

ERDÉLYI TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA 2023
SAPIENTIA EMTE - MAROSVÁSÁRHELYI KAR

**Új típusú fungicid hatóanyagok összehasonlító vizsgálata a
burgonyavész (*Phytophthora infestans*) kórokozójával szemben**

Hallgató: Bodó Szabolcs – Agrármérnöki szak, IV. év

Témavezető: dr. Szabó Károly-Attila – Kertészmérnöki Tanszék

Sepsiszentgyörgy
2023. május 18-19.

Tartalomjegyzék

Kivonat	4
1. Szakirodalmi áttekintés	5
1.1. A kutatás tárgyát képző burgonyavész és kórokozója	5
1.1.1. A <i>Phytophthora infestans</i> rendszertani helye és elnevezése	5
1.1.2. A <i>Phytophthora infestans</i> elterjedése és jelentősége	5
1.1.3. A <i>Phytophthora infestans</i> szaporodási ciklusa és környezeti igénye	5
1.1.4. A <i>Phytophthora infestans</i> tünetei	6
1.2. A kutatásban vizsgált új típusú fungicidek a <i>Phytophthora infestans</i> elleni védekezésben	6
1.2.1. Strobilurinok hatása a <i>Phytophthora infestans</i> elleni védekezésben	6
1.2.1.1. Azoxystrobin hatása	7
1.2.2. SDHI fungicidek hatása a <i>Phytophthora infestans</i> elleni védekezésben	7
1.2.2.1. Fluopyram hatása	8
1.2.2.2. Fluxapyroxad hatása	8
1.2.3. Biofungicidek hatása a <i>Phytophthora infestans</i> elleni védekezésben	8
1.2.3.1. Pythium oligandrum hatása	9
2. A térség és a kísérleti helyszín jellemzése	10
2.1. A kísérlet földrajzi elhelyezése és a térség bemutatása	10
2.2. Éghajlati viszonyok	10
2.2.1. Hőmérséklet	10
2.2.2. Csapadék	10
2.2.3. A kísérleti parcellák talajadottságainak jellemzése	11
3. Kísérleti módszer, felhasznált anyagok	12
3.1. A kísérlet célkitűzései	12
3.2. A kísérlet helyszíne és ideje	12
3.3. A szabadföldi kísérlet beállítása	13
3.4. Kísérletben felhasznált anyagok	14
3.4.1. Növényi anyagok	14
3.4.1.1. Sunita	14
3.4.1.2. Tresor	15

3.4.2.	Gombaölő szerek.....	15
3.4.2.1.	Infinito 687,5 SC.....	15
3.4.2.2.	Amistar.....	16
3.4.2.3.	Dagonis	16
3.4.2.4.	Luna Experience 400 SC	17
3.4.2.5.	Polyversum	17
3.4.3.	Fungicidek kijuttatása	17
3.5.	Kísérleti adatgyűjtés	19
3.5.1.	A növényállományban végzett fiziológiai mérések	19
3.5.2.	A növényállomány kórtani paramétereinek meghatározása.....	20
3.5.3.	Terméshozam vizsgálat és gumóméret szerinti eloszlás	21
3.5.4.	Beltartalmi értékek meghatározása	22
3.5.4.1.	Cukortartalom meghatározása	22
3.5.4.2.	Szárazanyag-tartalom meghatározása	22
3.6.	Kísérleti adatok feldolgozása.....	22
4.	Kísérleti eredmények elemzése és értékelése	23
4.1.	Fertőzöttség dinamikájára vonatkozó eredmények	23
4.2.	Hajtásmagasság dinamikájára vonatkozó eredmények	26
4.3.	Hajtásszám dinamikájára vonatkozó eredmények.....	28
4.4.	Levélszám dinamikájára vonatkozó eredmények.....	31
4.5.	Levélhossz dinamikájára vonatkozó eredmények	34
4.6.	Zölden maradás fázisára vonatkozó eredmények.....	36
4.7.	Terméshozam vizsgálatára vonatkozó eredmények	37
4.8.	Gumóméret szerinti eloszlás vizsgálatára vonatkozó eredmények	39
4.9.	Cukortartalom meghatározására vonatkozó eredmények.....	41
4.10.	Szárazanyag-tartalom meghatározására vonatkozó eredmények	43
5.	Következtetések.....	45
	Felhasznált irodalom.....	48

Kivonat

Napjainkban a fokozott növényvédőszer használat ellenére a gazdák képtelenek megfékezni a burgonya legfontosabb betegségének, a burgonyavésznek, vagyis a fitoftórának (*Phytophthora infestans*) a terjedését és termés kiesést okozó hatását. Ez pedig megkérdőjelezi a jelenleg konvencionálisan alkalmazott fungicidek hatékonyságát, amelyek tehát ez alapján a környezetterhelés és a pénztárca kifosztása mellett még nem is bizonyulnak hatékonyak.

Kutatásunk célja ezért az volt, hogy különböző, Romániában a burgonyavészre még nem engedélyezett, de potenciálisan beszerezhető, új típusú fungicid hatóanyagok – nevezetesen azoxystrobin (strobilurinok), fluopyram és fluxapyroxad (SDHI fungicidek) – hatását vizsgáljuk szülőfalumban, Csíkszentmártonban, szabadföldön, a *Phytophthora infestans* kórokozóval szembeni védekezésben, két különböző burgonyafajtán (Sunita, Tresor). A kísérlet során egy hasonló tulajdonságokkal bíró biofungicidet is teszteltünk. A hitelesség kedvéért két konvencionálisan alkalmazott hatóanyag (fluopicolid, propamocarb-clorhidrat), illetve kontroll (kezeletlen) parcellák is a kísérlet részei voltak a releváns és lehető legpontosabb összehasonlítás érdekében.

Az elvárt eredmény az volt, hogy találjunk legalább egy olyan új típusú hatóanyagot, amely minimum ugyanakkora, vagy esetleg még nagyobb mértékben megfékezi a *Phytophthora infestans* gombatelepek terjedését, mint a konvencionálisan használt hatóanyagok.

1. Szakirodalmi áttekintés

1.1. A kutatás tárgyát képző burgonyavész és kórokozója

1.1.1. A *Phytophthora infestans* rendszertani helye és elnevezése

A (Mont.) de Bary féle rendszerezés alapján a burgonyavész kórokozója – vagyis a *Phytophthora infestans* – taxonómiailag a Moszatgombák (*Chromista*) országába, azon belül pedig a Petespórás gombák (*Oomycota*) törzsébe, az Oospórás gombák (*Oomycetes*) osztályába, a Peronoszpórafélék (*Peronosporales*) rendjébe, a Peronoszpórafélék (*Peronosporaceae*) családjába és a *Phytophthora* nemzetségbe tartozó faj (Birch & Wisson, 2001).

1.1.2. A *Phytophthora infestans* elterjedése és jelentősége

A Glits-Folk (2000) szerzőpáros szerint a burgonyához hasonlóan a burgonyavész kórokozója is Dél-Amerikában őshonos. Ugyan a burgonyát már a 16. század végén behozták Európába, a betegség csak 1830 körül jelentkezett, először az észak-amerikai földrészen. Európában az írországi burgonyavész-járvány idején ütötte fel a fejét, azóta viszont az egész kontinensen elterjedt.

Napjainkban a *Phytophthora infestans* az egész világon elterjedt kórokozó, így egyike a burgonya legveszélyesebb betegségeinek. Ezt megerősíti a tény, hogy szakszerű védekezés esetén is 10-20%-os termés kiesést okozhat a jelenléte abban az esetben, ha az időjárás kedvező életfeltételeket biztosít a kórokozó számára (Horváth-Pintér, 1997). A gyökérzetet leszámítva a burgonya összes növényi részét képes megtámadni. A legnagyobb mértékű veszteség a lombozat elvesztésének és a gumók megfertőződésének következtében nyilvánul meg (Plămădeală, 1996). Jelentőségét még tovább fokozza, hogy oligofág kórokozóról van szó, amely azt jelenti, hogy nemcsak egyetlen növényfajt – jelen esetben a burgonyát – hanem egy egész növénycsoportot károsít – nevezetesen a *Solanaceae* család tagjait, közülük is a burgonya mellett főként a paradicsomot (*Solanum lycopersicum*) (Glits és Folk, 2000).

1.1.3. A *Phytophthora infestans* szaporodási ciklusa és környezeti igénye

Ami a szaporodási ciklusait illeti, a kórokozóra az ivaros és ivartalan szaporodás egyaránt jellemző. Ivaros szaporodása során oogámia történik, vagyis az egyik hifaszálon egy női (oogónium), a másik hifaszálon pedig egy hím (anterídium) ivarjellegű képződmény jön létre, amelyek később egyesülnek. Ennek eredményeként keletkezik egy vastag falú kitaróspóra, amelyet oospórának nevezünk. Ivartalan szaporodása indirekt

fertőzés révén történik, ez azt jelenti, hogy a sporangiumok légmozgás hatására leszakadnak a növény felületéről és tovább szállítódnak (Glits és Folk, 2000).

Környezeti igény tekintetében a *Phytophthora infestans* számára a burgonyához hasonlóan a mérsékelt meleg, csapadékos és párás időjárás kedvező, ahol a fertőzés hőmérsékleti tartománya 16-22 °C között változik (Horváth, 1995).

1.1.4. A *Phytophthora infestans* tünetei

A betegség első tünetei a burgonyanövényeken június hónapban jelennek meg, általában a lombzáródást követően. A tünetek először a levélzeten jelentkeznek, a levelek csúcsától vagy szélétől kiinduló apró, szürkészöld színű, vizenyős foltok formájában. Ezek a foltok a fertőzés terjedésének következtében előbb sárguló, majd barnuló színt vesznek fel, végül pedig elszáradnak a levélzettel együtt (Horváth, 1995). A kórokozó felismerését nagymértékben elősegíti a levélfonákon megjelenő fehér penészbevonat, ez a sporangiumtartó gyp. A gomba spórái innen vivődnek át légmozgás segítségével más növényre, csapadék révén pedig a gumóba (Plămădeală, 1996).



1. ábra: A *Phytophthora infestans* tünetei a levélzeten (saját fénykép)

1.2. A kutatásban vizsgált új típusú fungicidek a *Phytophthora infestans* elleni védekezésben

1.2.1. Strobilurinok hatása a *Phytophthora infestans* elleni védekezésben

A strobilurinok a mezőgazdasági fungicidek újabb generációjának képviselői. Alkalmazásuk 1996-ban vette kezdetét, de 1999-ben már a globális fungicid piac több, mint 10%-át tették ki azáltal, hogy összesen évi 600 millió amerikai dolláros bevételt generáltak. Ennek döntő részét az azoxytrobin hatóanyag tette ki, 415 millió dolláros bevétellel (Bartlett et al., 2002). 2016-ban a strobilurinok már 20%-át tették ki a globális piacnak. Kijelenthető tehát, hogy a strobilurinok napjainkban széles körben elterjedtek és a triazol

hatóanyagcsoport után egy újabb mérföldkőnek számítanak a mezőgazdasági növényvédelemben (Zang et al., 2020).

A strobilurinok olyan természetes hatóanyagok, amelyeket először gombákból vontak ki másodlagos anyagcsereterméként. Nevüket a *Strobilurus* gombanemzetségből kapták, mivel a Strobilurin-A hatóanyagot a bazídiumos gombák (*Basidiomycota*) törzsébe tartozó, erdei fák korhadását okozó gomba, a keserű tobozfülőke (*Strobilurus tenacellus*) micéliumából vonták ki, még 1977-ben. Hatásmódjukat tekintve a mitokondriális légzést gátolják, vagyis a gombasejt energiatermelő folyamataiba avatkoznak be (Balba, 2007; Selim & Khalil, 2021).

1.2.1.1. Azoxystrobin hatása

Az azoxystrobin egy szisztémikus fungicid hatóanyag, az új típusú strobilurin hatóanyagcsoport fő képviselője. Felszívódása történhet a gyökéren keresztül, ahonnan a xilém által átkerül a szárba és a levelekbe, de felszívódik a levélfelületen keresztül is, innen kerülve az újonnan kifejlődő növényi részekbe. Strobilurin hatóanyagról lévén szó, hatásmódját tekintve a fitopatogén gombák mitokondriális légzését gátolja azáltal, hogy blokkolja azok elektrontanszportját. Gátolja a spórák csírázását, a micélium növekedését és a spóratermelés aktivitását. Az azoxystrobin nagyon alacsony dózisokban is hatékony a fitopatogén gombák elleni védekezésben. Ez elsősorban annak tulajdonítható, hogy protektív, kuratív, eradikatív, transzlamináris és szisztémikus tulajdonságokkal is rendelkezik. Emiatt széles körben alkalmazzák a különböző gombás betegségek elleni védekezésben (www.plantgrowthhormones.com).

1.2.2. SDHI fungicidek hatása a *Phytophthora infestans* elleni védekezésben

Az SDHI fungicidek nevüket a hatásmechanizmusuk rövidítéséből kapták – szukcinát-dehidrogenáz-inhibitorok – vagyis hatásmódjukat tekintve a strobilurinokhoz hasonlóan a gombasejt mitokondriális légzését gátolják. Az SDHI fungicidek a karboxin hatóanyag révén már 1960-as évek végétől a piacon vannak, az áttörést azonban csak az újabb generációs SDHI hatóanyagok (pl. boscalid, penthiopyrad, fluopyram) hozták meg, mivel ezek nemcsak a bazídiumos gombák ellen voltak hatásosak, mint az első generációs SDHI fungicidek, hanem számos más gombacsoport elleni védekezésben is (Avenot & Michailides, 2010).

1.2.2.1. Fluopyram hatása

A fluopyram egy széles hatásspektrumú fungicid hatóanyag, az új típusú SDHI hatóanyagcsoport, azon belül pedig a Bayer vállalatcsoport által felfedezett piridinil-etil-benzamid nevű csoport első tagja. Preventív, szisztémikus és kuratív tulajdonságokkal egyaránt rendelkezik, elsősorban aszkuszos gombák (*Ascomycete*) és konídiumos gombák (*Deuteromycete*) ellen hatásos számos kertészeti és szántóföldi kultúrában. Hatásmódját tekintve a fitopatogén gombák mitokondriális légzését gátolja azáltal, hogy blokkolja az elektronszállítást a szukcinát-dehidrogenáz- vagy másnéven II-es komplexben. Gátolja a spórák csírázását, a csíracső megnyúlását, a micélium növekedését és a spóráképződést. A fluopyram a növényen belül transzlamináris aktivitású mozgást végez a xilémen belül. Kijuttatása és felszívódása a levélfelületen keresztül történik (www.fao.org, www.mda.state).

1.2.2.2. Fluxapyroxad hatása

A fluxapyroxad egy új, széles hatásspektrumú, a BASF vállalatcsoport által kifejlesztett fungicid hatóanyag. SDHI hatóanyagról lévén szó, hatásmódját tekintve a fitopatogén gombák mitokondriális légzését gátolja azáltal, hogy blokkolja a szukcinát-dehidrogenáz enzim termelődését. Kiváló preventív és kuratív hatással rendelkezik, amelynek köszönhetően gátolja a spórák csírázását, a csíracső és a micélium növekedését, valamint a növényi sejtek kiszúrásához szükséges speciális sejt, az apresszórium kialakulását is. A kutatások kimutatták, hogy a fluxapyroxad számos növénypatogén gomba ellen, nevezetesen az aszkuszos gombák (*Ascomycete*), a bazídiumos gombák (*Basidiomycete*), a konídiumos gombák (*Deuteromycete*) és a járomspórás gombák (*Zigomycete*) ellen is hatásos. Hatékonyan használható tehát számos növénykultúrában, beleértve a gabonaféléket, a kukoricát, a szóját, a gyökérgumós növényeket, a gyümölcsöket és zöldségeket is, kiváló termésbiztonságot idézve elő. Emellett kedvező toxikológiai hatással is rendelkezik (www.apsnet.org).

1.2.3. Biofungicidek hatása a *Phytophthora infestans* elleni védekezésben

A jelenlegi szintetikus, mesterségesen előállított fungicidek ugyan helyi-közzel hatékonynak bizonyulnak a *Phytophthora infestans* elleni védekezésben, de egyrészt környezetszennyező, másrészt pedig gazdaságilag és közegészségügyileg is megterhelő hatással bírnak. Emiatt az Európai Unió sürgős irányelve a közeljövőben egy alternatív és fenntartható növényvédelmi stratégia kialakítása, amely a szintetikus növényvédő szerek

használatának csökkentésén és az integrált növényvédelem részét képező biológiai módszerek használatának növelésén alapszik (Hashemi et al., 2022).

Ezen biológiai módszerek részét képezik a biofungicidek is, amelyek természetesen úton, élő szervezetekből előállított készítmények, amelyeket a növénypatogén gombák elleni védekezésben használnak. Konceptiójuk egyes talajból izolált mikroorganizmusok természetes folyamatainak megfigyelésein alapul, amelyekről később kiderült, hogy gátolják a növényi kórokozók aktivitását. Ezek szabadon élő gombák illetve baktériumok (pl. aktinomicéták), amelyek a talaj- és gyökérszónában, valamint a növényi lombozaton egyaránt aktívak. Ezek a mikroorganizmusok sokféle típusú és hatású antibiotikum hatóanyagot termelnek, amelynek köszönhetően a növénypatogén gombákon élőködnek vagy rezisztenciát alakítanak ki a növényben. Ez a rezisztencia lehet helyi, amikor a növény egy vagy több kórokozó törzssel szemben mutat ki ellenállóságot, vagy lehet szisztemikus, ebben az esetben a növény egyes részei ugyan megbetegednek, de a tüneteket nem mutató növényi részek már nem betegednek meg egy következő, újabb fertőzés után sem (www.ag.umass.edu).

1.2.3.1. *Pythium oligandrum* hatása

A *Pythium* a parazita oospórás gombák (*Oomycetes*) osztályába tartozó nemzetség, amely növények, valamint gerinces és gerinctelen állatok, köztük emlősfajok és halak kórokozója egyaránt lehet. Amíg a *Pythium* nemzetség legtöbb tagja növényi kórokozó, a *Pythium oligandrum* abban különbözik a kórokozó fajoktól, hogy nem fitopatogén talajlakó oospórás gomba, hanem képes megvédeni a növényeket a biotikus stresszektől, továbbá elősegíti azok növekedését is. Hatásmódját tekintve növénypatogén oospórás gombák mikoparazitájaként funkcionál a talajban, vagyis különféle enzimek (kitináz, celluláz, glükánáz, exoglikozidáz) segítségével hidrolízis hatására lebontja a kórokozó gazdasejtfalának poliszacharidjait. Továbbá aktiválja a növény védekezési mechanizmusát a kórokozóval szemben, helyi vagy szisztemikus rezisztenciát indukálva. Mindemellett a *Pythium oligandrum* növekedésserkentő hatással is bír azáltal, hogy a triptamin nevű alkaloid termelésével elősegíti az auxin szintézist (Benhamou et al., 2012; Bělonožníková et al., 2022).

2. A térség és a kísérleti helyszín jellemzése

2.1. A kísérlet földrajzi elhelyezése és a térség bemutatása

Csíkszentmárton területileg Romániában, Hargita megye délkeleti részén, az Olt felső folyásának völgyében, az Alcsíki-medencében elhelyezkedő község. Földrajzi elhelyezkedésének köszönhetően a község domborzata rendkívül változatos, az Olt völgyében fekvő, ásványi anyagokban gazdag síkságoktól és medencéktől kezdve, a domboldalakon át egészen a természetes erdőkkel és legelőkkel borított zord hegyvidékig.

Forrás: Amenajamentul pastoral al comunei Sânmartin (Csíkszereda, 2017)

2.2. Éghajlati viszonyok

Klimatikus szempontból az Alcsíki-medencére a hegyközi medencék tipikus éghajlata jellemző. A Köppen-féle éghajlati osztályozás szerint a térség a Dfc (boleáris vagy szubpoláris) éghajlati övezetbe tartozik, amelyet hűvös nyarak és zord telek jellemeznek.

Forrás: Amenajamentul pastoral al comunei Sânmartin (Csíkszereda, 2017)

2.2.1. Hőmérséklet

Az éghajlati viszonyoknak tulajdonítható, hogy az Alcsíki-medence sokévi átlagos középhőmérséklete mindössze 5,9 °C. A térségben nagyon gyakori a felhősödés és a köd jelenléte, illetve nagyon magas a relatív páratartalom, emiatt a hűvös nyári reggeleket a harmatképződés folyamata is jellemzi.

A legmelegebb hónap a július 18,7 °C-os, a leghidegebb pedig a február -5,6 °C-os havi középhőmérséklettel. A hegyvidéken ezek az értékek kb. -2,4 °C-al alacsonyabbak a kitettség és a magasság függvényében. Az első fagyok általában szeptember közepére, az utolsók pedig május közepére tehetők. Az első dér (tájszóval illetve hóharmat) általában szeptember elején jelentkezik, amely nagyban korlátozza a térségben termesztendő növények választékát.

