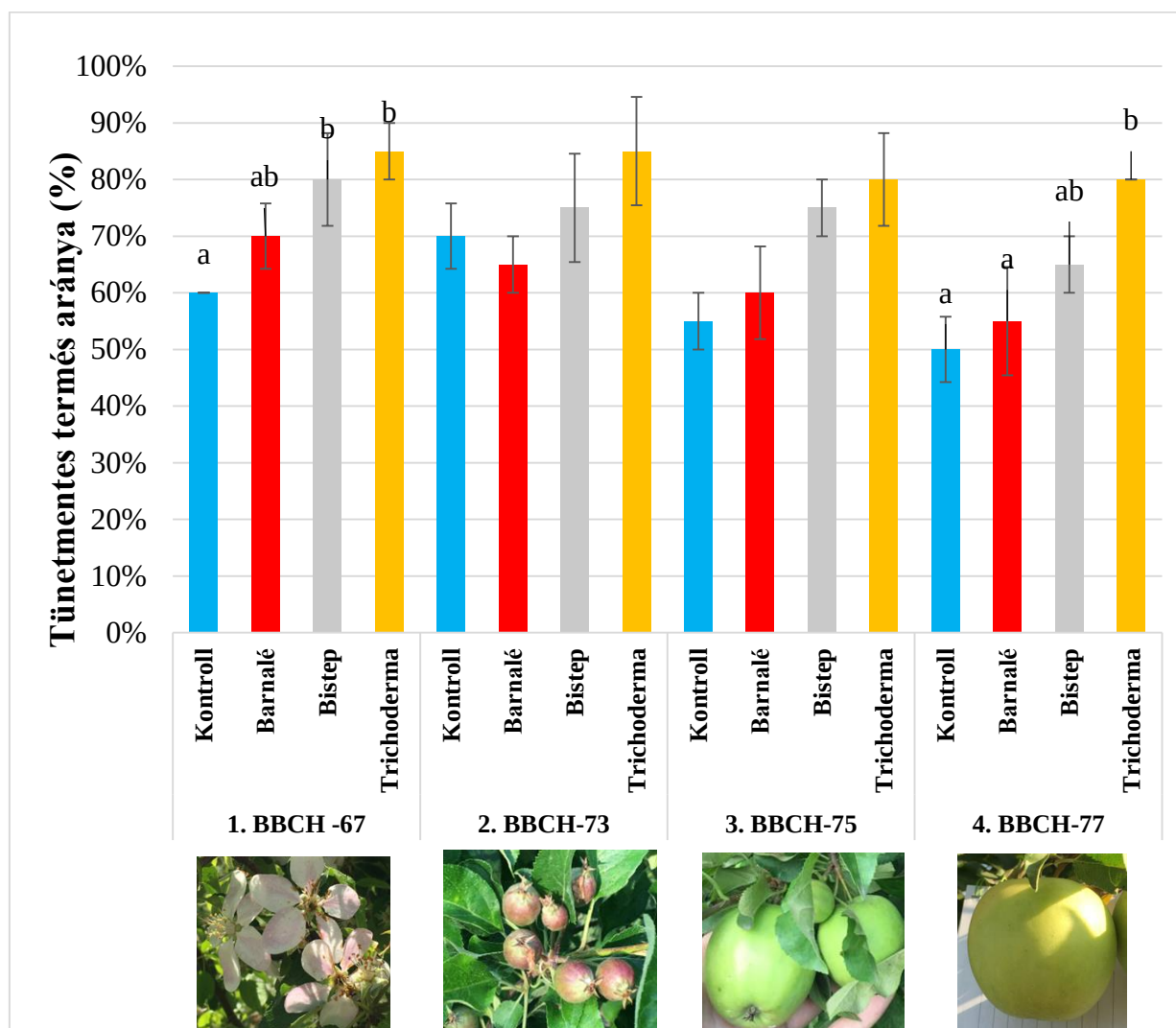
A 17. ábrán a hajtásvégek lisztharmat fertőzöttségének százalékos aránya kerül bemutatásra.



17. ábra: A fertőzött hajtásvégek aránya. (Vásárosnamény,2024) (%) (A hibasávok a standard hiba értékeit, a betűzés pedig a Mann-Whitney U tesztek eredményeit mutatják.)

