



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllői Campus**

**A SZÁRAZFÖLDI ÁSZKARÁKOK (ISOPODA:
ONISCIDEA) ÁLTAL NYÚJTOTT ÖKOSZISZTÉMA-
SZOLGÁLTATÁSOK MEGÍTÉLÉSE**

Doktori (PhD) értekezés

DOI: 10.54598/002930

Mészárosné Póss Anett

Gödöllő

2022

Doktori iskola: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növénytudományi
Doktori Iskola

Tudományág: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

Vezetője: Prof. Dr. Helyes Lajos
Intézetigazgató, egyetemi tanár, az MTA doktora
MATE Kertészettudományi Intézet

Témavezető: Dr. Tóth Ferenc
kertészeti csoportvezető
Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet

.....
Prof. Dr. Helyes Lajos
Az iskolavezető jóváhagyása
jóváhagyása

2022

.....
Dr. Tóth Ferenc
A témavezető
jóváhagyása

2022

Tartalom

1. BEVEZETÉS	6
2. CÉLKITŰZÉSEK ÉS HIPOTÉZISEK	8
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	11
3.1. ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁS	11
3.2. A TALAJ BIOLÓGIAI AKTIVITÁSA	12
3.3. A TALAJTAKARÁS JELENTŐSÉGE	14
3.4. AZ ÁSZKARÁKOK BEMUTATÁSA	16
3.4.1. <i>A magyarországi fajok és elterjedésük</i>	16
3.4.2. <i>Morfológia</i>	18
3.5. AZ ÁSZKARÁKOK SZEREPE AZ ÉLETKÖZÖSSÉGEKBEN, MEGÍTÉLÉSÜK	20
3.5.1. <i>Életmód</i>	23
3.6. AZ ÁSZKARÁKOK MINT NEM-CÉL SZERVEZETEK	23
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	26
4.1. AZ ÁSZKARÁKOK MIKROHABITAT-PREFERENCIÁJA	26
4.2. AZ ÁSZKARÁKOK ÁLTAL NYÚJTOTT ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁSOK	31
4.2.1. <i>A talaj biológiai aktivitásának változása, és annak hatása a termésre</i>	31
4.2.2. <i>Porcellionides pruinosus egyedek növénykórokozó-fogyasztása</i>	35
4.2.3. <i>Armadillidium vulgare egyedek szerepe a Fusarium solani tárolási kórokozó terjedésében</i>	40
4.3. <i>PORCELLIONIDES PRUINOSUS</i> MINT NEM-CÉL SZERVEZET	44
4.3.1. <i>Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: Beauveria bassiana és Metarhizium anisopliae rovarpatogén gombák</i>	44
4.3.2. <i>Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: neem-készítmények</i>	49
5. EREDMÉNYEK	54
5.1. AZ ÁSZKARÁKOK MIKROHABITAT-PREFERENCIÁJA	54
5.1.1. <i>Az ászkarákok mikrohabitat-preferenciája: 2016-os eredmények</i>	54
5.1.2. <i>Az ászkarákok mikrohabitat-preferenciája: 2017-es eredmények</i>	56
5.1.3. <i>Az ászkarákok mikrohabitat-preferenciája: 2018-as eredmények</i>	60
5.1.4. <i>A takaróanyagok minőségének hatása az ászkarákok fajösszetételére</i>	60
5.2. AZ ÁSZKARÁKOK ÁLTAL NYÚJTOTT ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁSOK	61
5.2.1. <i>A talaj biológiai aktivitásában bekövetkező változások, és ennek hatása a paradicsom tesztnövény termésére</i>	61
5.2.2. <i>A Porcellionides pruinosus egyedek növénykórokozó-fogyasztása</i>	68
5.2.3. <i>Armadillidium vulgare egyedek szerepe a tárolási kórokozó Fusarium solani terjedésében</i>	74
5.3. <i>PORCELLIONIDES PRUINOSUS</i> ÁSZKAFAJ MINT NEM-CÉL SZERVEZET	78

5.3.1. <i>Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: Beauveria bassiana és Metarhizium anisopliae rovarpatogén gombák</i>	78
5.3.2. <i>Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: neem-készítmények</i>	80
6. MEGVITATÁS	85
6.1. A SZÁRAZFÖLDI ÁSZKARÁKOK MIKROHABITAT-PREFERENCIÁJA	85
6.2. A SZÁRAZFÖLDI ÁSZKARÁKOK ÁLTAL NYÚJTOTT ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁSOK.....	87
6.2.1. <i>Porcellionides pruinosus egyedek jelenlétének hatása a talaj biológiai aktivitására és a paradicsom tesztnövény termésereedményére</i>	87
6.2.2. <i>Porcellionides pruinosus és Armadillidium vulgare egyedek növénykórokozó-fogyasztása és terjesztése</i>	89
6.3. <i>PORCELLIONIDES PRUINOSUS</i> ÁSZKAFAJ MINT NEM-CÉL SZERVEZET	92
7. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	95
7.1. A SZÁRAZFÖLDI ÁSZKARÁKOK MIKROHABITAT-PREFERENCIÁJA	95
7.2. A SZÁRAZFÖLDI ÁSZKARÁKOK ÁLTAL NYÚJTOTT ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁSOK.....	95
7.2.1. <i>Porcellionides pruinosus egyedek jelenlétének hatása a talaj biológiai aktivitására és a paradicsom tesztnövény termésereedményére</i>	95
7.2.2. <i>Porcellionides pruinosus és Armadillidium vulgare egyedek növénykórokozó-fogyasztása és terjesztése</i>	96
7.3. <i>PORCELLIONIDES PRUINOSUS</i> MINT NEM-CÉL SZERVEZET	97
8. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	98
9. ÖSSZEFOGLALÁS	100
10. SUMMARY	102
11. IRODALOMJEGYZÉK	104
M1: MELLÉKLETEK	121
1. MELLÉKLET: TEREPI ADATLAP RÉSZLET A HAZAI EPIGEIKUS MAKROGERINCTELENEK ELTERJEDÉSÉNEK ÉS ÉLŐHELYI PREFERENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATÁRA	121
2. MELLÉKLET: A SZÁRAZFÖLDI ÁSZKARÁKOK TAKARÓANYAGBAN VALÓ ELŐFORDULÁSÁNAK STATISZTIKAI ELEMZÉSE 2016-BAN	123
3. MELLÉKLET: A SZÁRAZFÖLDI ÁSZKARÁKOK TAKARÓANYAGBAN VALÓ ELŐFORDULÁSÁNAK STATISZTIKAI ELEMZÉSE 2017- BEN.....	123
4. MELLÉKLET: ÁSZKARÁKOK TAKARÓANYAGBAN VALÓ ELŐFORDULÁSÁNAK STATISZTIKAI ELEMZÉSE 2018-BAN	124
5. MELLÉKLET: A TALAJ FDA ÖSSZ-MIKROBIÁLIS AKTIVITÁSA	124
6. MELLÉKLET: A PARADICSOM-TERMÉSMENNYISÉGBEN JELENTKEZŐ KÜLÖNBSÉGEK 2016-BAN ÉS 2017-BEN.....	126
7. MELLÉKLET: KÖRTEROZSDÁVAL (<i>GYMNOSPORANGIUM SABINAE</i>) FERTŐZÖTT LEVELEK FOGYASZTÁSÁNAK VIZSGÁLATA, A LEVÉLFOGYÁS MÉRTÉKE	140

8. MELLÉKLET: KÖRTEROZSDÁVAL (<i>GYMNOSPORANGIUM SABINAE</i>) FERTŐZÖTT LEVELEK FOGYASZTÁSÁNAK VIZSGÁLATA, AZ ECÍDIUMFOGYASZTÁS	148
9. MELLÉKLET: KÖRTEROZSDÁVAL (<i>GYMNOSPORANGIUM SABINAE</i>) FERTŐZÖTT LEVELEK FOGYASZTÁSÁNAK VIZSGÁLATA, A TÚLÉLŐ EGYEDEK SZÁMA.....	148
10. MELLÉKLET: TÁPTALAJRA OLTOTT PATOGÉN GOMBÁK FOGYASZTÁSÁNAK VIZSGÁLATA, A GOMBÁK TELEPFOGYÁSA.....	149
11. MELLÉKLET: KÜLÖNBÖZŐ GOMBATELEPEK FOGYÁSA A KÍSÉRLET BEÁLLÍTÁSA ÉS LEZÁRÁSA KÖZÖTT A HAMVAS ÁSZKA (<i>PORCELLIONIDES PRUINOSUS</i>) TÁPTALAJRA OLTOTT NÖVÉNYPATOGÉN GOMBÁK FOGYASZTÁSÁT VIZSGÁLÓ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLETBEN	157
12. MELLÉKLET: HAMVAS ÁSZKA (<i>PORCELLIONIDES PRUINOSUS</i>) EGYEDSZÁMÁNAK ALAKULÁSA TÁPTALAJRA OLTOTT NÖVÉNYPATOGÉN GOMBÁK FOGYASZTÁSÁT VIZSGÁLÓ LABORATÓRIUMI KÍSÉRLETBEN.....	157
13. MELLÉKLET: AZ <i>ARMADILLIDIUM VULGARE</i> EGYEDEK SZEREPE A TÁROLÁSI KÓROKOZÓ <i>FUSARIUM SOLANI</i> TERJEDÉSÉBEN	164
14. MELLÉKLET: <i>BEAUVERIA BASSIANA</i> ÉS <i>METARHIZIUM ANISOPLIAE</i> ENTOMOPATOGÉN GOMBAFAJOKKAL VÉGZETT ELSŐ RÉSZKÍSÉRLET EREDMÉNYEI	166
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	174

1. BEVEZETÉS

Az ökoszisztémáról gyarapodó ismereteink arra engednek következtetni, hogy a leginkább fenntartható mezőgazdasági termelést, a környezet hasznosításának legmagasabb fokú biztonságát a természeteshez legközelebb álló mechanizmusok kínálják – legalábbis hosszú távon mindenképpen. Igaz ez a mezőgazdasági területekre is. Ezzel szemben a szokványos, iparszerű termelési szemlélet megszünteti a környezet fenntarthatósága és a gazdálkodás közötti szoros kapcsolatot, így az eredeti táj értékét őrző növény- és állatvilág, illetve a biológiai sokszínűség határozottan pusztul (Thrupp 2000, Wolff 2003, Peisley és mtsai 2015). A csökkenő biológiai sokszínűség (biodiverzitás) pedig csökkenti a természet által nyújtott pozitív hatások (externáliák) körét (Thrupp 1998, Kahane és mtsai 2013). A természetes állapotot leginkább megőrző és fenntartó, ún. természetközeli élőhelyeken („semi natural habitat”, SNH) nagyobb körben és mértékben találhatjuk meg az ökoszisztéma-szolgáltatások („ecosystem services”) közül azokat, melyek az emberi társadalom jólétét közvetlen és közvetett módon szolgálják (Marsh 1864, Zhang és mtsai 2007, Perrings és mtsai 2010, Martin és mtsai 2019). Az ökoszisztéma-szolgáltatások körébe tartozik a flóra és fauna számára menedéket, az időjárás viszontagságai elleni védelmet biztosító strukturált tér, a fennmaradás, táplálkozás vagy szaporodás lehetősége, a kórokozók és kártevők szabályozása, illetve a lebontó tevékenységek. A lebontó folyamatokban résztvevő élőlények tevékenysége ökológiai szempontból rendkívül jelentős, mégis sokszor alábecsült szolgáltatás. A lebontáshoz kapcsolódó ökoszisztéma-szolgáltatások vizsgálata és értelmezése derített fényt arra, hogy a lebontó tevékenység nem pusztán a tápanyagok körforgása és a humuszképződés, vagyis a talaj termékenységének fenntartása szempontjából létfontosságú, de a kórokozók által fertőzött növényi részek elfogyasztása révén biztosítani képes a mikrokörnyezet egészséges állapotát. A lebontó folyamatokban baktériumok, gombák, ízeltlábúak, giliszták, televényférgék és ászkarákok vesznek részt. Az ászkarákok ökoszisztéma-szolgáltatásban betöltött szerepe nem kellőképpen kutatott, holott széles körben előfordulnak, az emberközeli élőhelyeken, beleértve a kertvárosi területeket, ahol pedig kifejezetten nagy egyedszámot érhetnek el (Vilisics és mtsai 2007).

Vizsgálatainkhoz modellszervezetként ezért a szárazföldi ászkarákat (Isopoda: Oniscidea) választottuk, melyek nemcsak a holt növényi részek lebontásában vesznek részt, hanem fontos táplálékállatai talajlakó ragadozó ízeltlábúaknak, valamint gerinceseknek (Paoletti és Hassall 1999, Purse és mtsai 2012, Collison és mtsai 2013).

Vizsgálatainkban az ászkarákok tesztszervezetként is szerepeltek, mert amint azt a növényvédő szerek forgalomba hozataláról szóló 1107/2009/EK Európai Parlamenti és Tanácsi rendelet (EC No. 1107/2009) meghatározza, az ökoszisztéma-szolgáltatások sérülékenysége miatt folyamatos vizsgálatokra van szükség az emberi beavatkozások közvetett és közvetlen hatásainak feltérképezése érdekében. Az elismert ízeltlábú tesztszervezetek az ökoszisztémában a kártevők és kórokozók ellen valószínűsíthetően fontos szerepet betöltő fajok, melyek nem jelentenek növényvédelmi kockázatot a védendő növény szempontjából, és rendszertanilag rokonságba hozhatóak a célszervezettel, vagyis a kártevő ízeltlábúakkal (Raybould és mtsai 2007).

A fentiek alapján dolgozatomban a szárazföldi ászkarákok ökoszisztémában betöltött szerepét és az ökoszisztéma-szolgáltatásokhoz való hozzájárulását vizsgáló tanulmányok sorát szeretném gazdagítani.

2. CÉLKITŰZÉSEK ÉS HIPOTÉZISEK

Célkitűzések

- A) Ászkarákok mikrohabitat-preferencia vizsgálata emberközeli élőhelyeken
- B) Az ászkarákok által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások vizsgálata
 - A szerves talajtakarás és *Porcellionides pruinosus* kombinált hatása a termés mennyiségére paradicsom tesztnövény esetében
 - *P. pruinosus* növénykórokozó-fogyasztásának vizsgálata
 - *Armadillidum vulgare* szerepének vizsgálata a *Fusarium solani* mint raktári kórokozó terjedésében
- C) *P. pruinosus* alkalmazása nem-cél szervezetként biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése során
 - *P. pruinosus* mint nem-cél szervezet vizsgálata *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* rovarpatogén gombák jelenlétében
 - *P. pruinosus* mint nem-cél szervezet vizsgálata neem-készítmény alkalmazása mellett

Célkitűzések kísérleti egységeként

4.1. Az ászkarákok mikrohabitat-preferenciája

Az emberközeli környezetben, a kiskerti kertészeti körülményeket modellező szabadföldi kísérleti beállításban az ászkarákok előfordulását tanulmányoztuk annak érdekében, hogy megállapítsuk, (1) a talajfelszín takarása hogyan befolyásolja az egyedszámot; (2) az eltérő mulcsanyagok hatással vannak-e az egyedszámra és fajmegoszlásra; illetve (3) a kísérlet időtartama alatt hogyan változik az ászkarákok egyedszáma.

4.2. Az ászkarákok által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások

4.2.1. A talaj biológiai aktivitásának változása, és annak hatása a termésre

Az emberközeli környezetben, a kiskerti kertészeti körülményeket modellező tenyészedényes kísérleti beállításban a talajtakarás és az ászkarákok jelenlétének kombinált hatását vizsgáltuk annak érdekében, hogy megállapítsuk, hogyan változik a talaj mikrobiális aktivitása, és ennek folyományaként a kísérletben termesztett növény fejlődése és terméshozó képessége.

4.2.2. *Porcellionides pruinosus* egyedek növénykórokozó-fogyasztása

Feltételezésünk szerint az ászkarák eltérő mértékben fogyasztják az eltérő fajokhoz tartozó kórokozók képleteit, ezért erről ellenőrzött laboratóriumi körülmények között szeretnénk volna meggyőződni. Az első, etetéses kísérletben megvizsgáltuk, milyen hatással van a körterozsda telepeinek jelenléte a fogyasztásra, a második, táplálékválasztásos kísérletben a különböző kórokozók fogyasztásában tapasztalható különbségeket akartuk kideríteni.

4.2.3. *Armadillidium vulgare* egyedek szerepe a *Fusarium solani* tárolási kórokozó terjedésében

A kiskerti, családi házas tárolási körülményeket modellező, emberközeli, zárt térben kísérleti beállításban az ászkarákok táplálkozását a *Fusarium solani* mint raktári kórokozó terjedésével összefüggésben tanulmányoztuk annak érdekében, hogy megállapítsuk, változik-e, és hogyan változik az ászkarákok jelenlétében a *F. solani* által okozott gumófertőzés mértéke.

4.3. *Porcellionides pruinosus* mint nem-cél szervezet

4.3.1. Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* rovarpatogén gombák

A szárazföldi ászkarákok szokványos gazdálkodásban használt rovarölő szerekkel szembeni érzékenysége ismeretében szeretnénk volna fényt deríteni arra, hogy a biológiai növényvédelmi készítményekben rendszeresen használt, a természetben is előforduló rovarpatogén gombák, nevezetesen a *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* jelenléte milyen hatással van a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedeire, befolyásolja-e a nem-cél szervezet faj túlélését laboratóriumban szimulált körülmények között.

4.3.2. Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: neem-készítmények

A szárazföldi ászkarákok szokványos gazdálkodásban használt inszekticidekkel szembeni érzékenysége ismert. Meg akartuk vizsgálni, hogy a biológiai

növényvédelmi készítményekben rendszeresen használt rovarpatogén neem fa (*Azadirachta indica*) a helyi termelők által szabadföldi körülmények között használt koncentrációjú kivonata, illetve az engedélyezett, azadirachtin tartalmú szer engedélyezett dózísát megközelítő koncentrációja milyen hatással van a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedeire. Szerettünk volna fényt deríteni arra, hogy a neem-alapú szerek hogyan befolyásolják a nem-cél szervezet faj túlélését laboratóriumban szimulált körülmények között.

Hipotézisek

1. Mikrohabitat-preferencia

1.1. A mikrohabitat-preferencia vizsgálatban a takart parcellákban az ászkarákok egyedszáma nagyobb, mint a takaratlan parcellákban

1.2. A különböző anyagokkal (szalma, dióavar, vegyes avar, komposzt) takart parcellák között az ászkarákok egyedszáma, fajonkénti megoszlása különbségeket mutat

1.3. A takart parcellákban évről évre növekszik a szárazföldi ászkarákok egyedszáma

2. Ökoszisztéma-szolgáltatások

2.1. a. A takart, és ászkarákot tartalmazó talaj mikrobiális aktivitása a kezelést követően megnő;

2.1. b. A takart, és ászkarákot tartalmazó talajban a növény gyökértömegének mennyisége és termés hozama nagyobb, mint ellenkező esetben.

2.2. Laboratóriumi kísérletek során a hamvas ászkarákok (*P. pruinosus*) eltérő mértékben fogyasztják el a különböző kórokozó gombafajok micéliumát, szaporítóképleteit

2.3. Az *Armadillidium vulgare* egyedek jelenlététől függően a *Fusarium solani* által okozott gumófertőzés mértéke változik.

3. Ászkarákok mint tesztorganizmusok

Habár az ászkarákok érzékenyek a szokványos gazdálkodásban használt rovarölő szerekre (inszekticidekre), a *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* rovarpatogén gombák, illetve a neem-kivonatok jelenléte nincs hatással a vizsgált *P. pruinosus* egyedeinek túlélésére.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. Ökoszisztéma-szolgáltatás

Az ENSZ Egészségügyi Világszervezete (WHO) állásfoglalásában hangsúlyozza az ökoszisztéma-szolgáltatások jelentőségét. Az ökoszisztéma-szolgáltatásokat úgy határozzák meg, mint az emberiség által a környező ökoszisztémákból megszerzett nyereséget. A 2006-os Millennium Ecosystem Assessment (MA) szerint az ökoszisztéma-szolgáltatások azok az előnyök, amelyeket az emberek az ökoszisztémákból nyernek (Corvalan és mtsai 2005). A szolgáltatások körébe kulturális (az ember számára kikapcsolódást nyújtó), fenntartó (például a talaj folyamatos képződése, újratermelődése), ellátó (élelmiszer- és takarmánytermelés), és szabályozó (például erózióvédelem) szolgáltatások tartoznak. Az agroökoszisztéma emberi lét szempontjából előnyös szolgáltatásai sorában találjuk többek között a friss ivóvíz hozzáférhetőségét, az élelmiszerek, illetve gyógyhatású természetes készítmények, és azok alapanyagainak megtermelését, a fafeldolgozás és rostipar alapanyagainak megtermelését (Corvalan és mtsai 2005). Növényvédelmi szempontból említendő a kártevők szabályozása, a gyommag-predáció, a beporzás, a talajerózió megelőzése és számos egyéb jelenség, beleértve a lebontó folyamatokat (Sandhu és mtsai 2010).

Az ökoszisztéma hatásai előnytelenek is lehetnek. A káros ökoszisztéma-hatások közé tartozik a teljesség igénye nélkül a termesztett növények mennyiségi és minőségi mutatóinak visszaesése, az ebből fakadó gazdasági veszteség, a kórokozók terjesztése, illetve egyes élőlények esetében azok pusztasága, jelenléte is félelmet kelt az emberben, aggodalomra ad okot (von Döhren és Haase 2015).

Az ökoszisztéma-szolgáltatások pénzben kifejezett értéke azért hasznos kiegészítője a jelenlegi kutatásoknak világszerte, mert gazdálkodóktól kezdve fogyasztókon át a döntéshozókig, mindenkinek fontos, közös érték mérővel szolgálhatnak. A számszerűsítés komoly körültekintést igényel, módszertanához és terepi értékeléséhez számos ötletet kínál az IOBC gyakorlatközpontú tanulmánygyűjteménye, mely kifejezetten az ökológiai szemléletű gazdáknak, kutatóknak és tanulóknak íródott (Boller és mtsai 2004).

A természetes állapotot leginkább megőrző és fenntartó, ún. természetközeli élőhelyeken („semi natural habitat”, SNH) nagyobb körben és mértékben találhatjuk meg az ökoszisztéma-szolgáltatásokat, melyek az emberi társadalom jólétét közvetlen

és közvetett módon szolgálják (Marsh 1864, Zhang és mtsai 2007, Perrings és mtsai 2010, Martin és mtsai 2019). Az ökoszisztéma-szolgáltatások körébe tartozik, és elsősorban a természetközeli élőhelyekre jellemző a flóra és fauna számára menedéket, az időjárás viszontagságai elleni védelmet biztosító strukturált tér, a fennmaradás, táplálkozás vagy szaporodás lehetősége, a kórokozók és kártevők szabályozása, illetve a lebontó tevékenységek. A lebontó folyamatokban résztvevő élőlények tevékenysége ökológiai szempontból rendkívül jelentős, mégis sokszor alábecsült szolgáltatás. A lebontáshoz kapcsolódó ökoszisztéma-szolgáltatások vizsgálata és értelmezése derített fényt arra, hogy a lebontó tevékenység nem pusztán a tápanyagok körforgása és a humuszképződés, vagyis a talaj termékenységének fenntartása szempontjából létfontosságú, de a kórokozók által fertőzött növényi részek elfogyasztása révén biztosítani képes a mikrokörnyezet egészséges állapotát. A lebontó folyamatokban baktériumok, gombák, ízeltlábúak, giliszták, televényférgék és ászkarákok vesznek részt (Marsh 1864, Zhang és mtsai 2007, Perrings és mtsai 2010, Martin és mtsai 2019).

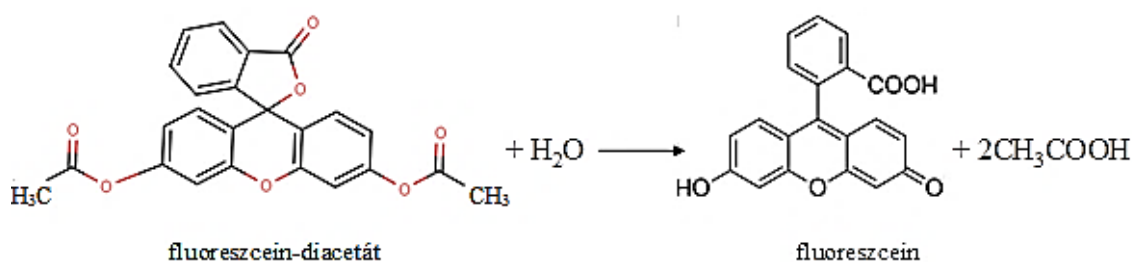
3.2. A talaj biológiai aktivitása

A komposzt, illetve a talajtakaró anyagok használata nem pusztán azért előnyös, mert serkenti a növények növekedését, hanem segíti a hasznos mikroorganizmusok (fonálférgék, baktériumok és gombák) megtelepedését és életben maradását is. Az egészséges talaj gazdag és változatos flórával és faunával rendelkezik, az ott élő lények biológiai aktivitásuk révén az ökológiai szolgáltatások széles körét képesek betölteni (Tóthné Bogdányi és mtsai, 2021).