Forrás: Amenajamentul pastoral al comunei Sânmartin (Csíkszereda, 2017)

2.2.2. Csapadék

Az Alcsíki-medencében az évi átlagos csapadékmennyiség viszonylag alacsony (602 mm/év), a hegyvidéki zónában viszont a csapadékmennyiség egyenesen arányosan nő és elérheti akár az 1000 mm/év értéket is. A legszárazabb hónapok a november és a február 30 mm alatti, a legcsapadékosabb hónapok pedig a június és a július 90 mm feletti havi

átlagos csapadékmennyiséggel. A levegő páratartalma 68-90% között változik, értéke a téli hónapokban magasabb.

Forrás: Amenajamentul pastoral al comunei Sânmartin (Csíkszereda, 2017)

2.2.3. A kísérleti parcellák talajadottságainak jellemzése

A korszerű, versenyképes növénytermesztés alappillére a helyes, talajvizsgálatokra alapozott tápanyagutánpótlás. Ennek megfelelően a kísérlet során talajanalíziseket is végeztünk. Mindkét kísérleti parcelláról talajmintát vettünk az A_m (0-20 cm) szintből, a mintákat pedig a Sepsiszentgyörgyi Tanulmányi Központ kémiai laboratóriumába szállítottuk, itt végeztük el ugyanis az agrokémiai vizsgálatokat. Az agrokémiai vizsgálatok során a talajok elsődleges makrotápelemtartalmát - vagyis összes nitrogéntartalmát (%-ban), mobilis foszfortartalmát (ppm-ben) és mobilis káliumtartalmát (ppm-ben) - vizsgáltuk, továbbá humusztartalmat (%-ban) és pH-értéket is mértünk. Az agrokémiai vizsgálatok eredményeiből (1. táblázat) kiderült, hogy a kísérleti parcellák kiváló talajadottságokkal rendelkeznek a burgonya termesztéséhez.

1. táblázat: A kísérleti parcellák talajainak tápanyagtartalmára és kémhatására vonatkozó agrokémiai vizsgálatok eredményei

Agrokémiai vizsgálat	Kísérleti parcella			
	Sunita		Tresor	
	Érték	Ellátottság	Érték	Ellátottság
Összes nitrogén (%)	0,24	Jó	0,17	Közepes
Mobilis foszfor (ppm)	150	Igen jó	217,64	Igen jó
Mobilis kálium (ppm)	162	Közepes	418	Igen jó
Humusztartalom (%)	6,84	Jó	2,73	Közepes
pH	6,50	Megfelelő	6,70	Megfelelő

3. Kísérleti módszer, felhasznált anyagok

3.1. A kísérlet célkitűzései

Kísérletem elsődleges célja az volt, hogy különböző, új hatóanyagcsoportú (strobilurin, SDHI), szisztémikus fungicid hatóanyagok (azoxystrobin, fluopyram, fluxapyroxad) hatásmechanizmusát vizsgáljam a burgonyavész (*Phytophthora infestans*) kórokozójával szemben. Ezek a hatóanyagok Románia területén a burgonyában még nincsenek engedélyezve a fent említett gombás betegség ellen, de potenciálisan beszerezhetők, mivel más *Solanaceae* kultúrfajok (pl. paprika, paradicsom, tojásgyümölcs) esetében engedélyezve vannak az országban, külföldi kutatásokban pedig már használják őket a burgonya növényvédelmében is, az eredmények alapján pedig hatékonynak bizonyulnak. Továbbá a kísérletem részét képezte egy biofungicid hatóanyag (*Pythium oligandrum*) is, amely a *Phytophthora infestans* gomba ellen egyetlen kultúrában sincs engedélyezve Romániában, más gombás betegségek ellen viszont igen, külföldi kutatások alapján pedig a burgonyavész ellen is hatékonynak bizonyul. Ezt a készítményt azzal a céllal teszteltem, hogy megvizsgáljam, környezet- és közegészségügyi előnyei mellett valóban meg tudja-e fékezni a fitoftóra gombatelepek terjedését az állományban.

Másodlagos célom az volt, hogy ezeket a hatóanyagokat összehasonlítsam konvencionálisan használt szisztémikus hatóanyagokkal (fluopicolid, propamocarb-clorhidrat), megvizsgálva, hogy az új típusú fungicidek felülmúlják-e, vagy legalább elérik-e azt a hatást a kórokozóval szemben, mint a jelenleg a burgonyavész elleni védekezésben alkalmazott gombaölő szerek.

Harmadlagos célom pedig az volt, hogy ezeket a hatóanyagokat két különböző, a burgonyavészre eltérő rezisztenciával rendelkező burgonyafajtán (Sunita, Tresor) vizsgáljam és hasonlítsam össze. A fajtákat a hitelesség érdekében nem egy, hanem két, egymástól távol eső területen termesztettem.

3.2. A kísérlet helyszíne és ideje

Kísérletemet szülőfalumban, Csíkszentmártonban végeztem, szabadföldön, két háztáji kertben. A hitelesség érdekében kétéves kísérletet bonyolítottam le, 2021-ben és 2022-ben, tudniillik, a kísérlet során vizsgált kórokozó, a *Phytophthora infestans* nagyon időjárás- és évjáratfüggő, így egy esetleges száraz év nem biztosított volna kedvező

életfeltételeket a terjedéséhez, a vizsgált hatóanyagok hatását így nem lehetett volna relevánsan vizsgálni.

3.3. A szabadföldi kísérlet beállítása

A kísérlet szabadföldi beállítása 2021-ben és 2022-ben is hasonló módon történt. A kísérleti mintaparcellák két háztáji kertben lettek kialakítva, az egyik parcella egy 10 áras, a másik pedig egy 8 áras terület volt. Mindkét terület esetében 576 m²-en (5,76 ár) történt a kísérlet beállítása.

Ez az 576 m² a következőképpen volt kialakítva: burgonyás kísérletek esetén a kisparcellák minimális mérete 24 m², így ennek megfelelően 8 m hosszú és 3 m széles, vagyis 4 soros kisparcellákat alakítottunk ki. 6 különböző mintaterületre volt szükség a fungicid hatóanyagok vizsgálatához: egy a kontroll (kezeletlen), öt pedig a kezelt parcellákhoz - nevezetesen egy a konvencionálisan alkalmazott készítményhez (Infinito), egy a strobilurin készítményhez (Amistar), kettő az SDHI készítményekhez (Dagonis, Luna Experience), egy pedig a biofungicid készítményhez (Polyversum). Minden mintaterületből 4 ismétlést végeztünk, vagyis így összesen 24 kisparcellát alakítottunk ki a kísérleti területeken, a két területen így összesen 48 kisparcella került kijelölésre.

Mivel a két terület hosszúságban és szélességben is eltér egymástól, ezért eltérő elrendezést alkalmaztunk (2. és 3. táblázat), de mindkét esetben odafigyeltünk arra, hogy a 4 ismétlést a területeken sakktáblaszerűen rendezzük el, hogy a kísérlet hitelessége érdekében a kezeletlen és az azonos kezelésekkel végzett parcellák is a lehető legtávolabb kerüljenek egymástól és ne történjenek átfedések.

2. táblázat: A Sunita burgonyafajta mintaterületének kísérleti vázlatrajza

151	112	133	104	3 m (4 sor)	18 m (24 sor)
131	102	123	114	3 m (4 sor)	
121	152	143	134	3 m (4 sor)	
141	132	103	124	3 m (4 sor)	
111	122	153	144	3 m (4 sor)	
101	142	113	154	3 m (4 sor)	
8 m	8 m	8 m	8 m		
32 m					

3. táblázat: A Tresor burgonyafajta mintaterületének kísérleti vázlatrajza

224	234	254	214	244	204	3 m (4 sor)	12 m (16 sor)
213	253	203	243	223	233	3 m (4 sor)	
242	222	232	252	202	212	3 m (4 sor)	
201	211	241	221	231	251	3 m (4 sor)	
8 m	8 m	8 m	8 m	8 m	8 m		
48 m							

A parcellázás során a kezeléseket háromjegyű számokkal jelöltük, ahol az első szám az adott burgonyafajtát (1-Sunita, 2-Tresor), a középső szám az adott kezelést (0-kontroll, 1-Infito, 2-Amistar, 3-Dagonis, 4-Luna Experience, 5-Polyversum), a harmadik szám pedig az ismétlés számát jelöli.

3.4. Kísérletben felhasznált anyagok

A kísérlet kivitelezéséhez szükség volt a növényi anyagokra, vagyis a burgonyafajtákra, illetve a gombaölő szerekre, vagyis a fungicidekre, amelyekkel a kezeléseket végeztem, és amelyeknek a hatását vizsgáltam a burgonyavész kórokozójával (*Phytophthora infestans*) szemben.

3.4.1. Növényi anyagok

A kísérlet során a fungicidek fitoftórával szembeni hatását két fehér héjú burgonyafajtán, nevezetesen a Sunita és a Tresor fajtákon végeztem.

3.4.1.1. Sunita

A Sunita egy viszonylag új, a piacra 2014-ben behozott holland fajta, amelyet a HZPC Holland B.V. vetőmagburgonya nemesítő, -termesztő és -forgalmazó cég nemesített a Carrera és a Marabel fajták keresztezéséből. Korai érésű, világossárga héjszínű és sötétsárga hússzínű étkezési burgonyafajta, amelyre az egységes gumóméret- és -forma egyaránt jellemző. Gumója kerek-ovális formájú, nagyméretű gumókat nevel. Szárazanyagtartalma 18% körül van. A burgonyafajták felhasználási típusait illetően a B típusba tartozik, vagyis vegyes hasznosítású, de elsősorban főtt ételek készítésére alkalmas. (www.hzpc.com).

A burgonyavészt illetően lombfitoftórára (*Phytophthora infestans*) fogékony, ezért erőteljes növényvédelmet igényel a betegség leküzdése érdekében, főleg a vegetáció első

fázisában, lombzáródás előtt. Túlzott nitrogénellátása növeli a burgonyavész kialakulásának kockázatát (web.hzpc-holland.com/SUNITA.PDF).

3.4.1.2. Tresor

A Tresor egy viszonylag régi, a piacra 1996-ban behozott francia fajta, amelyet a francia Nemzeti Agrárkutató Intézet (INRA) és a holland Burgonya Konzultatív Alapítvány (NIVAP) közösen nemesített a Corine és a Fresco fajták keresztezéséből (www.europotato.org). Korai érésű, világossárga héjszínű és halványsárga hússzínű, puha, olvadó húsú, sima felületű, szabályos megjelenésű fajta. Gumója kerek-ovális formájú, nagy gumókat nevel. A burgonyafajták felhasználási típusait illetően a B típusba tartozik, vagyis vegyes hasznosítású, puha és olvadó húsa miatt elsősorban pürék készítéséhez használják (jardinage.ooreka.fr).

A burgonyavészt illetően lombfitoftórára (*Phytophthora infestans*) ellenáll, vagyis a vegetáció elején a Sunita fajtával ellentétben nem igényel erőteljes növényvédelmet.

3.4.2. Gombaölő szerek

A kísérlet során 5 szisztémikus fungicid hatását vizsgáltam a Sunita és Tresor burgonyafajtákon a *Phytophthora infestans* növénypatogén gombával szemben. Ezek közül egy konvencionális (Infinito 687,5 SC), egy strobilurin hatóanyagcsoportú (Amistar), két SDHI hatóanyagcsoportú (Dagonis, Luna Experience 400 SC) illetve egy biológiai (Polyversum) készítményt alkalmaztam.

3.4.2.1. Infinito 687,5 SC

Az Infinito napjainkban egy konvencionálisan alkalmazott, a Bayer Crop Science által előállított és viszonylag hatékony fungicid a burgonyavész elleni védekezésben. A kísérlet beállítása során ezért is esett a választásom erre a készítményre, mert remek összehasonlítási alapként szolgál az új típusú fungicidekkel szemben. Szisztémikus, vagyis felszívódó gombaölő szer, amely Romániában a burgonya mellett uborka, saláta és hagyma kultúrákban is engedélyezve van a Peronoszpórafélék (*Peronosporaceae*) családja ellen.

Hatásmódját tekintve két eltérő hatásmechanizmusú aktív hatóanyagának köszönhetően preventív, kuratív és egyben spóraellenes (antispuruláns) hatással is rendelkezik a növénypatogén gombák ellen. A fluopicolid akropetális (hajtáscsúcs felé terjedő) és egyben transzlamináris (sejtről sejtre terjedő) hatással is bír a növényekben. Preventív hatása a zoospórák gyors elpusztításában, erős antispuruláns hatása pedig a gomba termőtestek kialakulásának, ezáltal pedig a betegség későbbi terjedésének

megakadályozásában nyilvánul meg. A propamocarb több növényi részre kiterjedő szisztémikus, preventív és kuratív hatású hatóanyag, gátolja a spórák csírázását, illetve a micélium behatolását és növekedését a növényben (www.cropscience.bayer.ro).

Burgonyában 1-3 megelőző (preventív) jellegű kezelés javasolt a lombzáródás kezdetétől, 7-10 napos időközönként. Ezt az időközt redukálni lehet abban az esetben, ha az időjárás nagyon kedvező életfeltételeket biztosít a kórokozó számára és így nagyobb mértékű lesz a fertőzés. Vízmennyiség: 200-400 l/ha. Várakozási idő: 7 nap. (www.cropscience.bayer.ro).

3.4.2.2. Amistar

Az Amistar egy preventív, széles hatásspektrumú, a Syngenta által előállított fungicid, amely szántóföldi és kertészeti kultúrák számos növénybetegsége ellen alkalmazható. Szisztémikus, vagyis felszívódó gombaölő szer, penetrális (mindent átható) és transzlamináris (sejtről sejtre terjedő) hatással is bír a növényekben. Kijuttatása után a kezelt levélfelületen egy tartalék hatóanyag is kialakul, amely majd nedves körülmények között, a kórokozó fokozott terjedésekor nyeri el hatását (www.syngenta.ro).

Hatásmódját tekintve preventív hatással rendelkezik, gátolja a fitopatogén gomba mitokondriális légzését. Transzlamináris mozgása a levelekben fentről lefelé történik. Kijuttatást követően egyenletesen oszlik el a xilémekben. A készítmény emellett ún. zöldítő („green-effect”) hatással is rendelkezik a növényekben, amelynek köszönhetően megakadályozza a levelek elöregedését, ez pedig nagyobb termés hozamot és beltartalmi minőséget eredményez (www.syngenta.ro).

3.4.2.3. Dagonis

A Dagonis egy polivalens, széles hatásspektrumú, a BASF által előállított szisztémikus fungicid, amely több, mint 20 növénykultúrában alkalmazható, gyümölcsökben (alma, körte) és zöldségekben (paradicsom, paprika, tojásgyümölcs, dinnye, uborka, borsó, sárgarépa, saláta, póréhagyma, brokkoli, karfiol, káposzta, szamóca, cékla stb.) egyaránt (www.agro.basf.ro).

Hatásmódját tekintve a fluxapyroxad hatóanyag szukcinát-dehidrogenáz inhibitor (SDHI) lévén erőteljesen gátolja a spórák csírázását, a csíracső megnyúlását és a micélium növekedését is, vagyis tulajdonképpen a gombák összes fejlődési szakaszára hatással van. Annak ellenére, hogy a készítmény kuratív hatással is rendelkezik, a betegségek

megelőzése érdekében preventív jelleggel ajánlott kijuttatni a növény felületére (www.agro.basf.ro).

3.4.2.4. Luna Experience 400 SC

A Luna Experience a Bayer Crop Science által előállított szisztémikus gombaölő szer, amelyet almatermésű (alma, körte), csonthéjas (szilva, cseresznye, meggy, kajszi, őszibarack, nektarin), valamint szőlő, káposzta, póréhagyma és sárgarépa növénykultúrákban alkalmaznak gombás betegségek elleni védekezésben (www.cropscience.bayer.ro).

Hatásmódját tekintve fluopyram hatóanyaga révén szisztémikus és transzlamináris tulajdonságokkal egyaránt rendelkezik, ezért nagyon hatékonyan alkalmazható növénypatogén kórokozók széles köre ellen, főként preventív kezelések esetén (www.cropscience.bayer.ro).

3.4.2.5. Polyversum

A Polyversum a cseh Briopeparaty cég által előállított, Romániában pedig az UPL által forgalmazott biofungicid, amelyet elsősorban az organikus gazdálkodásban használnak több, mint 20 nemzetségből származó növénypatogén gomba, köztük a *Phytophthora* nemzetség elleni védekezésben is. Mivel biológiai növényvédőszer, ezért kémiaiilag nem szennyezi a környezetet (alcedo.ro).

Hatásmódját tekintve a készítménynek három biológiai hatása van: hatóanyaga, a *Pythium oligandrum* mikoparazitaként a kitináz és celluláz enzimek segítségével lebontja és elpusztítja a kórokozó sejtfalait. Emellett rezisztenciát indukál a növényekben a különböző gombás betegségekkel szemben. Nem utolsó sorban pedig a triptamin nevű alkaloidja révén stimulálja a növények növekedését (www.upl-ltd.com/ro).

3.4.3. Fungicidek kijuttatása

A kísérlet során vizsgált fungicideket mindkét kísérleti évben 6-6 alkalommal juttattam ki a területekre (4. táblázat) Farmate típusú háti permetezővel, 7-10 napos időközönként. Az első kezelést lombzáródás környékén, a kísérlet első évében, 2021-ben a hitelesség érdekében az első tünetek megjelenésekor végeztem, 2022-ben, a kísérlet második évében viszont már csak a növény fenológiai fázisához tudtam igazodni, mivel a száraz időjárás miatt a kórokozó nem tudott megtelepedni a növényeken és így nem jelentek meg tünetek.

4. táblázat: A fungicidek kijuttatásának időpontjai 2021-ben és 2022-ben

Kezelés száma	Sunita		Tresor	
1.kezelés	2021	2022	2021	2022
	június 21.	június 10.	június 28.	június 11.
2.kezelés	2021	2022	2021	2022
	július 1.	június 18.	július 8.	június 18.
3.kezelés	2021	2022	2021	2022
	július 10.	június 26.	július 18.	június 30.
4.kezelés	2021	2022	2021	2022
	július 18.	július 6.	július 28.	július 9.
5.kezelés	2021	2022	2021	2022
	július 27.	július 15.	augusztus 6.	július 18.
6. kezelés	2021	2022	2021	2022
	augusztus 4.	július 22.	augusztus 14	július 27.

A 4. táblázatból észrevehető, hogy 2021-ben a Sunita fajtán egy héttel hamarabb kezdtem meg a kezelést, mivel a Tresor fajta lassabban fejlődött és emiatt az első tünetek is később jelentek meg a levélzeten. Az is megfigyelhető, hogy 2021-ben a kezeléseket két héttel később tudtam elkezdeni, mint 2022-ben, ez azzal magyarázható, hogy 2021 viszonylag csapadékos tavaszi időjárást hozott és a nedves talajállapotok miatt később tudtuk elültetni a burgonyát, így a növény vegetációja egy kissé eltolódott.

Ami a vizsgált fungicidek dózisait illeti, Infinito esetében természetesen a dózist burgonyavészre előírt 1,4 l/ha dózissal számoltam át, az új típusú fungicidek esetén Amistar-nál a burgonyában alternáriás szárazfoltosság ellen előírt dózist (0,5 l/ha) alkalmaztam, Dagonis-nál a többi *Solanaceae* kultúrfaj (paradicsom, paprika, tojásgyümölcs) alternáriás szárazfoltosság elleni dózisát (1 l/ha) használtam, Luna Experience esetén a káposzta betegségei ellen előírt dózist (0,9 l/ha) választottam ki, Polyversum-nál pedig az engedélyezett növénykultúrák 100 g/ha-os dóziséval számoltam.

Kijuttatásuk előtt a gombaölő szereket a permetlé készítésekor a konvencionálisan alkalmazott 300 l/ha vízmennyiségre számoltam át, ez azt jelenti, hogy minden kisparcella (24 m²) kezelésére 0,9 l, a 4 ismétlés (96 m²) kezeléséhez pedig összesen 3,6 l vízmennyiségre volt szükség.

A permetlé készítése során első lépésben a fungicid dózisokat 5 ml-es, egyhasználatos fecskendők segítségével pontosan kimértem, majd előbb egy mérőedényben törzsoldatot készítettem, amelyet aztán beletöltöttem a szükséges vízmennyiséggel teli vödörbe. A kapott elegyet egy keverőpálcával alaposan megkevertem, majd végül beletöltöttem a háti permetezőbe. A permetlé készítése illetve a kezelés során védőfelszerelésként egészségügyi szájmaszkot, gumikesztyűt és gumicsizmát használtam. Minden kezelést követően a permetezőt vízzel alaposan kimostam, mielőtt a másik fungicidet beletöltöttem volna. A Polyversum esetén, mivel por alakú szerről van szó, a dózisokat mindkét kísérleti évben a Sepsiszentgyörgyi Tanulmányi Központ agrokémia laboratóriumában mértem ki analitikai mérlegen, még a kezelések megkezdése előtt.

3.5. Kísérleti adatgyűjtés

Kísérletünk során mindkét kísérleti évben a növényállományokban a kontroll és a vizsgált fungicidekkel kezelt kisparcellákon fiziológiai és kórtani paramétereket egyaránt vizsgáltunk, emellett betakarítás során terméshozamot becsültünk, végül pedig laboratóriumban gumóméret szerinti eloszlást és beltartalmi értékeket is vizsgáltunk.