A lisztharmat fertőzés már az egészen korai fejlődési szakaszban elkezdődhet. Az ábra alapján jól látható, hogy a Barnalé nevű készítmény nem tudta érdemben befolyásolni a kórokozó fertőzésének arányát, ellentétben a Bistep és a Tricho Immun nevű biostimulátorokkal. A Bistep esetében kisebb a Tricho Immunnál pedig jelentősen csökkent a micéliumok kialakulásának aránya. A vizsgálatban szereplő évjáratban ezeket az arányokat rögzítettük a későbbi fenofázisok alkalmával is. A 16. ábra alapján a Bistep nevű készítmény a növénykonkidiót javítva csökkentette a fertőzési arányt. A Trichoderma törzsek viszont az eredményesebben csökkentették a fertőzési arányt a kontroll értékekhez képest.

A **18. ábrán** a tünetmentes termések aránya kerül bemutatásra a vizsgált évjárat alapján.



17. ábra: A fertőzött hajtásvégek aránya (%). (Vásárosnamény,2024) A hibasávok a standard hiba értékeit, a betűzés pedig a Mann-Whitney U tesztek eredményeit mutatják.)

A tünetmentes termések aránya alapján a legelső felvételezésnél (termékenyülés vége, szíromhullás időszaka) és a legutolsó vizsgált fejlődési szakaszban (gyümölcsök 70%-os fejlettség) mutatható ki statisztikailag értékelhető különbség. Ezek alapján jól látható, hogy a biostimulátorokkal kezelt gyümölcsök között csökkent a fertőzés aránya. A tendenciális különbség a fenofázisok váltakozásával megmaradt, és hatást gyakorolt a sekunder lisztharmat fertőzés mértékére. Az ábra alapján megállapíthatjuk, hogy a Tricho Immun nevű készítménnyel kezelt gyümölcsök esetében 18-22%-kal csökkent a fertőzött gyümölcsök aránya.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A biostimulátorok hatásainak vizsgálata során különböző vegetatív, generatív és kórtani szempontokat vettünk alapul a 2023-24-es év során. A készítmények kijuttatása mind a két évben megtörtént, a méréseket csak a 2024-es évben végeztük el. Vizsgálataim során sikerült pozitív eredményeket elérnünk az almafajták különböző paramétereire. Az ültetvények életkora, termesztéstechnológiája, és mikroklimatikus adottságai is különböztek, viszont az eredmények alapján tendenciális hasonlóság fedezhető fel a kapott értékek között.

A Tricho Immun nevű készítménnyel kezelt növények kisebb nagyobb mértékben, de képesek voltak minden esetben növelni a gyümölcsfák növénykondícióját a kontroll értékekhez képest. A Barnalé nevű készítménnyel kezelt fákon alapvetően nem tudott statisztikailag értéklehető különbséget felfedezni a 2024-es év során felvételezett adatok alapján. A SPAD index változásában értékelhető különbséget nem tapasztaltunk, minimális módon növelték a stimulánsok a növények relatív klorofill tartalmát. A dárdszám és virágszámok növekedése között összefüggéseket fedeztünk fel. Statisztikailag igazolható különbséget nem, de tendenciális növekedést sikerült megfigyelnünk a tangazdaságban, és a vásárosnaményi ültetvényben mért adatok között, mely a Tricho Immun nevű növénykondicionálóval kezelt gyümölcsfák esetében volt megfigyelhető. Tehát a 2024-es évi adatok alapján a biostimulátorok képesek voltak növelni a fák kondícióján kívül a termőképességet is. Amely gazdaságilag is értékelhető adat a későbbiekben. A Tricho Immun nevű készítmény jellegéből adódóan nem csak a növények termőképességét és kondícióját növelték, hanem a gombatörzsek képesek voltak csökkenteni a fertőzési nyomást a vizsgált ültetvényekben, a kontroll értékekhez képest.

Az évjáratokban tapasztalt időjárási anomáliák nem befolyásolták jelentősen a vizsgálati eredményeket, az ültetvények öntözhetősége mind a két esetben adott volt. A Tricho Immun nevű készítmény által kezelt hajtásvégek kevésbé fertőződtek más növény kondicionálókhoz képest, ezzel csökkentve a kórokozó áttelelési esélyeit. A Trichoderma törzsek alkalmazása többszöri kezelés után válik kifizetődővé, illetve, ha adottak az ültetvényben a gyors szaporodáshoz szükséges klimatikus viszonyok (páratartalom, UV mennyisége). A fertőzött gyümölcsök arányának csökkenésével, javult a termésminősége mellett a tárolhatóság és a piacosság is. A növénykondicionáló készítmények alkalmazásával pozitív irányba tudtuk a vizsgált paraméterek értékeit változtatni.

ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatom alapjául szolgáló vizsgálatok során különböző növénykondicionáló készítményeket juttattunk ki eltérő tájegységen létesített almaültetvényekben. Melyek során két varasodás rezisztens, és lisztharmat toleráns almafajta reakcióit értékeltük eltérő szempontok szerint. A kísérletben különböző készítményeket használtunk eltérő dózisban, melyek között volt kereskedelmi forgalomban lévő komplex stimuláns készítmény (Bistep). Felhasználtuk a Barnalé nevű fehérje koncentrátumot melyet a Debreceni Egyetem munkatársai fejlesztettek ki. Illetve kijuttattunk olyan glükóz és gomba spóra alapú készítményt is (Tricho Immun) amellyel képesek voltunk a növénykondíció javítása mellett a lisztharmat ellenállóságát is javítani a növényeknek.

A vizsgálatokat jelentősebb abiotikus kórok nem befolyásolták, az ültetvények az integrált almatermesztési rendszer irányelvei alapján vesznek részt a termelésben. A vizsgálatok során kiderült, hogy az egyre gyakoribb klimatikus anomáliák hatására szükség van különböző növénykondicionáló szerek alkalmazására. A készítmények hatásmechanizmusa és kijuttatásának időpontjai között azonban jelentős eltérések lehetnek. A vizsgálatok alapján kiderült, hogy az eltérő fajta és alany használat nem befolyásolta a különböző paraméterek változását.

A Tricho Immun nevű készítmény hatása abban az esetben értékelhető, amennyiben a kijuttatott gomba spóra megfelelően csírázik és kellőképpen lefedi a kezelt növényi felületet. Ehhez adottnak kell lenni a különböző körülményeknek, és emellett figyelembe kell venni a különböző fungicidek negatív hatásait is. Javasoljuk a különböző hiperparazita gombák alkalmazását zárt termesztő berendezések növényvédelmében, és egyéb ökológiai termesztésben résztvevő ültetvények termesztéstechnológiájában is. Ezekben az esetekben ugyan is még hatékonyabban kifejthetik pozitív hatásukat a termesztett kultúrára.

A biostimulátorok alkalmazása tehát kifizetődő a gyümölcstermelő vállalkozások számára. Különösen, ha egy fertőzésekre rezisztens és toleráns almafajtát használunk a termesztés során.

A 2024-es évben tapasztaltak alapján a Bistep nevű készítmény és a Tricho Immun nevű növénykondicionáló javította a növények vegetatív és generatív paramétereit. A Barnalé nevű készítménnyel nem sikerült értékelhető módon befolyásolni a vizsgálatban szereplő értékeket. Javulást tapasztaltunk mind a termés minőség és mennyiség terén, a Tricho Immunnal kezelt fák esetében pedig jelentősen javult a hajtásvégek, és gyümölcsök lisztharmat fertőzésének százalékos aránya.

A továbbiakban javaslom a vizsgálatok megismétlését és a kísérlet kiterjesztését más termesztésben szereplő almafajtákra is. A további eredményeknek köszönhetően több információt szerezhetünk a különböző biostimulátorok agrotechnológiai szerepéről, illetve növényvédelemben betöltött funkciójáról.

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1.ábra: Egyetemi Tangazdaság kijelölt parcellája (saját szerkesztés, forrás: Google Earth)	14
2.ábra: Családi Gazdaságunkban kijelölt parcella. (saját szerkesztés, forrás: Google Earth)	15
3.ábra: Vizsgálatra kijelölt 'Pinova' termő ültetvény (saját felvétel, Debrecen-Pallag, 2023)	16
4.ábra: A vizsgálatban szereplő 'Luna' ültetvény (saját felvétel, V. namény, 2023)...	16
5.ábra: Friss biomassa a frakcionálás előtt. (saját felvétel, Debrecen,2024).....	17
6.ábra: <i>Trichoderma simmonsii</i> TR05 törzs (forrás: Csótó András).....	18
7.ábra: <i>Trichoderma afroharzianum</i> TR04 törzs (forrás: Dr. Karaffa Erzsébet).....	19
8.ábra: A permetezés során használt eszközök és készítmények(forrás: saját felvétel, Vásárosnamény,2024)	19
9. ábra: A SPAD-502 Plus klorofill mérő használata a vásárosnaményi ültetvényben. (forrás: saját felvétel, Vásárosnamény, 2024).....	21
10.ábra: Egészséges, és fertőzött levelek 'Luna' almafán (forrás: saját felvétel, Vásárosnamény,2024).....	22
11.ábra: A levelek SPAD értékeinek változása 'Pinova' almafajta esetében. (Debrecen-Pallag, 2024).....	23
12.ábra: A 'Luna' almafajta SPAD indexének változása (Vásárosnamény, 2024).....	24
13. ábra: A 'Pinova' almafajta referenciali termőgallyon mért dárdszáma. (Vásárosnamény, 2024).....	25
14. ábra: A 'Luna' almafajta referenciali termőgallyon mért dárdszáma. (Vásárosnamény, 2024).....	26
15.ábra: A 'Pinova' almafajta esetében vizsgált virágszám változás a referencia termőgallyon. (Debrecen-Pallag,2024).....	27
16.ábra: A 'Luna' almafajta referenciali termőgallyon mért virágszám változása. (Vásárosnamény, 2024).....	28
17.ábra: A fertőzött hajtásvégek aránya (Vásárosnamény,2024).....	29