A talajok biológiai aktivitása kétféleképpen mutatható ki. Az adott pillanatra vonatkozó biológiai aktivitást szabadföldi körülmények között mérik. A másik mérés laboratóriumban, szabályozott környezeti feltételek mellett, az adott körülmények között lehetséges legnagyobb talajaktivitásra irányul. Amint azt Szegi (1976) leírja, a biológiai aktivitás közvetlen meghatározásakor a talaj összes baktériumszámát, valamint a talajéletében jelentős fiziológiai funkciókra képes (pl. cellulózbontó, fehérjebontó, nitrit- és nitrátképző, nitrogénkötő) baktériumok számát vizsgálják. A mikroorganizmusok mennyiségi meghatározása mellett fontos az is, hogy művelés hatására hogyan változik a fajok összetétele, a biodiverzitás. Ezzel szemben a talaj

biológiai aktivitásának közvetett vizsgálatával nem a mikroorganizmusok számát határozzák meg, hanem a mikroszervezetek által előidézett változásokból következtetnek azok mennyiségére és aktivitására. A közvetett vizsgálatok közé a talajok CO₂-termelése vagy a mikrobiális biomassza meghatározása, valamint a talajenzimek aktivitásának vizsgálata tartozik.

Ilyen például az FDA [3',6'-diacetylfluorescein (fluoreszcein-diacetát)] analízis, amely egyszerre többféle hidrolitikus enzim együttes aktivitását mutatja (Dick 1997). Az FDA hidrolízisére tehát több enzim is képes, ilyenek a proteázok, az észterázok vagy a lipázok. A legtöbb baktérium, az összes gomba, valamint néhány protozoa és alga is mutat FDA hidrolitikus aktivitást (Schnürer és Rosswall 1982). Az FDA hidrolízisén alapuló módszer lehetővé teszi a talaj gyors és egyszerű mikrobiológiai aktivitásának jellemzését. Az FDA szintelen, nem fluoreszkáló, a sejtmembránon könnyen átjutó anyag, melyről az élő sejtek észterei leválasztják a két acetát csoportot (1. ábra).



1. ábra FDA hidrolízis (Schnürer és Rosswall 1982 nyomán)

A visszamaradt fluoreszcein fluoreszkál, nehezen jut át a membránon, ezért az élő sejtben a koncentrációja megnő. A fluoreszcein fényelnyelési tulajdonsága miatt a hidrolizált FDA mennyiségét a 490 nm-es hullámhosszon mért abszorbanciából határozhatjuk meg. Értékeléskor a 2 óra alatt keletkezett fluoreszcein mennyiségét határozzák meg 2 g száraz talajra, kalibrációs skála segítségével. A módszer feltételei közé a megfelelő hőmérsékletet, a megfelelő pH-t és a légzést soroljuk, ugyanis alacsony és magas pH-n nincs FDA hidrolízis aktivitás, illetve a folyamat O₂ érzékeny (Schnürer és Rosswall 1982).

A mikrobiális folyamatok alapvető fontosságúak a talajtermékenység fenntartásában, a mineralizáció, az aggregátumok képződése, a szerves anyagok szintézise, átalakítása és lebontása terén. A talajminőség csökkenését talajdegradációs folyamatok is

okozhadják, a kedvezőtlen változásokat pedig a mikroorganizmusok mennyisége, aktivitása és diverzitása is jelezheti (Szili-Kovács és Takács 2008).

A mikroorganizmusok aktivitási szintje nagymértékben függ a környezeti körülményektől, elsősorban a szubsztrátok elérhetőségétől. A csíráztatott talajok nem, a homok- és agyagminták pedig kis FDA aktivitást mutatnak. A különböző rétegekből származó talajok FDA hidrolitikus aktivitásai között megfigyelhető különbségek (a legjobb aktivitás a talajok felső rétegében mérhető, az aktivitás csökken a talajmélységgel) a talajrétegek eltérő oxigéntartalmára vezethetőek vissza. A vizsgálat hátránya, hogy jobban alkalmazható a heterotróf aktivitás meghatározására, mint a biotéma mennyiségének meghatározására. Ennek oka, hogy az aktív biotéma nem egyenesen arányos az ismertetett módszer által mért FDA hidrolízis aktivitással, illetve, hogy az aktív és inaktív biotéma között az FDA mikroszkóp csak különbséget mutat (Schnürer és Rosswall 1982).

A talaj élővilágának összessége, az edafon, melynek legnagyobb frakcióját a mikroorganizmusok képviselik. A mikroorganizmusokon kívül a talajok élőlények közösségi anyagcseréjében számos gerinctelen és gerinces állat vesz részt, és bár ezek egyedszáma és területegységre számított összes tömege jóval csekélyebb (Kuzyakov és Blagodatskay 2015), a baktériumok és gombák jelenléte sok ízeltlábú lebontó tevékenységéhez is előnyös (Ausmus 1977, Siepel és Maaskamp 1994, Sagasti és mtsai 2019, Seastedt 1984, Seastedt és Crossley 1984, Cromack és mtsai 1977).

A kis- és közepes testű állatok (fonálférgek, atkák, ugróvillások stb.) szerepe elsősorban a mikroorganizmusok fogyasztása, mennyiségi és minőségi szabályozása. Az ízeltlábúak (ászkarók, ikerszelvényesek, stb.) rágásukkal felaprítják az elhalt szerves növényi maradványokat, amelyek bélcsatornájukon emésztés után áthaladva mint ürülék kerülnek vissza a talajba. Az így képződő kisméretű szerves struktúrákat a baktériumok és gombák könnyebben mineralizálják (Zimmer és mtsai 2002a).

3.3. A talajtakarás jelentősége

Az emberi tevékenység hatására az élő környezetben, azon belül a talajt érintően degradációs folyamatok jelentkeznek, mint például a defláció, erózió, a talajszerkezet leromlása, a tápanyagok kimosódása. A fenntartható gazdálkodás magas fokú kutatottsága jelzi, hogy van igény a talajművelési gyakorlat megváltoztatására. A fenntartható gazdálkodás ugyanis az alapközöttől és a természetű növénytől

függetlenül javítja a talaj minőségi mutatóit és csökkenti az eróziót (Martinez-Mena és mtsai 2020). A fenntartható gazdálkodás része lehet a talajtakarás, más néven mulcsozás, vagyis a talaj különböző anyagokkal való borítása. Talajtakaró anyag (mulcs) növény sorokba, illetve sorközökbe, egész tenyészidőben vagy a tenyészidő egy részében is alkalmazható (Aragués és mtsai 2015).

A növényi eredetű szerves anyagok, mint például a fűkaszálék, avar, faapríték, fakéreg, komposzt vagy szalma takaróanyagként való alkalmazása elsősorban kertészetekben és kiskerti léptékben alkalmazott, illetve alkalmazható talajművelési eljárás. Megfelelően igazodik az integrált növénytermesztési elvekhez (Fehér és mtsai 2016), és beilleszthető a biotermesztés, a csekély mértékű talajművelés (minimum tillage), illetve a művelés nélküli gazdálkodás (no-till) eszközkészletébe.

A mulcsozás ismertsége nem csupán azért növekszik, mert az integrált szemlélet előtérbe kerülésével egyre több a környezetkímélő agrotechnikai elem, hanem mert az éghajlati viszonyok gyengébb kiszámíthatósága, például az éves csapadékmennyiség komolyabb ingadozása új megoldások keresésére indítja a gazdákat.

A talajtakarás előnyei régóta ismertek a tudomány számára. A sötét anyaggal takart talaj gyorsabban felmelegszik (Kohnke és Werkhoven 1962), segít megelőzni a talaj tömörödését (Obi 1999), illetve a lemosódást és a talajeróziót (Louw és Bennie 1992). Javítja a talaj víz -és tápanyag-gazdálkodását, mivel a talajtakarás a talaj párolgását csökkenti, esetleg megakadályozza (Zribi és mtsai 2015). Teljes mértékű takarásnál majdhogynem teljesen kiküszöbölhető a talajpárolgásból adódó vízvesztés. A mulcsozás többek között elősegíti a talaj nedvességmegőrző képességét (Buchele és mtsai 1955; Mielke és mtsai 1986; Unger 1984).

Mások szerint a talajtakarás mechanikailag óvja a gyökérzónát és elősegíti a növekedési erély jobb érvényesülését, valamint korábbi szedhetőséget biztosít (Fehér és mtsai 2016). A szerves eredetű mulcs talajba forgatása növeli vagy szinten tartja a humuszkészletet, javítja a talaj szerkezetét és vízgazdálkodását, elősegíti a tápanyagok jobb hasznosulását, hatékonyabb felvételét. A talajtakarás növeli a talaj pórustérfogatát, ezáltal kedvezőbbé válik a csapadékvíz beszivárgása és tárolása, valamint a tápanyagmegőrző képesség is javulhat.

A helyesen végzett mulcsozás hatására kevesebb gyomlálásra, tápanyag-utánpótlásra és öntözésre van szükségünk (Petrikovszki és mtsai 2020). A mulcsozás növényegészségügyi megítélése változó lehet. A fűkaszálékból készült mulcs alkalmazása csökkentette a *Sclerotinia sclerotiorum* kórokozó kártételét (Fehér és mtsai 2016). Burgonyában végzett talajtakarásos kísérletekben ugyan növekedett a

károsított burgonyagumók száma, de az egészséges termés mennyisége is (Pusztai 2010).

A talajtakarás hátrányai között a kijuttatás szállítási és élőmunkaigényét lehet említeni, továbbá a mulcstréteg bűvőhelyet nyújthat rágcsálóknak és más kártevő és hasznos szervezeteknek (Sullivan és mtsai 2018; Fehér és mtsai 2016). A C-túlsúlyos mulcs lebomlása átmeneti nitrogénhiányt okoz a talajban, ezért kis mértékben csökkenti a következő kultúrnövény termését (Wallace és Bellinder 1992).

3.4. Az ászkarákok bemutatása

3.4.1. A magyarországi fajok és elterjedésük

A szárazföldi ászkarákok (Oniscidea) az Ízeltlábúak (Arthropoda) törzsön belül a Rákok (Crustacea) altörzsbe, a Felsőbbrendű rákok (Malacostraca) osztályba, Eumalacostraca alosztályba, Edriophthalma rendbe, az Isopoda alrendbe tartoznak. Közönséges nevük pincebogár, régies nevük evetkerák (Farkas és Vadkerti 2001). A világon körülbelül 3800 szárazföldi ászkaráfajt ismerünk (Schmalfuss 2003; Sfenthourakis és Taiti 2015; WoRMS 2021). Farkas és Vilisics (2013) hazánkban 57 szárazföldi ászkarák faj jelenlétét állapította meg, ebből 28 Budapesten található. Az összesített fajszám az eddigi feltáratlan területek kutatása, újabb fajok megjelenése, a klímaváltozás és az emberi tevékenységek következtében valószínűleg tovább gyarapodik majd, például mediterrán és trópusi fajokkal (Vilisics és Hornung 2009). A hat leggyakoribb ászkaráfaj hazánkban alfabetikus sorrendben: *Armadillidium vulgare* (Latreille) (1. ábra), *Hyloniscus riparius* (Koch), *Porcellio scaber* (Latreille) (2. ábra), *Porcellium collicola* (Verhoeff), *Protracheoniscus politus* (Koch), *Trachelipus rathkii* (Brandt). A bolygatott élőhelyeken szinantróp fajok a leggyakoribbak, mint például a *Cylisticus convexus* (de Geer), a *Porcellionides pruinosus* (Brandt) (3. ábra) és a *Porcellio scaber* (Hornung és mtsai 2009b).



2. ábra. Közönséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*) színváltozatok (http1)



3. ábra. Hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) (http2)

A természetesség és degradáltság skáláján elhelyezkedő különböző típusú területeken a szárazföldi ászkarákok fajösszetételét a fajok ökológiai igényei és a tengerszintfeletti magasság határozza meg. Az ászkarákok érzékenyen válaszol a környezetük változásaira, ezért ökológiai indikátorszervezetként is alkalmazhatók (Hornung és mtsai 2011).

Bár a magyar ászkarák-fauna összetételére északon és északkeleten a Kárpátok, nyugaton az Alpok, délen a Mediterráneum és a Balkán hatása nyomja rá bélyegét,

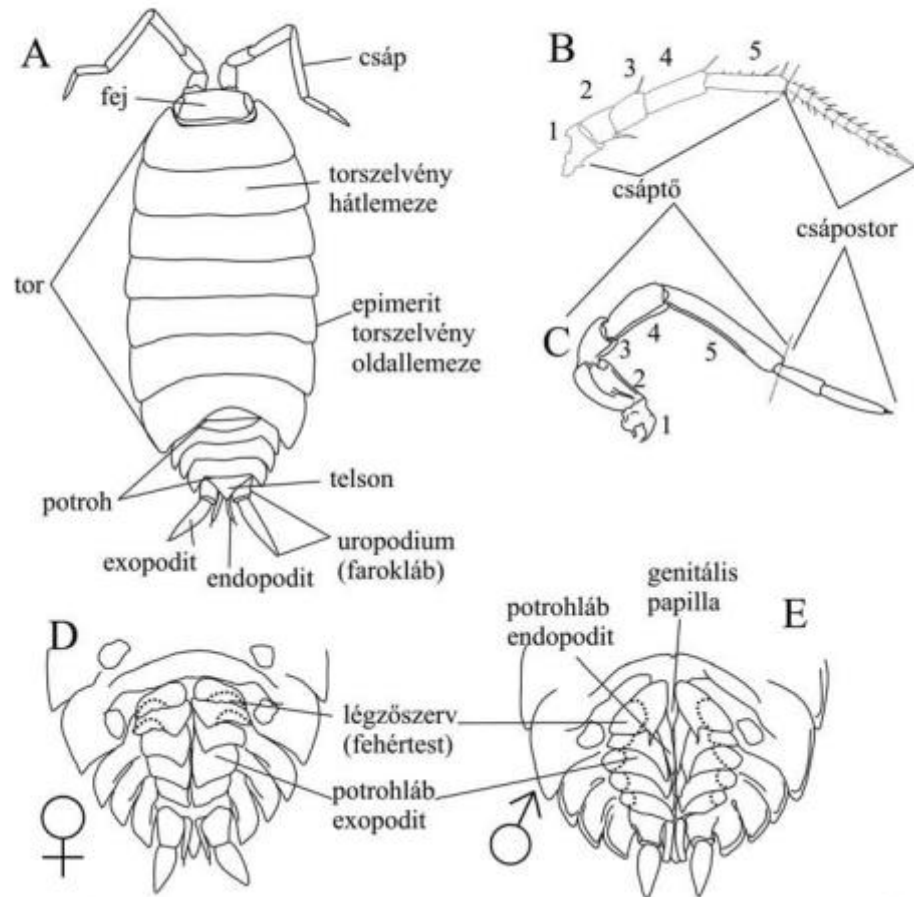
hazánk ászkafaunája mégis szegényesnek bizonyul a környező országokéhoz képest (Vilisics 2007). Ez domborzati és éghajlati különbségekre vezethető vissza (Farkas és Vilisics 2013). A legritkább őshonos fajok a határmenti védett területeken élnek, és csak az adott tájegységre jellemzők (Vilisics és Hornung 2010). A hazai fajok nagy része több tájegységen is fellelhető (Farkas és Vilisics 2013), de a legfajgazdagabb területnek a Mediterrán régió által befolyásolt vidék tekinthető (Hornung 2011).

A hazai ászkafaunát faji összetétele alapján három fő csoportba sorolhatjuk: (a) középhegységek és dombvidékek erdei fajai, (b) síkságok fajai és (c) települések fajai. Átfedések előfordulhatnak. A fajgazdagság a természetes élőhelyek és települések keskeny határterületein a legnagyobb, itt ugyanis mind a városi, mind az erdei ászkafauna több képviselője, egyszerre akár 10-15 faj is megtalálható (Hornung és mtsai 2008). A populációk megtelepedését, fajösszetételét, mennyiségét és tartós fennmaradását a makro- és mezoklimatikus tényezők befolyásolják, például a hőmérséklet vagy a páratartalom. A makro- és mezoklimatikus tényezők mellett abiotikus (pl. talaj pH) és biotikus elemek (pl. predátorok jelenléte vagy hiánya, a táplálék mennyisége és minősége) határozzák meg egy-egy faj megjelenését és életképességét (Warburg 1987).

Zavarás vagy városiasodás hatására a területen élő természetes fajok nem tűnnek el teljesen, de mellettük megjelennek a bolygatást jobban tűrő, bevándorló genuszok is (Otártics és mtsai 2014.). Az eredeti élőhelyek megváltozása következtében egyes fajok elterjedtsége csökkenhet, illetve az előfordulási területe szigetszerűvé válhat Vilisics és Hornung (2008) és Hornung és mtsai (2007) szerint.

3.4.2. Morfológia

Az ászkarákok teste fejre, torra (előtest) és potrohra (utótest) tagolódik. Testük lapított, első torszelvényük a testtel összeolvadt (Broly és mtsai 2015). A külső meszes testvázhoz 14 végtag kapcsolódik. Szájszervük rágó típusú. Két pár csápjuk közül az első pár kicsi és rejtett, a második feltűnően nagy (Farkas és Vilisics 2013) (4. ábra). A csápokon lévő receptorok fontos szerepet játszanak a tájékozódásban és a táplálékszerzésben is (Hornung 2011). A csápokon lévő receptorok segítségével a levegő páratartalmának változásait is érzékelni tudják. Egyes fajoknak nincs szemük (pl. *Mesoniscus graniger*), mások csak egy (*Hyloniscus* és *Haplophthalmus* fajok), vagy három (pl. *Trichoniscus* genusz) *ocellus*-ból álló látószervvel rendelkeznek. A



4. ábra. A szárazföldi ászkarákok főbb alaktani felépítése Farkas és Vilisics (2013) tanulmánya alapján.

A fejtető a fejtök felső része melyet a homloktól általában egy határozott él választ el. Egyes fajoknál ez hiányozhat. A fej oldalain gyakran oldallebenyek, domború, vagy szögletes kinövések találhatóak, de számos fajnál középlebeny is megfigyelhető (pl. a *Porcellium*, *Porcellio*, vagy a *Trachelipus* genus fajainál). Hátoldalukat pajzs nem fedi, így a tort alkotó hét szelvény jól megfigyelhető. A torszervények hátlemezeinek színe, felülete lényeges határozóbélyeg lehet. A hátlemezekhez oldallemezek (epimerit) kapcsolódnak, melyeken egyes fajoknál mirigyek kivezető nyílásai láthatók. Ezek megléte vagy hiánya, távolságuk az epimerit szegélyétől szintén azonosító bélyeg lehet. Az ászkák hét torszervényéhez a hasoldalon egy-egy pár egyforma, öt ízű álló járóláb kapcsolódik. A lábizeken szőröket, tüskéket,

nyúlványokat láthatunk, melyek segítségünkre vannak a fajok meghatározásában (Farkas és Vilisics 2013).

Az ászkarákok kétivarúak. A szaporodási időszak folyamán a nőtények hasi oldalán, a torlábak mellett kialakul a költőtasak (marsupium), mely az embrionális fejlődés helyszíne: itt találjuk a petéket, később pedig a fiatal lárvákat (Hoese, 1984; Hoese és Janssen, 1989). Amikor a manca nevű juvenilis állatok elhagyják a költőtasakot, megjelenésük hasonló a felnőtt fajtársaikéhoz, de a hetedik pár potrohláb még hiányzik (Araujo és mtsai 2004). Az éves nemzedékszámot és a szaporodási stratégiát a környezeti feltételek is befolyásolják (Dangerfield és Telford, 1990).

Szaporodási ciklusuk akár kora tavasztól késő őszig is elhúzódhat: ilyenkor jó eséllyel találkozhatunk gravid (tojásokat, embriókat hordozó) nőtényekkel. Az ászkák esetében nincs jelentős ivari dimorfizmus, de a hímek alkata keskenyebb, testmérete kisebb, színezete sötétebb árnyalatú (Eisenbeis 2006).

A potroh öt szelvényből áll, az első kettőn nincsenek epimeritek. A potrohszelvényekhez hasadt vékonylemezekből álló lábak csatlakoznak. Egyes fajoknál szabad szemmel is jól észrevehető légzőszerveket (fehértest) figyelhetünk meg, melyek mennyisége szerepet játszik egyes fajok és családok elkülönítésében. A genuszokon belül viszont a különböző fajok nőtényeit túlzott hasonlóságuk miatt nem tudjuk megkülönböztetni. Ezeknél a fajoknál csak a hímek azonosíthatók, mert a hímek és nőtények első 2 pár potrohlába eltérő alakú, hímeknél megfigyelhető a genitális papilla. Az ászkák potrohát a faroklemez zárja le, mely szintén fontos határozóbélyeg. Az utolsó végtag a kétágú farokláb (uropodium) (Farkas és Vilisics 2013).

3.5. Az ászkarákok szerepe az életközösségekben, megítélésük

A szárazföldi ászkarákok életközösségekben betöltött szerepe nem kellőképpen kutatott, holott széles körben előfordulnak, ráadásul az emberközeli élőhelyeken, beleértve a kertvárosi területeket kifejezetten nagy egyedszámot érhetnek el (Vilisics és mtsai 2007).

A tápanyagok körforgásában, a talaj termékenységének fenntartásában számos talajlakó élőlény vesz részt. A szárazföldi ászkarákok talajformáló szerepe abban nyilvánul meg, hogy elfogyasztják a bomló szerves anyagot és visszajuttatják a talajba értékes pellet formájában. Béltraktusuk kisebb szerves molekulákká alakítja a lebomló

félben lévő anyagokat, így téve azokat hozzáférhetővé a talajlakó baktériumoknak és gombáknak az immobilizáció, mineralizáció és humifikáció folyamataihoz. E-képpen kapnak közvetetten szerepet az ászkarákok a talaj mikrobiológiai aktivitásában (Zimmer és Topp 1999; Lavelle és mtsai 2006; Vilisics és mtsai 2012).

A szárazföldi ászkarákok esetében a lebontó tevékenység pozitív ökoszisztéma-szolgáltatás, hiszen az állatok bélcsatornáján áthaladt anyag jelentős szerepet játszik a humifikálódásban. Ürülékük felaprított, ezért megnövekedett felületű növényi törmelékből áll (Gere 1956). Ezt mikrobiális szervezetek (baktériumok és gombák) lebontják és visszajuttatják a talajba. A biológiai körforgásban betöltött szerepük kulcsfontosságú és elvülhetetlen (Otártics és mtsai 2014). Részt vesznek elhalt növényi maradványok lebontásában, ezáltal a humuszképződés elősegítésében, és így gazdagítják a talaj tápanyag- és humusztartalmát (Forró és Farkas 1998; Capinera 2008).

Jelenlétük és táplálkozási aktivitásuk révén a szárazföldi ászkarákok enzimátikus változásokat indítanak el a talajban, mely változások hozzájárulnak a lebomlás folyamatához (A'Bear és mtsai 2014).

A szárazföldi ászkarákok lebontó folyamatokban való szerepe kellő elismertséget kap, és ezen az sem változtat, hogy az újabb megfigyelések szerint a lebontás eredményessége nagyban függ a rendelkezésre álló szerves nyersanyagok minőségétől, a lebomlás idejétől, a helyszínen tartózkodó ászkarákok és mikroorganizmusok faji megoszlásától (El-Wakeil 2015).

A szárazföldi ászkarákok által nyújtott pozitív ökoszisztéma-szolgáltatások körébe tartozik az, hogy nemcsak a holt növényi részek lebontásában vesznek részt, hanem fontos táplálékállatai talajlakó ragadozó ízeltlábúaknak, és gerinceseknek (Paoletti és Hassall 1999, Purse és mtsai 2012, Collison és mtsai 2013, Forró és Farkas 1998, Farkas és Vilisics 2013).

A szárazföldi ászkarákok megítélése változó. Az integrált gazdálkodásban nem-cél szervezatként szerepeltetik őket, mivel sem kártevő, sem hasznos voltukat nem sikerült igazolni. A tudomány és a köztudat sokáig tekintett rájuk kártevőként (Gratwick 1992, Schneider és Krczal 1984, Vernon és Dennis 1966), de mélyülő ismereteinknek nyomán ez a kép árnyalódik. A szárazföldi ászkarákok kifejezetten igénylik a bűvőhelyet és a nedves, párás környezetet, ezért jelenlétük a szokványos szántóföldeken gyakorlatilag nem észlelhető. Ott ugyanis a talaj többnyire nem rendelkezik kellő nedvességtartalommal, és a szántóföld talaja nem elég strukturált

ahhoz, hogy mikrohabitatokat biztosítson az ászkarákok számára (Whitworth és mtsai 2008).

A csökkentett talajművelést alkalmazó, illetve a talajművelés nélküli (no-till) gazdálkodásban azonban megnő a jelentőségük. A zavarás hiányában az ászkarák-populációk gyorsan gyarapodnak, és esetenként elérhetik a gazdasági kártétel küszöbét is. A no-till gazdálkodás mellett bár csökkentek a gazdálkodás költségei, és a termesztett növény is jobban fejlődött a kiegyensúlyozottabb mikroklíma mellett, a nedvesebb mikrokörnyezetben, a felszaporodó szürke gömbászkák (*Armadillidium vulgare*) veszélyt jelentettek a termesztett szójababra (Brody and Lawlor 1984, Alfaress 2012, Saluso 2004).