3.5.1. A növényállományban végzett fiziológiai mérések

A növényállományokban mindkét kísérleti évben 5-5 alkalommal végeztünk fiziológiai méréseket, 7-10 napos időközönként, a kezelések között. Az első mérést mindig az első kezelés után egy héttel bonyolítottuk le, a többi mérést pedig a következő kezelések előtt egy nappal. A fiziológiai mérések tehát júniusban kezdődtek meg és július végén-augusztus elején értek véget. Ami a vizsgált fiziológiai paramétereket illeti, hajtásmagasságot, hajtásszámot, levélszámot és levélhosszt egyaránt mértünk.

A mérések a következőképpen történtek: minden egyes kisparcellán kiválasztottunk 10 növényt, amelyeket a kisparcella középső 2 sorában jelöltünk ki. A kisparcellák szélső sorain a hitelesség érdekében nem mértünk a kezelések során, különböző fungiciddel történő esetleges átfedések miatt. A kiválasztott 10 növényt kis fapálcákkal megjelöltünk annak érdekében, hogy minden mérés során ugyanazokon a növényeken végezzük a méréseket. A hajtásmagasságot összecsukszó mérőléc, a levélhosszt pedig tolómérce (subler) segítségével mértük, a hajtás- és levélszámot pedig minden egyes növényen külön-külön megszámoltuk. Egy fiziológiai mérés során összesen 960 adatot gyűjtöttünk, vagyis a két területen a 10 (5-5) mérés során összesen 9600-at egy kísérleti évben. A kapott eredményeket feljegyeztük, majd digitális formában Microsoft Excel táblázatba gyűjtöttük.

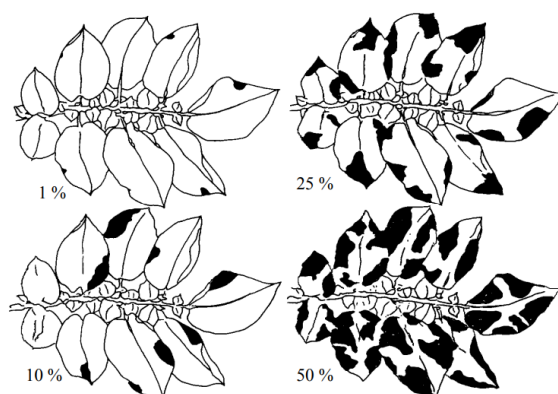
3.5.2. A növényállomány kórtani paramétereinek meghatározása

A fiziológiai mérésekkel párhuzamosan természetesen kórtani paramétereket is vizsgáltunk a növényállományokban, amely során a leveleken vizsgált kórokozó, a *Phytophthora infestans* fertőzöttségének %-os mértékét határoztuk meg. Ezt a paramétert is mindkét kísérleti évben 5-5 alkalommal vizsgáltuk.

A mérések a következőképpen történtek: a kórtani paraméterek vizsgálatához a kisparcellákat 2 egyenlő részre, vagyis 8 m hosszú és 1,5 m széles (2 sor) részekre osztottuk fel, amelyeken külön-külön vizsgáltuk a fertőzés mértékét a sorok elején, a sorok közepén és a sorok végén. A kórokozó fertőzöttségének %-os vizsgálatához az Európai és Mediterrán Növényvédelmi Szervezet (European and Mediterranean Plant Protection Organization – EPPO) által kiadott szabványt használtuk (5. táblázat). Minden egyes mikroparcellán kijelöltünk 10 növényt, amelyeken a mérések során megszámoltuk, hogy hány fertőzés van, majd végül ezeket összegezve és átlagolva megkaptuk a teljes kisparcella fertőzöttségének mértékét %-ban. Amikor már túl nagy volt a fertőzöttség mértéke, akkor már mikroparcellánként vizuálisan becsültünk elhalt növényfelületet (2. ábra). Egy ilyen kórtani mérés során összesen 576 adatot gyűjtöttünk, vagyis a két területen a 10 (5-5) mérés során összesen 5760-at egy kísérleti évben.

5. táblázat: Az EPPO által kiadott szabvány a *Phytophthora infestans* fertőzöttségének %-os vizsgálatához

<i>Phytophthora infestans</i> tünetek	Fertőzöttség (%-ban)
Nem láthatóak tünetek	0
1-3 tünet/növény	1
10 tünet/növény	2,5
20 tünet/növény	5
10%-ban elhalt levélzet/parcella	10
25%-ban elhalt levélzet/parcella	25
50%-ban elhalt levélzet/parcella	50
75%-ban elhalt levélzet/parcella	75
90%-ban elhalt levélzet/parcella	90
Az összes levél és a szár is elhalt	100



2. ábra: Vizuális minta az elhalt levélzetről (%-ban kifejezve) a *Phytophthora infestans* fertőzöttségének vizsgálatához burgonyán

Egy hónappal a betakarítás előtt pedig egy alkalommal a zölden maradás fázisát is vizsgáltuk, amely során azt vettük szemügyre, hogy a burgonyavész és egyéb növénybetegségek, valamint különböző fiziológiai tényezők (pl. szárazság) hatására a növényállományoknak hány %-a maradt zölden. Ezt a mérést a fertőzöttség méréséhez hasonlóan végeztük annyi különbséggel, hogy itt %-os értékek fordítottan arányosan szerepeltek, vagyis az egészséges növényfelület, a zölden maradt rész a 100%-os, a teljes mértékben elszáradt növény pedig a 0%-os értéknek felelt meg. Ezen mérés során összesen 576 adatot gyűjtöttünk, vagyis a két területen összesen 960-at egy kísérleti évben.

3.5.3. Terméshozam vizsgálat és gumóméret szerinti eloszlás

Betakarítás során terméshozam vizsgálatot végeztünk. A kontroll és a fungicidekkel kezelt parcellákról is összegyűjtöttünk 5 kg-os raschel zsákokba gumótermést, amelyeket később analitikai mérlegen lemértünk, a felszedetett területet pedig szalagméterrel lemértük, a mennyiségből és a területből pedig következtetni tudtunk a becsült terméshozamra.

Ezt követően az 5 kg-os mintákat a Sepsiszentgyörgyi Tanulmányi Központba szállítottuk és laboratóriumban előbb gumóméret szerinti eloszlást vizsgáltunk. A mintákat a laborban előbb alaposan átmostuk és fehér táledényekben helyeztük át, majd külön-külön a kontroll és a különböző fungicidekkel kezelt minták esetén is a gumókat egyenként, kalibráló gyűrűk segítségével méret szerint osztályoztuk. A kalibráló gyűrűket a Sapientia EMTE Marosvásárhelyi Karának Kertészmérnöki Tanszéke szerezte be a romániai ROM TECH SRL laboratóriumi mérőeszközöket és műszereket is forgalmazó gyártótól és bocsájtotta a rendelkezésemre (romtech.ro).

3.5.4. Beltartalmi értékek meghatározása

Beltartalmi értékeket illetően a Sepsiszentgyörgyi Tanulmányi Központban cukortartalom-, a csíkszentsimoni Csíki Csipsz gyárban pedig szárazanyag-tartalom vizsgálatot végeztünk.

3.5.4.1. Cukortartalom meghatározása

A cukortartalom meghatározását a Pető és munkatársai (2018) által bemutatott módszer alapján bonyolítottuk le, vagyis refraktométer segítségével Brix%-ot mértünk. Ehhez előbb a burgonyagumókat alaposan átmostuk, majd egy háztartási reszelővel apró csíkokra reszeltük, amelyeket aztán egy szűrővel a lehető legalaposabban kifacsartunk egy Berzelius-pohárba. Az elkészült oldatból elegyítés után pár csepp folyadékot a mérőműszer prizmájára juttattunk.

A vizsgálat során mindkét fajta esetén a kontroll és fungicidekkel kezelt mintákon is összesen 4 mérést végeztünk, mind a 4 mérés során 4 ismétlést hajtottunk végre, vagyis összesen mérésenként 16 adatot dolgoztunk fel.

3.5.4.2. Szárazanyag-tartalom meghatározása

A szárazanyag-tartalom meghatározását a Csíki Csipsz gyárban végeztük, a PW-2050 típusú digitális szárazanyag-tartalom mérőműszerrel. Működését tekintve a PW-2050 mérés közben a levegő súlyát a vízben lévő burgonya tömegével és ezt fajsúlyá illetve szárazanyag-tartalommal alakítja át. A műszer akkumulátorral működik és a feltöltések között akár 15 órán keresztül is használható (sbp.manualzz.com).

A szárazanyag-tartalom meghatározásához a mérést a műszer manuális útmutatójának segítségével végeztük. Első lépésben a burgonyagumókat alaposan átmostuk, majd 2,5 kg mennyiséget helyeztünk egy műanyag kosárba, a kosárt pedig ráakasztottuk a mérőműszerre, amellyel előbb megmértük a száraz súlyt, majd a gumóval teli kosarat egy vízzel teli edénybe süllyesztettük, pár másodperc elteltével pedig kiemeltük belőle és megmértük a nedves súlyt is. A két érték alapján a mérőműszer kiszámolta a vizsgált gumómennyiség szárazanyag-tartalmát.

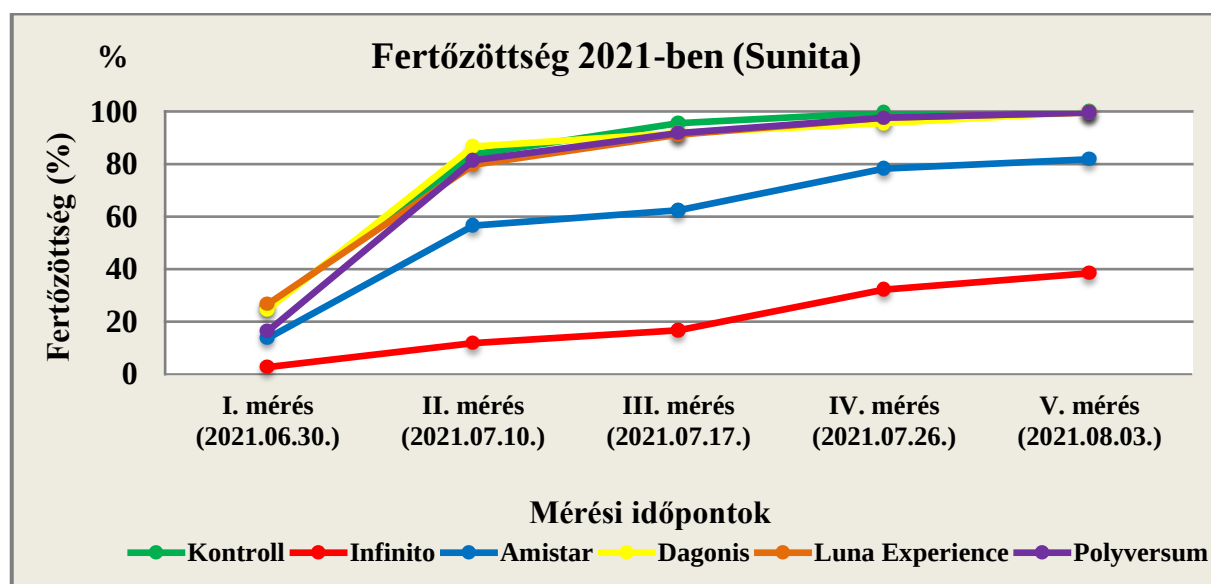
3.6. Kísérleti adatok feldolgozása

A kísérlet során mért adatok feldolgozását a Microsoft Excel legújabb, 2021-es verziójával, a szignifikancia-különbségek meghatározását pedig a PAST4.03 statisztikai program segítségével végeztük.

4. Kísérleti eredmények elemzése és értékelése

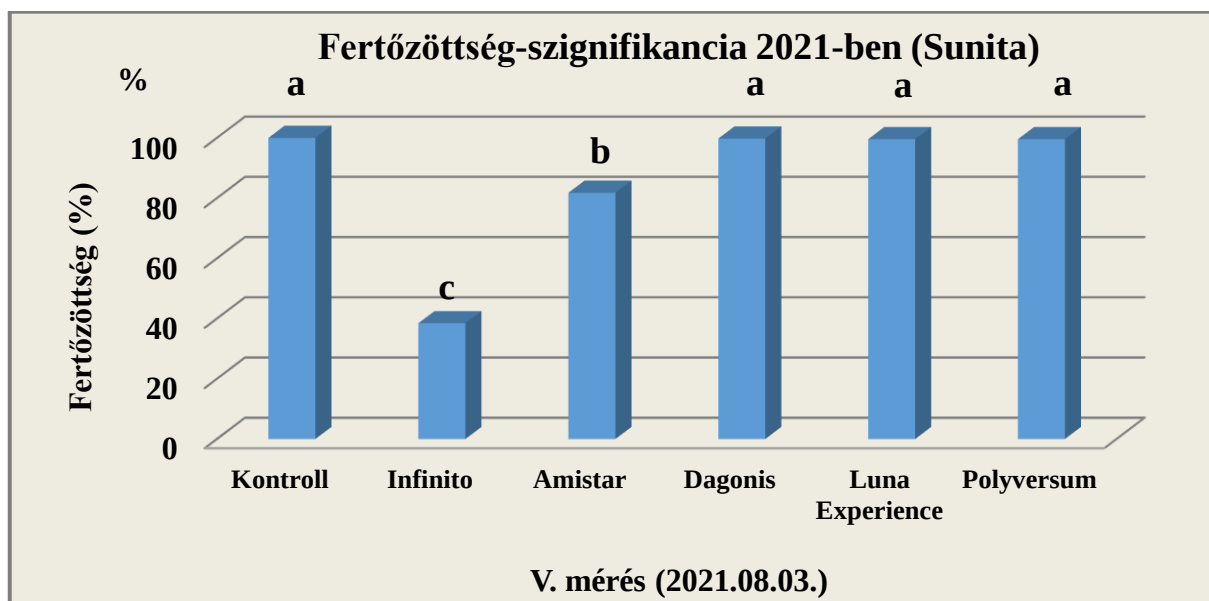
4.1. Fertőzöttség dinamikájára vonatkozó eredmények

A kísérlet szempontjából a legfontosabb vizsgált paraméter a lombfitoftóra %-ban kifejezett fertőzöttségének alakulása volt a burgonyafajták tenyészideje során. Ez a két kísérleti évet összehasonlítva teljesen eltérő képet mutat. 2021 ugyanis egy rendkívül csapadékos nyarat hozott, amely ideális életkörülményeket biztosított a kórokozó számára, komoly fertőzést generálva, 2022 viszont már egy teljesen száraz nyarú év volt, a kórokozó ennek hatására egyáltalán nem tudott megtelepedni a növényeken és így tünetek sem jelentek meg.



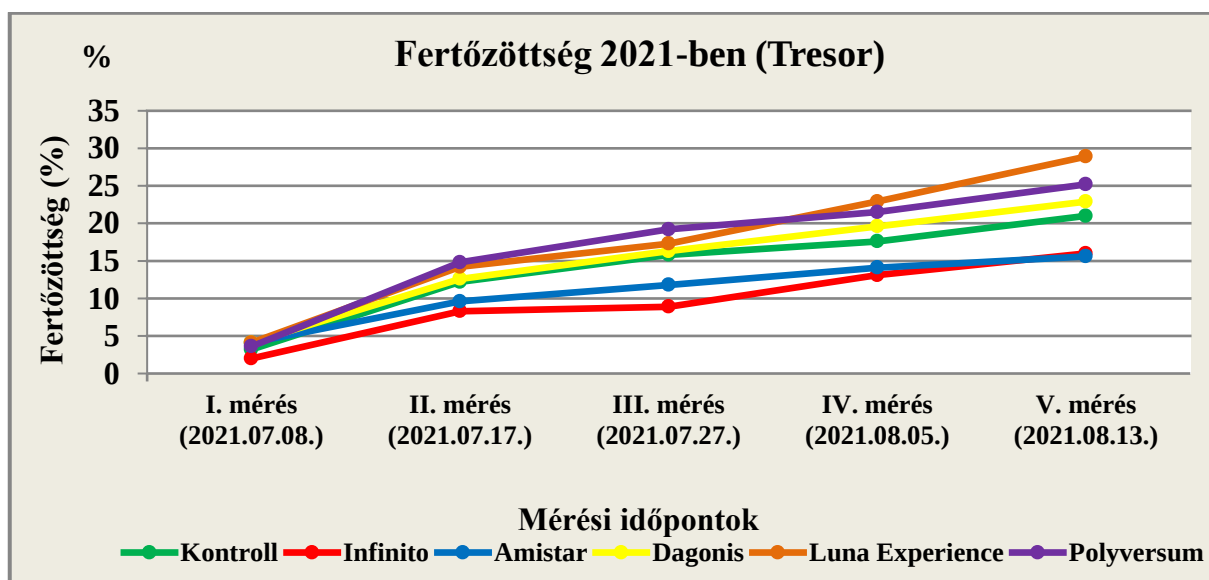
3. ábra: Fertőzöttség (%) dinamikája 2021-ben a Sunita burgonyafajtán

Ami a kísérlet során vizsgált fungicidek hatását illeti, a 3. ábra negatív tendenciát mutat. A konvencionálisan alkalmazott fungicidhez (Infinito) képest ugyanis az új típusú fungicidek (Amistar, Dagonis, Luna Experience, Polyversum) nem az elvárt eredményt hozták ezen a fajtán és a kontrollhoz hasonló gyenge eredményt adtak. Szemmel látható ugyanis, hogy a konvencionálisan használt fungicid, az Infinito még egy ilyen erős fertőzés esetén is viszonylag hatékonynak bizonyult. A kísérletben vizsgált fungicidek közül a burgonyavész elleni védekezésben a strobilurinokat képviselő Amistar volt valamilyen szinten hatékony, de az is csak az első mérés során. Az SDHI-fungicidek (Dagonis, Luna Experience) esetében a kontrollhoz hasonló drasztikus fertőzést vizsgáltunk. A Polyversum csak az első mérés során mutatott viszonylag elfogadható eredményt a drasztikus fertőzöttégi körülményekhez képest.



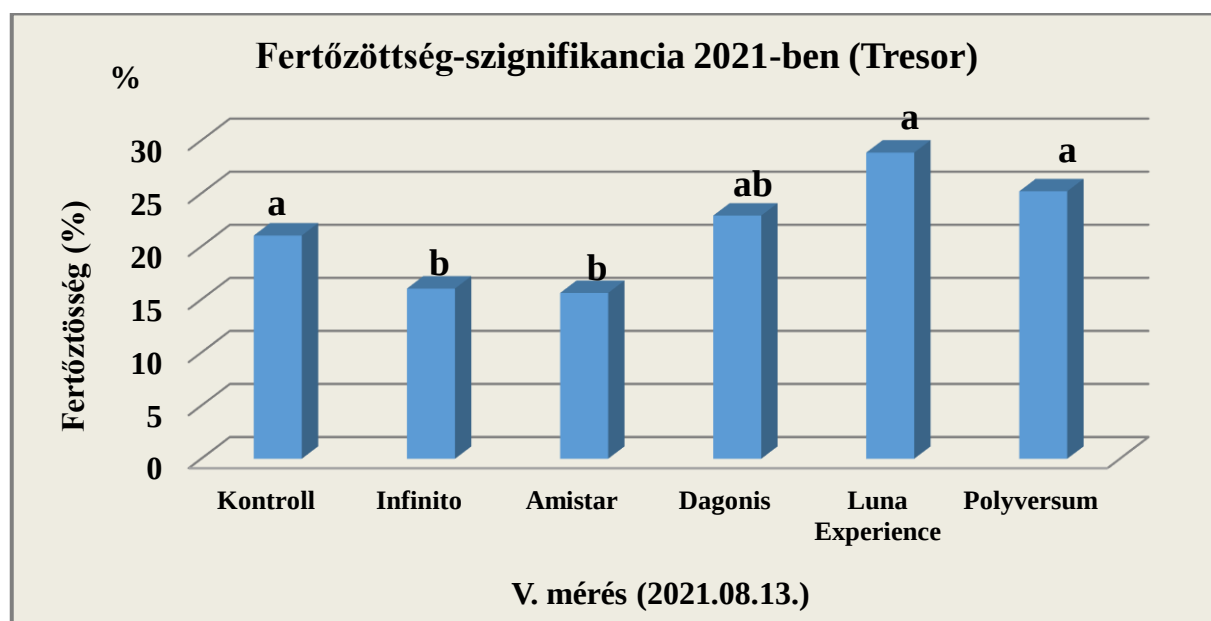
4. ábra: Fertőzöttség-szignifikancia 2021-ben a Sunita burgonyafajtán

A szignifikancia-vizsgálat kimutatta, hogy a lombfitytóra-fertőzöttséget illetően 2021-ben a Sunita fajtán szignifikancia-különbségek voltak az utolsó mérés során (4. ábra). Ez alapján kijelenthető, hogy a konvencionális fungicid, az Infinito és a strobilurin hatóanyagcsoportú Amistar szignifikáns különbséget mutattak a kontrollhoz képest és a leghatékonyabbnak bizonyultak a *Phytophthora infestans* elleni védekezésben ezen a fajtán, míg az SDHI-fungicidek (Dagonis, Luna Experience) és a Polyversum biofungicid esetében nem volt szignifikáns különbség a kontrollhoz képest, vagyis ezek az új típusú hatóanyagok nem az elvárt eredményt hozták.