18.ábra: A fertőzött hajtásvégek aránya (Vásárosnamény,2024).....	30
--	-----------

SZAKIRODALMI JEGYZÉK

APÁTI, F. (2019): Alma: 2019.évi termés-és piaci prognózis–fruitveb <https://fruitveb.hu/alma-2019-evi-termes-es-piaci-prognozis/> APÁTI, F. (2021): Alma 2021. Évi hazai termésprognózis – FruitVeB/ÉKASZ, FruitVeb. (online) <https://fruitveb.hu/alma-2021-evi-hazai-termesprognozis-fruitveb-ekasz/> Letöltve:2022.

APÁTI, F. (2024): Alma: 2024. évi termés- és piaci prognózis-fuitveb <https://fruitveb.hu/alma-2024-evi-termes-es-piaci-prognozis/>

ALTINTAS, S., & BAL, U. (2008): Effektes of the commercial product based on *Trichoderma harzianum* on plant, bulb, and yield characteristics of onion. *Scientia Horticulturae*, 116, 219-222.

ANDRADE-HOYOS, P., SILVA-ROJAS, H.V., & ROMERO-ARENAS, O. (2020): Endophytic *Trichoderma* species isolated from *Persea americana* and *Cinnamomum verum* roots reduce symptoms caused by *Phytophthora cinnamomi* in avocado. *Plants*, 9, 1-17.:

BÁKONYI, N., KISVARGA, S., BARNA, D., O TÓTH, I., EL-RAMADY, H., AVDALLA, N., ALSHAAL, T. (2020) Chemical Trade of Fermented Alfalfa Brown Juice: It's Implications on Physiological, Biochemical, Anatomical, and Browth Parameters of *Celosia*. *Agronomy*, 10(2), 247

BERNAL-VICENTE, A., PASCUAL, J.A., TITTARELLI, F., HERNÁNDEZ, J.A., &

DIAZ-VIVANCOS, P. (2015): *Trichoderma harzianum* T-78 supplementation of compost stimulates the antioxidant defence system in melon plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95, 2208-2214.

BENÍTEZ, T., RINCÓN, A.M., LIMÓN, M.C., & CODÓN, A.C. (2004): Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Int. Microbiol.* 7:249-260.

CAI, F., CHEN, W., WEI, Z., PANG, G., LI, R., RAN, W., & SHEN, Q. (2015): Colonization of *Trichoderma harzianum* strain SQR-T037 on tomato roots and its relationship to plant growth, nutrient availability and soil microflora. *Plant and Soil*, 388, 337-350. DANIELSON, R.M., DAVEY, C.B. (1973): The abundance of *Trichoderma* propagules and the distribution of species in forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 5:485-494.

DE LA CRUZ-QUIROZ, R., ROUSSOS, S., RODRÍGUEZ-HERRERA, R., HERNÁNDEZ CASTILLO, D., & AGUILAR, C.N. (2018): Growth inhibition of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Phytophthora capsici* by native Mexican *Trichoderma* strains. *Karbala International Journal of Modern Science*, 4, 237-243.

DE LIMA, F.B., FÉLIX, C., OSÓRIO, N., ALVES, A., VITORINO, R., DOMINGUES, P., DA SILVA RIBEIRO, R.T., & ESTEVES, A.E. (2017): *Trichoderma harzianum* T1A 36 constitutively secretes proteins involved in the biological control of *Guignardia citricarpa*. *Biological Control*, 106, 99-109.