A nagyobb testmérettel rendelkező ászkarák-fajok kártevőként léphetnek fel a napraforgóban, illetve mivel az aratás után a szójatáblán hagyott növényi maradványok jó minőségű táplálékot jelentenek, a populáció növekedése felgyorsul, és a károkozás a soron következő terményekben fokozottabban jelentkezik (Faber és mtsai 2010, 2011). Kedvelik, sőt, a nagy nedvesség tartalmú (mint például saláta), vagy az alacsonyabb tápanyag tartalmú élelemmel (pl. platánlevél) szemben könnyebb emészthetősége, illetve a tápanyagok hatékonyabb felszívódása miatt előnyben részesíthetik a kissé szárazabb, ám nagy tápanyag-koncentrációval rendelkező burgonyát (Montesanto és Cividini, 2017).

Feltételezések szerint kórokozók terjesztői is lehetnek, ugyanakkor elfogyasztják a gombák spóráit, gombafonalait (Póss és mtsai 2017).

A folyamatosan magas viszonylagos páratartalommal bíró, zárt termesztőberendezésekben esetenként gondot jelenthet az ászkák jelenléte, hiszen elfogyasztják a földre lehajló, földdel érintkező növényi részeket. Ez a táplálkozás gondot jelenthet a tökfélék, különösen annak palántái esetében (Garland és Seaman 1994). Hasonló megfigyelést tettek Kolumbiában: a zsenge szövetű palánták leveleit, hajtásait és gyökereit károsították saláta, brokkoli, káposzta, eper, kukorica és burgonyatermesztésben (Martinez és mtsai 2014). A friss vagy lebomlás alatt álló, de mindenképpen lágy növényi szövetek fogyasztása mellett az ászkarákok évtrendjében a különféle, természetben előforduló magvak is helyet kaptak, amint azt a szürke gömbászka (*A. vulgare*), az érdes pinceászka (*Porcellio scaber*) és a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) fajok bevonásával végzett, természetes környezetet utánozó vizsgálat megerősítette (Saska 2008).

3.5.1. Életmód

A szárazföldi ászkarákok törzspejlődésük során alkalmazkodtak a szárazföldi életkörülményekhez (légzés, szaporodási stratégia, kiszáradás elleni védelem) (Hornung 2011). Az alkalmazkodás elsősorban a nedvességvesztés elkerülésére irányul. Ennek érdekében általában éjjel aktívak, illetve előfordulásuk gyakoribb a nedvesebb helyeken, például avar vagy szalma alatt (Csonka 2017).

Talajlakó szervezetként, az ökológiai környezet szerves részeként a szárazföldi ászkarákok szaprofita (lebontó) szervezetek melyek táplálkozásuk során részlegesen lebontják, vagy feldarabolják a különböző eredetű szerves anyagokat, főként avert (Otártics és mtsai 2014).

Az ászkák táplálkozását részben a mikrobák által kibocsájtott metabolitok, extracelluláris enzimek, esszenciális aminosavak (Ullrich és Storch 1991), másrészt a táplálék minőségi mutatói befolyásolják, mert például előnyben részesítik a nitrogénben gazdag leveleket (Szlavecz és Majorana 1991). Egyes vizsgálatok azt is bebizonyították, hogy a kétszikű növények az egyszikű növényekkel szemben értékesebb, magasabb tápértékű táplálékot jelentenek az ászkák számára (Rushton és Hassall 1983). A szárazföldi ászkarákokra jellemző, hogy ürüléküket ismételtelen elfogyasztják, ezt a jelenséget koprofágiának nevezzük (Hassall és Rushton 1982). Az egyedek között kannibalizmus is megfigyelhető (Sutton 1980).

3.6. Az ászkarákok mint nem-cél szervezetek

A mesterséges anyagok természetben való felhasználása és elterjedése, mint például a peszticidek, gyógyszerek és egyéb vegyszerek, hatással lehetnek a cél- és nem célszervezetekre egyaránt. A rovarölő szerek használata ezért kockázatot jelenthet az ászkarákok és más kulcsfontosságú talajlakó szervezetek számára (Gyldenkærne és Jørgensen 2000). Az 1980-as, 1990-es években nagyobb figyelmet kaptak a talajökotoxikológiai vizsgálatok, így például az Európai Unió által támogatott SECOFASE projekt, amely a toxicitási tesztek kidolgozásának lehetőségeit tárta fel különböző talajlakó gerinctelenekkel, köztük televényférgelkkel, gyűrűsférgelkkel, fonálférgelkkel, ugróvillásokkal, holyvákkel, atkákkal, százlábúakkal, ezerlábúakkal és ászkarákkal (Løkke és Van Gestel 1998). Ennek során többek között Porcellio

scaber egyedeket vizsgáltak nem-célszervezetként, mely során kiderült, hogy a dimetoát mérgezőbb volt az ászkákra, ha talajjal keverték, mint élelmiszerrel. A talajjal kevert rovarölő szer LC50 értéke <50% volt az élelmiszerrel kapott értékhez képest. A mesterséges talajon keresztül történő felvétel kevésbé volt hatékony, mint a természetes talajon (Fischer és mtsai 1995).

A szárazföldi ászkarákok érzékenyen válaszolnak a környezet bizonyos változásaira, ezért ökológiai indikátorként is alkalmazhatóak (Hornung és mtsai 2011). Kiszáradással szembeni tűrőképességük, szaporodási stratégiájuk és anatómiai sajátosságaik révén sikeresen kolonizálják a legkülönbözőbb élőhelyeket. Az átfogó, felmérő és előremutató vizsgálatok, mint például az élőhely-megőrzési vagy rekonstrukciós célú tanulmányok alapja a széleskörű, faji szintű adatbázis összeállítása (Sutton és Harding 1989). Számos tanulmány keresi a választ arra, hogy milyen hatása van az élőhelyek zavartsági fokának, abiotikus és biotikus jellemzőinek az Isopoda együttesek sokféleségére és összetételére.

A különböző típusú élőhelyek fajösszetételének eltéréseit főleg a zavarástűrés, az ökológiai igények és a fajok jelenléte-hiánya magyarázza (Hornung és mtsai 2009, Vilisics és mtsai 2007). A fajgazdagság egyenesen arányos a vegetáció sűrűségével, és az élőhely nedvessége volt rá a legnagyobb hatással (Hornung és mtsai 2009). A természetközeli gyepterületek fajgazdagsága nagyobb, mint a leromlott nyílt élőhelyeké. A természetközeli élőhelyeken belül a fajkészlet jól elkülönül a sík- és hegyvidéki élőhelyeken, valamint elmondható, hogy a degradált élőhelyek fajkészlete homogénebb. A diverzitási forrópontok (Reid 1998, Myers 2003, Myers 1988) helye eltér a természetes és zavarástűrő fajok esetén.

Ugyanakkor hangsúlyozandó, hogy a magas fajszám nemcsak a természetes vagy természetközeli, hanem emberközeli, ember által zavart élőhelyeken is előfordulhat. A fajok adott helyen történő megjelenésére az élőhely természetessége és a nedvességi viszonyok, míg a fajegyüttesek összetételére az élőhely természetessége és a tengerszint feletti magasság van leginkább hatással (Hornung és mtsai 2009). Az ászkarákok az élőhelyek széles változatosságát népesítik be a tengerparttól kezdve az erdei élőhelyeken át a sivatagokig (Warburg 1987). Feltételezhetően a szokványos és biogazdálkodásban egyaránt megtalálhatóak.

Az emberközeli élőhelyek közül különleges ökoszisztémának tekintjük a városokat és városias településeket, ahová a Föld teljes népességének 53%-a csoportosul (Moreno-Monroy és mtsai 2021). Ezekre jellemző, hogy magas a humán népsűrűség, a beépítettség, a természetes élőhelyek jelentősen megváltoznak és a környező

területeknél magasabb hőmérséklet („heat island”) alakul ki (Lo és Quattrochi 2003). Az emberi zavarás hatása az élőhelytípusok szintjén a domináns fajok egyedszám különbségeiben, és nem az ászkaegyüttesek összetételében nyilvánul meg (Vilisics és mtsai 2007). A szinantróp (erős emberi hatás alatt álló) élőhelyek egyik jellemző élőhely-fragmentáló és degradáló alkotásai az autópályák. Elterjedőben lévő új szakterület az autópálya-rovartan, melyben indikátorszervezetként Isopoda fajok is szerepelnek (Vona-Túri és mtsai 2013).

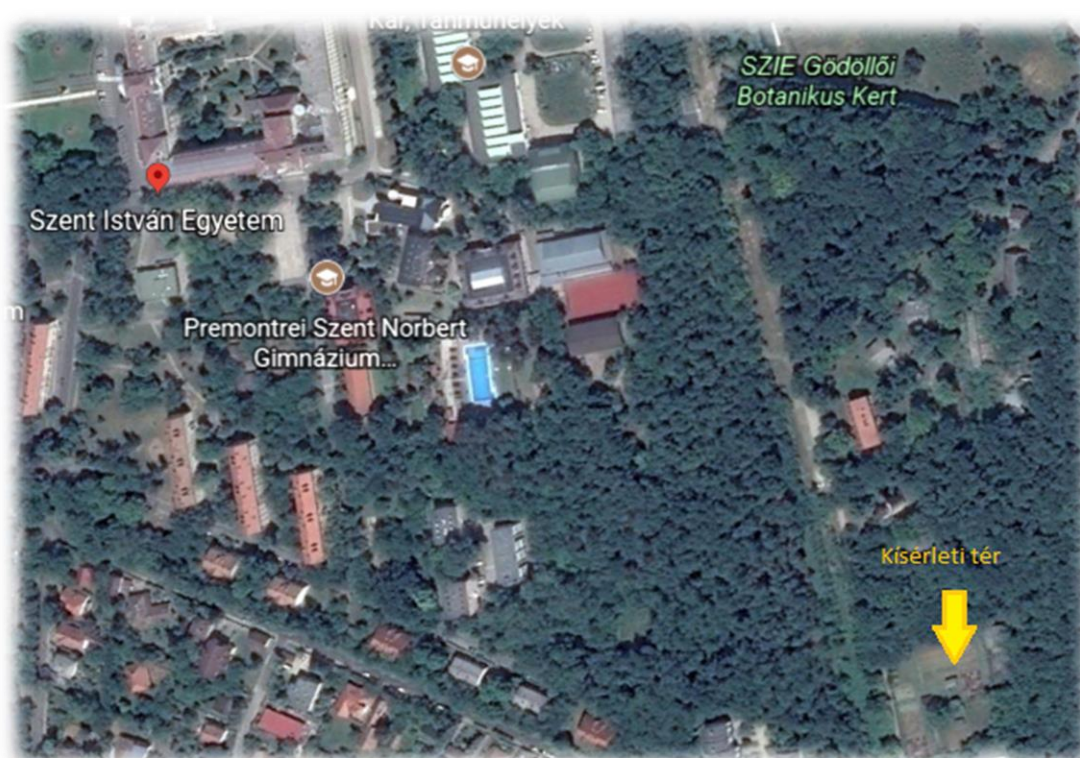
A nem-célszervezetek, például predátorok vagy parazitoidok tesztelése régóta követelmény az európai mezőgazdálkodásban (Hassan és Vogt 2006), illetve alapvető követelmény egy hatóanyag vagy termék piacra vezetése előtt, legyen szó akár GM növényekről (EFSA 2010), vagy természetes anyagból kivont hatóanyagról (Akca és mtsai 2015).

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Az ászkarákok mikrohabitat-preferenciája

A kísérlet helyszíne

Vizsgálatainkat Gödöllőn, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Növényvédelmi Intézet kísérleti terén ($47^{\circ}35'21,97''$ N $19^{\circ}22'03.58''$ E), durva homok fizikai talajféleséggel dominált barna erdőtalajon végeztük (5. ábra).



5. ábra. Az ászkarákok mikrohabitat-preferenciáját és a talaj mikrobiális aktivitásának változását vizsgáló szabadföldi kísérletek helyszíne a MATE Növényvédelmi Intézet kísérleti terén (Gödöllő, 2016-2018). Fotó: Google Earth, 2016.

Az alkalmazott élőlények és anyagok

Talajtakarásra négyféle mulcsot: dióavart, szalmát és komposztot, valamint a helyi parkból gyűjtött főleg korai juhar (*Acer platanoides*), mezei szil (*Ulmus minor*), virágos kőris (*Fraxinus ornus*), vadgesztenye (*Aesculus hippocastanum*) és más

fafajok lombjából álló vegyes avart használtunk, melyeket elegyítve 8–10 cm vastagságban terítettünk el a kísérleti parcellákon.

Vizsgálataink céljára a Pannon Egyetem Agrártudományi Kutatóközpont Burgonyakutatási Központjában nemesített Hópehely és Démon nevű középkorai, bőtermő, tárolási célú burgonyafajtákat használtuk. A teljesség kedvéért megemlíjtük, hogy a vetőgumókat a talajba, illetve a talaj felszínére, közvetlenül a mulcsréteg alá helyeztük. A kétféle ültetést a jelen dolgozat részét nem képező kísérlet céljára alkalmaztuk, ezért a továbbiakban mi ezzel nem foglalkozunk.

A kísérlet három éve alatt gépi talajművelés nélküli, monokultúras termesztés folyt.

A kísérlet időbeli lefolyása

A kísérlet 2016-2018 között zajlott.

Mindhárom év tereprendezéssel és a takaróanyagok kihordásával kezdődött. Ezt közvetlenül követte a burgonya ültetése 2016. március 11-én, 2017. március 17-én, és 2018. április 20–23-án.

Az ászkarákok különböző takaróanyagok alatti fajösszetételét 2017-ben vizsgáltuk meg.

Értékeléseinket kétheti rendszerességgel, ültetés után kezdtük és a betakarítás után, az ászkák aktív időszakának végén zártuk le, így 2016-ban szeptember 8-án és 9-én, 2017-ben szeptember 15-én, 2018-ban pedig szeptember 25-én történt az adott év utolsó mintavétele.

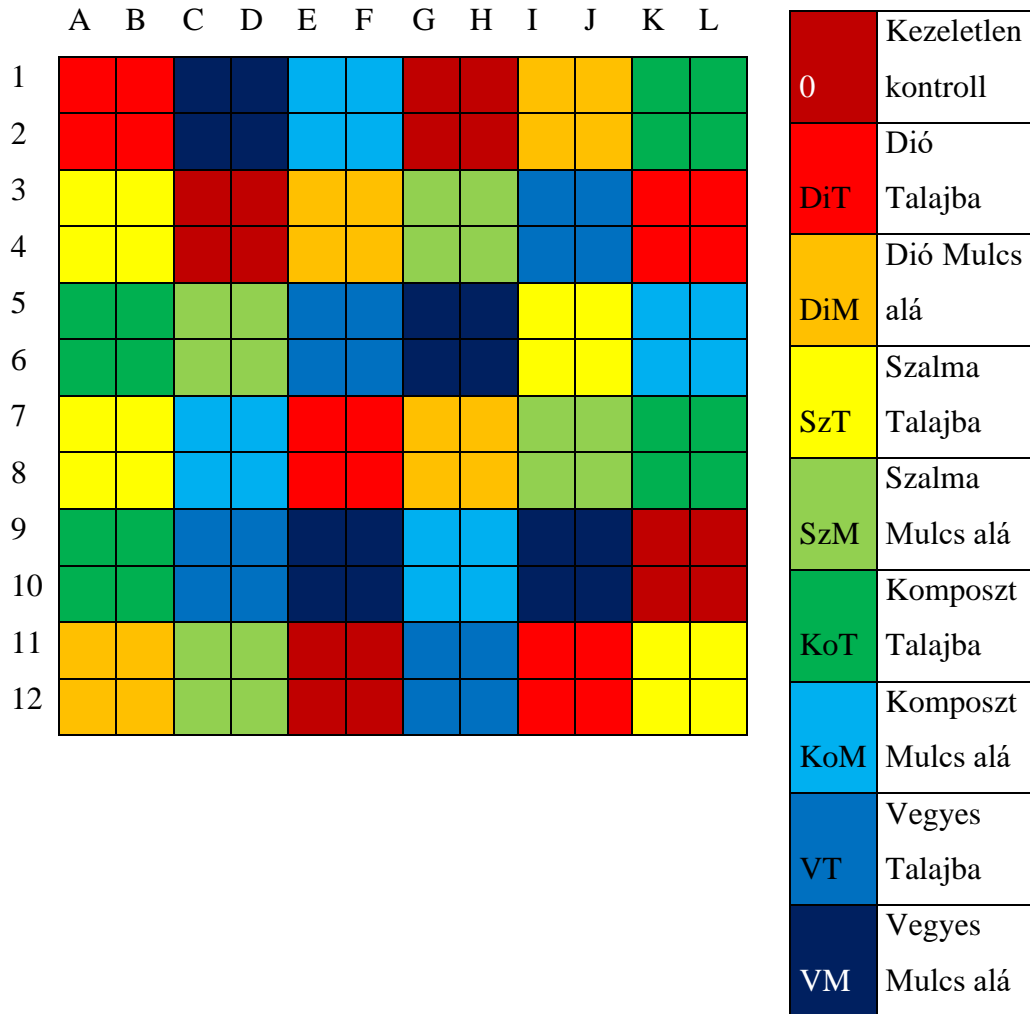
Kísérleti elrendezés, ismétlések, véletlenszerűség biztosítása

Megfigyeléseinket két térbeli ismétlésben, a kísérleti tér két 12×12 méteres részén folytattuk. Az elővetemény 2015-ben az egyik területen burgonya, a másikon kukorica volt. Mindkét térbeli ismétlésben a parcellaméret, vagyis a burgonya tenyészterülete 2×2 m (4 m²) volt, ezért térbeli ismétlésenként 6×6, azaz 36 parcella fért el (6. ábra).



6. ábra. Különböző talajtakaró anyagok használata az ászkarákok mikrohabitat-preferenciáját vizsgáló szabadföldi vizsgálatban, burgonyatermesztés mellett (Gödöllő, 2016–2018). (Fotó: Mészárosné Póss Anett, 2016)

A kísérlet összességében 2×36 , vagyis 72 parcellát foglalt magában. A vizsgálatban szereplő takaróanyagokat (dióavart, szalmát és komposztot, valamint a vegyes avart) véletlenszerű elrendezésben juttattuk ki az egyes parcellákra. A takart parcellák mellett kontroll (takaratlan) parcellákat is kialakítottunk. A kísérleti elrendezés a két térbeli ismétlésben („lenti” és „fenti”) nyilvánult meg (7. ábra).



7. ábra. A talajtakarásra használt szerves takaróanyagok elrendezése az ászkarákok mikrohabitat-preferenciáját vizsgáló szabadföldi vizsgálatban, burgonyatermesztés mellett, két térbeli ismétléssel (Gödöllő, 2016–2018).

Értékelési gyakoriság, felvételezett mutatók

Az értékelést kétheti rendszerességgel végeztük, illetve amennyiben lehetőségünk nyílt rá, csapadékos napok után időzítettük azért, hogy az ászkarákok feltételezeten megnövekedett jelenlétét jobban nyomon követhessük. Minden parcellát 2 percig, az egyedi begyűjtés módszerével vizsgáltunk. A szárazföldi ászkarákok éjjeli aktivitásához igazodva megfigyeléseinkre fejlámpa segítségével naplemente után került sor (8. ábra).



8. ábra. Éjszakai értékelés az ászkarákok mikrohabitat-preferenciáját vizsgáló szabadföldi vizsgálatban, burgonyatermesztés mellett (Gödöllő, 2016-2018). (Fotó: Mészárosné Póss Anett, 2016)

A kutatás során feljegyeztük a napi hőmérséklet- és csapadék adatokat, továbbá az értékelés ideje alatt a Sólymos és munkatársai (2008) által kidolgozott, hazai epigeikus makrogerinctelenek elterjedésének és élőhelyi preferenciájának vizsgálatára készített terepi adatlapon figyelemmel kísértük a mintavételezés körülményeit, beleértve a légmozgás erősségét, felhőzet típusát, a talaj aktuális nedvességállapotát, tömörödöttségét, szerkezetét, az avarréteg/talajtakarás vastagságát és nedvességtartalmát (1. melléklet).

Néhány bizonyító példányt fajonként begyűjtöttünk, melyek a későbbiekben mikroszkópos vizsgálattal meghatározásra kerültek. Az ászkarákok meghatározásához Farkas Sándor és Vilisits Ferenc Magyarország szárazföldi ászkarák faunájának határozója, valamint külföldi határozókönyvek nyújtottak segítséget (Schmölzer 1965,

Gruner 1966; Hopkin 1991; Farkas és Vilisics 2013). A szárazföldi ászkarákat azonosításukig fiolákban, 70%-os propanolban tároltuk. A fiolákra ráírtuk a parcella számát, a gyűjtés időpontját és helyét. Csak a szabad szemmel nehezen meghatározható, kérdéses fajokból gyűjtöttünk bizonyító példányokat.

4.2. Az ászkarákok által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások

4.2.1. A talaj biológiai aktivitásának változása, és annak hatása a termésre

A kísérlet helyszíne

Kísérleteinket a 3.1. kísérletben említett helyszínen, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Növényvédelmi Intézet kísérleti terén végeztük egy félig fedett üvegházban.

Az alkalmazott élőlények és anyagok

A kísérletet a szárazföldi ászkarákok (Isopoda: Oniscidea) alrendjébe tartozó Hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus* (Brandt) faj egyedeivel folytattuk le. A hamvas ászka közepes méretű szárazföldi ászkarák, nagysága 8–12 mm. Színe barnás, lilás, szilvakék lehet. A barnás színezetű állatokon halvány mintázat figyelhető meg (Farkas és Vilisics 2013). A testet vékony rétegben viaszgömbök borítják, ettől kapja jellegzetes kékesszürke hamvasságát (Gregory 2009). A pleon szélesebb, mint a pereion, ezért a két testrész találkozása kifejezett. Bár igen elterjedt állat, a hamvas ászka zavarásra menekül. Gyakran megtalálható emberi környezetben, a bomló növényi részek közelében. Bár a száraz területeken is gyakran előfordul, a hamvas ászka a komposzthalmok leggyakoribb szárazföldi ászkarák-faja (Farkas és Vilisics 2013).

Az állatokat a Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ területéről, egyeléses és forgatásos módszerrel gyűjtöttük be, és a kísérlet előtt szobahőmérsékleten, természetes megvilágítás mellett, avarral és konyhai hulladékkal táplálva, fajonként elkülönített tenyésztő dobozokban tároltuk.

Termesztett növény gyanánt az Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézetből származó determinált, elsősorban friss fogyasztásra hasznosított, középkezei Dányi tájfajta

paradicsomot ültettük. Ez a fürtönként 4–5 kerek, bordázottság nélküli, lédús, piros bogyót nevelő paradicsom tájfajta betegség-ellenállósága közepes mértékű, lombmegújuló képessége kiemelkedő (ÖMKi 2015).

A talaj takarására diófa, szilfa és juhar lombjából álló vegyes avart használtunk, melyet az előző évi őszi összegyűjtés után a kísérleti helyszín mellett közvetlenül pár méterre árnyékos területen tároltunk, és melyből egységesen átlag 40 dkg avart helyeztünk el a takarással ellátott tenyészedények talajának (Florimo általános virágföld) felszínére.

A kísérlet időbeli lefolyása

Vizsgálataink két évben zajlottak.

Az első kísérletet 2016. május 24-én állítottuk be, és 2016. szeptember 23-án fejeztük be. A második kísérlet 2017. május 15-én kezdődött és 2017. szeptember 12-én ért véget a növények termésérleléséhez igazodva.

Kísérleti elrendezés, ismétlések, véletlenszerűség biztosítása (randomizálás)

Az ászkarákokat is tartalmazó kísérleti tenyészedényekbe egyenként 20-20 egyedet helyeztünk el a takaróréteg alá. Az avartakaráshoz a fentebb említett fajokat egyenlő arányban tartalmazó vegyes avart használtuk. Azokba az edényekbe, amelyekben az ászkarákok hatását vizsgáltuk, 20–20 *Porcellionides pruinosus* egyedet helyeztünk.

Kétféle tenyészedénnyel dolgoztunk: mindkét évben 5 literes virágcserepbe virágföldet, míg a 2017. évi kiegészítő kísérlet során 11 literes tenyészedénybe 1:1 arányú virágföldet és homokot helyeztünk.

A tenyészedényekben négyféle kezelést alkalmaztunk. A jelöléseket a tenyészedényeken rövidítésekkel tüntettük fel (kontroll: Á-T-, csak takart: Á-T+, csak ászkarák: Á+T-, kombinált: Á+T+, ahol az „Á” az ászkák jelenlétét (+) vagy hiányát (-), a „T” a talajtakarás jelenlétét (+) vagy hiányát (-) jelöli.

A csak virágföldet tartalmazó tenyészedényes kísérletben a kezelés során tíz ismétlést, míg az 1:1 arányú homokot és virágföldet tartalmazó edények esetében öt ismétlést végeztünk. Első évben összesen 40 db, míg következő évben 60 db tenyészedényünk volt. A második évben a növényállomány igényeihez jobban igazítható csepegtető öntözőrendszert alakítottunk ki (9. ábra).



9. ábra. Csepegtető öntözőrendszer a talaj biológiai aktivitásának változását vizsgáló kísérletben, paradicsom tenyészedenyes termesztése mellett (Gödöllő, 2017). Fotó: Zanker Angéla, 2017.

Értékelési gyakoriság, felvételezett mutatók

A talajaktivitást a talaj előzetes mintavételezése során, 2016-ban FDA hidrolízisen alapuló méréseket végeztünk, 2017-ben nem állt rendelkezésünkre laborhátter.