5. ábra: Fertőzöttség (%) dinamikája 2021-ben a Tresor burgonyafajtán

A lombfityó-fertőzöttség dinamikáját illetően a Tresor burgonyafajta esetében már jóval elfogadhatóbb eredményeket kaptunk 2021-ben. A 5. ábra ugyanis jóval kiegyenlítettebb képet mutat a fungicidok hatékonyságáról. Jól látható, hogy az első mérés során a kontroll és az összes fungicid kezelés esetében is hasonlóan alacsony volt a fertőzés. A Sunitához hasonlóan ebben az esetben is a konvencionálisan alkalmazott Infinito és a strobilurin hatóanyagcsoporthoz tartozó Amistar adta a legjobb eredményt, az SDHI-fungicidok és a biofungicid pedig, ha ugyan jóval kisebb mértékben, de a Tresor fajtán is a leggyengébb eredményt hozták.



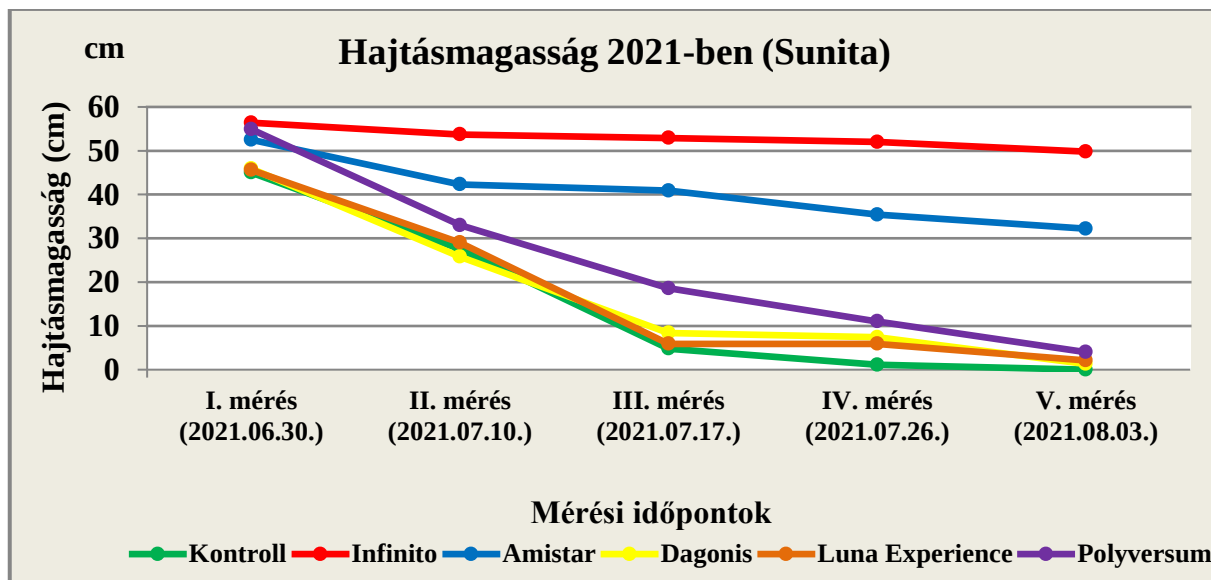
6. ábra: Fertőzöttség-szignifikancia 2021-ben a Sunita burgonyafajtán

A szignifikancia-vizsgálatok eredménye alapján 2021-ben a Tresor fajtán is szignifikáns különbségek voltak a lombfityó-fertőzöttséget illetően az utolsó mérés során (6. ábra). Az eredmények hasonlóak voltak, mint a Sunita fajtán, mivel ebben az esetben is a konvencionális fungicid, az Infinito és a strobilurin hatóanyagcsoportú Amistar mutattak szignifikáns különbséget a kontrollhoz képest és bizonyultak ezen a fajtán is a leghatékonyabbnak a *Phytophthora infestans* elleni védekezésben, az SDHI-hatóanyagcsoportú Luna Experience és Dagonis illetve a Polyversum biofungicid azonban itt sem hozták az elvárt eredményt, mivel nem volt szignifikáns különbség köztük és a kontroll között.

A 2022-es kísérleti évről nem volt értelme diagramokat készíteni, mivel a száraz, a *Phytophthora infestans* kórokozó számára kedvezőtlen életfeltételeket biztosító időjárási

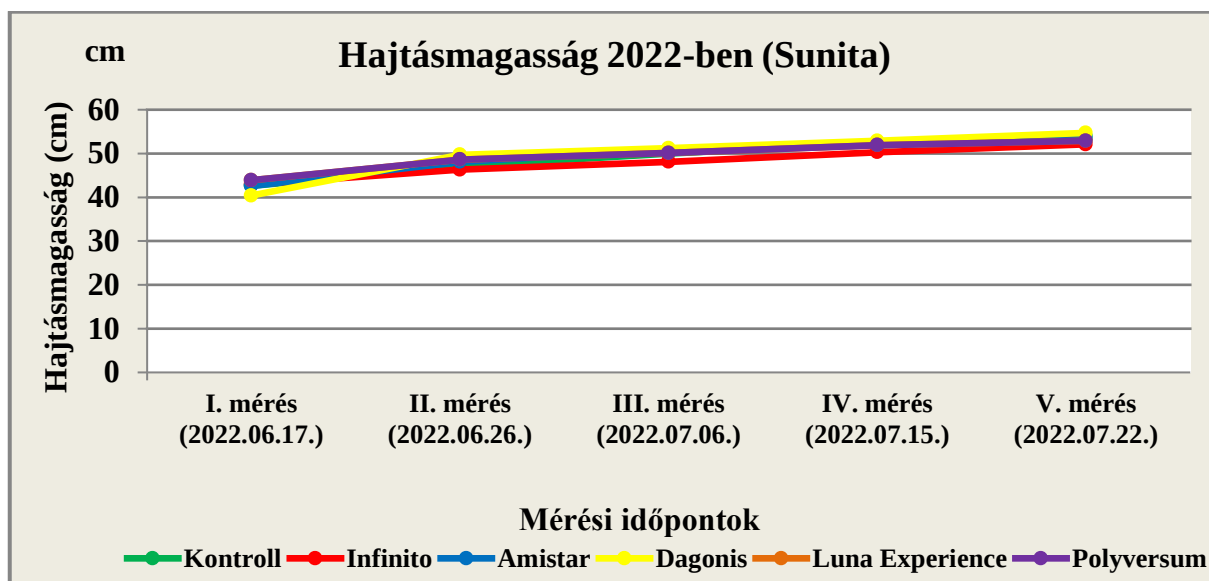
körülmények miatt nem tudott megtelepedni egyik vizsgált burgonyafajtán sem, így végig 0%-os fertőzöttségi értékek születtek, kvázi nem lehetett vizsgálni ezt a kórtani paramétert.

4.2. Hajtásmagasság dinamikájára vonatkozó eredmények



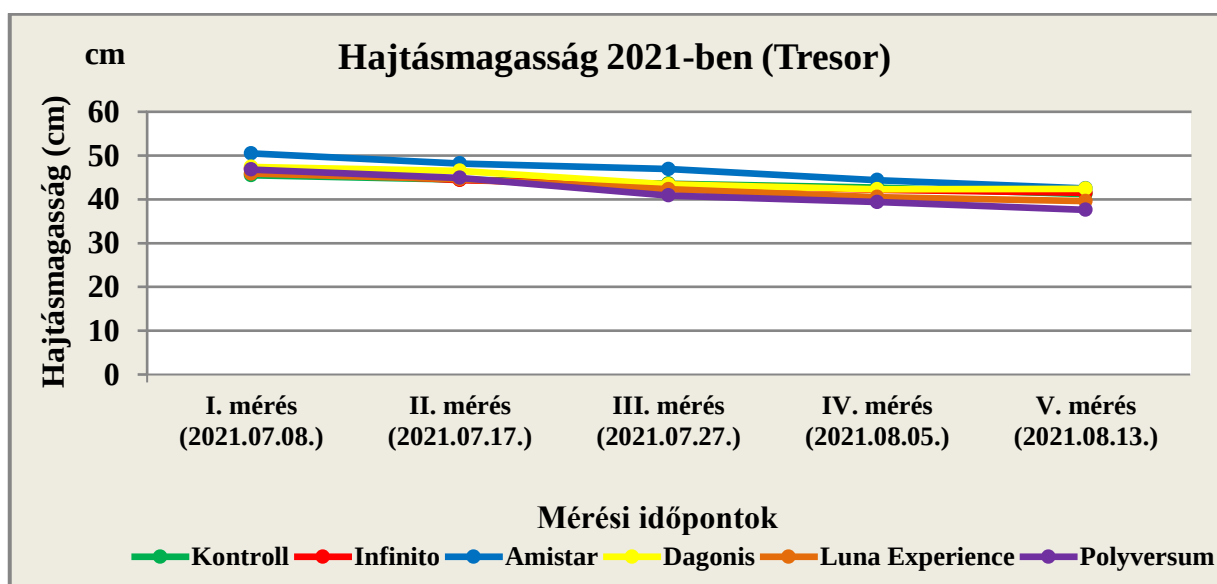
7. ábra: Hajtásmagasság (cm) dinamikája 2021-ben a Sunita burgonyafajtán

Ami a hajtásmagasságot illeti, ezt a paramétert a Sunita burgonyafajta esetében nagyban befolyásolta a lombfityoftóra-fertőzöttség mértéke. A 7. ábra tökéletesen illusztrálja, hogy 2021-ben a Sunita burgonyafajtán a hajtásmagasság dinamikája fordítottan arányos a lombfityoftóra-fertőzöttség mértékével. Ez alapján tehát ebben a paraméterben is a konvencionális, összehasonlítási alapként szolgáló fungicid, az Infinito hozta a legjobb eredményeket – igaz, a hajtásmagasság itt is csökkenő tendenciát mutat, de ez minimális, közel sem olyan mértékű, mint a kísérletben vizsgált, új típusú fungicidek esetében. Őt követte ismét ebben a tekintetben is a strobilurin készítmény, az Amistar, majd a biofungicid, a Polyversum, végül pedig a két SDHI-fungicid (Dagonis, Luna Experience) és a kontroll. Érdekes megfigyelni egyébként a biofungicid, a Polyversum esetén mért hajtásmagasság dinamikát is, amely a drasztikus fertőzöttségi értékek ellenére a vegetáció elején nem csökkent olyan mértékben, mint az SDHI-fungicideknél és a kontrollnál. Ez valószínűleg növekedésserkentő mellékhatásával magyarázható, természetes hatóanyaga, a *Pythium oligandrum* ugyanis triptamin nevű alkaloid termelésével elősegíti az auxin szintézist.



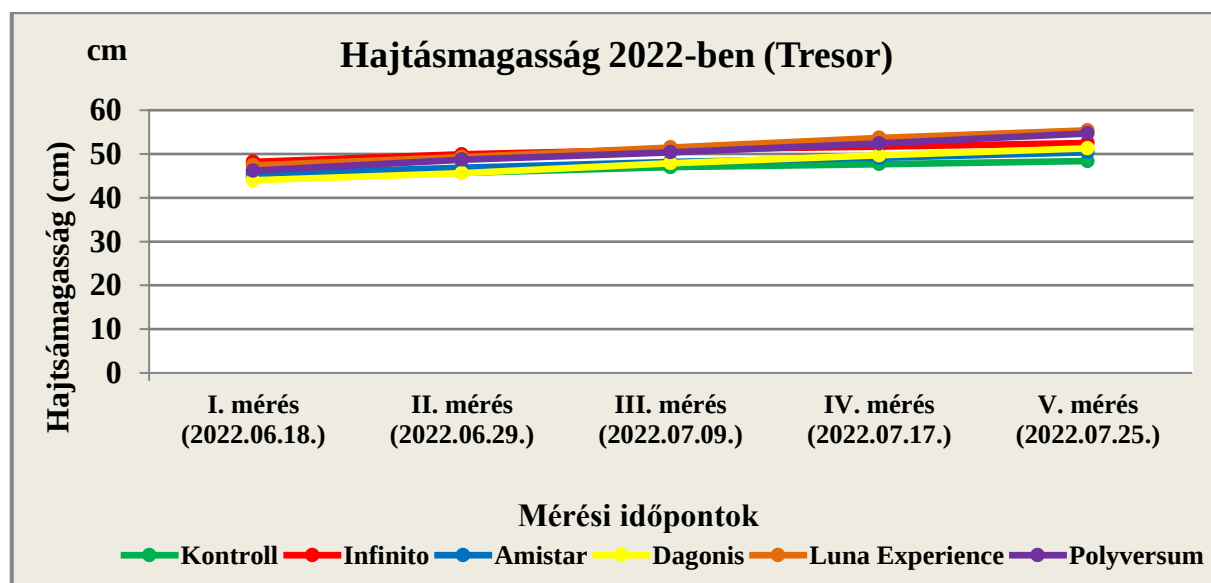
8. ábra: Hajtásmagasság (cm) dinamikája 2022-ben a Sunita burgonyafajtán

2022-ben fertőzés hiányában a hajtásmagasság dinamikája már növekvő tendenciát mutatott a Sunita fajtán. A 8. ábra alapján hajtásmagasság paraméterei végig rendkívül kiegyenlítettek voltak a kontroll és a fungiciddel kezelt parcellák között. Az utolsó, ötödik mérés során a legjobb eredmény meglepő módon a kontrollhoz fűzhető, őt követte az SDHI-csoportba tartozó a Luna Experience, aztán a konvencionális készítmény, az Infinito, a másik SDHI-fungicid, a Dagonis, majd a biofungicid, a Polyversum, végül pedig az Amistar. Fertőzöttség hiányában tehát a vizsgált fungicideknek semmiféle hatásuk nem volt a hajtásmagasságra 2022-ben ezen a fajtán.



9. ábra: Hajtásmagasság (cm) dinamikája 2021-ben a Tresor burgonyafajtán

A Sunitához hasonlóan a Tresor burgonyafajtán is a hajtásmagasság alakulását a lombfitoftóra-fertőzöttség befolyásolta. A 9. ábrán könnyen észrevehető, hogy 2021-ben a Tresor fajtán is csökkenő tendenciát mutatott a hajtásmagasság alakulása, de egyáltalán nem olyan számottevő mértékben, mint a Sunita esetében – köszönhetően az alacsonyabb fertőzöttségi-értékeknek. Az eredmények a mérések során egyébként jóval kiegyenlítettebbek voltak, mint a Sunita fajtán. A legjobb eredményt a strobilurin hatóanyagcsoportú Amistar produkálta.

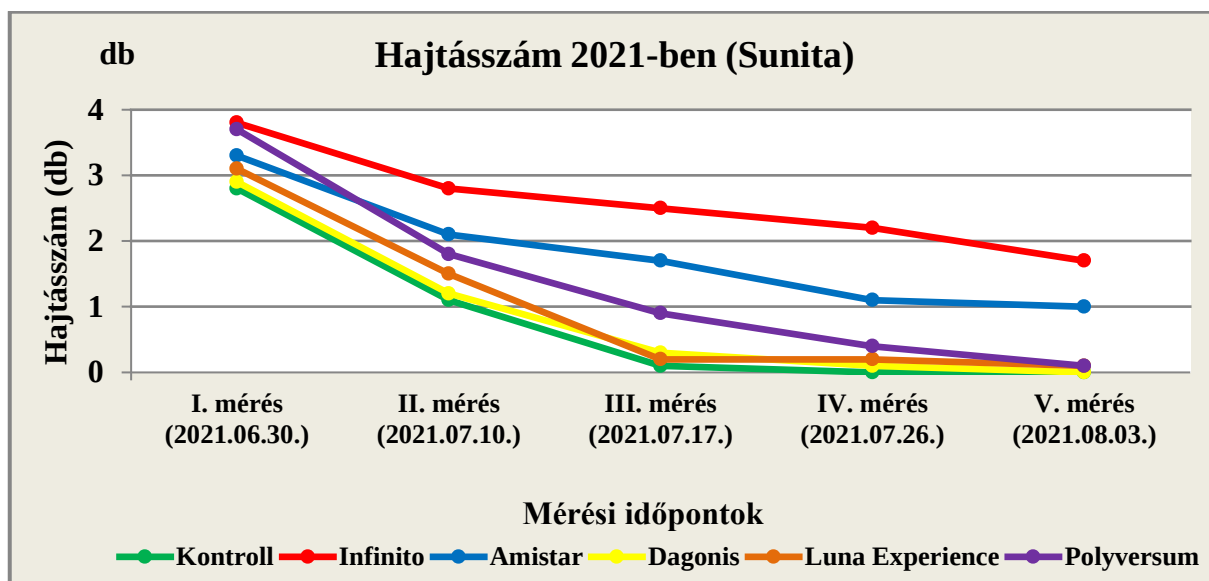


10. ábra: Hajtásmagasság (cm) dinamikája 2022-ben a Tresor burgonyafajtán

2022-ben fertőzés hiányában a hajtásmagasság dinamikáját a Sunitához hasonlóan a Tresor fajtán is növekvő tendencia jellemezte. A hajtásmagasság paraméterei végig rendkívül kiegyenlítettek voltak a kontroll és a fungiciddel kezelt parcellák között (10. ábra). A legjobb eredményt meglepő módon azok a fungicidek – a Luna Experience, és a Polyversum – hozták, amelyek a 2021-ben a leggyengébbnek bizonyultak ezen a fajtán. Ebben az esetben tehát kijött a Polyversum biofungicid növekedésserkentő mellékhatása.

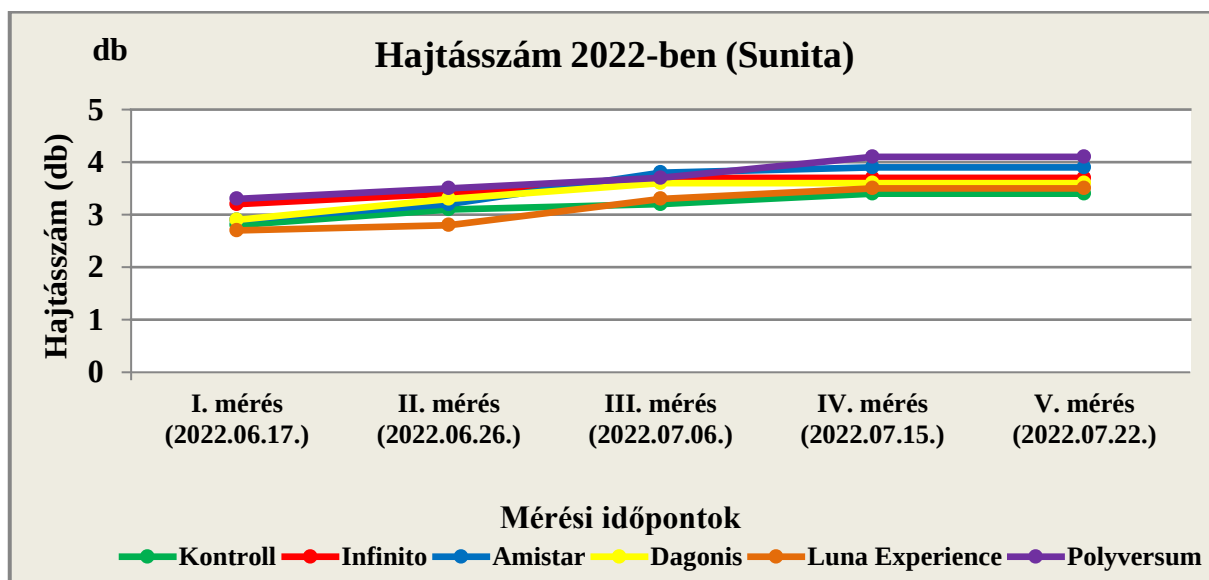
4.3. Hajtásszám dinamikájára vonatkozó eredmények

A Sunita burgonyafajtán hajtásmagasság mellett a hajtásszám alakulását is nagymértékben befolyásolta a lombfitoftóra-fertőzöttség, tehát 2021-ben a drasztikus fertőzés miatt az átlagértékek ezen paraméter tekintetében is csökkentek a kontroll és az fungicidekkel kezelt parcellákon is, míg 2022-ben fertőzés hiányában mind növekvő tendenciát mutattak.