DÍAZ-GUTIÉRREZ, C., ARROYAVE, C., LLUGANY, M., POSCHENRIEDER, C., MARTOS, S., & PELÁEZ, C. (2021): *Trichoderma asperellum* as a preventive and curative agent to control *Fusarium wilt* in *Stevia rebaudiana*. *Biological Control*, 155, 104537.:

EVANS, L. T. (1997): Adapting and improving crops: the endless task. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*. 352:901-906.

FILSCH, G. (2000): Növénybetegségeket okozó gombák elleni biológiai védekezés. In: A biológiai növényvédelem alapjai. Szerk.: FISCHL, G. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 29-33.p.

FISCHER, C. & FISCHER, M. (1996): Ergebnisse der Apfelzüchtung in Dresden-Pillnitz, *Gartenbauwissen-schaft* 61:139-146

GONDA, I., APÁTI, F. (2013): Versenyképes almatermesztés, Szaktudás Kiadó Ház Zrt.59.p.

GONDA, I. (2007): Magyar alma: Tovább a lejtőn!? Az almatermesztés helyzete és változásainak tendenciái. In: Ágazatspecifikus innováción alapuló projektek generálása az alma ágazatban. Szerk.: FELFÖLDI, J. Szaktanácsadási Füzetek 15. Debreceni Egyetem. 44-47.p.

GONDA, I. (2009): Remények és csalódások-Almahelyzet 2008. *Agrofórum* 20(28):12-15.p.

GONDA, I., FÜLEP, I. (2011): Az almatermesztés technológiája. Debreceni Egyetem AGTC Kutatási és Fejlesztési Intézet, Gonda István Betéti Társaság, F. N. Fruit Kft. 13-22. p.

G. TÓTH, M. (2000): Fajtahasználat és fajta értékelés. In.: Minőségi almatermesztés. Szerk.: Gonda István. KINIZSI Nyomda, Debrecen. 58-91.p.

G. TÓTH, M. (2001): Ökológiai igény. In: Gyümölcsészet. Szerk: G. TÓTH, M. Primom Kiadó, Nyíregyháza. 39-40. p.

GLITS, M., FOLK, GY. (2000): Gyümölcsfélék betegségei. In.: Kertészeti növénykórtan. Szerk: P. KATALIN, SZ. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 167.-168.p.

HARMAN, G.E. (2000): Myths and dogmas of biocontrol—Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Dis.* 84:377-393.

HARMAN, G. E., and KUBICEK, C. P. (1998): *Trichoderma* and *Gliocladium*, Vol. 2. Enzymes, Biological Control and Commercial Applications. Taylor & Francis, London.

HARMAN, G. E., LORITO, M., and LYNCH, J. M. (2004): Uses of *Trichoderma* spp. to alleviate or remediate soil and water pollution. *Adv. Appl. Microbiol.* 56: 313-330.

PORRAS, M., BARRAN, C., ARROYO, F.T., SANTOS, B., BLANCO, C., and ROMERO, F. (2007): Reduction of *Phytophthora cactorum* in strawberry fields by *Trichoderma* spp. and soil solarization. *Plant Dis.* 91:142-146.

RIVERA-MÉNDEZ, W., OBREGÓN, M., MORÁN-DIEZ, M.E., HERMOSA, R., & MONTE, E. (2020): *Trichoderma asperellum* biocontrol activity and induction of systemic defenses against *Sclerotium cepivorum* in onion plants under tropical climate conditions. *Biological Control*, 141, 104145.

KARIUKI, W.G., MUNGAI, N.W., OTAYE, D.O., THUITA, M., MUEMA, E., KORIR, H., & MASSO, C. (2020): Antagonistic effects of biocontrol agents against *Phytophthora infestans* and growth stimulation in tomatoes. *African Crop Science Journal*, 28, 55-70.

KOVÁCS, C., CSÓTÓ, A., PÁL, K., NAGY, A., FEKETE, E., KARAFFA, L., KUBICEK, C.P., SÁNDOR, E. (2021): The Biocontrol Potential of Endophytic *Trichoderma* Fungi Isolated from Hungarian Grapevines. Part I. Isolation, Identification and In Vitro Studies. *Pathogens*. 10, 1612. /DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens10121612>

KELLEY, W.D., and RODRIGUEZ-KABANA, R. (1976): Competition between *Phytophthora cinnamomi* and *Trichoderma* spp. in autoclaved soil. *Can. J. Microbiol.* 22:1120-1127.