A méréseket a paradicsomnövény fenológiai állapotának nyomon követésével végeztük, az első értékeléseket a paradicsombogyók méréséhez igazítottuk. 2016-ban mértük a paradicsomnövény bogyó- és száraz gyökértömegét, valamint a leszedett bogyók számát. A növények gyökerét két hetes szárítást követően mértük, és grammban fejeztük ki. 2017-ben az állomány általános egészségügyi állapotát figyeltük meg: feljegyeztük a főbb kórokozókat, kártevőket.

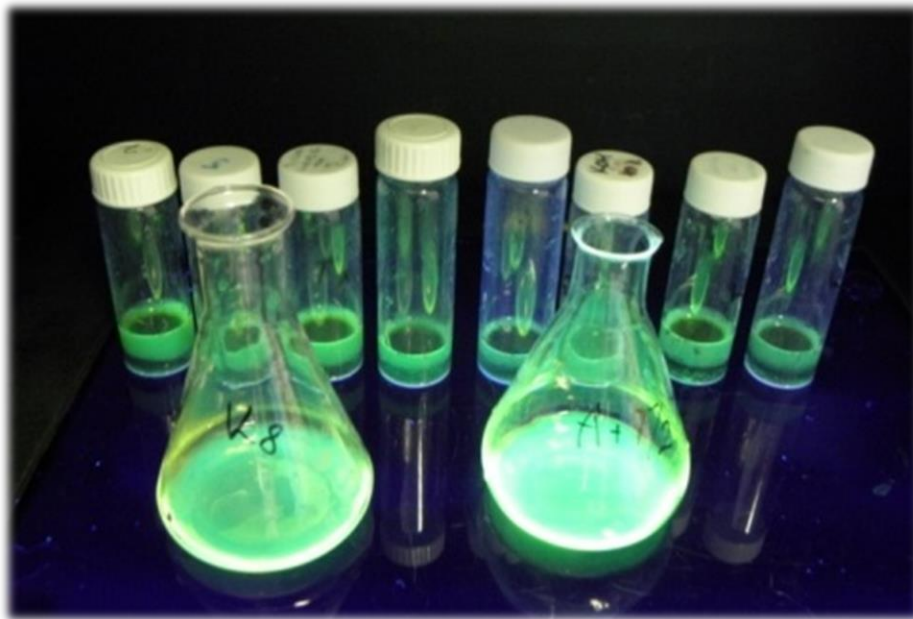
A kísérlet felszámolásakor talajrostálás segítségével vizsgáltuk az ászkarákok jelenlétét.

A talaj össz-mikrobiális aktivitásának mérése FDA hidrolízis aktivitási teszttel

A talajmintákat a biológiai aktivitás mérése céljából a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Genetika és Biotechnológiai Intézet laboratóriumába szállítottuk.

A talaj mikrobiális aktivitásának mérése során – Schnürer és Rosswall (1982) nyomán –, minden mintából kivettünk 2 gramm talajt, majd a talajmintákhoz hozzáadtunk 10 ml 60 mM-os nátrium-foszfát puffert.

A reakcióelegy pH-ját 7.6-os értékre állítottuk be. Az FDA törzsoldatból (2 mg/ml) 100 µl-t mértünk a reakcióelegybe. Ezt követően a keveréket kis fordulatszámon (300 fordulat/perc) rázattuk. Az inkubációs idő 2 óra volt, 24°C-on. Az inkubálást követően, 10 ml acetont adtunk az elegyhez, ezzel megállítottuk a reakciót. Papírszűrő segítségével leszűrtük az oldatot, majd a szűrletben megállapítottuk a hidrolizált FDA mennyiségét (10. ábra).



10. ábra: Talajminták előkészítése az FDA hidrolízis aktivitás vizsgálatához a talaj biológiai aktivitásának változását megfigyelő kísérletben (Fotó: Zanker Angéla, Gödöllő 2016)

A mikrobiológiai aktivitás következtében termelődő fluoreszcein abszorbanciáját 490 nm-en mértük Haca DR/2000 típusú spektrofotométerrel. Ismert koncentrációjú fluoreszcein oldatok abszorbanciái alapján kalibrációs görbét készítettünk, amelynek segítségével meghatároztuk a mintáinknál mért abszorbanciákból a 2 óra alatt keletkezett fluoreszcein mennyiségét.

A hidrolizált FDA mennyiségét 490 nm-es hullámhosszon fotometrálassal (NanoPhotometer™ Implen) határoztuk meg.

4.2.2. *Porcellionides pruinosus* egyedek növénykórokozó-fogyasztása

A kísérlet helyszíne

Mindkét kísérletet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Növényvédelmi Intézet növénykórtani és rovar-tani laborjaiban valósítottuk meg.

Az alkalmazott élőlények és anyagok

A kísérletet a szárazföldi ászkarák (Isopoda: Oniscidea) alrendjébe tartozó hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) faj egyedeivel végeztük. Az állatokat a Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ területéről, egyeléses és forgatásos módszerrel gyűjtöttük be, és a kísérlet előtt szobahőmérsékleten, természetes megvilágítás mellett, avarral és konyhai hulladékkal táplálva, fajonként elkülönített tenyésztő dobozokban tároltuk.

Az etetéses kísérletben a táplálékul szolgáló kórokozó gombafaj telepeit Gödöllő-Máriabesnyő területéről, egy ökológiailag művelt hétvégi gyümölcsösből gyűjtöttük. Így jutottunk a körterozsda (*Gymnosporangium sabinae*) kórokozóval fertőzött, és körterozsda nélküli, csak *Mycosphaerella pyri/Septoria pyricola* kórokozó által fertőzött levelekhez.

A táplálékválasztásos kísérletben *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium solani*. patogén gombafajokat tenyésztettünk. Az alapanyagot a Növényvédelmi Intézet meglévő törzsgyűjteményéből szereztük be. A kórokozókat Petri-csészében, paradicsomos táptalajon szaporítottuk. A táptalaj összetevői Zándoki és mtsai (2005) alapján 1000 ml vízhez a következők: 150 g sűrített paradicsom, 10 g glükóz, 10 ml kloramfenikol. A táptalaj szilárdító anyaga 20 g agar-agar, a tengeri vörösalgákból kivont kétkomponensű gélképző poliszacharid-keverék.

A munkálatok elvégzéséhez steril környezetet biztosítottunk, ezért a táptalaj Petri-csészébe mérését és magát az oltást Lamináris boxban, azaz steril fülkében végeztük. A táptalaj kihülése és megszilárdulása után szűrőpapírt helyeztünk annak felületére, a szűrőpapírra pedig három pontban, háromszög alakban oltottuk a gombákat.

A *G. sabinae* (Dickson) G. Winter a Basidiomycota törzsbe, Pucciniomycotina altörzsbe, Pucciniomycetes osztályba, Pucciniales rendbe, Gymnosporangiaceae családba, a *Gymnosporangium* nemzetségbe tartozik (Mycobank 2021). A levelek

foltosodását okozó *G. sabinae* sajátossága, hogy szaporítóképletei, az ecídiumok kiemelkednek a levélfelszínből. Bár magyar elnevezése a körtéhez köti, elsődleges gazdanövényei a borókák. Európa-szerte széles körben elterjedt, a fertőzés időszaka azonban függ a körteüetvény helyétől is (Lâce 2017). Az Amerikai Egyesült Államokban csak 2009-ben jelent meg először (Yun és mtsai 2009). Az öko-gazdálkodásban az agrotechnikai elemek megválogatása és a rezisztens fajták termesztése lehet hatásos a védekezésben, illetve felhasználhatóak egyes hasznos mikrobiológiai szervezetek is (Lâce, 2017).

A *M. pyri* (Auerswald) Boerema (anamorf alak: *Septoria pyricola* Desm.) az Ascomycota törzsbe, Pezizomycotina altörzsbe, Dothideomycetes osztályba, Mycosphaerellales rendbe, Mycosphaerellaceae családba, *Mycosphaerella* nemzetségbe tartozik (Mycobank 2021). A gomba elsődleges gazdanövénye a körte, melyen léziókat okoz. Elsősorban a gyümölcs korai fejlődési szakaszaiban fertőz (Chatzidimopoulos and Pappas 2016). A védekezés fő eleme a rezisztens fajták termesztése (Kayang and Sharma 1999).

A *M. phaseolina* (Tassi) Goidànich az Ascomycota törzsbe, Pezizomycotina altörzsbe, Dothideomycetes osztályba, Botryosphaeriales rendbe, Botryosphaeriaceae családba, a *Macrophomina* nemzetségbe tartozik (Mycobank 2021). A kórokozó komoly gazdasági kárt okoz szójababban, de gazdanövényeinek széles a köre: egyéb hüvelyeseket, kukoricát, cirkot, és egyes gyümölcsstermő és erdőalkotó fákat is fertőz (Gupta és mtsai 2012). A biológiai védekezés egyik viszonylag új útvonala a rezisztens fajták genetikai elemzésén alapuló fajtaválasztás például szójababban (Cosser és mtsai 2017).

A *S. sclerotiorum* (Libert) de Bary az Ascomycota törzsbe, Pezizomycotina altörzsbe, Leotiomycetes osztályba, Helotiales rendbe, Sclerotiniaceae családba, a *Sclerotinia* nemzetségbe tartozik (Mycobank 2021). A kórokozó a gazdasági növényeink széles körében okoz nehézséget, gazdanövényei között elsősorban a lágyszárú fészkesek, hüvelyesek és keresztesek találhatóak (Purdy 1979; Boland és Hall 1994). A *Sclerotinia*-kártétel gyakran lép fel akkor, amikor egyébként a termesztés ökológiai körülményei kedvezőnek nevezhetők, ezért amikor bekövetkezik a kártétel, az igen nagyfokú lehet (Purdy 1979). Az újabb, repcében folytatott vizsgálatok arra világítanak rá, hogy egyes baktériumok sikerrel használhatóak a kórokozó ellen (Kamal és mtsai 2016).

Az *Aspergillus niger* Tieghem az Ascomycota törzsbe, Pezizomycotina altörzsbe, Eurotiomycetes osztályba, Eurotiales rendbe, Aspergillaceae családba, az *Aspergillus*

nemzetségbe tartozik (Mycobank 2021). Bár a termések felszínén fekete bevonatot képező kórokozó komoly gazdasági károkat okoz a gyümölcs- és zöldségtermesztésben (Khokhar 2011); az *A. niger* egyúttal használatos a citromsav, illetve egyes enzimek ipari előállítására élelmiszeripari és gyógyászati segédanyag előállítására (Cairns és mtsai 2018). A hagyma termesztése során az *A. niger* ellen sikerre vezetett az egyes *Penicillium* törzsek antagonizmusára építő biológiai védekezés (Khokhar 2011).

A kísérlet időbeli lefolyása

Az első, etetési kísérlet beállítására 2016. október 6-án került sor. A kísérlet két hétig folyt.

A második, táplálékválasztási kísérlethez szükséges paradicsomos táptalaj lefőzése és a gombák táptalajra oltása 2016. november 10-én történt. November 17-én a táptalajt már teljesen átnőtt gombákkal történt a végleges kísérleti beállítás.

Kísérleti elrendezés, ismétlések, véletlenszerűség biztosítása (randomizálás)

Az etetési kísérletben a körtelevelekből választottunk ki 30–30, a körterozsda kórokozójával fertőzött, illetve egészséges darabot, melyek közül 15 körterozsdás és 15 rozsdá nélküli levelet Petri-csészébe, továbbá ugyanígy 15–15 levelet pedig virágfölddel töltött dobozba helyeztünk (11. ábra). A Petri-csészébe 10–10 és a dobozba is 10–10 hamvas ászka egyed (*Porcellionides pruinosus*) helyeztünk. A tárolásra használt dobozokat és Petri-csészéket értékelésenként, heti két alkalommal, vízzel teli kézi permetezővel nedvesítettünk a nedves, páradús környezet biztosítása érdekében. A beállított kísérletek alkalmanként átlagosan 3–3 fűjásnyi vízpermetet kaptak.



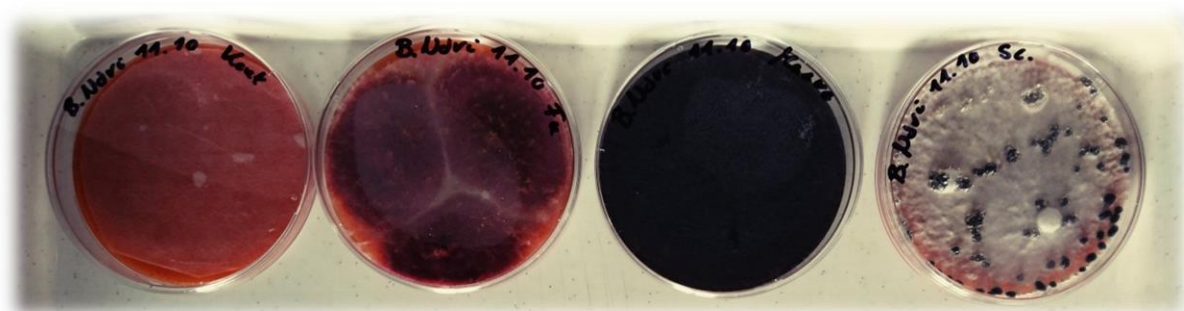
11. ábra. Etetéses kísérlet a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) a körterozsda (*Gymnosporangium sabinae*) kórokozójával fertőzött levelek fogyasztásának vizsgálatára a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növényvédelmi Intézet rovaratani laboratóriumában. (Fotó: Balázs Nóra, 2016)

A táplálékválasztásos kísérlet számára összesen 40 minta készült, melyből 10-re *Sclerotinia sclerotiorum*, 10-re *Macrophomina phaseolina*, 10-re *Fusarium solani* oltása történt, a többi 10 db kezeletlen kontroll maradt. A kontrollnak hagyott Petri-csészék valószínűleg már az ászkarákok táptalajra helyezésekor *Aspergillus niger* penészgombával fertőződtek (12. ábra).

Egy héttel később a táptalajt már teljesen átnőtt gombákra és a kontroll (*Aspergillus niger*-el befertőződött) táptalajra 10-10 hamvas ászkát (*P. pruinosus*) helyeztünk.

A 40 Petri-csészéből a kontroll (befertőződött) és mindegyik gombafaj 3–3 mintájára nem kerültek állatok, melyekhez a későbbiekben az ászkarákos Petri-csészék változásait viszonyítottuk. Az ismétlések száma gombafajonként 7 volt.

A Petri-csészéket tálcákon lefedve, véletlenszerűen helyeztük el.



12. ábra. Táplálékválasztásos kísérlet szárazföldi ászkarákok különböző kórokozófogyasztásának vizsgálatára. A Petri-csészékben a képen balról jobbra haladva a patogén ágens nélküli kontroll, majd *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* és *Sclerotinia sclerotiorum* fajok telepei láthatóak a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növényvédelmi Intézet növénykórtani laboratóriumában.

(Fotó: Balázs Nóra, Gödöllő 2016)

Értékelési gyakoriság, felvételezett mutatók

A körterozsdás etetési kísérletben a levélfogyás mellett a rozsdagomba ecídiumtelepeinek fogyását is figyeltük. Megbecsültük az összes levélfogyás mértékét mind a Petri-csészés, mind a virágföldes kísérletekben. Az összes levélfogyáson belül külön szemrevételeztük a levélszél fogyasztás, levélerek közötti hámozgatás, levélerek közötti lyuggatás egymáshoz viszonyított arányát (13. ábra). Megfigyeltük a *Mycosphaerella pyri/Septoria pyricola* kórokozó miatt megjelenő levélfoltok és *Gymnosporangium sabinae* fertőzés hatására kialakult ecídium telepek fogyását, valamint az ászkák levélen való elhelyezkedését (levélszín, levélfonák) illetve az elhullást. Összehasonlítottuk a két eltérő közegben, a természetes viszonyokat teljesebb mértékben tükröző virágföldes dobozban és a szűrőpapíron tartott szárazföldi ászkarák elhullásának, levélfogyasztásának egymáshoz viszonyított arányát.



13. ábra. A levélfogyás mértékének megfigyelése a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) a körterozsda (*Gymnosporangium sabinae*) kórokozójával fertőzött levelek fogyasztásának vizsgálatára beállított etetési kísérletben a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növényvédelmi Intézet rovar-tani laboratóriumában. (Fotó:

Balázs Nóra, 2016)

A táplálékválasztásos kísérletben a Petri-csészés mintákat két héten keresztül, heti kétszer vizsgáltuk, a megfigyelések során fénykép készült minden Petri-csészéről. Megvizsgáltuk, hogy fogyasztják-e a kórokozó gombák micéliumait, szaporító és kitarító képleteit e lebontó szervezetek, és ha igen, mely gombafaj mely részeit

részesítik előnyben. Továbbá tanulmányoztuk a befertőződés mértékét is. Mindemellett megfigyeltük, hogy e képletek laboratóriumi körülmények között történő fogyasztása miként hat az ászkarákok kifejlett egyedeinek túlélésére.

4.2.3. *Armadillidium vulgare* egyedek szerepe a *Fusarium solani* tárolási kórokozó terjedésében

A kísérlet helyszíne

A tárolási kórokozó okozta károk mértékének ászkarák jelenlétében történő megfigyelésére irányuló kísérleteinket három helyszínen végeztük.

Az első a korábban (3.1. kísérlet) említett Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növényvédelmi Intézet kísérleti tere, az ott található liziméter. A helyiség aljzata beton, a falak nem szigeteltek, és egy kisebb ablak szolgál a természetes fény beengedésére. A hőingadozás kicsi, ezért ez a helyiség jól modellezi a családi házakban tárolásra használt pincéket.

Második és harmadik kísérleti helyszínként egy családi ház pincéje szolgált Neszmély (47°44'04.2"N 18°21'05.1"E), illetve Makó (46°13'36.7"N 20°28'48.8"E) településeken. A pincék aljzata homokos talaj. A helyiség egy-egy kisebb ablakkal van ellátva, a megvilágítást a természetes fény adja.

A patogén ágensek előkészítését és visszaizolálását a Növényvédelmi Intézet növénykórtani és rovartani laborjaiban valósítottuk meg.

Az alkalmazott élőlények és anyagok

A tárolási kórokozóval folytatott vizsgálatához a szárazföldi ászkarák-fajok közül a közönséges gömbászkát (*Armadillidium vulgare* (Latreille)) választottuk. A közönséges gömbászka kis-közepes méretű, testhossza legfeljebb 12 mm. A test kétszer olyan hosszú, mint amilyen széles. A legtöbb ivarérett egyed egységesen sötétszürke, melyen halványsárga, olykor barna vagy piros mintázat látható. A foltok széle sohasem szegett fehér színnel. Járólábai viszonylag rövidek, a faroklemez jellegzetesen trapéz alakú (Farkas és Vilisics, 2013). A közönséges gömbászka élőhely-generalista, a genus egyik legelterjedtebb és legnagyobb számban észlelhető faja. Sokszor nevezik invazívnek (Vona-Túri és mtsai 2013). Kültakarója finoman

szemcsézett, és ez teszi lehetővé a külső körülmények széles skálájához való alkalmazkodóképességét (Csonka és mtsai 2013, Schmalfluss 2013).

Az egyedeket a Dr. Csonka Diána Budai-hegységben végzett gyűjtésére alapuló, a MATE Növényvédelmi Intézet által fenntartott törzstenyészetéből szereztük be.

A *Fusarium solani* (Martius) Saccardo az Ascomycota törzsbe, Pezizomycotina altörzsbe, Sordariomycetes osztályba, Hypocreales rendbe, Nectriaceae családba, a *Fusarium* nemzetségbe tartozik (Mycobank 2021). A *F. solani* mezőgazdasági jelentőséggel bíró kórokozó, elsősorban a hüvelyesek és a burgonyafélék családjába tartozó növényeken okoz hervadást, klorózist és léziókat (Coleman 2016). A biológiai védekezés eszköztárába elsősorban a vetésforgó, a talaj állapotának javítása, a rezisztens fajták termesztése, illetve az antagonisztikus ágensek alkalmazása tartozik (Abeysinghe 2007).

A felhasznált *F. solani* kórokozó begyűjtéséhez a Növényvédelmi Intézet Kísérleti terén zajló talajtakarásos, ökológiai termesztésű burgonyakísérletből (Fehér és mtsai 2017) begyűjtött és tárolás során szemmel láthatóan fertőzött burgonyagumókat vizsgáltunk át a fuzárium-fertőzés jól látható jeleit keresve. A fertőzött gumókat a MATE Növényvédelmi Intézetének növénykórtani laboratóriumába szállítottuk. A gumókról leválasztottuk a penészgyepet, majd fuzárium-szelektív táptalajon izoláltuk az ágenst.

A fuzárium-szelektív táptalajok nagy része a közismert gombaölőszer, a pentaklór-nitrobenzol (PCNB) hatására épül. A hatóanyag a *Fusarium* nemzetségbe tartozó fajok kifejlődésére nincs hatással, de a legtöbb penészképző gomba kifejlődését gátolja (Szécsi 2004). Kísérletünkben Gamliel és Katan (1991), módosított pepton-PCNB táptalaját készítettük el kisebb változtatásokkal: az autoklávban történő sterilizálás során nem adtunk hozzá tejsavat. A táptalajhoz közepes méretű főzőlombikban összekevertünk 1000 ml vizet, 15 g peptont, 1 g KH_2PO_4 -t, 0,5 g MgSO_4 -t és 20 g agart, majd a keveréket főzőkuktában kb. 40 percig főzzük, a kuktából kivéve 5 ml PCNB-t és 10 ml kloramfenikolt adtunk a főzethez. Az elkészült táptalajt steril boxban Petri-csészékbe öntöttük.

Egy héttel később a *F. solani* telepeinek vélt fehérös rózsaszín, tömör gombaszövedéket tovább oltottuk az általánosan használt PDA-táptalaj módosított változatára. A táptalajhoz 500 ml vízhez 10 g krumpliport, 10 g glükózt, 8 g agart összekevertünk, majd főzőkuktába helyeztük, és forrástól számítva 30 percig főztük, a kuktából kivéve 5 ml kloramfenikolt adtunk hozzá, majd steril boxban Petri-csészékbe töltöttük.

A tovább oltott tenyészeteket (Xu és mtsai 2013) útmutatása nyomán a konídiumok megjelenéséig, vagyis 4-5 napig UV lámpa alá (Sun és mtsai 2014) helyeztük.

Az egészséges burgonyagumókat mesterségesen fertőztük meg *F. solani*-val február 28-án, a kísérlet beállítása előtt.

A burgonyagumók csávázásához a tárolás során fellépő burgonyabetegségekkel szemben javasolt, Botector® készítményt használtuk, mely az *Aureobasidium pullulans* gombát tartalmazza.

Az *A. pullulans* (de Bary) Arnaud az Ascomycota törzsbe, Pezizomycotina altörzsbe, Dothideomycetes osztályba, Dothideales rendbe, Dothioraceae családba, az *Aureobasidium* nemzetségbe tartozik (Mycobank 2021). A faj széles körben elterjedt, és kifejezetten változatos: egyes törzseit növényi vagy humán kórokozóként tartják számon, míg mások szaprofiták (Cooke 1959). Elsősorban gazdasági jelentőséggel bír, enzimek, fehérjék és poliszaharidok gyártásának kiinduló eleme, illetve fontos szerephez jut a biogazdálkodásban (Gaur és mtsai 2010).

A kísérlet időbeli lefolyása

A kísérlet egységesen 2018. március 9-én kezdődött. A felszámolás és kiértékelés az első helyszínen, Gödöllőn 2018. május 9-én történt, a második és harmadik helyszínen (Neszmélyen, illetve Makón) 2018. május 17-én.

Kísérleti elrendezés, ismétlések, véletlenszerűség biztosítása (randomizálás)

Mindhárom helyszínen tíz ismétléssel dolgoztunk, ehhez ismétlésenként tíz darab, 56×39×28 cm-es, 45 l űrtartalmú műanyag tárolódobozt használtunk. Minden doboz aljára öt centiméter vastag homokot helyeztünk. A doboz belsejében, annak közepére tíz darab, közel azonos nagyságú (20–40 g) egészséges burgonyagumó került.

Minden doboz végébe egy darab *Fusarium solani*-val fertőzött gumót helyeztünk, mely nem érintkezett az egészségesekkel. A doboz másik végébe a Botector® nevű készítménnyel csávázott gumó került szintén úgy, hogy nem érintkezett az egészséges gumókkal.

Tíz dobozból ötbe került tíz-tíz egyed közönséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*). A közönséges gömbászkákat tartalmazó dobozokba alternatív táplálékul két-két darab tölgyfa levelet is helyeztünk, ezen felül az ászkarákokat tartalmazó dobozok

homokrétegét enyhén nedvesen tartottuk (14. ábra). Minden egyes dobozt azonosítóval láttunk el, majd ezek a dobozok véletlenszerű sorrendben kerültek elhelyezésre.



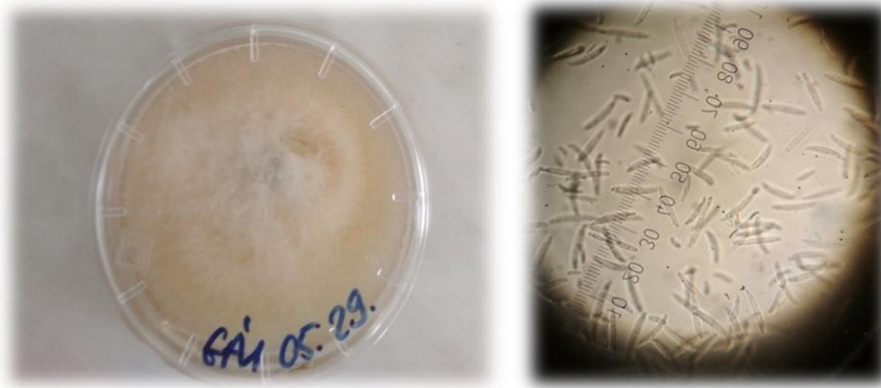
14. ábra. A közönséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*) a *Fusarium solani* tárolási kórokozó terjesztésében betöltött lehetséges szerepét vizsgáló, kiskerti tárolási körülményeket modellező kísérletben használt tárolódobozok elrendezése Gödöllőn. (Fotó: Plangár Nóra, 2018).