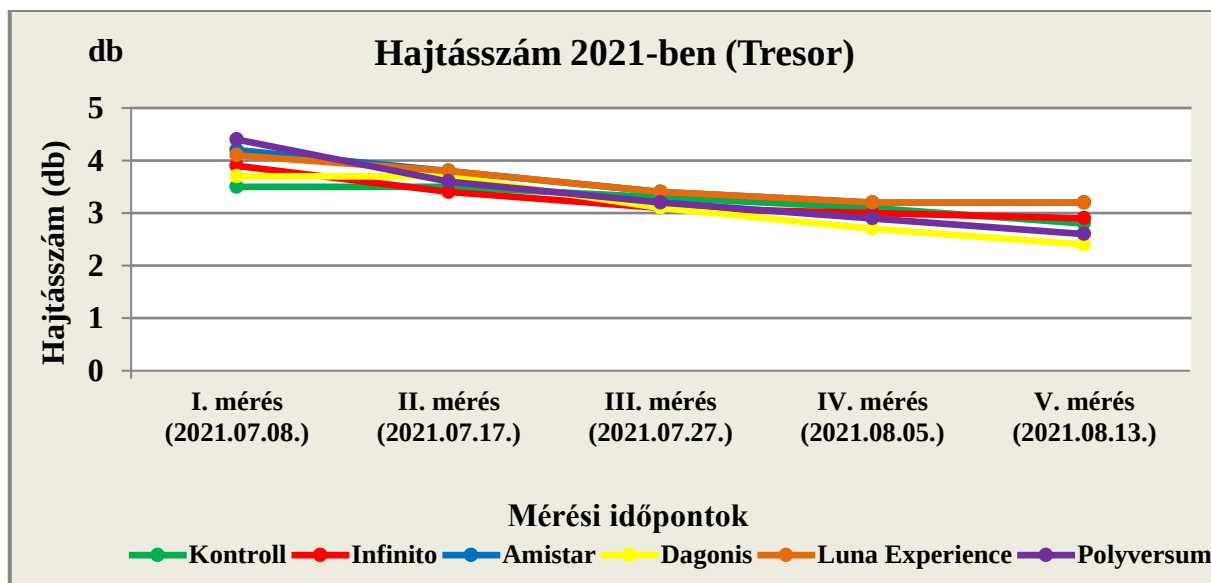
11. ábra: Hajtásszám (db) dinamikája 2021-ben a Sunita burgonyafajtán

A 11. ábra alapján megállapítható, hogy 2021-ben a hajtásszám a hajtásmagassághoz hasonló képet mutat a Sunita fajtán. A csökkenő tendenciát mutató dinamikában szintén a konvencionálisan alkalmazott fungicid, az Infinito bizonyult a leghatékonyabbnak, mögötte a strobilurin hatóanyagcsoportba tartozó Amistar-ral. Őket követte a biokészítmény, a Polyversum, majd a két SDHI-fungicid, a Luna Experience és a Dagonis, végül pedig a kontroll. Érdekes megfigyelni, hogy a Polyversum – csakúgy, mint a hajtásmagasságot illetően – a hajtásszám tekintetében is jó eredményeket produkált a vegetáció elején.



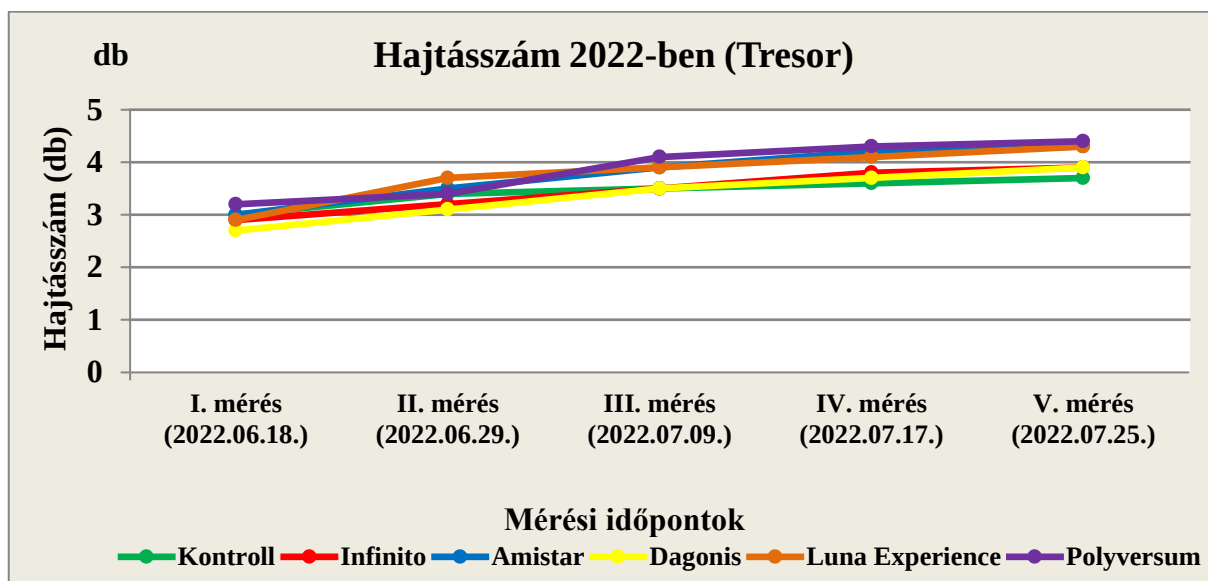
12. ábra: Hajtásszám (db) dinamikája 2022-ben a Sunita burgonyafajtán

2022-ben fertőzés hiányában a hajtásmagassághoz hasonlóan a hajtásszám dinamikája is már növekvő tendenciát mutatott a Sunita fajtán (12. ábra). A paraméterek nagyjából kiegyenlítettek voltak a kontroll és a fungiciddel kezelt parcellák között, viszont a mérések során folyamatos változás jellemezte a sorrendet. A legjobb eredményt átlagértékben végül a Polyversum érte el, ezt követte az Amistar, az Infinito, majd a két SDHI-fungicid, a Dagonis és a Luna Experience, végül pedig a kontroll.



13. ábra: Hajtásszám (db) dinamikája 2021-ben a Tresor burgonyafajtán

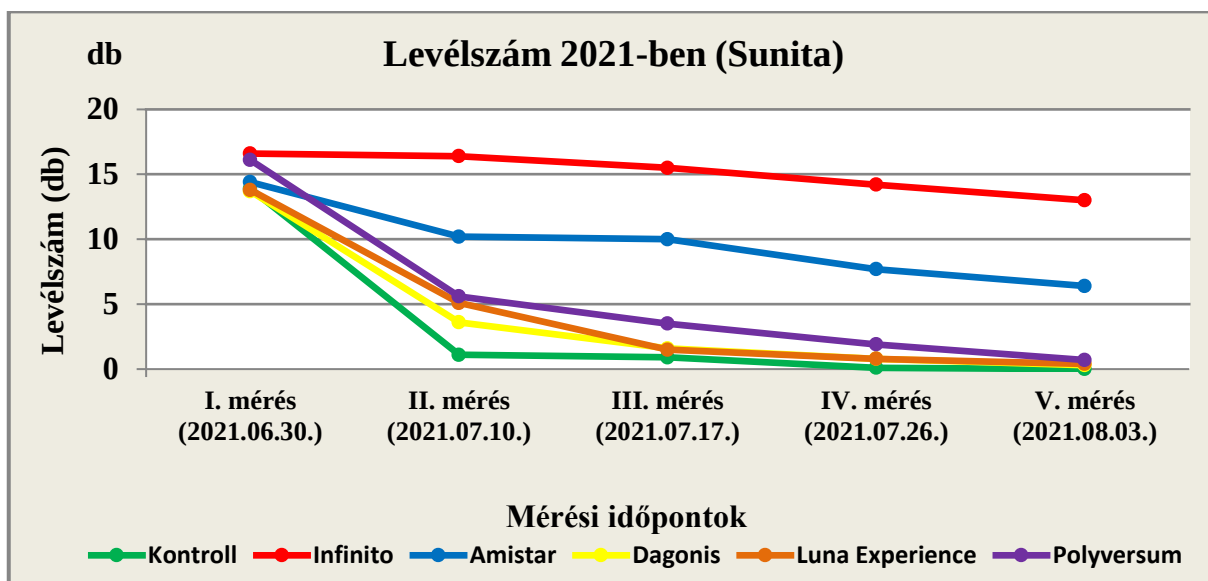
A Sunitához hasonlóan a Tresor burgonyafajtán is befolyásolta a lombfitofitóra-fertőzőtség a hajtásszám alakulását. A 13. ábra alapján 2021-ben a Tresor fajtán is csökkenő tendenciát mutatott a hajtásszám alakulása, de – csakúgy, mint a hajtásmagasság esetében – egyáltalán nem olyan számottevő mértékben, mint a Sunita fajtán – köszönhetően az alacsonyabb fertőzőtségi-értékeknek, így az eredmények is jóval kiegyenlítettebbek és keveredettebbek voltak a mérések során. A legjobb eredményt végül holtversenyben az Amistar és a Luna Experience hozták, az Infinito, a kontroll, a Polyversum és a Dagonis előtt.



14. ábra: Hajtásszám (db) dinamikája 2022-ben a Tresor burgonyafajtán

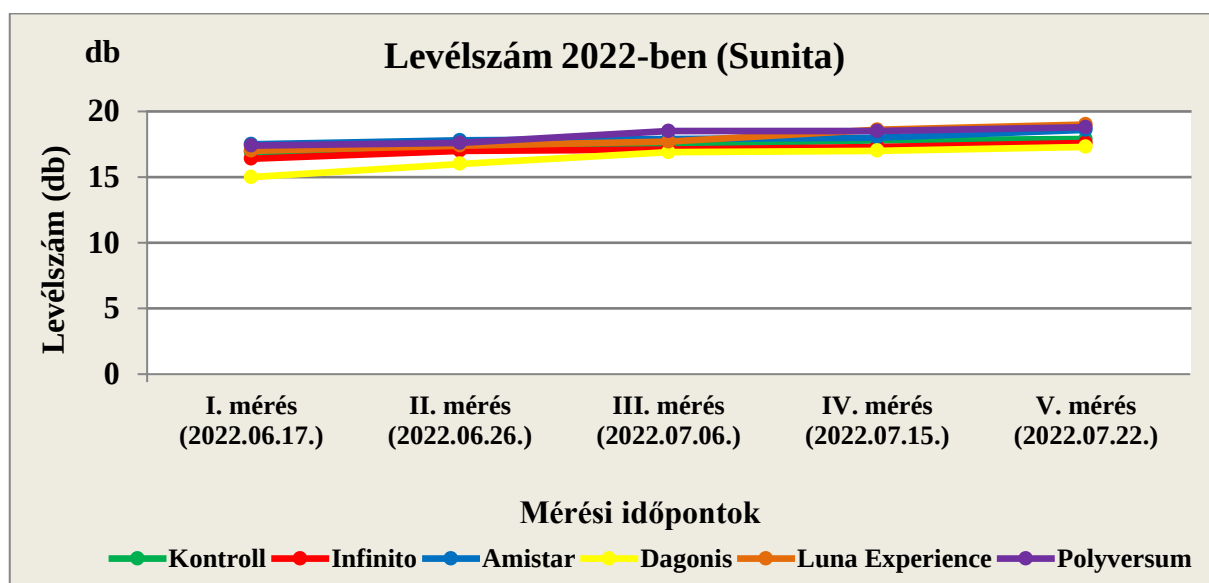
2022-ben fertőzés hiányában – csakúgy, mint a hajtásmagasságot – a hajtásszám dinamikáját is növekvő tendencia jellemezte a Tresor fajtán is. A paraméterek végig kiegyenlítettek voltak a kontroll és a fungiciddel kezelt parcellák között (14. ábra). A Sunita fajtához hasonlóan mérések során itt is javarészt a Polyversum biofungicid adta a legjobb eredményeket az Amistar és a Luna Experience előtt, kissé lemaradva követte őket a konvencionális készítmény, az Infinito és a másik SDHI-fungicid, a Dagonis, a sort pedig természetesen a kontroll zárta.

4.4. Levélszám dinamikájára vonatkozó eredmények



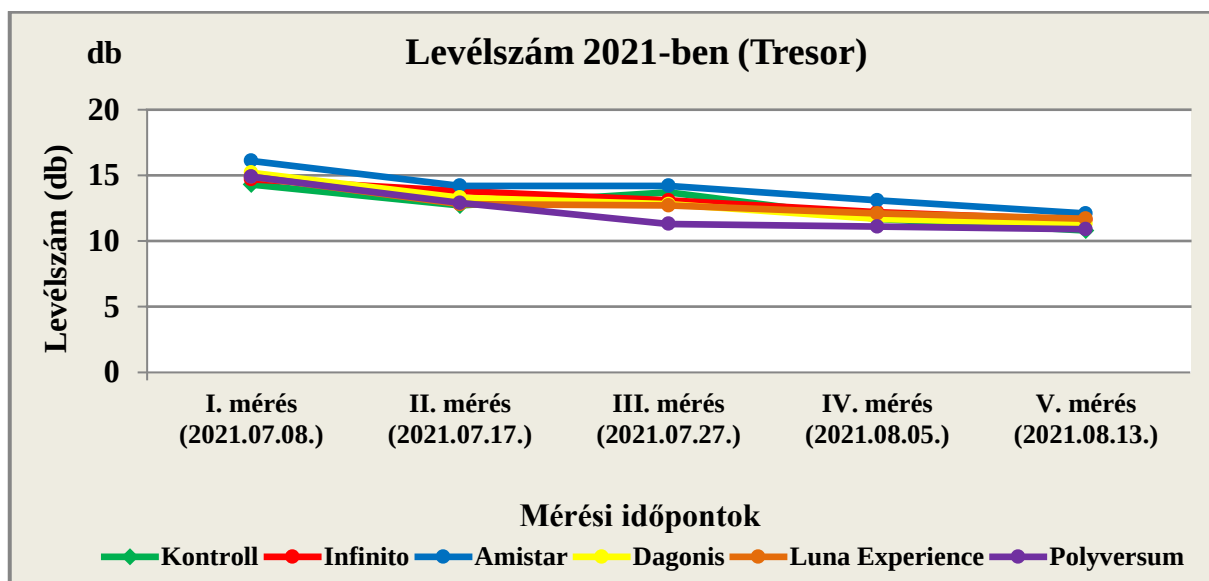
15. ábra: Levélszám (db) dinamikája 2021-ben a Sunita burgonyafajtán

Az 15. ábrán szembetűnik, hogy 2021-ben a levélszám a hajtásmagassághoz és a hajtásszámhoz hasonló képet mutat a Sunita fajtán. A csökkenő tendenciát mutató dinamikában ugyanis szintén a konvencionálisan alkalmazott fungicid, az Infinito hozta a legjobb eredményt, mögötte a strobilurin hatóanyagcsoportba tartozó Amistar-ral. Őket követte a biokészítmény, a Polyversum, majd a két SDHI-fungicid, a Luna Experience és a Dagonis, végül pedig a kontroll. Érdekes megfigyelni, hogy a Polyversum – csakúgy, mint a többi fiziológiai paramétert illetően – a levélszám tekintetében is jó eredményeket produkált a vegetáció elején.



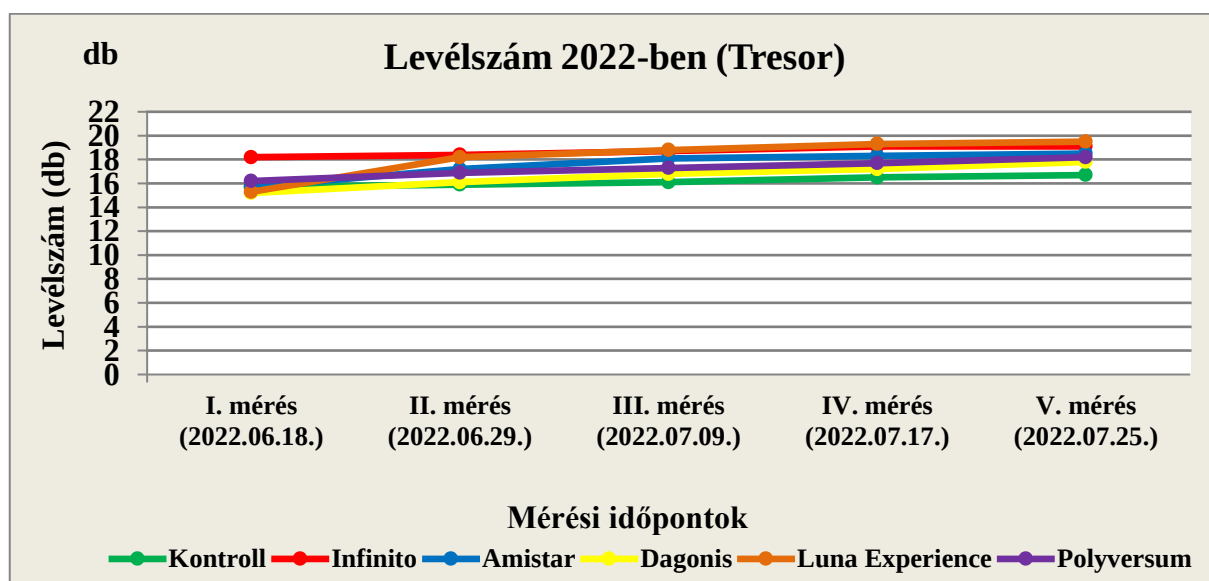
16. ábra: Levélszám (db) dinamikája 2022-ben a Sunita burgonyafajtán

2022-ben fertőzés hiányában a hajtásmagassághoz és a hajtásszámhoz hasonlóan a levélszám dinamikája is már növekvő tendenciát mutatott a Sunita fajtán, igaz sokkal kisebb mértékben (16. ábra). A paraméterek egyébként rendkívül kiegyenlítettek voltak a kontroll és a fungicidekkel kezelt parcellák között. A legjobb eredményt összességében az SDHI hatóanyagcsoportba tartozó Luna Experience esetében kaptuk, ezt követte szorosan a Polyversum biofungicid és a strobilurinokat képviselő Amistar, majd meglepő módon jött a kontroll, aztán a konvencionálisan alkalmazott Infinito, a sort pedig a másik SDHI-fungicid, a Dagonis zárta.



17. ábra: Levélszám (db) dinamikája 2021-ben a Tresor burgonyafajtán

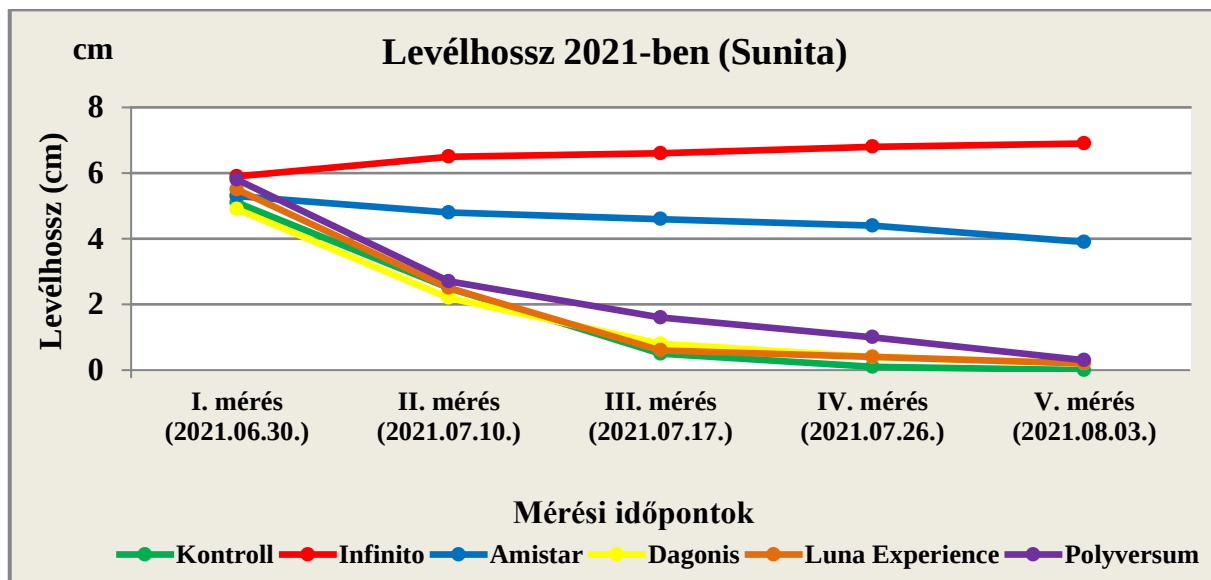
A Sunitával ellentétben a Tresor burgonyafajtán a lombfityoftóra-fertőzőttség nem befolyásolta olyan nagy mértékben a levélszám alakulását a többi fiziológiai paraméterhez képest. A 17. ábrán megfigyelhető, hogy 2021-ben a Tresor fajtán is csökkenő tendenciát mutatott a levélszám alakulása, de – csakúgy, mint a hajtásmagasság esetében – egyáltalán nem olyan számottevő mértékben, mint a Sunita fajtán – köszönhetően az alacsonyabb fertőzőttségi-értékeknek. Sőt, a harmadik mérés során a kontrollnál meglepő módon növekedést is tapasztaltunk. Az eredmények rendkívül kiegyenlítettek voltak a mérések során.