KISS, L. (1993): A lisztharmat gombák antagonista gombái és ezek szerepe a biológiai védekezésben. *Növényvédelem*, 29:267-274.

LIECKFELDT, E., SAMUELS, G.J., NIRENBERG, H.I., & PETRINI, O. (1999): A morphological and molecular perspective of *Trichoderma viride*: Is it one or two species? *Applied and Environmental Microbiology*, 65, 2418-2428.

SALLAI, P. (2004): A növényvédelem helye az integrált almatermesztési rendszerben. In.: Integrált növénytermesztés, alma. Szerk.: INÁNTSY, F. és BALÁZS, K. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest 177-179.p.

SZABÓ, T. (2004): Fontosabb almaalanyok. In.: Integrált növénytermesztés, alma. Szerk.: INÁNTSY, F. és BALÁZS, K. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest 51-52.p.

SOLTÉSZ, M. (1997): Növényvédelem. In: Integrált gyümölcstermesztés. Szerk.: SOLTÉSZ, M. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 366-368. p.

SMITH, V.L., WILCOX, W.F., and HARMAN, G.E. (1990): Potential for biological-control of *Phytophthora* root and crown rots of apple by *Trichoderma* and *Gliocladium* spp. *Phytopathology* 80:880-885.

SAMUELS, G.J., & HEBBAR, P.K. (2015): *Trichoderma*: Identification and Agricultural Applications. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

SAMUELS, G.J., LIECKFELDT, E., & NIRENBERG, H.I. (1999): *Trichoderma asperellum*, a new species with warted conidia, and redescription of *T. viride*. *Sydowia*, 51, 71-88.

SIVAN, A., & CHET, I. (1989): The possible role of competition between *Trichoderma harzianum* and *Fusarium oxysporum* on rhizosphere colonization. *Phytopathology*, 79, 198-203.

SZEPESY, I. (1977): Az almafa-lisztharmat. In: Növénybetegségek. Szerk.: SZEPESY, I. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 363.p.

NAGY, P. (2010): A gyümölcsösök táplálkozási zavarainak felismerése és megszüntetése. DE AGTC MÉK Kutatási és Fejlesztési Intézet, Debrecen, 180.p

MONTE, E. (2001): Understanding *Trichoderma*: Between biotechnology and microbial ecology. *Int. Microbiol.* 4: 1-4.

VAJNA, L. (1987): A biológiai védekezés. Szerk.: VAJNA, L. Növénypatogén gombák. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 187-291.

WASHINGTON, W.S., ENGLEITNER, S., BOONTJES, G., and SHANMUGANATHAN, N. (1999): Effect of fungicides, seaweed extracts, tea tree oil, and fungal agents on fruit rot and yield in strawberry. *Aust. J. Exp. Agric.* 39:487-494.

WANG, H., MA, S., XIA, Q., ZHAO, Z., CHEN, X., SHEN, X., YIN, C., & MAO, Z (2022): The interaction of the pathogen *Fusarium proliferatum* with *Trichoderma asperellum* characterized by transcriptome changes in apple rootstock roots. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 121, 101894.

WEINDLING, R. (1932): *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi. *Phytopathology*, 22, 837-845.

WIDMER, T.L. (2014): Screening *Trichoderma* species for biological control activity against *Phytophthora ramorum* in soil. *Biological Control*, 79, 43-48.

WIN, T.T., BO, B., MALEC, P., KHAN, S., & FU, P. (2021): Newly isolated strain of *Trichoderma asperellum* from disease suppressive soil is a potential bio-control agent to suppress *Fusarium* soil borne fungal phytopathogens. *Journal of Plant Pathology*, 103, 549-561.

WOO, S.L., RUOCCO, M., VINALE, F., NIGRO, M., MARRA, R., LOMBARDI, N., PASCALE, A., LANZUISE, S., MANGANIELLO, G., & LORITO, M. (2014): *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. *Open Mycology Journal*, 8, 71-126.

YEDIDIA, I., SRIVASTVA, A. K., KAPULNIK, Y., and CHET, I. (2001): Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. *Plant Soil* 235: 235-242.

YU, Z., LIU, Z., ZHANG, Y., & WANG, Z. (2021): The disease resistance potential of *Trichoderma asperellum* T-Pa2 isolated from *Phellodendron amurense* rhizosphere soil. *Journal of Forest Research*, 1, 1-11.

Internetes hivatkozások:

Internet 1: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Letöltve:2024.

Internet 2: <https://applebreeding.ueb.cas.cz/luna/>. Letöltve:2024.