Értékelési gyakoriság, felvételezett mutatók

A kísérletet kéthetente ellenőriztük, mely során megfigyeltük az ászkarákokat tartalmazó dobozok alján elhelyezett homok nedvességét, szükség esetén kézi permetezővel nedvesítettük azokat. Egyúttal megfigyeltük és feljegyeztük a gumók állapotát, az ászkarákok elhelyezkedését.

Az ászkarákokat tartalmazó dobozokban pótoltuk az elfogyasztott tölgyfa-leveleket. A felszámolás során összegyűjtöttük a rágott gumókat. Lemértük a rágásnyomok méretét és mélységét, majd a mért adatokból köbmilliméterben megadtuk a rágás nagyságát.

Megszámoltuk a dobozokban talált ászkarákok egyedszámát, és az elhullott állatokat. A burgonya táptalajra oltott, *Fusarium solani*-nak vélt gombákat mikroszkóp segítségével megvizsgáltuk (15. ábra), keresve a kórokozó makrokonídiumait, melyek bizonyítják, hogy valóban az adott kórokozót izoláltuk a fertőzött burgonyagumókról.



15. ábra. Mikroszkópos elemzés a *Fusarium solani* kórokozó azonosítására a tárolási kórokozó közönséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*) jelenlétében történő terjedését vizsgáló kísérletben (Fotó: Plangár Nóra, Gödöllő 2018).

4.3. *Porcellionides pruinosus* mint nem-cél szervezet

4.3.1. Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* rovarpatogén gombák

A kísérlet helyszíne

A rovarpatogén gombák jelenlétének a hamvas ászka pusztulására gyakorolt hatását vizsgáló kísérleteinket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Növényvédelmi Intézet növénykórtani és rovarpatológiai laborjaiban végeztük.

Az alkalmazott élőlények és anyagok

A biológiai növényvédelmi készítményekben rendszeresen felhasznált rovarpatogén gombákat a Natur Agro Hungária Kft. biztosította az intézet számára egy korábbi konzorciumi együttműködés nyomán. A lombikban érkezett gombákat, a kísérlet megkezdéséig hűtve tároltuk. Felhasználás előtt a telepeket a MATE Növényvédelmi Intézetének Növénykórtani laboratóriumában Dr. Turóczy György egyetemi docens azonosította.

A szárazföldi ászkarák rovarpatogén gombákkal szembeni érzékenységét vizsgáló kísérlethez a szárazföldi ászkarák-fajok közül a hamvas ászkát (*Porcellionides pruinosus*) választottuk. Az egyedeket a Dr. Csonka Diána Budai-hegységben végzett gyűjtésére alapuló, a MATE Növényvédelmi Intézet által fenntartott törzstenyészetéből szereztük be.

A kísérlet során igény merült fel további egyedek begyűjtésére. Ezekhez az állatokhoz a Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ területéről, egyelűes és forgatásos módszerrel jutottunk hozzá.

A kísérletben szereplő hamvas ászka egyedeket a fajonként elkülönített tenyészetből a kísérletet megelőzően 16×18,5×6,5 cm-es műanyag dobozokban szobahőmérsékleten, a Növényvédelmi Intézet Rovartani gyakorlójában sötét anyaggal letakarva tároltuk. A talajt nedvesen tartottuk, és táplálékforrásként kiadagolt, egységnyi leveleket biztosítottunk számukra.

A *Metarhizium*-szelektív táptalaj elkészítéséhez felhasználtunk 5 g szója-peptont, 5 g glükózt, 7 g agart, 5 ml kloramfenikolt, és 20 ml cycloheximidet, valamint 500 ml vizet. A Georg és mtsai (1954) által kloramfenikol-rezisztens gombák tenyésztésére kifejlesztett recept módosított változata nyomán készült táptalajra entomopatogén gombafajokat (*Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae*) oltottunk.

Munkánk során az olajos szuszpenzió összeállításához a Tween 80 készítményt használtuk. A polioxietilén(20)-szorbitán-oleát (E433) vagy poliszorbát 80 néven ismert Tween 80 szintetikus adalékanyag: szorbitból, olajsavból és etilén-oxidból előállított borostyánsárga színű, vizkózus folyadék. A Tween 80 készítményt feloldottunk vízben, ezt pipettáztuk a tenyészetekre, így 1%-os oldatban egyenletesebben eloszló spórákat kaptunk.

A *B. bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. (1912) az Ascomycota törzsbe, Pezizomycotina altörzsbe, Sordariomycetes osztályba, Hypocreales rendbe, Cordycipitaceae családba, a *Beauveria* nemzetségbe tartozik (Mycobank 2021). Az integrált és ökológiai gazdálkodásban egyik leggyakrabban használt gombafaj kutatottsága az utóbbi évtizedben vetekszik más természetes ellenségek és egyéb mezőgazdaságban hasznos szervezetek kutatottságával (Roberts és St. Leger 2004; Thomas és Read 2007). A kereskedelmi forgalomban kapható rovarpatogén gombakészítmények többsége a *B. bassiana* és a *M. anisopliae* fajok konídiumait tartalmazza (Jaronski 1997). A *B. bassiana* gombafaj több mint 200 ízeltlábúfajt képes fertőzni, melyek többsége a Lepidoptera és a Coleoptera rendbe tartozik. Hatásmechanizmusát tekintve a konídiumok jutnak be a kutikulán keresztül az állat szervezetébe, és ott kezd a gomba terjeszkedni, enzimikus tevékenységet folytatni. Csökkentheti a termékenységet, megzavarhatja a szaporodást, és lehet a hatása letális is (Feng és mtsai 1994).

A *M. anisopliae* (Metch. Sorokin) (1883) az Ascomycota törzsbe, Pezizomycotina altörzsbe, Sordariomycetes osztályba, Hypocreales rendbe, Clavicipitaceae családba, a *Metarhizium* nemzetségbe tartozik (Mycobank 2021). A *M. anisopliae* gombafajt

1879-ben izolálták osztrák szipolyról (*Anisoplia austriaca* (Herbst)) és lisztes répabarkóról (*Bothynoderes (Cleonus) punctiventris* (Germar)). A *Metarhizium* genusz tagjaival folytatott kísérletek és gyakorlati alkalmazások határozott sikereket mutatnak sokféle fajba tartozó kártevők ellen. A genuson belül a *M. anisopliae* kapta nemcsak a legtöbb tudományos figyelmet, de elsősorban ezt a fajt használják az ökológiai gazdálkodásban (Mascarin és mtsai 2018). Hasonlóan a *B. bassiana* gombához, a *M. anisopliae* is alkalmas patogénnek bizonyul a biológiai növényvédelem számára, részben széleskörű elterjedése miatt (Milner és mtsai 2002, Meyling és Eilenberg 2007, Bidochka és mtsai 2011, Tóthné Bogdányi és mtsai 2019).

A kísérlet időbeli lefolyása

A rovarpatogén gombák hamvas ászkára gyakorolt hatását két, egymást követő részkísérletben figyeltük meg. A kettéosztás magyarázata a megfigyelés úttörő volta, a módszertani kísérletezés volt. Az első kísérlet 5 hétig tartott, 2017.01.08. és 2017.02.23. között zajlott. A második részkísérletet 6 hétig folytattuk, 2017.06.09. és 2017.07.20. között.

Kísérleti elrendezés, ismétlések, véletlenszerűség biztosítása

A hamvas ászkák rovarpatogén gombák jelenlétében tapasztalható túlélési mutatóit vizsgáló, két egymást követő kísérlet részleteiben eltéréseket és hasonlóságokat mutat (1. táblázat).

Az ászkarákot 7×5×5 cm méretű műanyag dobozokban tartottuk, melybe 112 g kvarchomokot és 40 g virágföldet helyeztünk. A levegőellátást a dobozok oldalán kialakított szellőző lyukakkal biztosítottuk. Dobozonként 20–20 ászka egyedet helyeztünk ki. Első részkísérletünkben 4 kezelést végeztünk. A gyakorlatban alkalmazott injektálást modellezve a talajba juttattuk a *Metarhizium anisopliae* és *Beauveria bassiana* spóraszuszpenziók különféle dózisait. Tíz dobozba *M. anisopliae*, további tíz dobozba *B. bassiana* szuszpenziót juttattunk ki, a maradék 10 dobozba kontroll gyanánt vizet adagoltunk. Kijuttatás során az alkalmazott rovarpatogének szuszpenzióiból 5–5 dobozba 5 ml-t juttatunk ki, további 5–5 dobozba pedig 25 ml-t. A mintákat véletlenszerűen helyeztük el, melyeket 16 óra megvilágításban, 8 óra sötétségben tároltunk. Táplálékforrásként az előző évről összegyűjtött diófa-levelek szolgáltak. A talaj kiszáradásának elkerülése érdekében kézi permetezéssel

rendszeresen magasan tartottuk a benti levegő páratartalmát, és a talaj nedvességtartalmát.

A második rész kísérletünk során egyszerűsítettük a dózist és növeltük az ismétlésszámot. Dobozonként egységesen 15 ml szuszpenzió mennyiséggel számoltunk, 10 dobozba *M. anisopliae* készítményt, további 10 dobozba *B. bassiana* készítményt juttattunk ki, így kezelésként 150 ml-re volt szükségünk, ezért 200 ml-t készítettünk. A szakirodalomban és gyakorlatban is alkalmazott 1%-os Tween 80 oldat elkészítéséhez 2 ml Tween készítményt oldottunk fel 200 ml vízben, majd ezt a tenyészetekre pipettáztuk a korábbiakhoz hasonlóan.

Az ászkarákokat ez alkalommal is műanyag dobozokban tartottuk, melybe 20 g virágföldet helyeztünk. Levegőztetés céljából ismételten szellőző lyukakat alakítottunk ki a dobozok oldalán. A kísérletet 2 kezelésben 10 ismétlésben végeztük. Az alkalmazott rovarpatogének készítményeit, illetve a vizet ezúttal is a talajba injektáltuk. Tíz dobozba *M. anisopliae* szuszpenziót, másik tíz dobozba *B. bassiana* szuszpenziót juttattunk, kontrollként a további 10 dobozba pedig csak vizet adagoltunk. Az így kapott 30 doboz 5-5-5 ászka egyedeket tartalmazott. A feltételezett stressztényezők csökkentése érdekében kisebb egyedszámmal dolgoztunk. Kijuttatás során az alkalmazott rovarpatogének szuszpenzióiból egységesen 10–10 ml-t juttattunk ki. Táplálékforrásként az általunk egységesen kijuttatott meggyfalevelek szolgáltak. A dobozok elhelyezése ismételten véletlen elrendezéssel történt, amelyeket szintén 16 óra megvilágításban, 8 óra sötétségben tároltunk. A korábbiakhoz hasonlóan a talaj kiszáradásának elkerülése érdekében kézi permetezéssel biztosítottuk a pára- és nedvességtartalom magas szintjét. A kísérlet végén a túlélő egyedeket minden esetben visszahelyeztük a tenyészetbe.

1. táblázat: A *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* rovarpatogén gombák jelenlétének a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) túlélésére gyakorolt hatásának megfigyelése laboratóriumban szimulált körülmények között, kísérleti elrendezés.

	1. kísérlet	2. kísérlet
Talaj összetétele:	112 g kvarchomok 40 g virágföld	20 g virágföld
Szárazföldi ászkarákfaj:	<i>Porcellionides pruinosus</i>	
Egyedszám:	20 ászka / doboz	5 ászka / doboz
Tween koncentráció:	1 % -os Tween 80 oldat	
Entomopatogén gomba:	<i>Metarhizium anisopliae</i> <i>Beauveria bassiana</i>	
Szuszpenzió mennyisége:	5–5 dobozban 5 ml szuszpenzió / doboz 5–5 dobozban 25 ml szuszpenzió / doboz	15 ml szuszpenzió / doboz
Ismétlésszám:	5	10
Időtartam (hét):	5	6
Értékelési gyakoriság:	2 alkalom	hetente

Értékelési gyakoriság, felvételezett mutatók

Két alkalommal értékeltünk, a kísérlet beállítását követő 16. és 26. napokon. Az ászkarákok pusztulását mértük.

A második kísérletben elvégeztük a szuszpenziók spóraszám becslését Bürker-kamra segítségével. Ez mikroszkópot igénylő módszer, mellyel az összes élő és holt sejt megszámlálható. A látható sejtek számát mikroszkópos tárgylemezekon, ismert térfogatú kamrákban határozzuk meg. A Bürker-kamra négyzetácsos karcollal jelölt, térfogat mérésére használatos eszköz. A nagy négyzet mérete 1/5×1/5 mm, a téglalap mérete 1/20×1/5 mm, a kis négyzet mérete 1/20×1/20 mm. A Bürker-kamra magassága 1/10 mm. Egy speciális tárgylemezből és egy vékonyabb fedőlemezből épül fel (Mézes és mtsai 2007). A fedőlemezt a tárgylemezre helyeztük, majd a fémkarokkal rászorítottuk, ezek után pontosan 0,1 mm vastag rés marad a tárgylemez és a fedőlemez között. A vizsgálandó anyagot ebbe a résbe helyeztük be.

4.3.2. Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: neem-készítmények

A kísérlet helyszíne

A neem-kivonat jelenlétének a hamvas ászka pusztulására gyakorolt hatását vizsgáló kísérleteinket a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Növényvédelmi Intézet növénykórtani és rovarfaj elleni laborjaiban végeztük.

Az alkalmazott élőlények és anyagok

A biológiai növényvédelmi készítményekben rendszeresen felhasznált neem-fa (*Azadirachta indica*) leveleit a növényt Indiában (Maharashtra, Konkan tartomány, Mumbai külvárosi területe) termesztő gazdáktól szereztük be. A neem-leveleket az oldat készítéséhez levegőn megszárítottuk, majd desztillált vízzel vizes kivonatot készítettünk (Doshi és mtsai 2018). A másik készítmény a NeemAzal T/S (Trifolio-M GmbH) az azadirachtin 1%-os oldatát tartalmazó, az EU-ban bejegyzett kereskedelmi termék.

Mindkét kísérlethez csak desztillált vizes kontrollt használtunk. Az oldatokat és a desztillált vizet laboratóriumi körülmények között kézi permetezővel permeteztük.

A neem-fa (*A. indica* A. Juss), más néven indiai orgona vagy Margosa (Koul és mtsai 1990). A neem-fa által kiválasztott anyagok növényvédelmi célú felhasználási lehetősége sokoldalú, a neem-fával foglalkozó irodalom bőséges (Gahukar 2014). A neem-fa minden része kiindulópontja lehet kivonatkészítésnek (Faheem és mtsai 2014). A termelt anyagok köre tág: ide tartozik többek között a nimbin, nimbinin, meliatriol, azadirachtol, azadirone, azadirachtin és a szalannin (Koul és mtsai 1990). Ezen vegyületek közül a legtöbb irodalom az azadirachtin felhasználásával foglalkozik.

A táplálkozás- és növekedésgátló hatású azadirachtin tetranortriterpenoid típusú növényi limonoidot először az *A. indica* növény magjából 1968-ban izolálták, a szerkezeti képletet pedig 1987-ben állapították meg (Mordue és Blackwell, 1993). A neem-fa fitokémiai szempontból leginkább aktív vegyülete több mint 550, közülük számos komoly gazdasági károkat okozó mezőgazdasági kártevő rovarfaj elleni védekezésben bizonyított (Mondal és Mondal, 2012). A bio-pamut iránti

megnövekedett érdeklődés miatt az azadirachtinra alapuló védekezés egyre nagyobb teret hódít (Gahukar, 2000).

A szárazföldi ászkarákok neem-kivonattal szembeni érzékenységét vizsgáló kísérlethez a szárazföldi ászkarák-fajok közül a hamvas ászkát (*Porcellionides pruinosus*) választottuk. Az egyedeket a Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központból egyeléses módszerrel gyűjtöttük. A kísérleteket megelőzően az állatokat a MATE Növényvédelmi Intézetében gondoztuk ilyen körülmények között. A faji meghatározás Farkas és Vilisics (2013) munkája alapján történt.

A kísérlet időbeli lefolyása

A laborkísérlet 2017. május 18-án kezdődött a neem levelek beáztatásával, majd másnap követte a teljes kezelési beállítás. A kísérlet 120 óra elteltével zárult.

Kísérleti elrendezés, ismétlések, véletlenszerűség biztosítása (randomizálás)

A hamvas ászkák neem-kivonatok jelenlétében tapasztalható túlélési mutatóit vizsgáló kísérletben Akca és mtsai (2015) módszerét kisebb módosításokkal követtük. A desztillált vizes kontroll mellett hat különböző koncentrációjú NeemAzal T/S és neem levél kivonatot teszteltünk laboratóriumi körülmények között. Minden kezelést tíz ismétlésben állítottunk be.

A neem levél 1%-os törzsoldatát úgy állítottuk elő, hogy 1 g zúzott, szárított neemlevelet 100 ml desztillált vízben egy éjszakán át áztattunk, majd nem steril szűrőpapíron átszűrtük. Az 1%-os törzsoldatból a laboratóriumban desztillált vízzel különböző (0,05, 0,1, 0,25, 0,5, 0,75 és 1%-os) oldatokat készítettünk, amelyeket még aznap felhasználtunk. Indiában a helyi termelők által alkalmazott dózis általában legfeljebb 1%-os. Ebben a kísérletben megpróbáltuk modellezni a helyi termelők által szabadföldi körülmények között használt koncentrációt.

Az 1%-os azadirachtin törzs-oldatot úgy állítottuk elő, hogy 1 ml NeemAzal T/S-t 100 ml desztillált vízben hígítottunk, ami 0,01% azadirachtinnak felel meg. Ezt tovább hígítottuk, hogy 0,0005, 0,001, 0,0025, 0,005, 0,0075 és 0,01% azadirachtin koncentrációt kapjunk, és még aznap felhasználtuk. (Az azadirachtin regisztrált dózisa az EU-ban a növénykultúrától függően 0,0025 és 0,005% között mozog.)

Minden egyes 13 cm átmérőjű üveg Petri-csészébe 1 g bolti virágföldet (pH=7.0) szórtunk, majd táplálékforrásként 1 g friss burgonyát telepítettünk. Ezután minden csészében öt ivarérett *Porcellionides pruinosus* egyedeket helyeztünk el.

A különböző kezelésekből kézi permetezővel 2-2 ml adagot juttattunk a Petri-csészékbe. Ezután sötétben tároltuk a Petri-csészéket.

Értékelési gyakoriság, felvételezett mutatók

A Petri-csészéket a neemlevél-kivonat és az azadirachtin kijuttatása után 1, 24, 48, 72, 96 és 120 óra elteltével vizsgáltuk. Minden esetben feljegyeztük a pusztulást, megszámláltuk és eltávolítottuk az elhullott egyedeket.

Statisztikai módszerek

A kísérletek során nyert adatokat és a belőlük származó eredményeket a Microsoft Excel 2019 programban dolgoztuk fel és készítettük el a grafikonokat. A kiértékeléshez a Past3 statisztikai programot (Hammer és mtsai 2001) használtuk, amelyben egytényezős varianciaanalízist (ANOVA), Tukey-féle post-hoc tesztet, Welch-tesztet, korrelációanalízist alkalmaztunk, és két mintás t-próbát futtattunk le.

Ahol e fent leírt módszereket alkalmaztuk:

4.1. Az ászkarákok mikrohabitat-preferenciája

4.2. Az ászkarákok által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások

4.2.1. A talaj biológiai aktivitásának változása, és annak hatása a termésre

4.2. Az ászkarákok által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások

4.2.1. A talaj biológiai aktivitásának változása, és annak hatása a termésre

4.2.3. *Armadillidium vulgare* egyedek szerepe a *Fusarium solani* tárolási kórokozó terjedésében

4.3. *Porcellionides pruinosus* mint nem-cél szervezet

4.3.1. Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* rovarpatogén gombák

4.2.2. *Porcellionides pruinosus* egyedek növénykórokozó-fogyasztása

Milliméterpapír segítségével kiszámoltuk az elfogyasztott részek területét, ami egyben megmutatta a gombafogyás mértékét is. Az értékelésekkor készült képeket kinyomtattuk majd milliméterpapír használatával, a megfelelő fényforrás biztosítása mellett, átrajzoltuk az ászkák által elfogyasztott részeket (16. ábra). Mindezt megszámoztuk, a fogyás mértékét így négyzetmilliméterben számszerűsíteni tudtuk. A fényképek azonos felbontással, azonos kameraállásból készültek, a Petri csészék átmérője egységesen 8,5 cm átmérőjű volt.



16. ábra: A különböző növénykórokozók telepeinek fogyasztására irányuló, hamvas ászkával végzett táplálékválasztásos kísérlet kiértékelése a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növényvédelmi Intézet növénykórtani laboratóriumában. (Fotó: Mészárosné Póss Anett, Gödöllő 2016).

A kísérletek során nyert adatokat és a belőlük származó eredményeket a fentebbi kísérleteknél leírt módon dolgoztuk fel és készítettük el a grafikonokat.

4.3.2. Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: neem-készítmények

A fenti statisztikai módszertanon túl az adatok statisztikai elemzéséhez R szoftvert használtunk (R Core Team, 2017). Logisztikus regressziókat illesztettünk (mivel a válasz bináris volt, azaz az ászkarákok vagy elpusztultak, vagy életben voltak), hogy ellenőrizzük a két különböző termék hatását az ászkák pusztulására. Annak

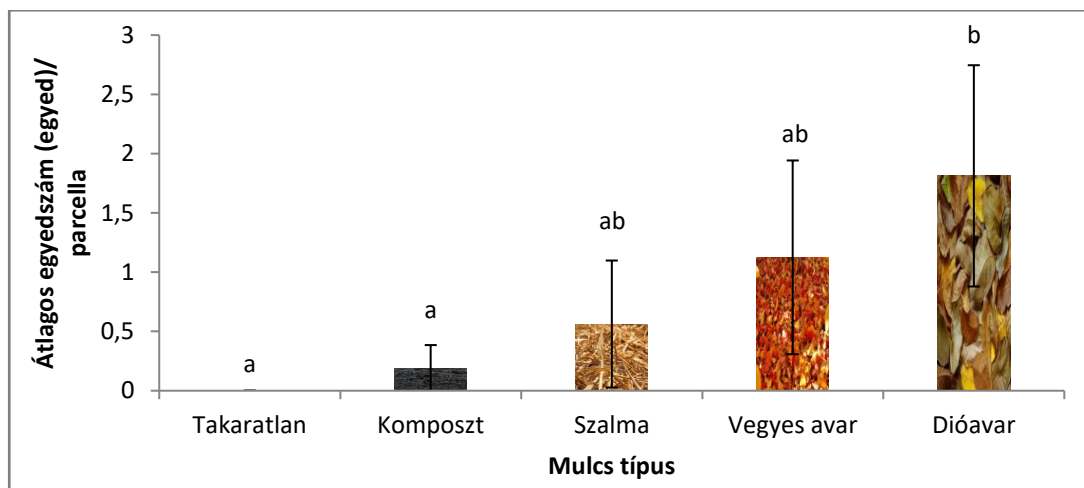
vizsgálatára, hogy a koncentrációknak van-e szignifikáns hatása a pusztulásra, chi négyzet próbát végeztünk. A próbák lefuttatása előtt modelldiagnosztikai ábrákat vizsgáltunk a homoszkedaszticitás és a reziduális normalitás értékelése céljából (Faraway, 2002). Egyszerűbben tehát a hasonló szórás és véges szórásnégyzet feltétele a végzett statisztikai módszereknek. A lineáris regressziós modell becslés esetén előírás, hogy az eltérésváltozók varianciája (szórásnégyzete) állandó legyen, és ne befolyásolják más változók. A megfigyelt értékek eltérése függ a becsült értéktől, például egy adott minta átlaga- ez a reziduális érték. Az LC50 értékeket Quest Graph™ LD50 Calculator program segítségével számítottuk, viszont az adatok rossz illeszkedése miatt egyik esetben sem volt megállapítható az LC50 érték.