18. ábra: Levélszám (db) dinamikája 2022-ben a Tresor burgonyafajtán

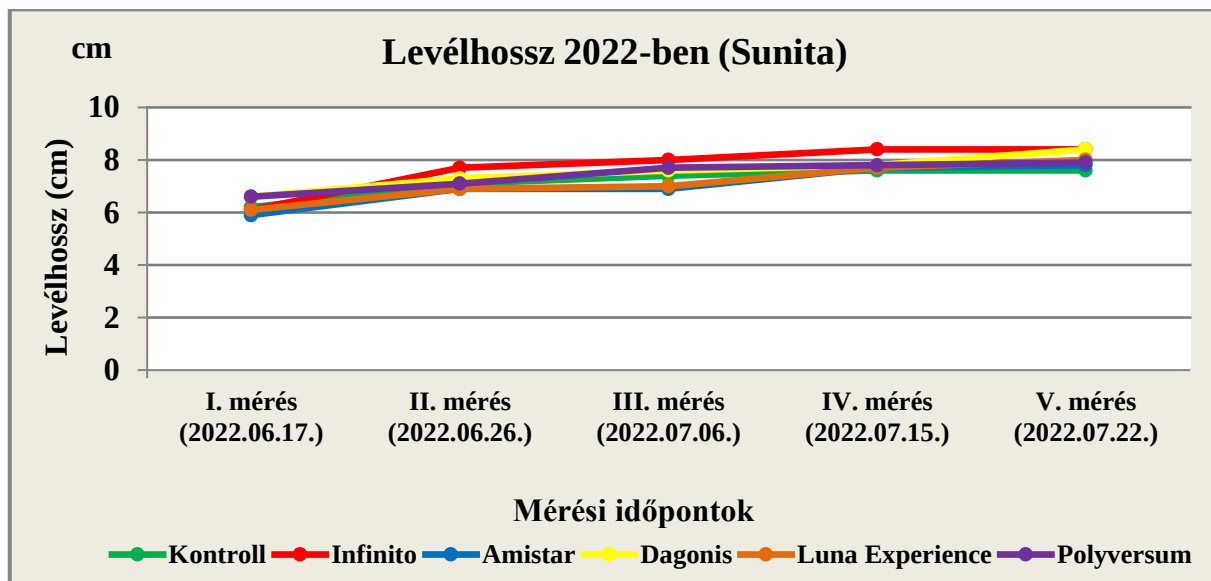
2022-ben fertőzés hiányában – csakúgy, mint a hajtásmagasságot és a hajtásszámot – a levélszám dinamikáját is növekvő tendencia jellemezte a Tresor fajtán is (18. ábra). A vegetáció végén az SDHI hatóanyagcsoportú Luna Experience esetében adta a legjobb eredményt.

4.5. Levélhossz dinamikájára vonatkozó eredmények



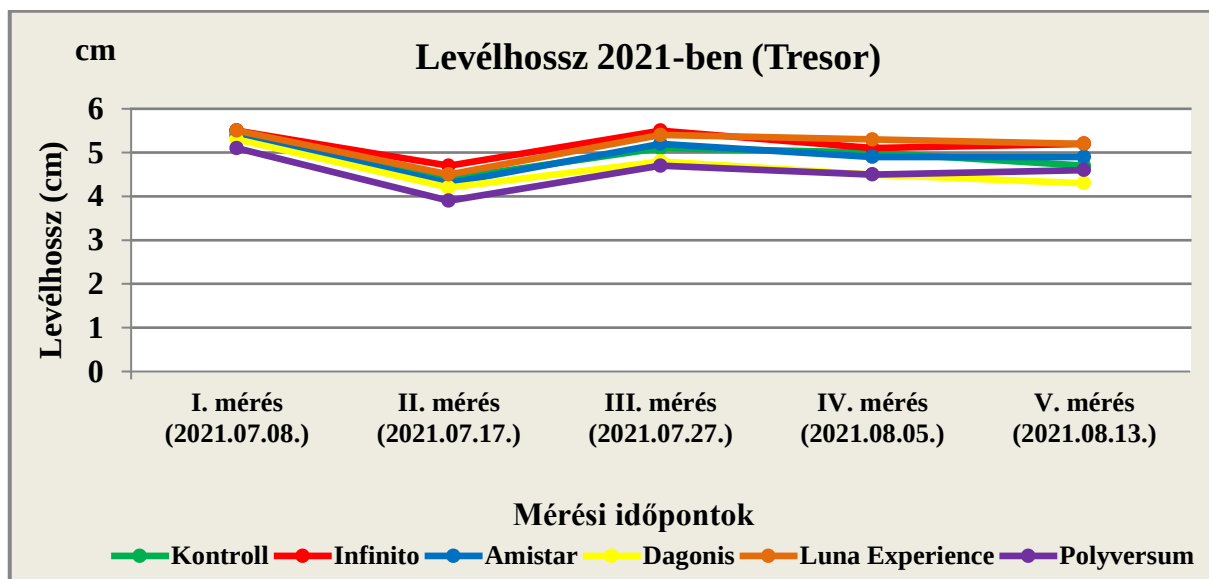
19. ábra: Levélhossz (cm) dinamikája 2021-ben a Sunita burgonyafajtán

A Sunita burgonyafajtán a lombfitoftóra-fertőzöttség a többi paraméterhez hasonlóan a levélhossz alakulását is befolyásolta. A 19. ábra alapján 2021-ben a levélszám a többi fiziológiai paraméterhez hasonló képet mutat a Sunita fajtán.



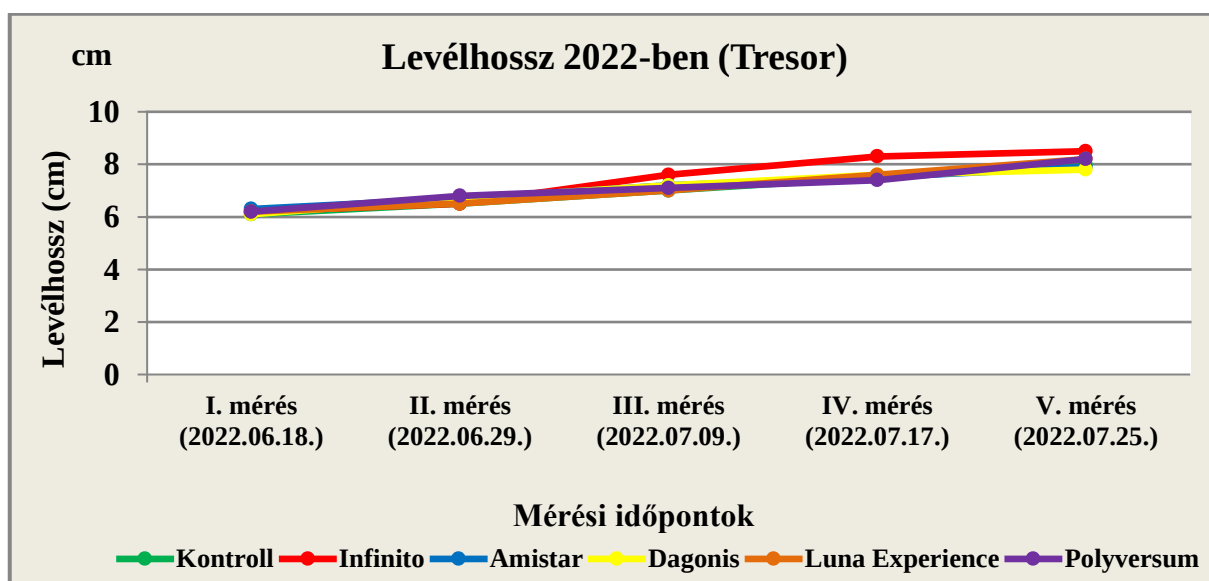
20. ábra: Levélhossz (cm) dinamikája 2022-ben a Sunita burgonyafajtán

2022-ben fertőzés hiányában a többi fiziológiai paraméterhez hasonlóan a levélszám dinamikája is már növekvő tendenciát mutatott a Sunita fajtán (20. ábra). A paraméterek egyébként rendkívül kiegyenlítettek voltak a kontroll és a fungicidekkel kezelt parcellák között. A legjobb eredményt összességében a konvencionálisan alkalmazott Infinito és az SDHI hatóanyagcsoportba tartozó Dagonis produkálta.



21. ábra: Levélhossz (cm) dinamikája 2021-ben a Tresor burgonyafajtán

A 21. ábra egy nagyon érdekes és a többi paraméter vizsgálata során nem tapasztalt képet mutat. A mérések során ugyanis a kontroll és az összes fungiciddel kezelt parcellán hol csökkenő, hol növekvő átlagértékeket kaptunk.

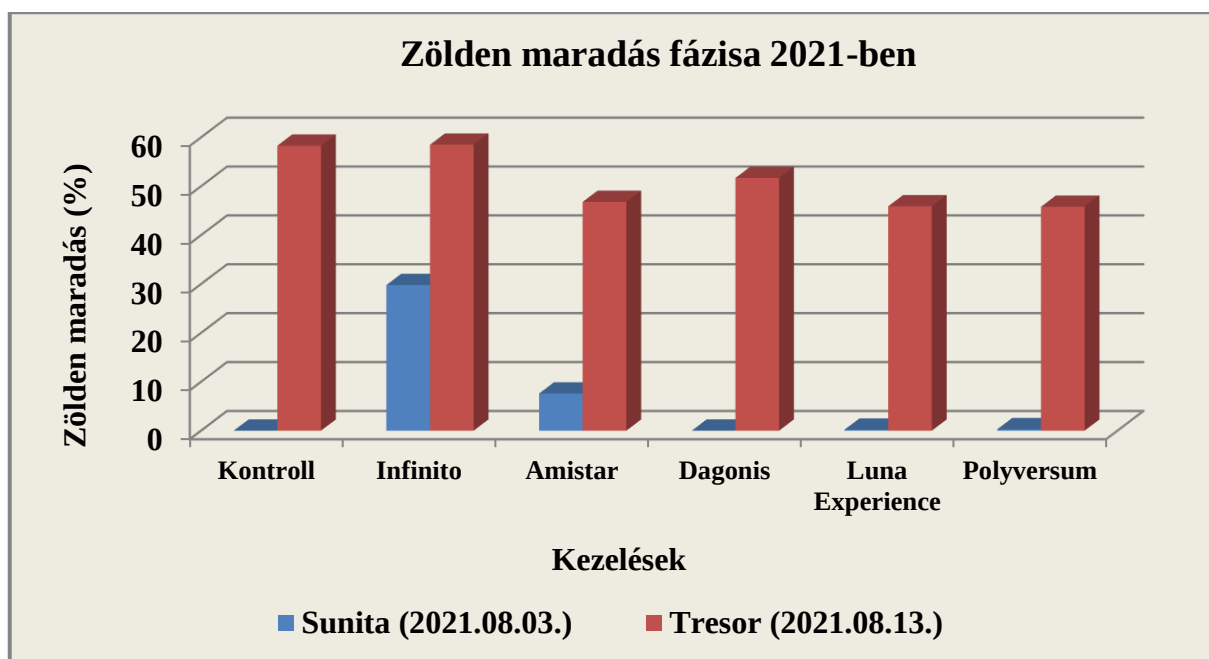


22. ábra: Levélhossz (cm) dinamikája 2022-ben a Tresor burgonyafajtán

2022-ben fertőzés hiányában a többi fiziológiai paraméterhez hasonlóan a levélszám dinamikája is már növekvő tendenciát mutatott a Sunita fajtán (22. ábra). A paraméterek egyébként rendkívül kiegyenlítettek voltak a kontroll és a fungicidekkel kezelt parcellák között. A legjobb eredményt összességében a konvencionálisan alkalmazott Infinito adta.

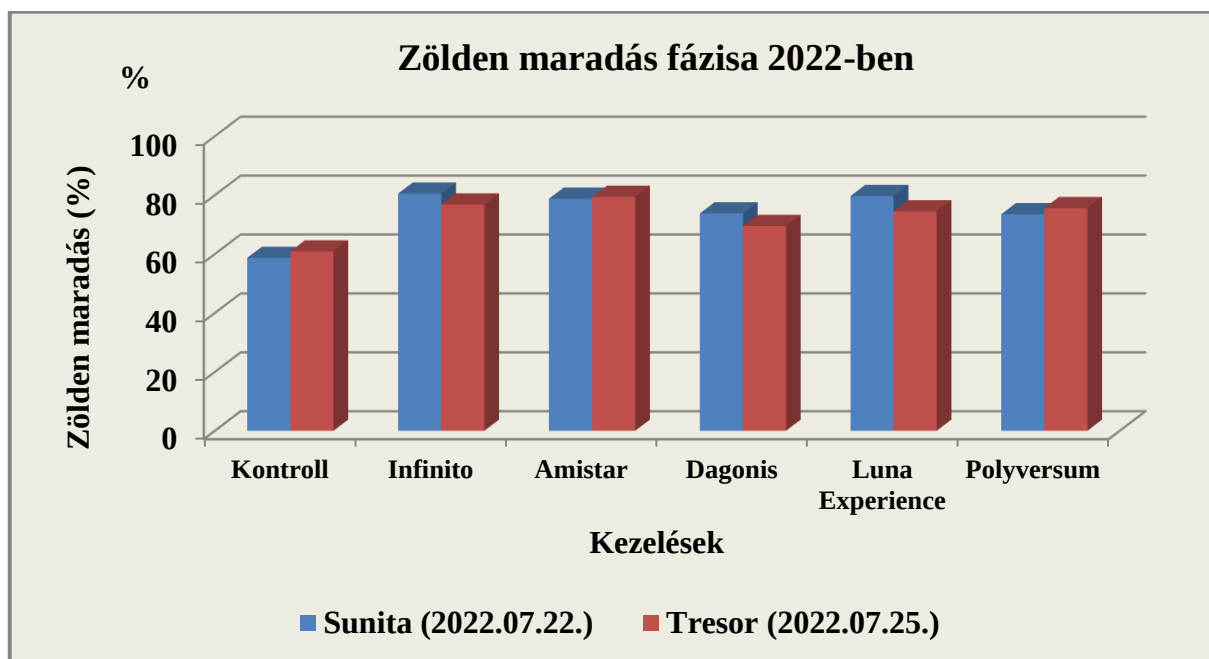
4.6. Zölden maradás fázisára vonatkozó eredmények

A zölden maradás fázisát illetően a Sunita burgonyafajta esetében ezt a paramétert is döntő módon befolyásolta a lomfitoftóra-fertőzöttség. A Sunitával ellentétben a Tresor burgonyafajtán a lombfitoftóra-fertőzöttség már nem befolyásolta olyan nagy mértékben a zölden maradás alakulását.



23. ábra: Zölden maradás (cm) fázisa 2021-ben

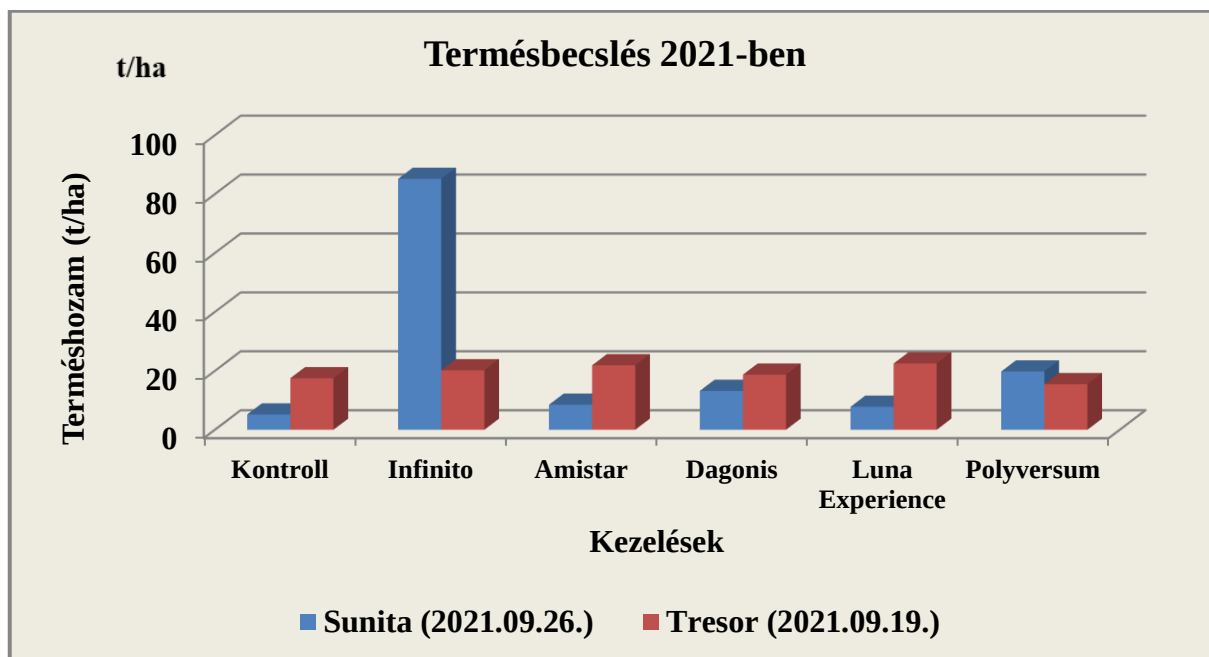
A 23. ábra tökéletesen szemlélteti a két vizsgált burgonyafajta között rezisztencia-különbséget a *Phytophthora infestans* kórokozóval szemben. 2021-ben ugyanis a drasztikus fertőzöttségi értékek miatt a Sunita fajtán csak a konvencionálisan alkalmazott Infinito hozott valamennyire elfogadható eredményt. Ezt követte az a strobilurin hatóanyagcsoportú Amistar. A két SDHI-fungicid, a Dagonis és a Luna Experience, továbbá a Polyversum biofungicid a gyenge hatékonyság miatt a kontrollhoz hasonló gyenge értéket mutatott, vagyis ezeken a parcellákon a teljes növényi rész leszáradt augusztus elejére. A Tresor fajtán ennél jóval pozitívabb eredményeket kaptunk. A leghatékonyabbnak itt is az Infinito bizonyult, a Sunitához képest azonban itt már közel a duplája volt a zölden maradt átlagérték.



24. ábra: Zölden maradás (cm) fázisa 2022-ben

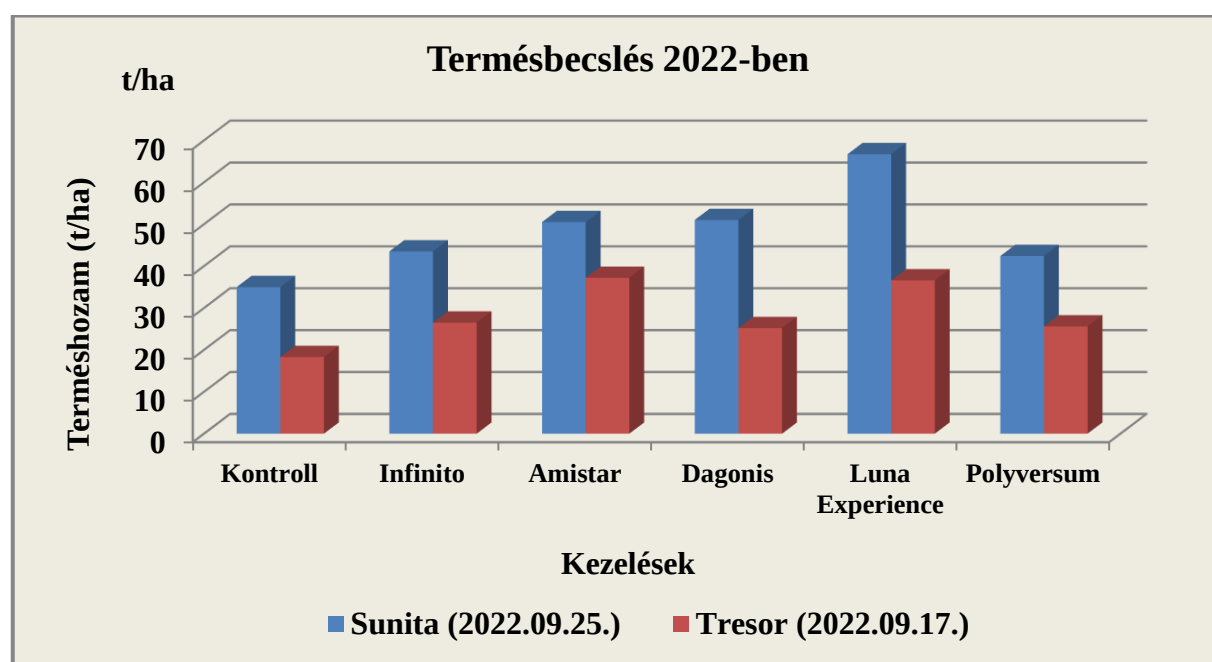
2022-ben fertőzés hiányában már jóval kiegyenlítettebb és egységes eredményeket kaptunk a két fajtán (24. ábra). A Sunita és a Tresor esetében is a konvencionális fungicid, az Infinito, a strobilurinokat képviselő Amistar illetve az SDHI-hatóanyagcsoportú Luna Experience bizonyult a leghatékonyabbnak.