5. EREDMÉNYEK

5.1. Az ászkarákok mikrohabitat-preferenciája

5.1.1. Az ászkarákok mikrohabitat-preferenciája: 2016-os eredmények

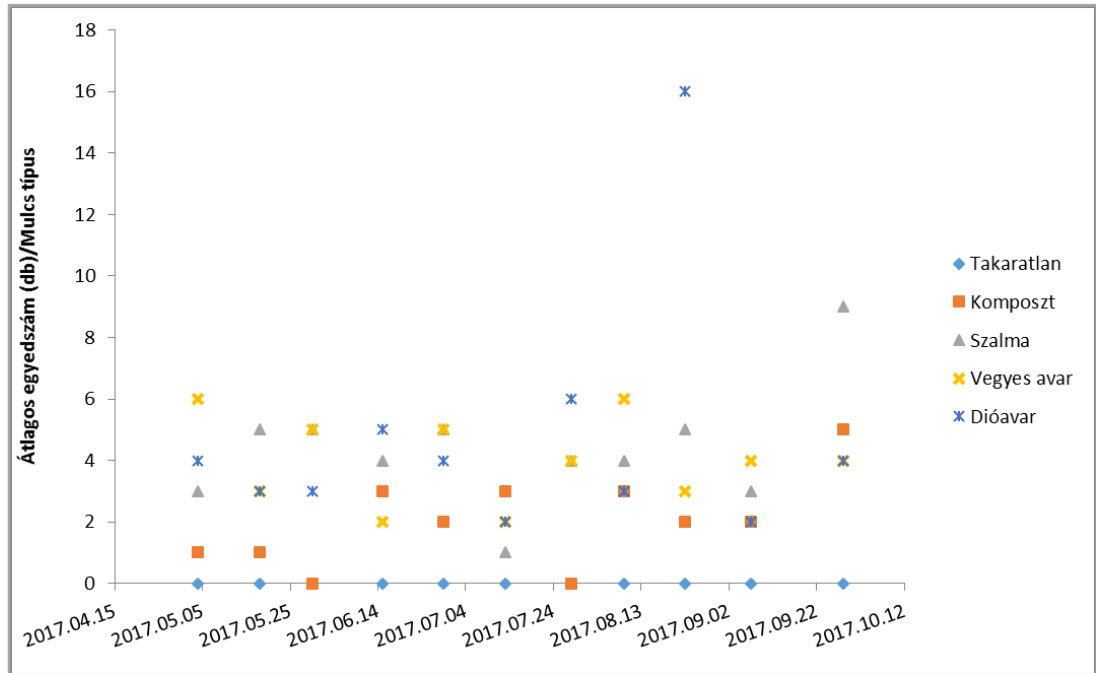
A különböző takaróanyagok alatt az ászkarákok előfordulása eltéréseket mutatott. Elsőként kiemelendő, hogy a takaratlan parcellában egyetlen állatot sem fogtunk. A komposztban átlagosan 0,5 egyednél kevesebb ászkarák volt, a szalmatakarás alatt már 0,5 feletti az átlagos egyedszám. Több ászkarákot figyeltünk meg a vegyes avar esetében, itt 1,13 volt az átlagos egyedszám. Legnagyobb számban a dióavárban fordultak elő, átlagos egyedszámuk elérte az 1,8-at. A dióvarral mulcsosított parcella szignifikánsan eltért a takaratlan és a komposzttal borított területektől (17. ábra).



17 ábra: A szárazföldi ászkarákok előfordulása a különböző takaróanyagok használata mellett a mikrohabitat-preferenciát vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2016. (\pm CI 95%) Az eltérő betűk jelölik a szignifikáns különbséget (One-Way ANOVA).

Különbséget találtunk a csoportok között ($p=0,004$, egytényezős varianciaanalízis). Megállapítottuk, hogy a dióavar hatása szignifikánsan különbözik a komposzttól ($p=0,02$, Tukey-teszt páronkénti összehasonlítás) és a takaratlan parcelláktól ($p=0,006$). A többi takaróanyag hatása egymástól nem különbözött jelentős mértékben. A „fenti” és a „lenti” terület külön szerepel. A „lenti” területen sokkal kevesebb ászkarák fordult elő, mint a fentebb eső részen. A kontroll parcellában sem lent sem fent nem találtunk egyedet. (2. melléklet).

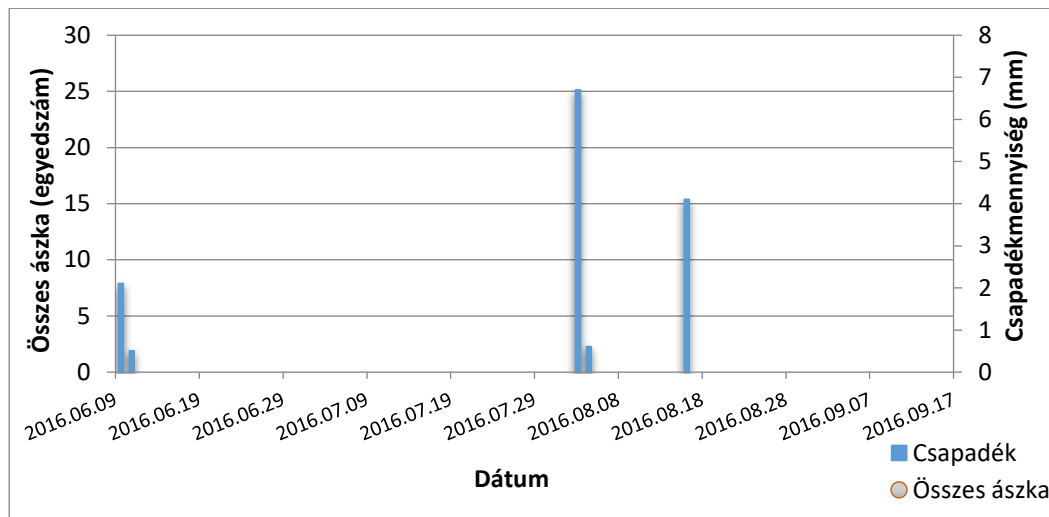
Az ászkarákok megfigyelt átlagos egyedszáma nemcsak a takaróanyagok típusától, de az értékelési időpontok időjárása függvényében is eltérő értékeket mutatott (18. ábra). A legtöbb ászkarák a vegyes avarral és a dióavarral takart parcellákban fordult elő. Megállapítható az is, hogy az esős napok után az ászkarákok aktivitása jelentősen megnövekedett. Az utolsó értékelés előtt nem esett csapadék, így a megfigyelt ászkarákok mennyisége is kevesebb lett.



18. ábra. A szárazföldi ászkarákok előfordulása a csapadékmennyiség és a különböző takaróanyagok függvényében a mikrohabitat-preferenciát vizsgáló kísérletben.

Gödöllő, 2016.

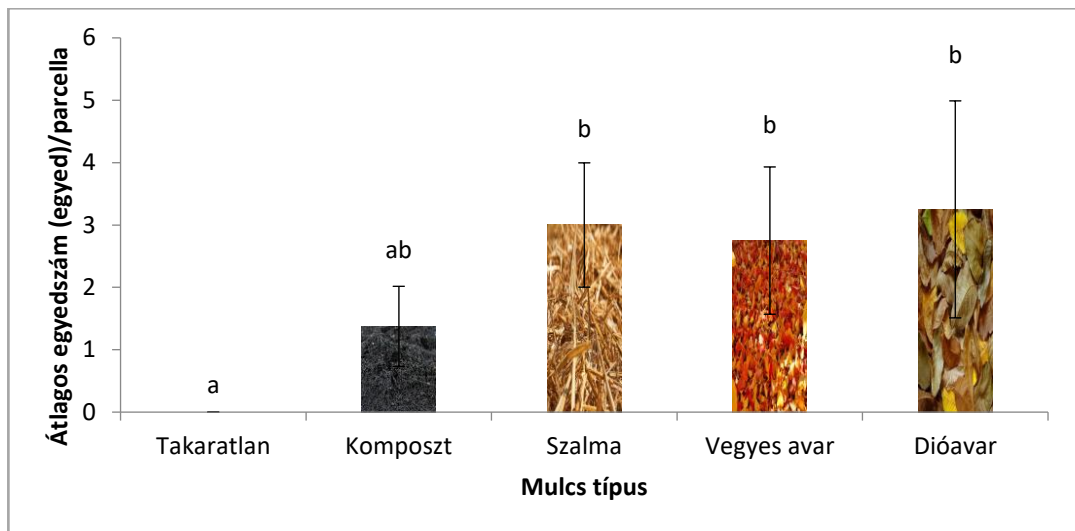
Az értékelések előtti napokban hullott csapadékmennyiség alapján megfigyelhető, hogy az esős napok után a talált ászkarákok össz-egyedszáma növekedett. Június 20. és szeptember 4. között három alkalommal hullott számottevő csapadék (19. ábra).



19. ábra. A szárazföldi ászkarákok össz-egyedszámának változása a csapadékmennyiség függvényében a mikrohabitat-preferenciát vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2016.

5.1.2. Az ászkarákok mikrohabitat-preferenciája: 2017-es eredmények

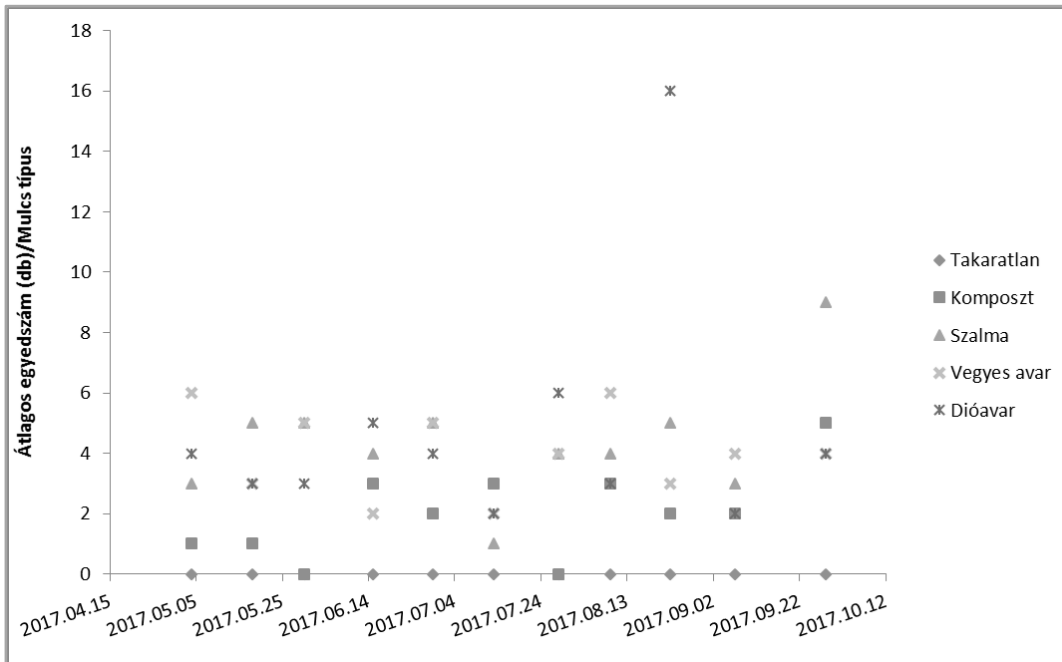
A különböző takaróanyagok használata mellett eltérő egyedszámokat figyeltünk meg az ászkarákoknál. Legkevesebb ászka a komposztban volt, átlagosan 1,4 egyed/parcella. A 2016-os évvel szemben a szalmatakarás megelőzte a vegyes avarral borított parcellákat. A szalma alatt átlagosan 3 egyed ászkát figyeltünk meg parcellánként, míg a vegyes avar esetében ez a szám 2,75 volt. Amint a tavalyi évben is, az ászkák átlagos egyedszáma a dióavartban volt a legnagyobb (3,25 db/parcella). Általánosságban elmondható, hogy a 2016-os évhez viszonyítva több ászkarákot figyelhetünk meg minden takart parcella esetében. A takaratlan parcella szignifikánsan különbözik a szalma- vegyes avar- dióavar takarásos parcelláktól (20. ábra).



20. ábra: A szárazföldi ászkarákok előfordulása a különböző takaróanyagok használata mellett a mikrohabitat-preferenciát vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2017. (\pm CI 95%) Az eltérő betűk jelölik a szignifikáns különbséget (One-Way ANOVA)

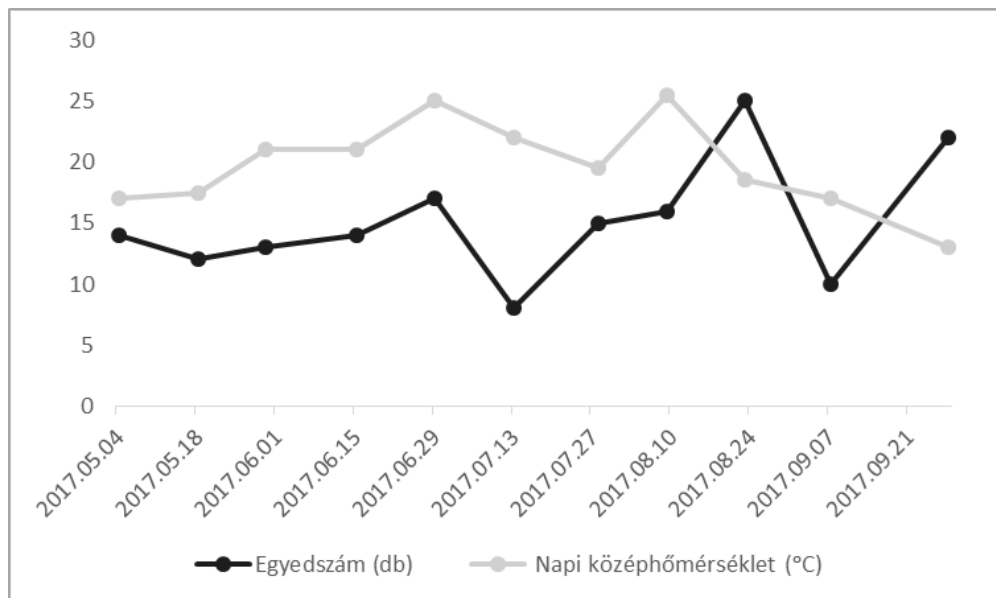
A 2017-es értékelés folyamán is kimutattuk, hogy egyértelmű különbség van a csoportok között ($p=0,008$, One-Way ANOVA). Megállapítottuk, hogy a takaratlan parcella szignifikánsan különbözik a szalmától ($p=0,01$), vegyes avartól ($p=0,03$) és a dióavartól ($p=0,005$, Tukey-teszt páronkénti összehasonlítás). A komposzt egyiktől sem különbözik szignifikánsan (3. melléklet).

A legtöbb ászka átlagosan a dió avarral és a szalmával takart parcellákban fordult elő (21. ábra). Legkevesebb ászkát a komposztban találtunk. A vegyes avar köztes értékeket adott.



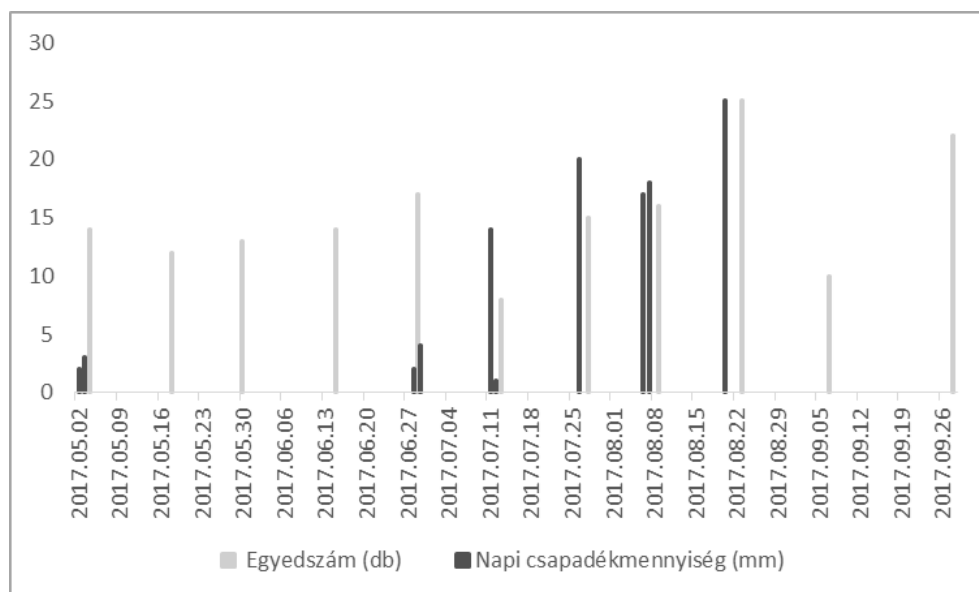
21. ábra. A szárazföldi ászkarákok előfordulása a különböző takaróanyagok függvényében a mikrohabitat-preferenciát vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2017.

Az ászkarákok átlagos egyedszáma nemcsak a takaróanyagok típusától, de az értékelési időpontok napi középhőmérséklete és csapadékmennyisége függvényében is eltérő értékeket mutatott (22. ábra). A csapadékot akkor jeleztük, ha az eső az értékelés előtti két napon belül hullott. Megállapítható, hogy az ászkák egyedszáma két értékelés kivételével (2017. augusztus 23. és szeptember 29.) a hőmérséklet emelkedésével nőtt, csökkenésével pedig az ászkák egyedszáma alacsonyabb lett.



22. ábra. A szárazföldi ászkarákok össz-egyedszámának változása a napi középhőmérséklet függvényében a mikrohabitat-preferenciát vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2017.

A hullott csapadék mennyisége 2017-ben csekély mértékben ugyan, de befolyásolta az ászkák egyedszámát. Csapadékos napok közelében valamivel több ászkát találtunk (kivétel 2017.07.13.). Az augusztus 28-ai értékelés előtt nagyobb mennyiségű (25 mm) csapadék hullott és az ászkák száma is megnövekedett (25 db egyed) (23. ábra).



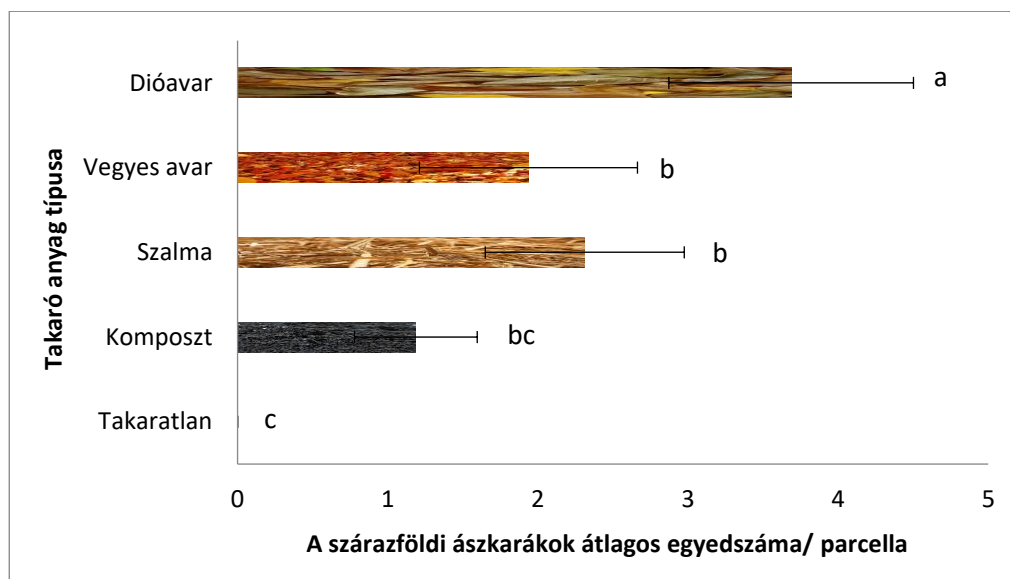
23. ábra. A szárazföldi ászkarákok össz-egyedszámának változása a csapadék függvényében a mikrohabitat-preferenciát vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2017.

A további időjárási körülmények (pl. légmozgás, felhőzet) nem befolyásolták az ászkák egyedszámát valamint a különböző időjárási körülmények nem gyakoroltak

hatást a fajok megoszlására. Az ászkarákokat mindkét évben az avarban, illetve a talajfelszínen, apró repedésekben, a parcellákat elválasztó deszkák alatt találtuk.

5.1.3. Az ászkarákok mikrohabitat-preferenciája: 2018-as eredmények

A 2018. évi adatok alapján a legtöbb ászkarákot a dióavar alatt találtuk (24. ábra), az átlagos egyedszám 3,7 volt. A szalmatakarásban jóval kevesebb ászka fordult elő, az átlagos egyedszám itt 2,3. Ennél kevesebb ászkarákot figyeltünk meg a vegyes avarral való takarásban, az átlagos egyedszám nem éri el a 2-t. A komposzttakarásnál 1,2-es átlag egyedszám alakult. A takaratlan parcellákban ebben az esztendőben sem találtunk egyedeket.



24. ábra: A szárazföldi ászkarákok átlagos egyedszáma különböző talajtakaró anyagok alatt a mikrohabitat-preferenciát vizsgáló kísérletben (Gödöllő, 2018; a különböző betűk a szignifikáns ($p < 0,05$) különbséget jelzik a kezelések között Tukey-féle páronkénti összehasonlítás alapján (\pm CI 95%) (4. Melléklet)

5.1.4. A takaróanyagok minőségének hatása az ászkarákok fajösszetételére

A 2017-ben végzett részletes fajmeghatározás kimutatta, hogy a legnagyobb gyakorisággal a sötét gömbászka (*Armadillidium vulgare*) fordult elő, követte az álgömbászka (*Cylisticus convexus*), és a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*), a harmadik legmagasabb egyedszámmal. A többi faj elenyésző számban volt jelen a területen. A legtöbb sötét gömbászkát a komposztban és a vegyes avarban, a legtöbb

álgömbászkát a dióavarral takart parcellákban találtunk, míg a hamvas ászka elsősorban a komposzttal takart parcellákból került elő (2. táblázat)

2. táblázat: A szárazföldi ászkarák fajok előfordulása a különböző takarások alatt az ászkarákok mikrohabitat-preferenciáját vizsgáló kísérletben (Gödöllő, 2017)

Faj neve	Takaratlan	Komposzt	Szalma	Vegyes avar	Dióavar	Végösszeg
<i>Armadillidium vulgare</i>	0	11	38	36	27	112
<i>Cylisticus convexus</i>	0	4	6	4	17	31
<i>Porcellionides pruinosus</i>	0	6	0	1	2	9
<i>Porcellio scaber</i>	0	0	3	0	4	7
<i>Trachelipus rathkii</i>	0	0	0	1	2	3
<i>Hyloniscus riparius</i>	0	0	0	2	0	2
<i>Armadillidium nasatum</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Porcellium collicola</i>	0	0	1	0	0	1
Végösszeg	0	22	48	44	52	166

2017-ben a „felső” parcellán összesen 92, az „alsó” parcellán 74 egyedet figyeltünk meg. A felső parcellán szinte megduplázódott a fogott ászkák száma, az alsó parcellán ez a szám majdnem ötszörösére nőtt. A lenti terület fajgazdagabbnak bizonyult, ugyanis csak itt találtunk közönséges márványosászkát (*Trachelipus rathkii*) és partiászkát (*Hyloniscus riparius*), üvegházi gömbászkát (*Armadillidium nasatum*), gyakori tarkaászkát (*Porcellium collicola*).

5.2. Az ászkarákok által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások

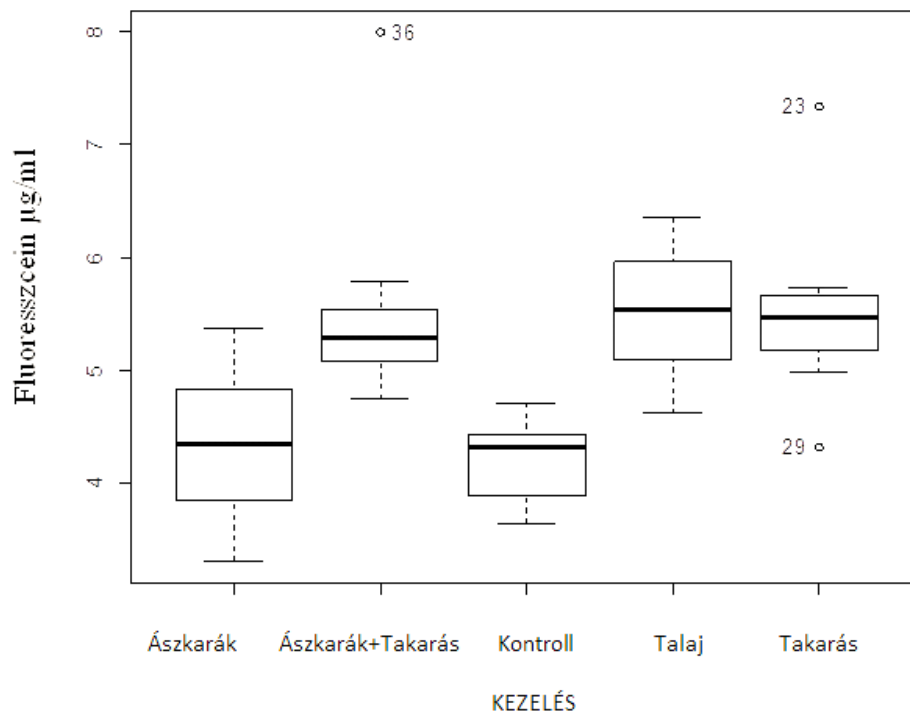
5.2.1. A talaj biológiai aktivitásában bekövetkező változások, és ennek hatása a paradicsom tesztnövény termésére

5.2.1.1. Változások a talaj biológiai aktivitásában

A kísérlet beállításakor a kiinduló talaj FDA össz-mikrobiális aktivitása átlagosan 5,51 µg /ml fluoreszcein értékkel jellemezhető (25. ábra), a szórás értéke pedig ± 0,55 (5. Melléklet).