4.7. Terméshozam vizsgálatára vonatkozó eredmények



25. ábra: Termésbecslés (t/ha) 2021-ben

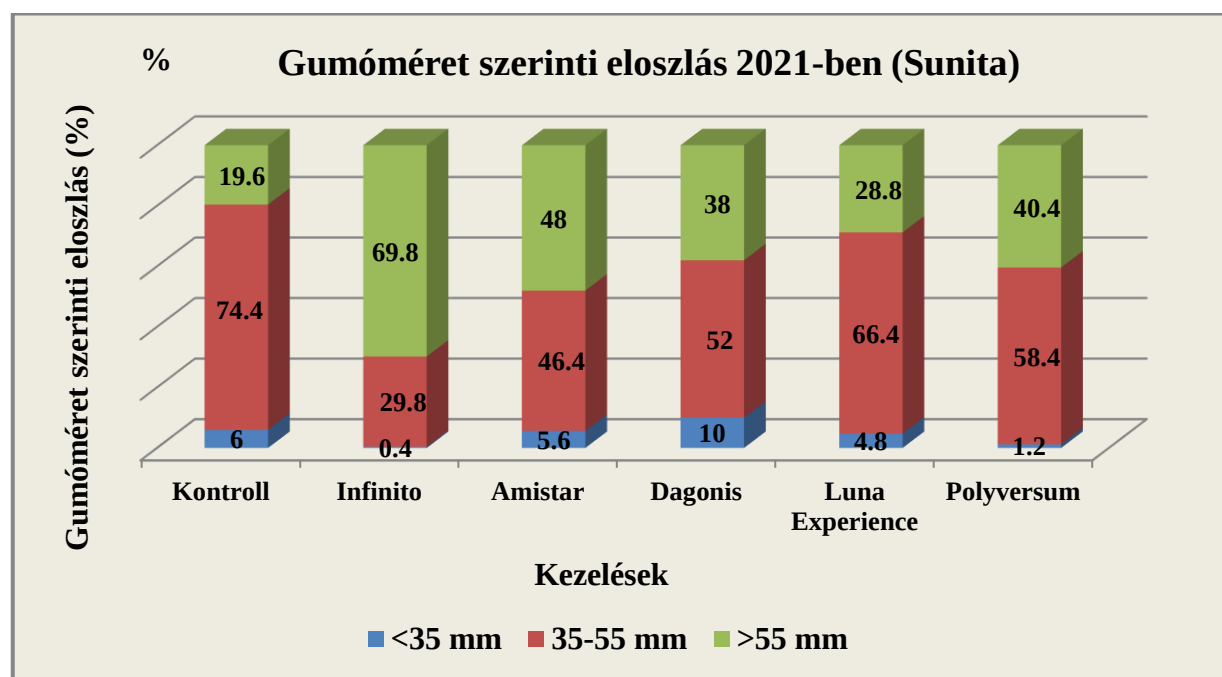
Amint az az 25. ábrán is látható, 2021-ben a konvencionálisan alkalmazott Infinito hozta a legjobb terméseredményt, érdekes módon a burgonyavésszel nagyobb mértékben fertőzött Sunita fajtán. T/ha-ra átszámolva egy, a gyakorlatban irreálisan elérhető, 85 tonnás termés hozamot számoltunk, ami egy ilyen burgonyavésszel fertőzött évjáratban valóságos csodának számít. Az Infinito tehát rendkívül hatékonynak bizonyult a *Phytophthora infestans* elleni védekezésben, a megfelelő mennyiségű csapadék pedig erre még rásegített, így alakulhatott ki ez az óriási termés hozam. Érdekes viszont megfigyelni, hogy a Tresor fajtán az Infinito ennek a termés hozamnak a negyedét sem produkálta. A Tresor fajtán egyébként rendkívül kiegyenlítették voltak a termés hozamok, de egyáltalán nem voltak kimagaslóak (15 és 22 t/ha között alakultak), sőt, a kontrollhoz közeli (17,5 t/ha) átlagértékeket adtak annak ellenére, hogy ezen a fajtán jóval kisebb fertőzöttségi-értékeket mértünk. Az új típusú fungicidek egyik fajtán sem hoztak kimagasló termés eredményt 2021-ben.



26. ábra: Termésbecslés (t/ha) 2022-ben

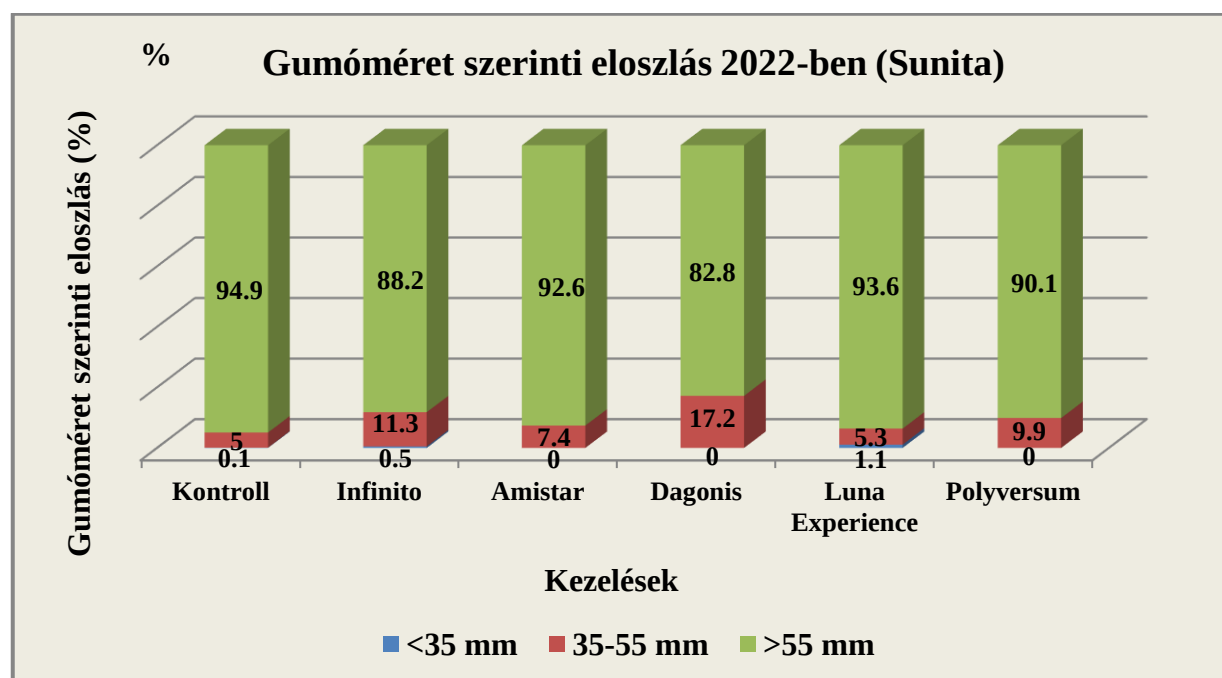
2022-ben fertőzés hiányában jóval magasabb termés eredmények születtek (26. ábra). A Sunita nagyobb termés potenciálja így már teljes mértékben megmutatta magát, hiszen a kontrollt és az összes kezelést illetően is magasabb termés hozamokat számoltunk, mint a Tresor fajtán. A Sunita fajtán az SDHI hatóanyag csoportú Luna Experience (66,7 t/ha), a Tresor fajtán pedig az Amistar (37,2 t/ha) adta a legmagasabb termés hozamot.

4.8. Gumóméret szerinti eloszlás vizsgálatára vonatkozó eredmények



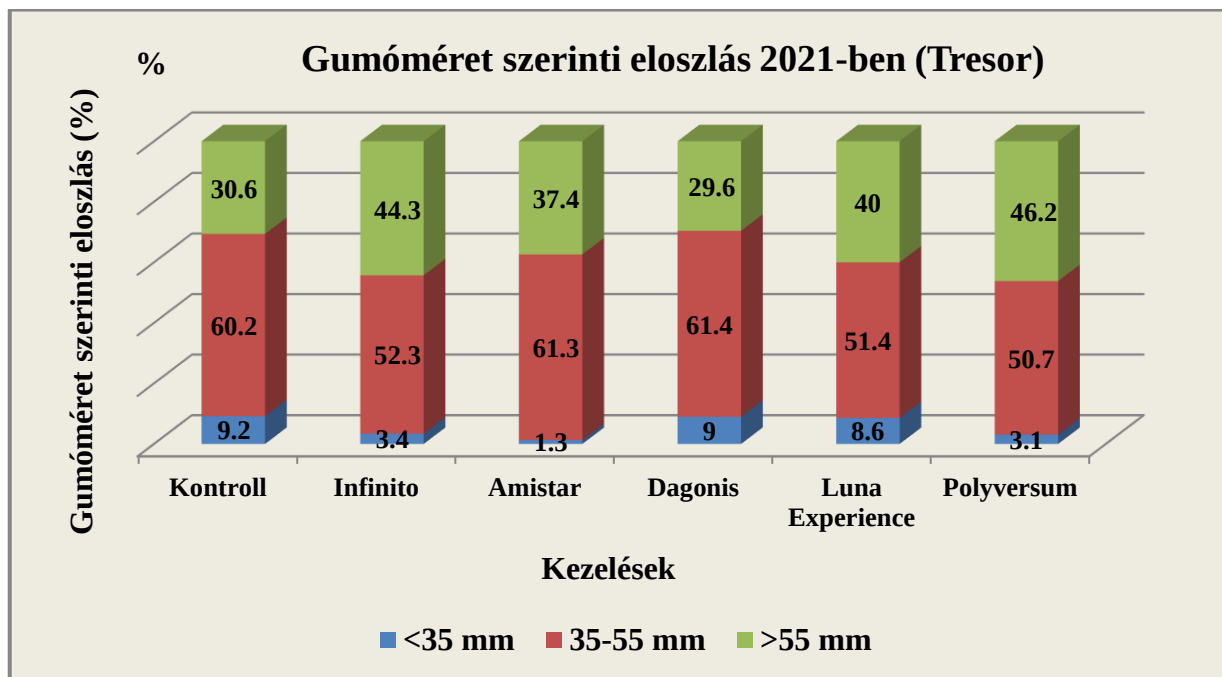
27. ábra: Gumóméret szerinti eloszlás (%) 2021-ben a Sunita burgonyafajtán

Amint azt az 27. ábra is szemlélteti, 2021-ben a Sunita fajtán a drasztikus fertőzöttségi értékek miatt a kontrollhoz hasonlóan a kísérlet során vizsgált új típusú fungicidek többségében is a közepes gumóméret (35-55 mm) volt túlsúlyban. Kivételt képezett ez alól a konvencionális Infinito és strobilurin hatóanyagcsoportú Amistar.



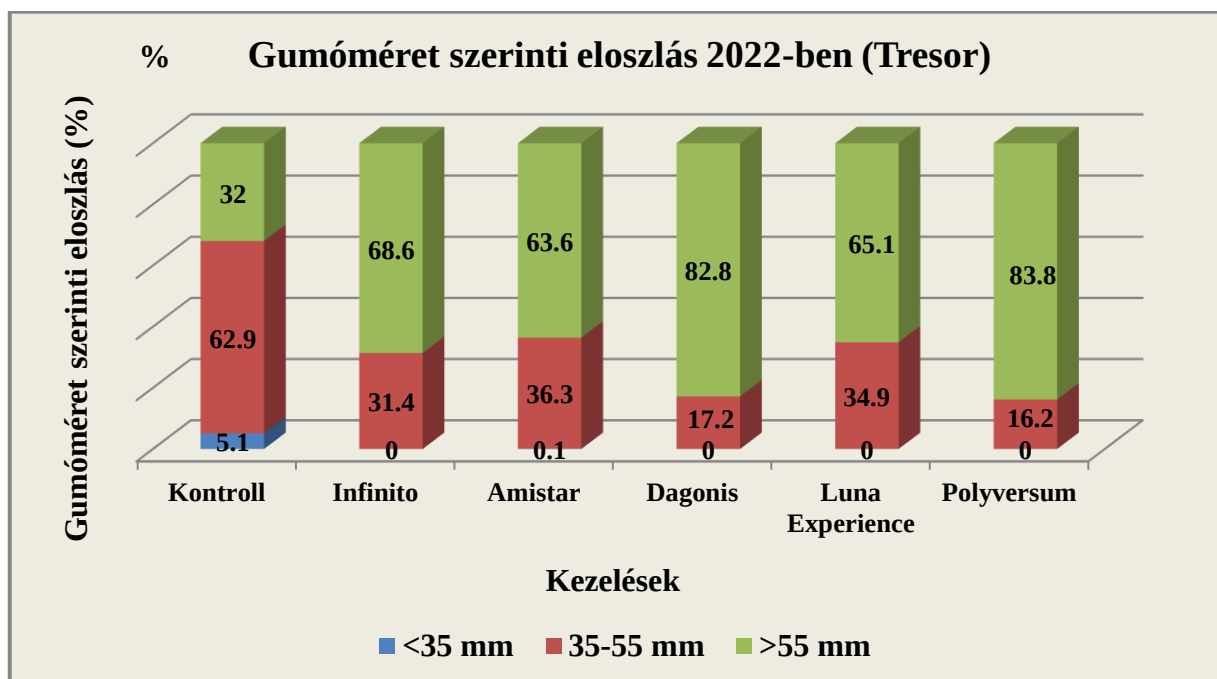
28. ábra: Gumóméret szerinti eloszlás (%) 2022-ben a Sunita burgonyafajtán

Ehhez képest 2022-ben fertőzés hiányában már a kontroll és az összes fungicides kezelés esetén jóval magasabb terméseredmények születtek, ennek következtében pedig természetesen a gumóméret is mindegyik esetben nagy átmérő felé billent el (28. ábra). A legjobb eredmény meglepő módon a kontrollhoz fűzhető.



29. ábra: Gumóméret szerinti eloszlás (%) 2021-ben a Tresor burgonyafajtán

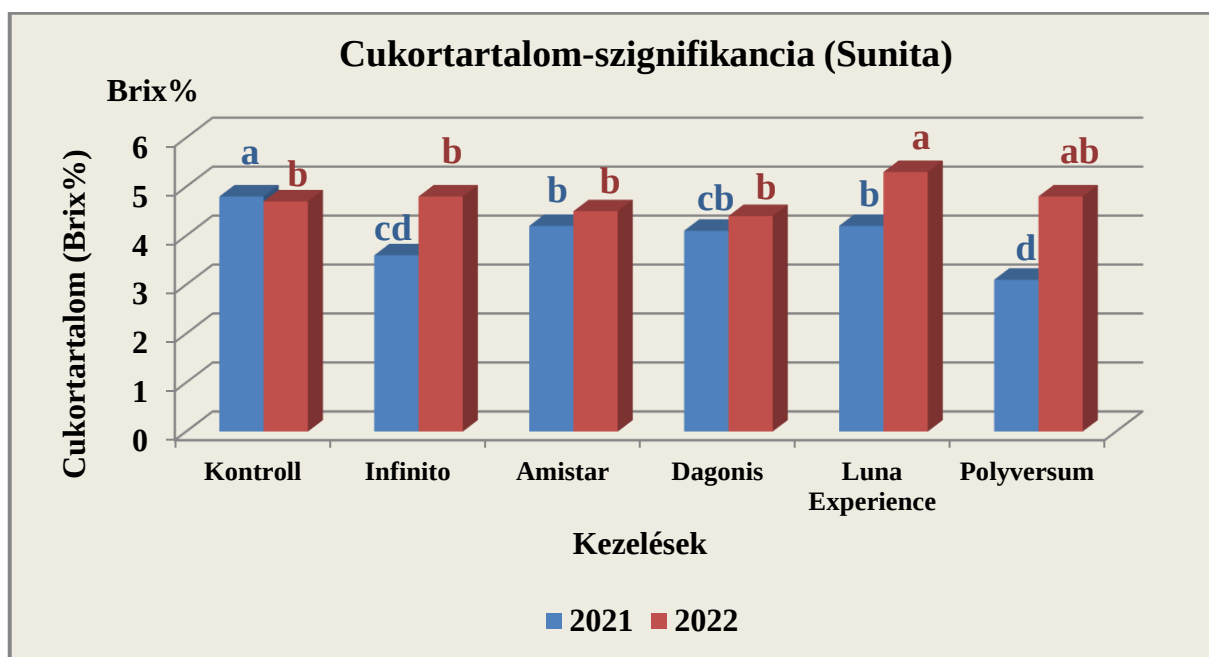
A gumóméret szerinti eloszlás a Tresor fajta esetében is a Sunitához hasonlóképpen alakult. A 29. ábra jól illusztrálja azt, hogy 2021-ben mennyire túlsúlyban volt a közepes gumóméret (35-55 mm) a Tresor fajtán is annak ellenére, hogy itt alacsonyabb volt a fertőzöttségi-ráta a Sunitához képest. A legjobb eredményt a nagy gumóméret tekintetében a Polyversum biofungicid érte el.



30. ábra: Gumóméret szerinti eloszlás (%) 2022-ben a Tresor burgonyafajtán

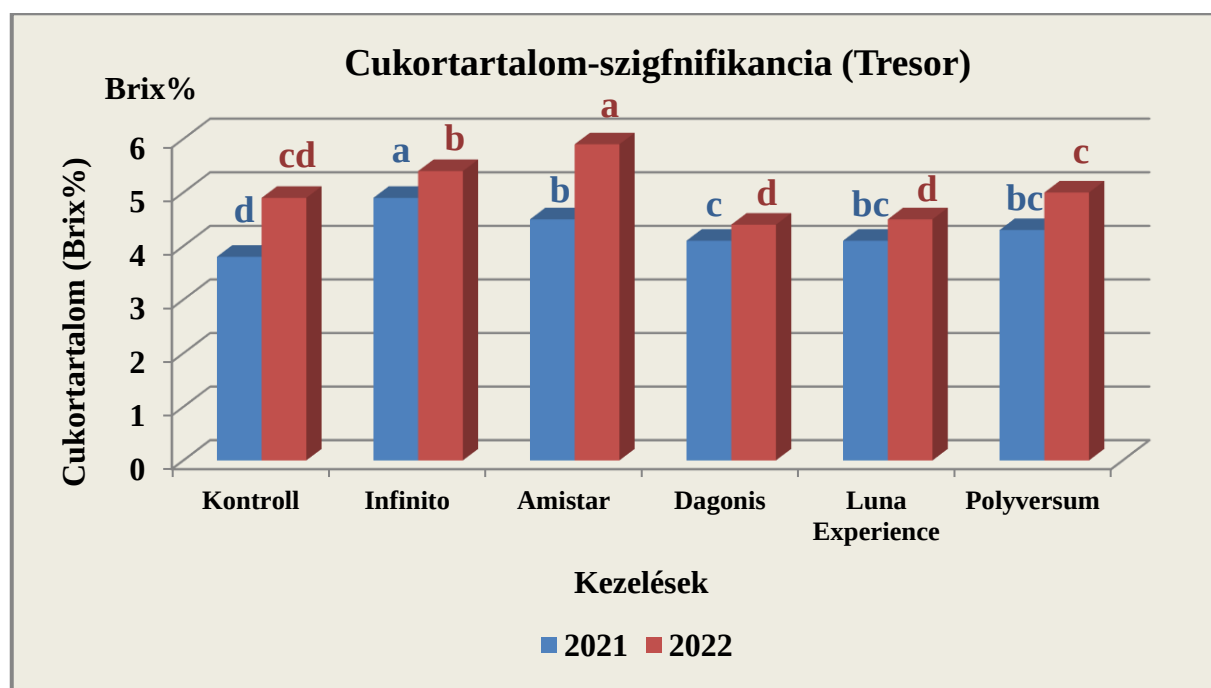
2022-ben fertőzés hiányában a kontroll és az összes fungiciddal kezelt parcellán magasabb terméshozamokat tapasztaltunk, ennek következtében a kontrollt leszámítva a gumóméretet a kezeléseknél mind a nagy átmérő jellemezte (30. ábra). Ez az 55 mm feletti gumóméret azonban a Tresor fajtán sokkal kisebb részarányú, mint a Sunita esetében.

4.9. Cukortartalom meghatározására vonatkozó eredmények



31. ábra: Cukortartalom-szignifikancia a Sunita burgonyafajtán

Ami a beltartalmi értékeket illeti, cukortartalmat illetően a szignifikancia-vizsgálatot külön vetítettük a két kísérleti évre. Az eredmények alapján a Sunita fajtán 2021-ben az összes fungiciddel kezelt parcella szignifikáns különbséget mutatott a kontrollhoz képest. Ez azonban negatív formában nyilvánult meg, mivel érdekes módon a kontrollnál tapasztaltuk a legmagasabb cukortartalmat (4,8 Brix%), ehhez képest a legnagyobb terméshozamot produkáló Infinito jóval elmaradt ettől az átlagértéktől (3,6 Brix%). 2022-ben szignifikancia-különbség már csak az SDHI-hatóanyagcsoportú Luna Experience esetében volt, amely a legmagasabb cukortartalmat produkálta (5,3 Brix%). 2022-ben viszont a kontrollt leszámítva az összes fungicides kezelés esetén magasabb átlagértékeket kaptunk, mint 2021-ben (31. ábra). Ez alapján kijelenthető, hogy a fitoftóra-fertőzőttség valamilyen szinten a cukortartalmat is befolyásolta, vagyis a fiziológiai paraméterek mellett a beltartalomra is hatással volt ezen a fajtán.