A kiindulási állapothoz képest a kontroll és az ászkarákos kezelés talajainak mikrobiális aktivitása szignifikánsan csökkent, mikrobiális aktivitásuk átlag 4,19 szórás ± 0,36 és átlag 4,35, szórás ± 0,66 µg /ml fluoreszcens koncentrációkkal volt jellemezhető. A kontroll (Á-T-) és az ászka kezelés (Á+T-) szignifikánsan nem tértek el egymástól, viszont az ászkarák és takart (Á+T+) kezeléstől, az eredeti talajtól,

valamint a takarástól (Á-T+) igen. A mikrobiális aktivitás nem nőtt, minden kezelésnél alacsonyabb értékeket kaptunk, mint a kiindulási értékek, ugyanis a kiértékelés a vegetációs időszak végén történt, amikor természetes módon csökken a mikrobiális aktivitás.

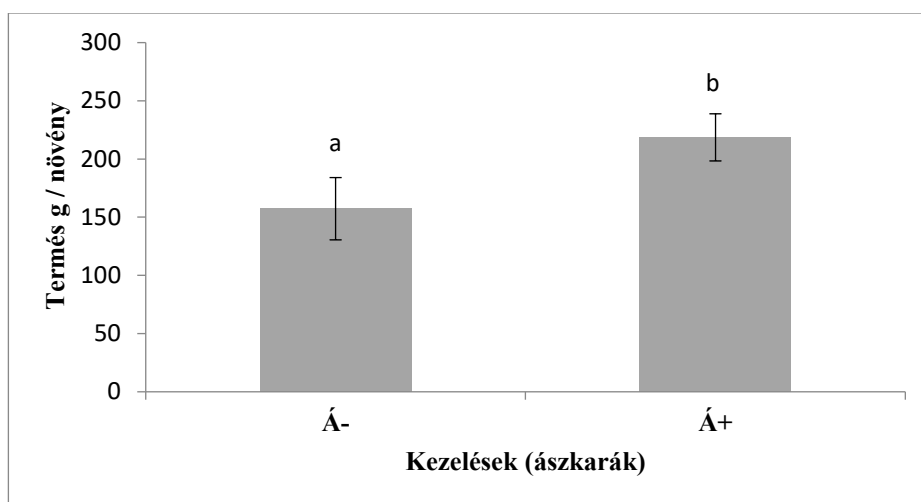


25. ábra A talaj össz-mikrobiális aktivitása fluoresszcenciában kifejezett értékei ($\mu\text{g/ml}$) a négyféle kezelést követően a szerves talajtakarás és az ászkarákok kombinációjának a termés mennyiségére gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben paradicsom tesztnövény esetében. Gödöllő, 2016. Az R-statisztikai szoftver 3.0.3-as verziójának segítségével készített box-plot. Jelölések: Vastag vonal – medián (középérték); a "box"-ban az adatok 50%-a helyezkedik el, mediántól felfelé és lefelé 25-25%.

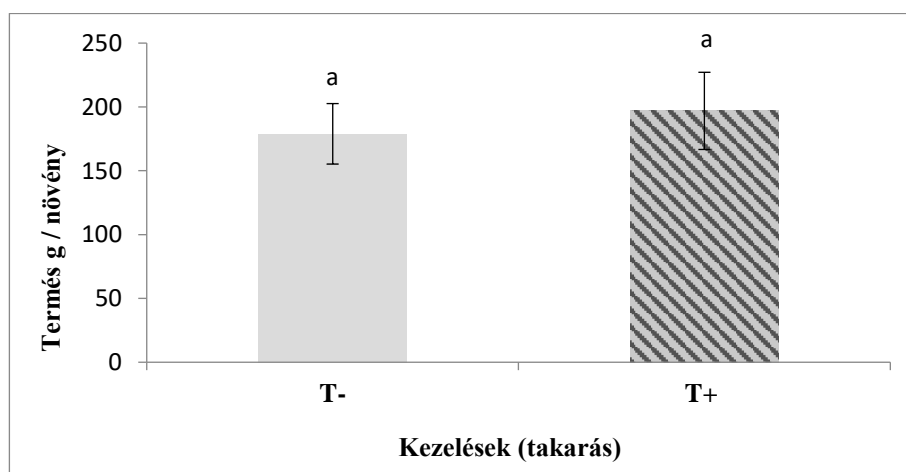
A kezeléseken belül magasabb értékeket kaptunk azoknál, ahol takarást alkalmaztunk (Á+T+, Á-T+). Ha a legkisebttől a legnagyobbig minden egyes értéket ábrázolunk, jobban látható, hogy mekkora skálán mozognak a mért értékek (25. ábra).

5.2.1.2. A paradicsom-termésmennyiségben jelentkező különbségek 2016-ban és 2017-ben

A bogyóterméseket összevetve a csak ászkarákat tartalmazó kezelésnél (Á+) az ászkarákoknak [(Á-); $p=0,001$] szignifikáns hatása volt a termés hozamra (26. ábra). Az ászkarák nélküli és az ászkarákkal kezelt beállítás között különbség mutatkozott. A csak takart kezelésnél (T+) viszont nem volt kimutatható eltérés (27. ábra). Az eredmények részletes statisztikai számítása a 6. Mellékletben található.

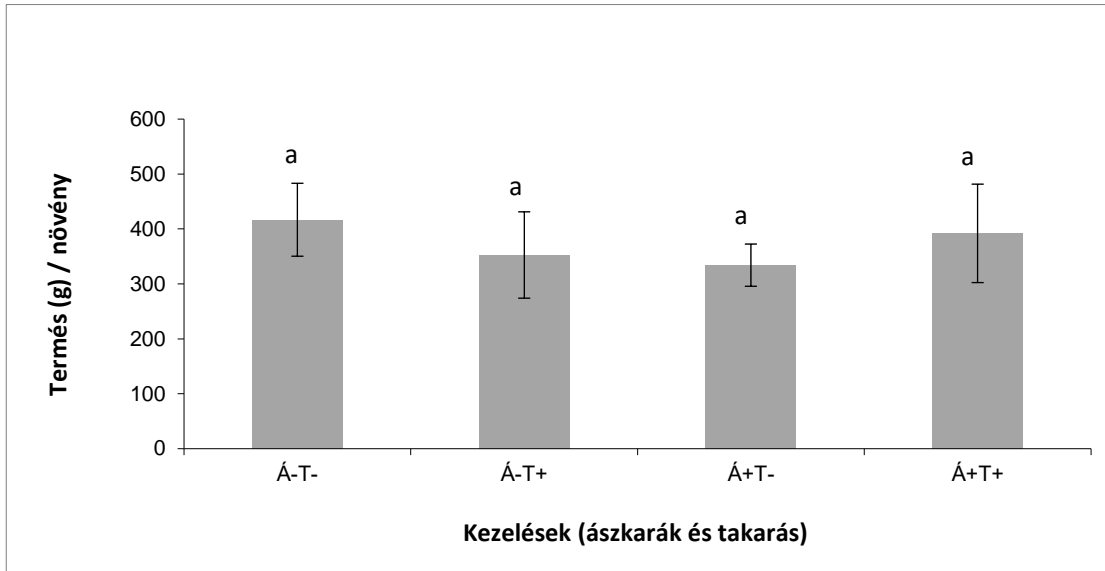


26. ábra: A paradicsom termésmennyiségének változása ászkarákok jelenlétének termésmennyiségre gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2016. (\pm CI 95%) Az eltérő betűk jelölik a szignifikáns különbséget (kétmintás T-próba)

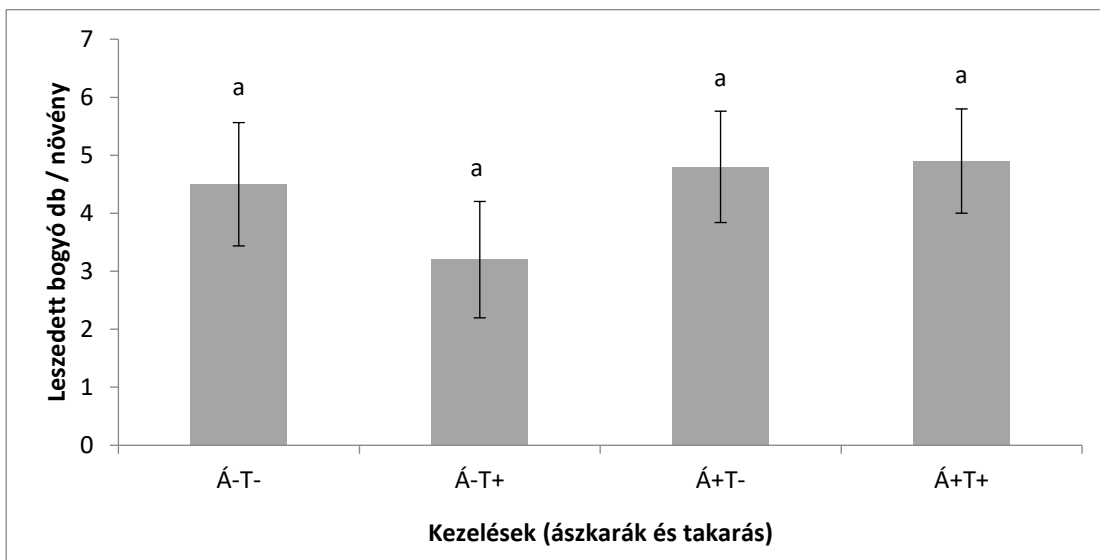


27. ábra: A paradicsom termésmennyiségének változása takaróanyag jelenlétének termésmennyiségre gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2016. (\pm CI 95%) Az azonos betűk jelölik a szignifikáns különbség hiányát (kétmintás T-próba)

A termésmennyiséget tekintve azonban csak 2016-ban mutatkozott statisztikailag igazolt eltérés a kombinált (Á+T+) és a kontroll (Á-T-) kezelés között (28. és 29. ábra). A paradicsombogyók (növény/db) vizsgálata során 2016-ban ($p=0,08$) nem volt különbség. A 29. ábra szemlélteti a kezelések során kapott leszedett bogyók számát (db/növény). A letermelt bogyók össz tömegét vizsgálva, összehasonlítva a két közeget, eltérést kaptunk.

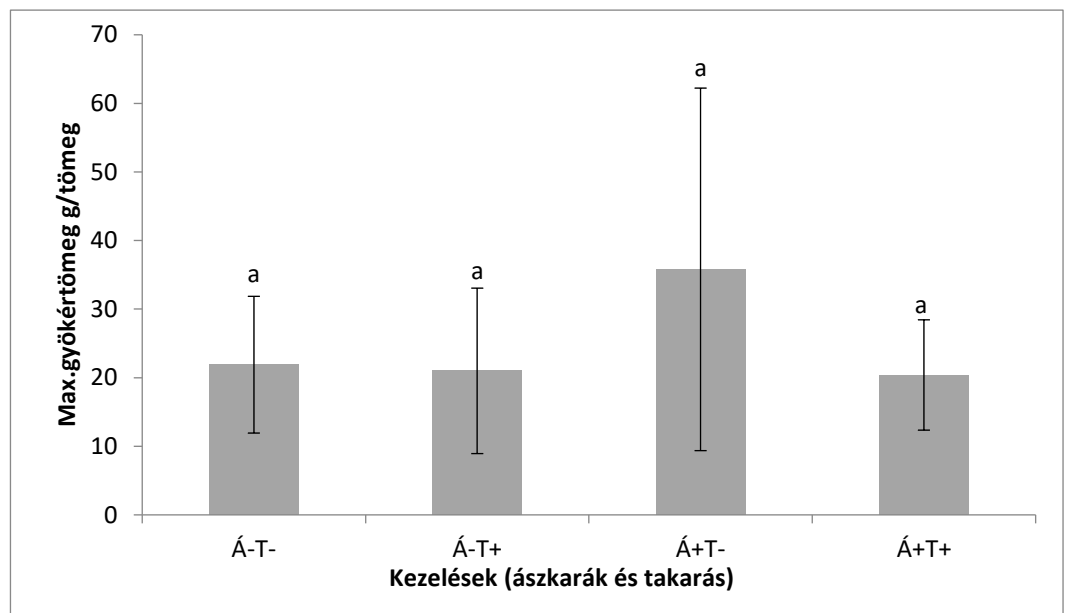


28. ábra: A paradicsomnövény termésmennyiségének (g) változása aszkarákok és talajtakarás termésmennyiségre gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2016. (\pm CI 95%) Az azonos betűk jelölik a szignifikáns különbség hiányát (Egytényezős varianciaanalízis)



29. ábra: A paradicsombogyók számának változása aszkarákok és talajtakarás termésmennyiségre gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2016. (\pm CI 95%) Az azonos betűk jelölik a szignifikáns különbség hiányát (Egytényezős varianciaanalízis)

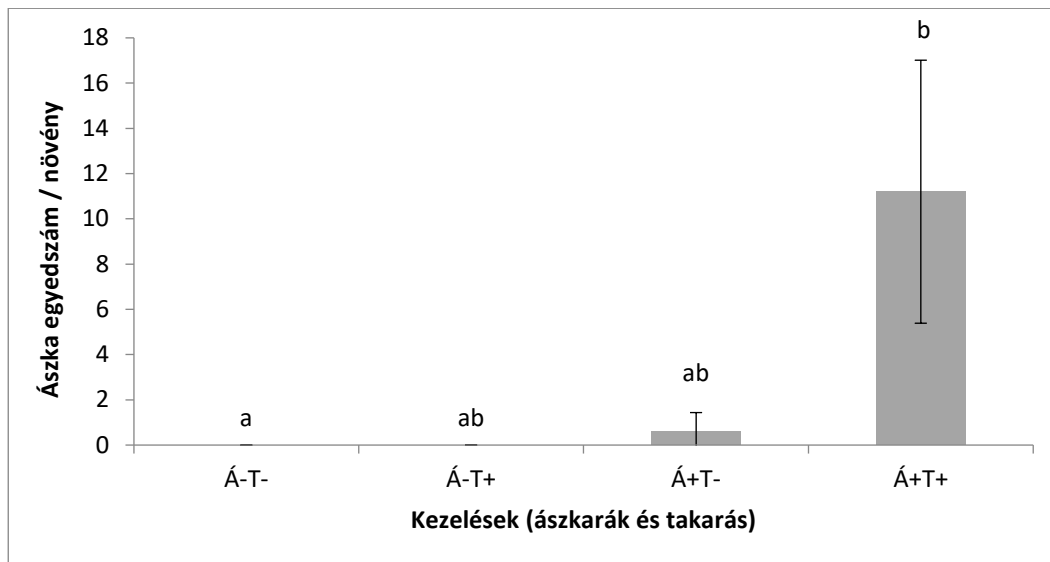
Az egytényezős variancia-analízis során nem tapasztaltunk szignifikáns eltérést (p érték = 0,49) különböző kezelésekhez tartozó paradicsomnövények gyökértömegének szárazanyagtartalmában (30. ábra).



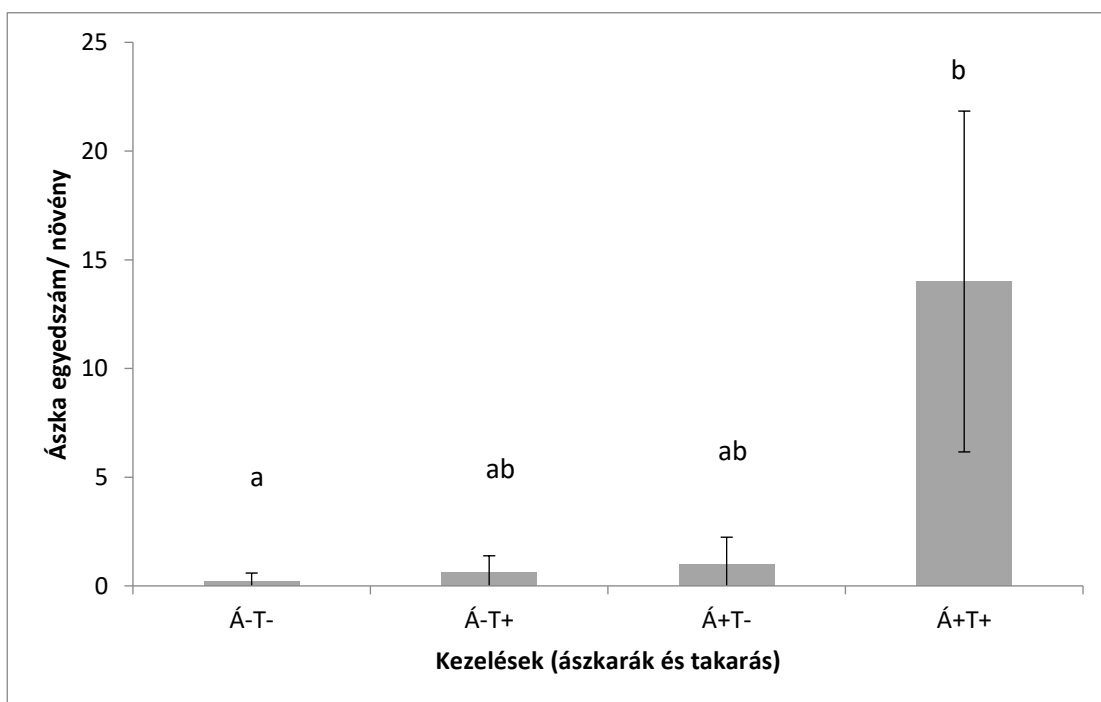
30. ábra: A paradicsomgyökér tömegének változása ászkarákok és takaróanyag jelenlétének termésmennyiségre gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2016. (\pm CI 95%) Az azonos betűk jelölik a szignifikáns különbség hiányát (Egytényezős varianciaanalízis)

5.2.1.3. A *Porcellionides pruinosus* egyedek jelenlétének szerepe

Az ászkarákok egyedszámát tekintve a két kezelés között, a csak ászkarákot tartalmazó kezelés és ahol takarást is alkalmaztunk, tehát a kombinált kezelés között csak 2016-ban tapasztaltunk szignifikáns különbséget a tiszta virágföld közegű tenyészedényes paradicsomok esetében (31. és 32. ábra).



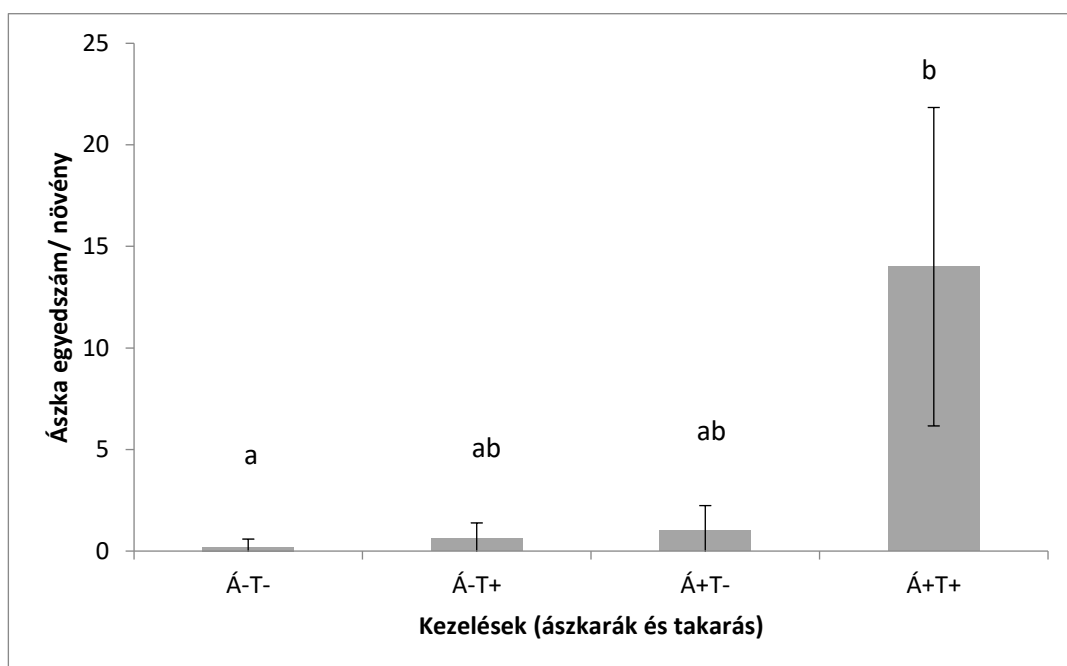
31. ábra: A szárazföldi ászkarakok egyedszám változása ászkarakok és talajtakarás termésmennyiségre gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2016. (\pm CI 95%) Az eltérő betűk jelölik a szignifikáns különbséget (ANOVA, Tukey's post hoc test)



32. ábra: A szárazföldi ászkarakok egyedszám változása ászkarakok és talajtakarás termésmennyiségre gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2017. (\pm CI 95%) Az eltérő betűk jelölik a szignifikáns különbséget (ANOVA, Tukey's post hoc test)

A 2017-ben végzett tenyészedényes kísérlet során, az 1:1 arányú kevert közegben (virágföld és homok) az ászkarakok egyedszáma között szignifikáns különbség

mutatkozott ($p=0,0003$), jelentős számban fordultak elő *Porcellionides pruinosus* egyedek a kísérlet felszámolása során (33. ábra).



33. ábra: A szárazföldi ászkarakok egyedszám változása a kezelések hatására virágföld és homok 1:1 arányú kevert közegben. Gödöllő, 2017. (\pm CI 95%) Az eltérő betűk jelölik a szignifikáns különbséget (ANOVA, Tukey's post hoc test)

Kiegészítő eredmények

Felméréseink során 2016-ban és 2017-ben is találtunk elszíneződött leveleket a paradicsomnövények alsó részén. A színváltozás a későbbiekben egyre több növényen jelent meg és már a paradicsomnövény középső részein is jelentkezett.

A 2017-es évben számos kártevővel találkoztunk. Igen jelentős mértékű volt a gyapottok-bagolylepke (*Helicoverpa armigera*), poloska (Heteroptera), tripsz (Thysanoptera) kártétel. A paradicsom betegségei közül az alternáriás betegség (*Alternaria solani*) jelent meg, az idő folyamán egyre több növény levelein láthatóak voltak a tünetek.

Néhány bogyó csúcsi része szabálytalan alakú foltokban zöldülni kezdett, mérete a későbbiek során növekedett. A bogyó csúcsi részén barnás-fekete folt alakult ki. Ezek valószínűleg kalciumhiányra utaló tünetek. Az első évben elszíneződött bogyó 2016.07.30.-án jelent meg, a második évben is szintén júliusban, 2017.07.20.-án, különösen a homokkal kevert talajú kezelésnél.

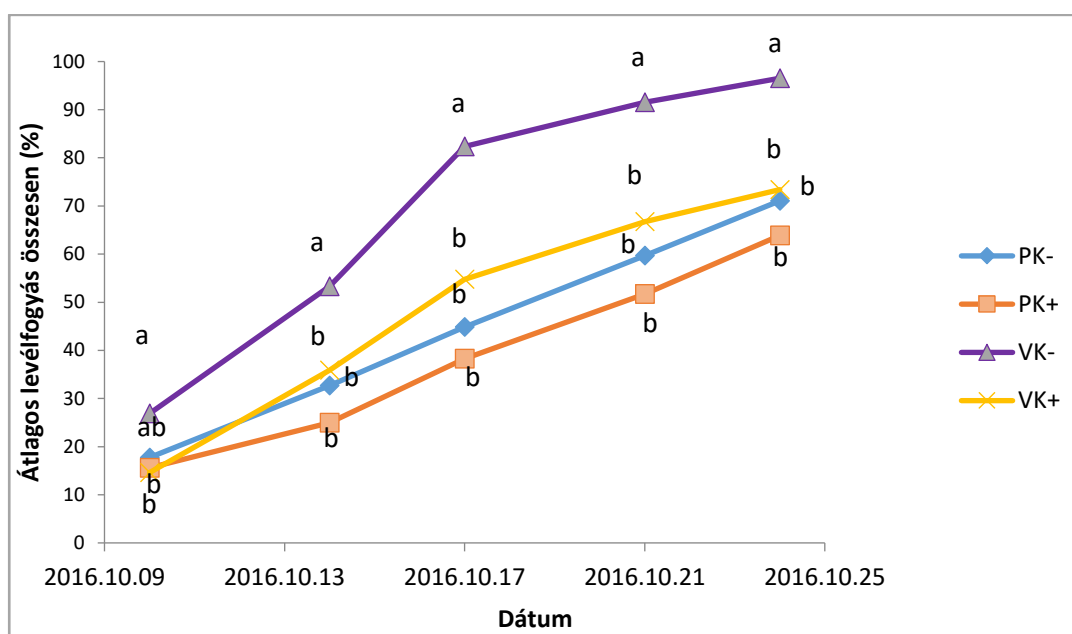
Második évben nemcsak károsítókkal találkoztunk a kísérlet során, élettani tünetekre is felfigyeltünk: napégés, berepedeztettség, varas foltok is megjelentek a bogyókon.