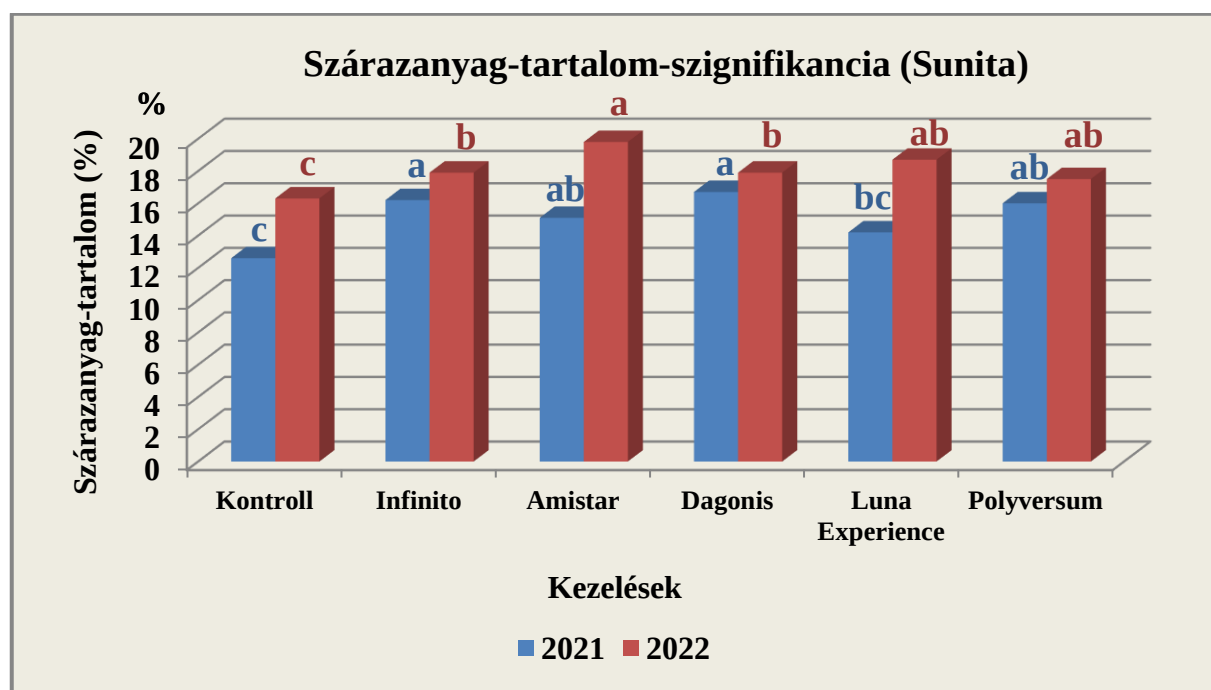


32. ábra: Cukortartalom-szigfnifikancia a Tresor burgonyafajtán

A Sunitához hasonlóan a Tresor fajtán is az összes fungiciddel kezelt parcella szignifikáns különbséget mutatott a kontrollhoz képest 2021-ben. Itt azonban már pozitív értelemben, a legmagasabb cukortartalmat a konvencionálisan alkalmazott Infinito adta (4,9 Brix%). 2022-ben szignifikancia-különbség már csak az Infinito és az Amistar készítményeknél volt tapasztalható, ahol utóbbi emelkedett ki egy rendkívül magas cukortartalommal (5,9% Brix). Ez alapján megállapítható, hogy a kísérlet második évében

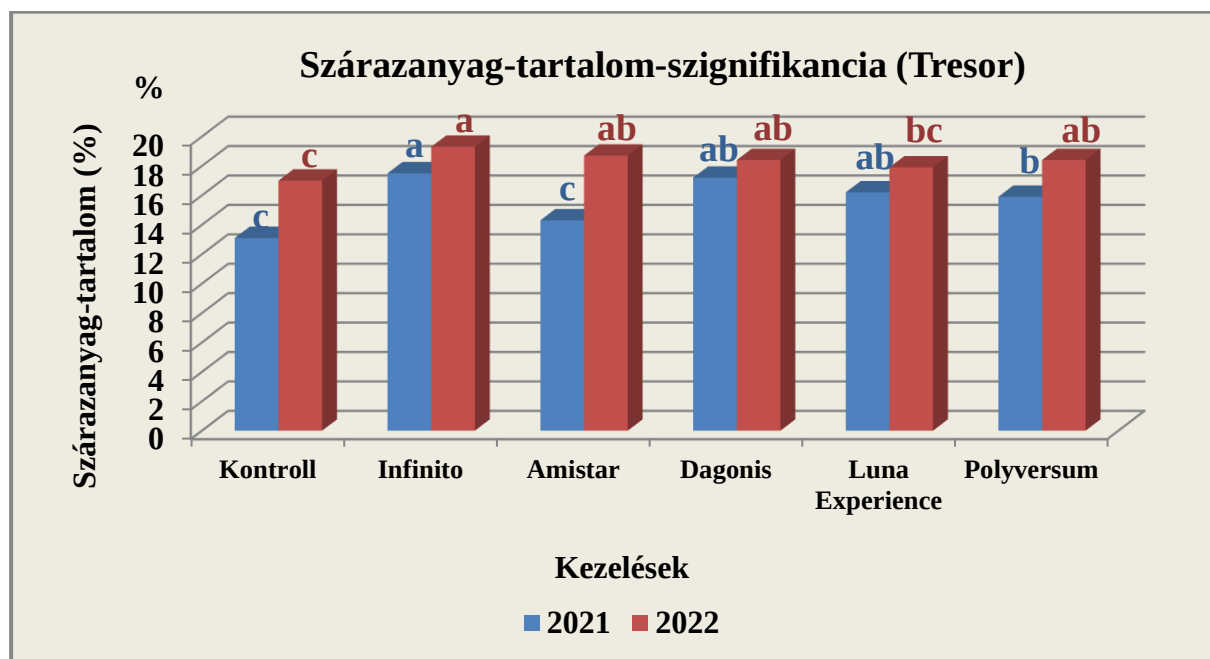
már érvényesült az azoxystrobin hatóanyag zöldítő, ún. „green-effect” mellékhatása, amely a levelek későbbi előregedését okozva magasabb beltartalmi értéket is eredményezett. Az 51. ábra tökéletesen ábrázolja, hogy a Sunitához hasonlóan a Tresor fajtán is az összes fungicides kezelés esetén átlagban magasabb volt a cukortartalom 2022-ben, mint 2021-ben – a Sunitával ellentétben még a kontrollnál is. A fitoftóra-fertőzöttség tehát ezen a fajtán is hatással volt a beltartalomra a cukortartalmat illetően.

4.10. Szárazanyag-tartalom meghatározására vonatkozó eredmények



33. ábra: Szárazanyag-tartalom-szignifikancia a Sunita burgonyafajtán

Ami a másik vizsgált beltartalmi paramétert illeti, a szignifikancia-vizsgálatot a szárazanyag-tartalom esetén is külön vetítettük a két kísérleti évre. Az eredmények alapján a Sunita fajtán 2021-ben és 2022-ben is szignifikancia-különbségek voltak tapasztalhatók, mivel – a Luna Experience 2021-es eredményét leszámítva – az összes fungiciddel kezelt parcella szignifikáns különbséget mutatott a kontrollhoz képest mindkét kísérleti évben. A Sunita fajtán a cukortartalomhoz hasonlóan a szárazanyag-tartalom is magasabb volt 2022-ben a kontroll és az összes fungiciddel kezelt parcellán, mint 2021-ben (33. ábra). Ez is alátámasztja azt, hogy a fitoftóra-fertőzöttségnek igenis hatása van a burgonya beltartalmi paramétereire. A legalacsonyabb átlagértékeket mindkét kísérleti évben a kontrollnál kaptuk, ebből kiindulva kijelenthető, hogy a vizsgált fungicideknek igenis volt hatásuk a szárazanyag-tartalom alakulására.



34. ábra: Száranyag-tartalom (%) a Tresor burgonyafajtán

A Tresor fajtán is voltak szignifikancia-különbségek 2021-ben és 2022-ben is, mivel 2021-ben a strobilurinokat képviselő Amistar, 2022-ben pedig az SDHI-hatóanyagcsoportú Luna Experience fungicidet leszámítva az összes többi fungiciddel kezelt parcella szignifikáns különbséget mutatott a kontrollhoz képest. Az 53. ábra alátámasztja azt, hogy a Sunitához hasonlóan fertőzés hiányában 2022-ben a Tresor fajtán is magasabb volt a száranyag-tartalom a kontroll és az összes fungiciddel kezelt parcellán, mint 2021-ben – csakúgy, mint a másik beltartalmi érték, a cukortartalom esetében. Ezen a fajtán mindkét kísérleti évben a konvencionálisan alkalmazott Infinito eredményezte átlagban a legmagasabb száranyag-tartalmat. A legalacsonyabb átlagértékeket – csakúgy, mint a Sunita esetében – a Tresor fajtán is mindkét kísérleti évben a kontrollnál kaptuk, ez még inkább alátámasztja azt a kijelentést, miszerint a vizsgált fungicidek igenis befolyásolták a száranyag-tartalom alakulását.

5. Következtetések

Az adott termőhelyi potenciált kihasználva és az adott évjárat függvényében a két éves kísérlet során tett megfigyelések és vizsgált paraméterek (fertőzöttség, hajtásmagasság, hajtásszám, levélszám, levélhossz, zölden maradás fázisa, termésbecslés, gumóméret szerinti eloszlás, cukortartalom, szárazanyag-tartalom) alapján az alábbi fontosabb következtetések vonhatók le:

A kísérlet során bebizonyosodott, hogy a burgonyavész (*Phytophthora infestans*) egy rendkívül évjárat- és időjárásfüggő növénybetegség. 2021-ben ugyanis a rendkívül csapadékos és magas páratartalmú nyári időjárás ideális életfeltételeket biztosított a kórokozó számára, ennek következtében pedig robbanásszerű volt a fertőzés. 2022-ben viszont a teljesen száraz, csapadékhányos, magas hőmérséklettel járó nyári időjárás kedvezőtlen volt a kórokozó számára, amely így egyáltalán nem tudott megtelepedni a vizsgált burgonyafajtákon.

A kísérlet során arra is fény derült, hogy a burgonyafajták fitoftóra-rezisztenciája kulcsfontosságú a kórokozó elleni védekezésben. 2021-ben ugyanis amíg a fogékony Sunita fajtán képtelenek voltunk megállítani a fertőzés terjedését, addig a betegségre ellenállóbb Tresor fajtán már jóval sikeresebb hatást értünk el az új típusú fungicides kezelésekkel.

Fertőzöttség tekintetében 2021-ben a kísérlet során vizsgált, új típusú fungicidek egyike sem volt hatásos az erős, robbanásszerűen fellépő tünetekkel szemben a fogékony Sunita fajtán. Ezt alátámasztja az is, hogy az összehasonlítási alapként szolgáló konvencionális fungicid, az Infinito még ebben az esetben is viszonylag hatékornak bizonyult a fitoftóra elleni védekezésben. Ezzel szemben az ellenállóbb Tresor fajtán már az új típusú fungicidek is jó hatásfokot értek el, ezt az is magyarázza, hogy a vegetáció végére a legjobb eredményt a strobilurin hatóanyagcsoportú, azoxystrobin hatóanyagot tartalmazó Amistar produkálta. 2021-ben a kontrollhoz képest egyik fajtán sem mutattak jó eredményt az SDHI-típusú fungicid hatóanyagok (fluopyram – Luna Experience, fluxapyroxad – Dagonis) illetve a *Pythium oligandrum* mikoparazita oospórák gombából előállított Polyversum biofungicid sem.

A kísérlet során az is kiderült, hogy a lombfitoftóra-fertőzöttség az összes vizsgált fiziológiai paraméter (hajtásmagasság, hajtásszám, levélszám, levélhossz) alakulását és a zölden maradás fázisát is nagymértékben befolyásolta. 2021-ben ugyanis a kórokozó

jelenléte miatt az átlagértékek az összes fiziológiai paraméter tekintetében csökkentek a kontroll és a fungicidekkel kezelt parcellákon is. Igaz ebben döntő módon közrejátszott a fertőzés mértéke, hiszen a fogékonyabb Sunita fajtán jóval nagyobb volt a csökkenés, mind az ellenállóbb Tresor fajtán. 2022-ben fertőzés hiányában a fiziológiai paraméterek mindkét fajtán már a megszokott és optimális, növekvő tendenciát mutatták.

A lombfitoftóra-fertőzöttség hatása a fiziológiai paraméterek mellett természetesen a termés hozamokon, ennek következtében pedig a gumó méret szerinti eloszláson is meglátszott. Ebben is közrejátszott azonban a fertőzés mértéke, 2021-ben ugyanis a fogékonyabb Sunita fajtán a drasztikus fertőzöttségi-értékek miatt a konvencionális, összehasonlítási alapként szolgáló fungicid hatóanyagokat leszámítva a kísérletben vizsgált, új típusú fungicid hatóanyagok a kontrollhoz közeli radikális termés csökkenést eredményeztek, ezzel szemben az ellenállóbb Tresor fajtán az alacsonyabb-fertőzöttségi ráta okán már elfogadhatóbb termés átlagokat kaptunk. A gumó méretet illetően azonban mindkét fajtán a közepes gumó méret dominált. 2022-ben fertőzés hiányában a termés hozamok mindkét fajtán magasabbak voltak és a száraz évszék ellenére kiemelkedőnek bizonyultak, nagyobb gumó mérettel társulva – különösen a Sunita fajta esetében.

A laboratóriumi mérések során arra is rájöttünk, hogy a fitoftóra-fertőzöttség a burgonya beltartalmi paramétereire is hatással van. 2022-ben ugyanis fertőzés hiányában a cukortartalom és a szárazanyag-tartalom is mindkét fajtán magasabb volt, mint a fertőzött 2021-es kísérleti évben. Az új típusú fungicid hatóanyagoknak így ugyan közvetve, de befolyásolták a beltartalmi paraméterek alakulását, mivel mindkét fajtán, mindkét kísérleti évben a kontrollhoz képest magasabb beltartalmi értékeket eredményeztek.

Gombaölő hatásuk mellett a vizsgált, új típusú fungicid hatóanyagoknak a mellékhatásai is kirajzolódtak a kísérlet során. Bebizonyosodott a strobilurinokat képviselő azoxystrobin hatóanyag zöldítő, ún. „green-effect mellékhatása, amely a levelek előregedésének megakadályozásával 2022-ben rendkívül magas termés hozamot és beltartalmi minőséget eredményezett mindkét burgonyafajtán. Emellett fény derült a *Pythium oligandrum* biofungicid hatóanyag növekedésserkentő mellékhatására is, amely a triptamin nevű alkaloid termelésével elősegítette az auxin-szintézist a növényekben, a fertőzést hozó 2021-es évben főleg a vegetáció első felében, 2022-ben viszont fertőzés hiányában már az egész vegetációs periódus során.

Összességében kijelenthető, hogy a kísérlet során vizsgált, új típusú fungicid hatóanyagok közül a *Phytophthora infestans* elleni védekezésben a strobilurin hatóanyagcsoportba tartozó azoxystrobin hatóanyag volt csak némiképp hatásos, de mindent összevetve ez is elmaradt a konvencionálisan alkalmazott hatóanyagoktól. A szukcinát-dehidrogenáz-inhibitor (SDHI) hatóanyagok nem feltétlenül hozták az elvárt védelmi hatást csakúgy, mint a *Pythium oligandrum* mikoparazita gombából kivont biofungicid hatóanyag.

Ebből következik, hogy a fungicid-hatóanyagok engedélyezése a *Phytophthora infestans* elleni védekezést illetően következetesnek és logikusnak mondható. A kísérlet alapján ugyanis kijelenthető, hogy a vizsgált új típusú fungicid hatóanyagok nem véletlenül nincsenek engedélyezve Romániában a burgonyavészre, mivel nem jelentenek biztonságos növényvédelmi támpontot ezzel a betegséggel szemben, amelynek egyenes következménye az évjáráttól függő drasztikus terméseszkökenés, a termésbiztonság hiánya, nem utolsón sorban pedig az alacsonyabb beltartalom, amely a jelenlegi, az élelmiszerbiztonságra való tekintettel egyre inkább a mennyiség helyett a minőséget preferáló és azt szem előtt tartó fogyasztói társadalomra is rossz hatással van.

Felhasznált irodalom

Könyvek, tudományos cikkek

1. Avenot, H. F., Michailides, T. J., (2010): Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibiting (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi, *Crop Protection* 2010 Vol. 29 No. 7, pp. 643-644
2. Balba, H. (2007): Review of strobilurin fungicides chemicals, *Journal of Environmental Science and Health Part B* (2007) 42, EXPONENT Inc., Washington, DC 20036, pp. 441
3. Bartlett, D. W., Clough, J. M., Godfrey, C. R. A., Godwin, J. R., Hall, A. A., Heaney, S. P., Maund, S. J., (2001): Understanding the strobilurine fungicides, *Pesticide Outlook*, 12, pp. 143
4. Bělonožníková, k., Hýsková, V., Chmelík, J., Kavan, D., Čěřovská, N., Ryšlavá, H., (2022): *Pythium oligandrum* in plant protection and growth promotion: Secretion of hydrolytic enzymes, elicitors and tryptamine as auxin precursor, *Microbiological Research*, 258, pp. 1-2
5. Benhamou, N., le Floch, G., Vallance, J., Gerbore, J., Grizard, D., Rey, P., (2012): *Pythium oligandrum*: an example of opportunistic success, *Microbiology*, 158 (Pt 11), pp. 2679
6. Birch, P. R., Wisson, S. C., (2001): *Phytophthora infestans* enters the genomics era, Unit of Mycology, Bacteriology and Nematology, Division of Pathology, Scottish Crop Research Institute, Invergowrie, Dundee DD2 5DA, UK., pp 257
7. Direcția Pentru Agricultură a Județului Harghita (2017): Amenajamentul pastoral al comunei Sânmartin, Miercurea Ciuc, pp. 5, 23-24
8. European and Mediterranean Plant Protection Organization (2020): PP 1/002 (5) *Phytophthora infestans* on potato, *EPPO Bulletin*, epp. 12708, pp 1-4
9. Glits, M., Folk, G. (2000): Kertészeti növénykórtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 33, 81-82, 302
10. Hashemi, M., Tabet, D., Sandroni, M.; Benavent-Celma, C., Seematti, J., Andersen, C., Grenville-Briggs, L., (2022): The hunt for sustainable biocontrol of oomycete plant pathogens, a case study of *Phytophthora infestans*, *Fungal Biology Reviews*, 40, pp. 53-54

11. Horváth, J., Pintér, Cs. (1997): A burgonya betegségei, In.: GLITS, M., HORVÁTH J., KUROLI, G., PETRÓCZI, I. (szerk.), (1997): Növényvédelem, Mezőgazda kiadó, Budapest, pp. 193-201
12. Horváth, J. (szerk.), (1995): A szántóföldi növények betegségei, Második kiadás, Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 149-152
13. Pető, J., Hüvely, A., Vojnich, V. J., Cserni, I. (2018): Cukortartalom meghatározási mintalehetőségek zöldség- és gyümölcsmintákban, különös tekintettel a paradicsom előkészítésére és vizsgálatára, Gradus Vol 5, No 1, pp 87-92
14. Plămădeală, B., Donescu, D., Enoiu, M., Frîncu, G., Popescu, A., (1996): GHID PRACTIC de protecție a cartofului, Ceres kiadó, Bukarest, pp. 9, 29-30
15. Selim, R. S., Khalil, M. S., (2021): New group of fungicides, Agricultural Research Center, Central Agricultural Pesticides Laboratory (CAPL), El-Sabaheya, Alexandria, Egypt, pp. 63-64
16. Zhang, C., Zhou, T., Xu, Y., Du, Z., Li, B., Wang, J., Wang, J., Zhu, L., (2020): Ecotoxicology of strobilurine fungicides, Science of The Total Environment, 742, pp. 2

Internetes források

1. http://web.hzpc-holland.com/teeltbeschrijving/SUNITA_C_EN_THE%20NETHERLANDS.PDF, 2022.07.17., 22:44
2. <https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/fact-sheets/biofungicides>, 2022.07.13., 22:31
3. <https://alcedo.ro/produse/polyversum/>, 2022.07.18, 21:58
4. https://jardinage.ooreka.fr/astuce/voir/728825/pomme-de-terre-tresor#google_vignette, 2022.07.27., 16:07
5. https://romtech.ro/online/index.php?route=product/product&product_id=566, 2022.07.30., 16:25
6. <https://sbp.manualzz.com/store/data/027489914.pdf?key=715673c0fa020fd1deb7cfa45eebf14&r=1&fn=27489914.pdf&t=1658346088091&p=86400>, 2022.07.30., 23:31
7. <https://web.archive.org/web/20170426233624/http://www.mda.state.mn.us/chemicals/pesticides/regs/~media/Files/chemicals/reviews/nair-fluopyram.ashx>, 2022.06.23., 11:20

8. <https://www.agro.basf.ro/ro/produse/overview/Fungicide/Dagonis.html#section-details>, 2022.07.18, 13:26
9. https://www.apsnet.org/meetings/Documents/2011_Meeting_Abstracts/a11ma1008.htm, 2022.06.23, 11:59
10. <https://www.cropscience.bayer.ro/Products/Fungicide/Infinito-687-5-SC>, 2022.07.18., 9:12
11. <https://www.cropscience.bayer.ro/Products/Fungicide/Luna-Experience-400-SC>, 2022.07.18., 21:51
12. [https://www.europotato.org/varieties/view/Tresor-E#/,](https://www.europotato.org/varieties/view/Tresor-E#/) 2022.07.27., 15:39
13. https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation10/Fluopyram.pdf, (FAO – *Food and Agriculture Organization*), 2022.06.23., 11:06
14. <https://www.hzpc.com/our-potato-varieties/sunita>, 2022.07.17., 22:33
15. <https://www.plantgrowthhormones.com>, 2022.06.23., 8:37
16. <https://www.syngenta.ro/>, 2022.07.18., 9:45
17. <https://www.upl-ltd.com/ro/Produse/polyversum>, 2022.07.18, 22:03