5.2.2. A *Porcellionides pruinosus* egyedek növénykórokozó-fogyasztása

5.2.2.1. Körterozsdával (*Gymnosporangium sabinae*) fertőzött levelek fogyasztásának vizsgálata

A levélfogyás mértékének vizsgálata

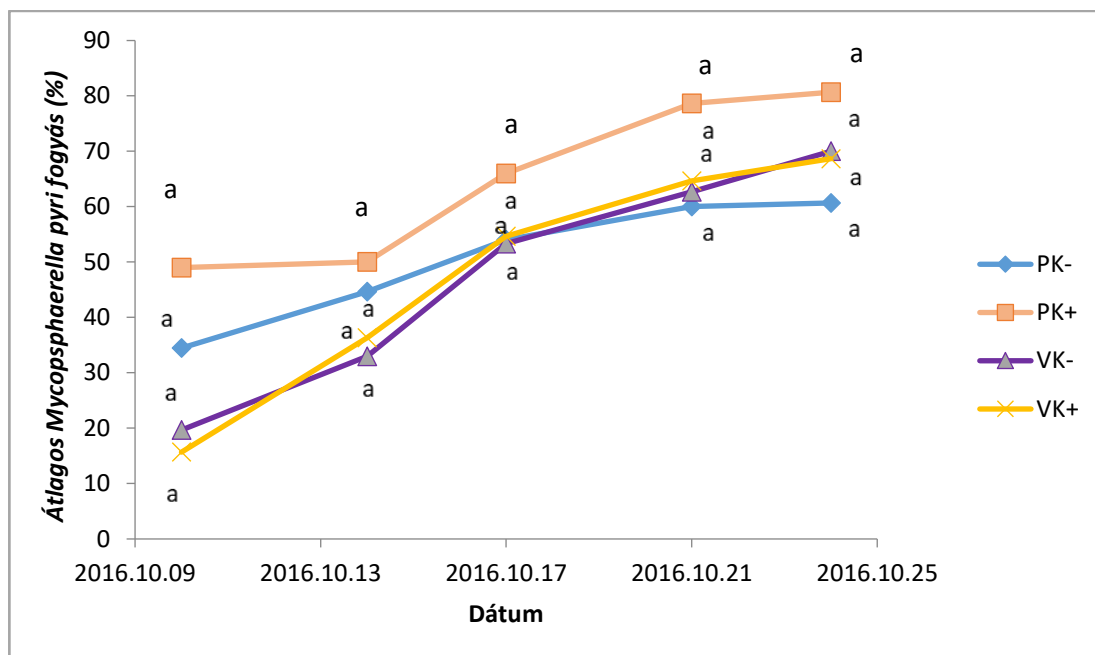
A virágföldes körterozsda nélküli levél (VK -) fogyott legnagyobb, a Petri-csészés körterozsdás levél (PK +) a legkisebb mértékben (33. ábra). Az ászkák a körterozsdás virágföldben lévő leveleket (VK +) jobban ették a Petri-csészés egészséges leveleknél (PK -). Az értékelés végére a virágföldes közegben az ászkarákok egyes leveleknél csupán a levélereket hagyták meg. Az eredmények részletes statisztikai számítása a 7. Mellékletben található.



34. ábra. Átlagos levélfogyás a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedek körterozsdával (*Gymnosporangium sabinae*) fertőzött levelek fogyasztását vizsgáló laboratóriumi kísérletben. (PK- =Petri-csésze körterozsda nélküli levél, PK+ =Petri-csésze körterozsdás levél, VK- =Virágföldes doboz, körterozsda nélküli levél, VK+ = Virágföldes doboz körterozsdás levél). Gödöllő, 2016. Azonos időponton belül az eltérő betűk jelölik a szignifikáns különbséget (ANOVA, Tukey's post hoc test)

Az ászkarákok a legtöbb mikoszferellás foltot a Petri-csészékben, a körterozsdás leveleken (PK +) fogyasztották el. A virágföldben a rozsdás (VK +) és rozsdá nélküli (VK -) leveleken a mikoszferella fogyása egyenértékű volt. Kezdetben a Petri-csészés körterozsda nélküli levelek foltjait (PK -) jobban fogyasztották majd a virágföldes

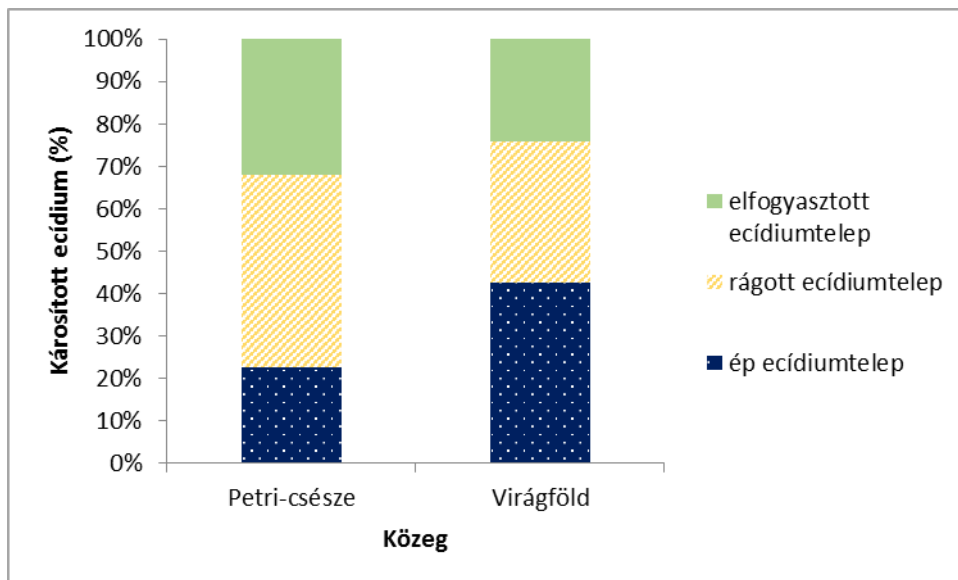
közegben lévő levelek (VK -) kis mértékben felülmúlták azt (35. ábra). A továbbiakban a kezeléskombinációkat rövidítésükkel tüntettük fel.



35. ábra. A mikoszferellás foltok átlagos fogyása a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedek körterozsdával (*G. sabinae*) fertőzött levelek fogyasztását vizsgáló laboratóriumi kísérletben. (PK- =Petri-csésze körterozsda nélküli levél, PK+ =Petri-csésze körterozsdás levél, VK- =Virágföldes doboz, körterozsda nélküli levél, VK+ = Virágföldes doboz körterozsdás levél). Gödöllő, 2016. Azonos időpontok között az azonos betűk jelölik a szignifikáns különbség hiányát (ANOVA, Tukey's post hoc test)

Az ecídiumfogyasztás vizsgálata

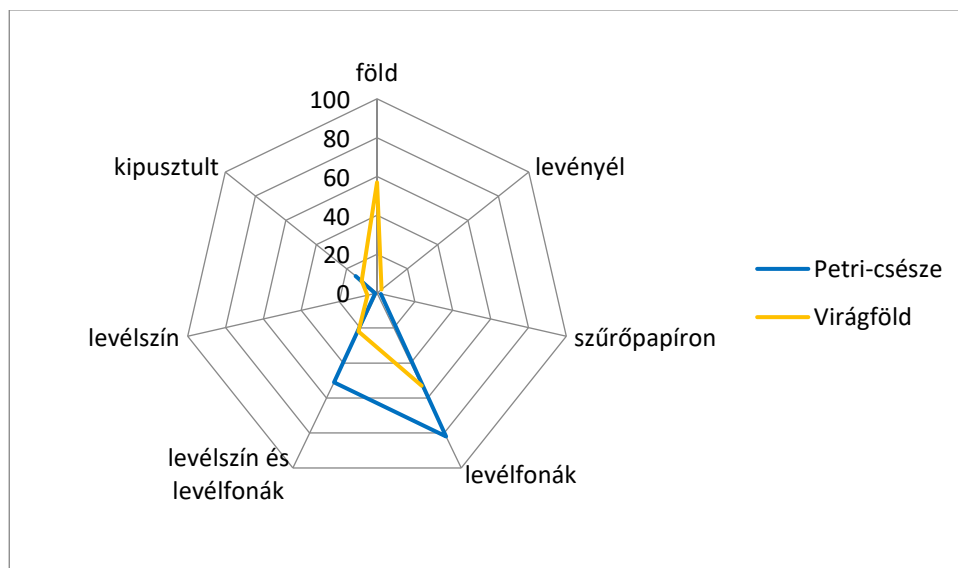
A Petri-csészében tartott ászkák nagyobb mértékben károsították a rozsda ecídiumát, mint a természetesebb viszonyok között lévő, virágföldben tartott egyedek (36. ábra). A Petri-csészékben az ép ecídiumok aránya: 23%, az elfogyasztottaké 32%, a rágottaké 45%. A virágföldben az ép ecídiumok aránya 43%, az elfogyasztottaké 24%, a rágottaké 33%. A kísérlet végére a Petri-csészékben egy ép és 3 db rágott ecídiumot találtunk, mert a maradék 11 egyed az állatok elfogyasztották. A virágföldet tartalmazó edényekben maradt 3 ép és 5 rágott. Az ászkák 7 ecídiumot fogyasztottak el (8. melléklet).



36. ábra: Az ecídium károsításának átlagos mértéke a különböző közegekben a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedek körterozsda (*Gymnosporangium sabinae*) szaporítóképleteinek fogyasztását vizsgáló laboratóriumi kísérletben. Gödöllő, 2016.

A szárazföldi ászkarákok elhelyezkedése

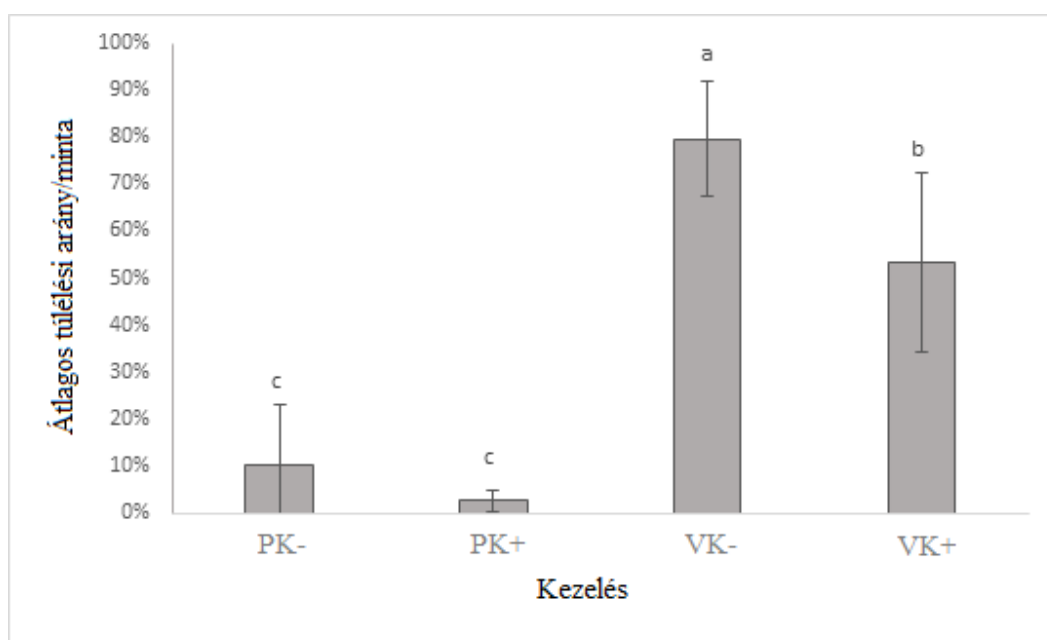
A virágföldes kísérletben a legtöbb ászka a földben vagy a levél fonákján helyezkedett el. A levél színén és a levélnyélén kevesebb egyedet figyeltünk meg. A Petri-csészékben az ászkák jelentős része a levélfonákon tartózkodott. A levélszínén kevesebb egyed volt látható (37. ábra).



37. ábra: A hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedek elhelyezkedése a különböző közegekben a hamvas ászka körterozsdával (*Gymnosporangium sabinae*) fertőzött levelek fogyasztását vizsgáló laboratóriumi kísérletben. Gödöllő, 2016.

A túlélő egyedek aránya

Vizsgáltuk az ászkák mortalitását a különböző kezelések során. Az adatok kiértékeléséhez és az összefüggések megállapításához kétmintás t-próbát alkalmaztunk (9. melléklet). A kétmintás t-próba szignifikáns különbséget mutatott a virágföldes körterozsdás és körterozsda nélküli kezelések között ($p=0,003$). A Petri-csészés kísérletben a körterozsdás (*Gymnosporangium sabinae*) és körterozsda nélküli kezelések nem különböztek egymástól, tehát a pusztulást a körterozsda itt nem befolyásolta. A virágföldes közegben az értékelés során több túlélő egyedet találtunk, mint a Petri-csészékben (38. ábra).



38. ábra: A hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) túlélési arányának alakulása a különböző közegekben a hamvas ászka körterozsdával (*Gymnosporangium sabinae*) fertőzött levelek fogyasztását vizsgáló laboratóriumi kísérletben. Gödöllő, 2016.

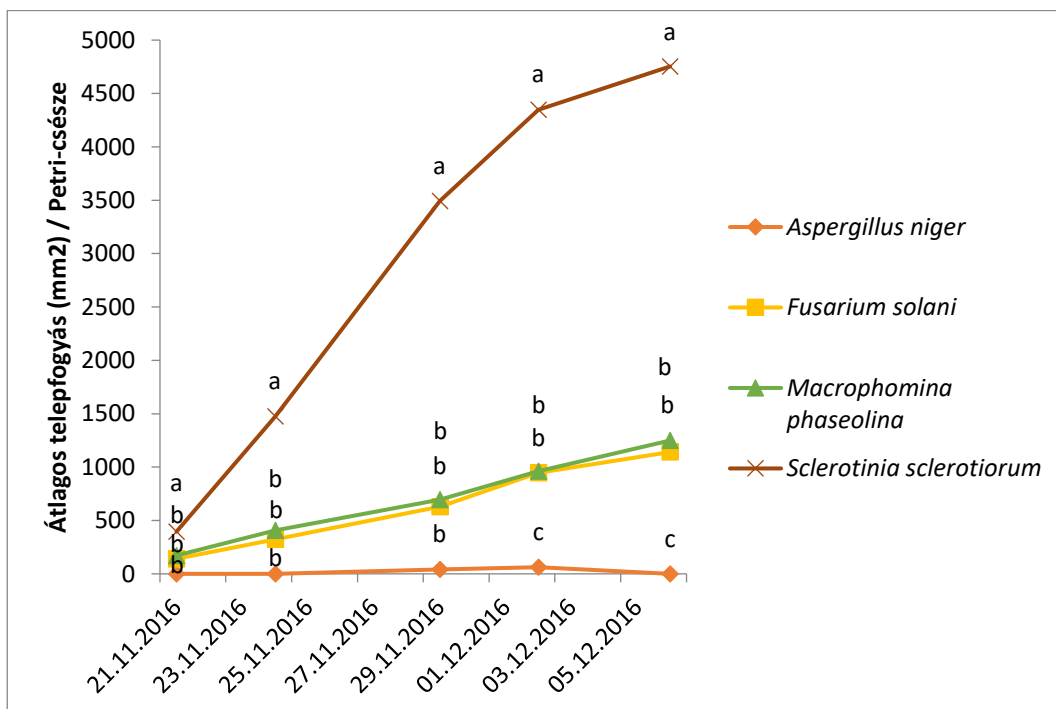
(\pm CI 95%) (PK- =Petri-csésze körterozsda nélküli levél, PK+ =Petri-csésze körterozsdás levél, VK- =Virágföldes doboz, körterozsda nélküli levél, VK+ = Virágföldes doboz körterozsdás levél). Az eltérő betűk jelölik a szignifikáns különbséget (ANOVA, Tukey's post hoc test)

Mindkét közegben az ászkarákok átlagos egyedszáma a körterozsda nélküli levelek esetében volt a legnagyobb.

5.2.2.2. Táptalajra oltott patogén gombák fogyasztásának vizsgálata

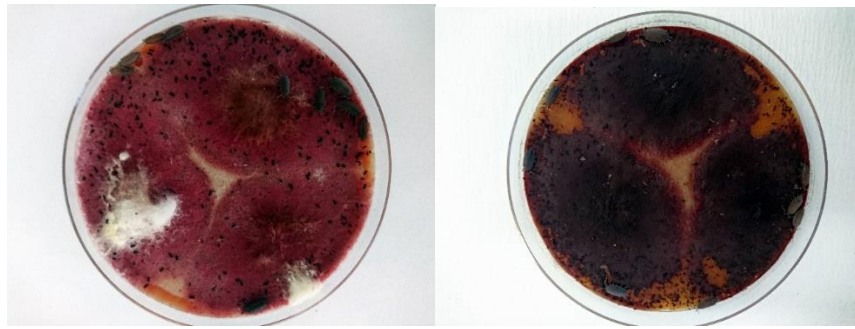
A gombák telepfogyásának vizsgálata

A legintenzívebb micéliumfogyást a *Sclerotinia sclerotiorum* esetében tapasztaltunk, legrosszabb eredményeket az *Aspergillus niger*-rel fertőződött Petri-csésze adta (39. ábra). A *Fusarium solani* és a *Macrophomina phaseolina* hasonló értékeket adott. Az ászkarákok a *Sclerotinia sclerotiorum* esetében a gomba micéliumának elfogyasztása után a gomba kitartó képleteit (szkleróciúmain) is károsították (10. melléklet).

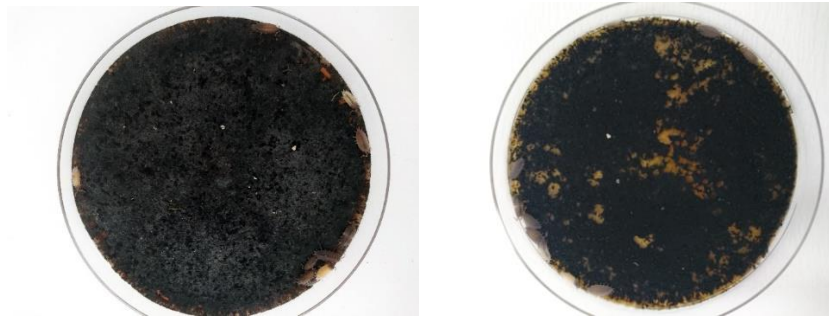


39. ábra: A kórokozó gombák átlagos telepfogyása a hamvas ászka táptalajra oltott növénypatogén gombák fogyasztását vizsgáló laboratóriumi kísérletben. Gödöllő, 2016. Azonos időponton belül az eltérő betűk jelölik a szignifikáns különbséget (ANOVA, Tukey's post hoc test)

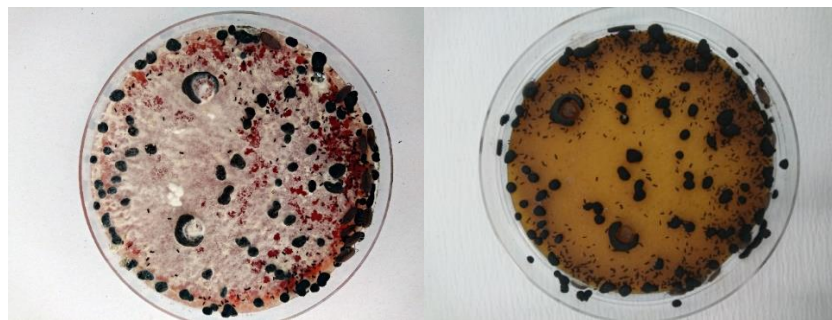
A *S. sclerotiorum* és a *M. phaseolina*, valamint a *F. solani* átlagos telepfogyása között minden esetben különbséget találtunk (40. ábra). Az idő előrehaladtával a kórokozó szaporítóképleteinek, micéliumfogyasztásának mértéke intenzívebbé vált, a szignifikáns különbség pedig egyre nagyobb lett a *S. sclerotiorum* és a többi gomba fogyása között (11. melléklet).



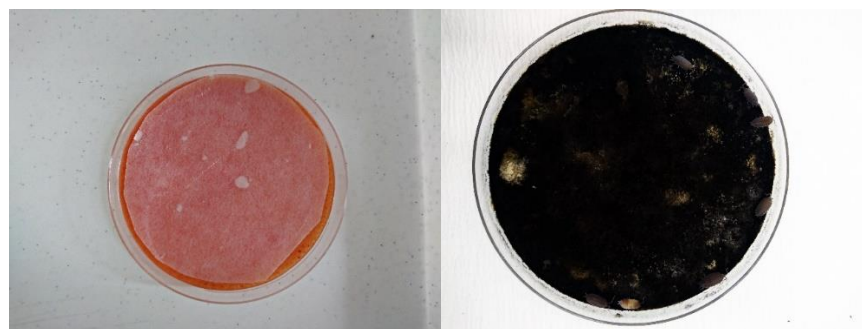
a – *Fusarium solani*



b. *Macrophomina phaseolina*



c. *Sclerotinia sclerotiorum*

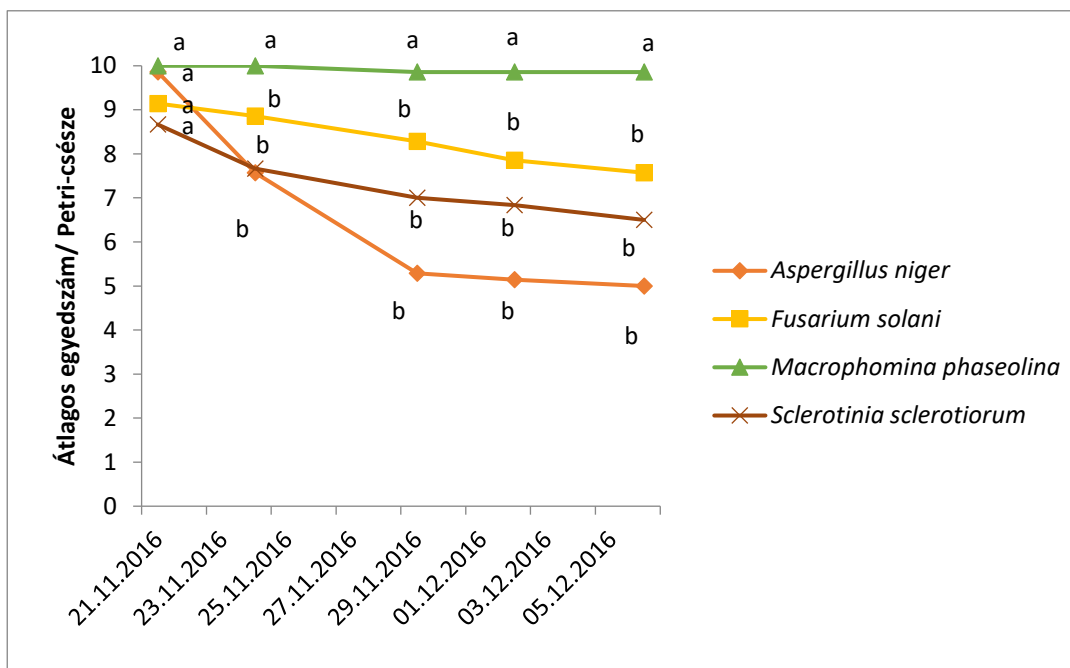


d, bal. Kontroll Petri-csésze. d, jobb. *Aspergillus niger* fertőzés észlelése az egyik kontroll Petri-csészében.

40. ábra: Különböző gombatelepek reprezentatív fogyása a kísérlet beállítása és lezárása között a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) táptalajra oltott növénypatogén gombák fogyasztását vizsgáló laboratóriumi kísérletben. Gödöllő, 2016. november 21. – december 5. (Fotó: Balázs Nóra)

Az ászkák egyedszámának alakulása a különböző kezelések alatt

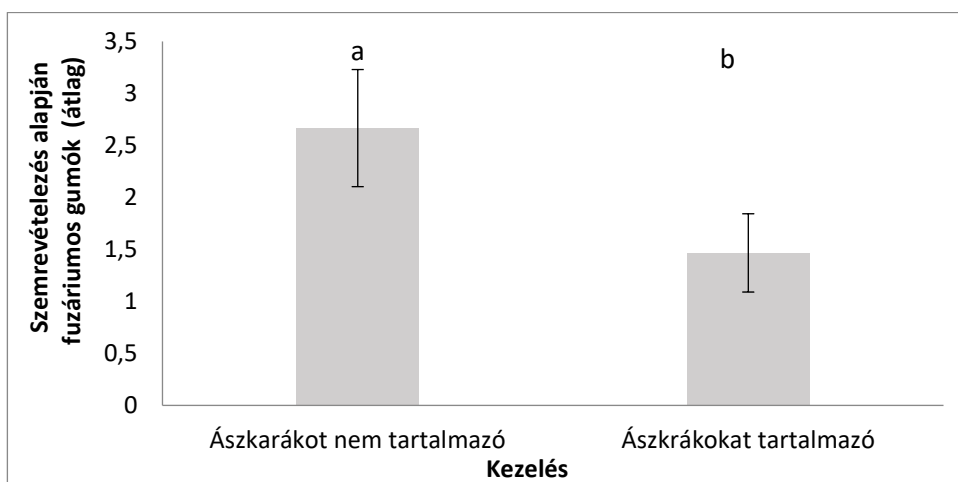
A kifejlett egyedek túlélési rátája a *M. phaseolina* kórokozó gombánál volt a legmagasabb, ezt követte a *Fusarium solani* majd a *S. sclerotiorum*, végül a pusztulás az *A. niger* esetében volt a legnagyobb (41. ábra). A *M. phaseolina*-kórokozóval oltott Petri-csészékben összesen egy egyed ászka pusztult el. Az *A. niger* gombát tartalmazó Petri-csészében az ászkák egyedszáma már a harmadik értékelésnél felére csökkent. Az eredmények részletes statisztikai számítása a 12. Mellékletben található.



41. ábra. Az életben maradt ászkarákok átlagos egyedszáma gombafajonként a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) táptalajra oltott növénypatogén gombák fogyasztását vizsgáló laboratóriumi kísérletben. Gödöllő, 2016. Azonos időponton belül az eltérő betűk jelölik a szignifikáns különbséget (ANOVA, Tukey's post hoc test)

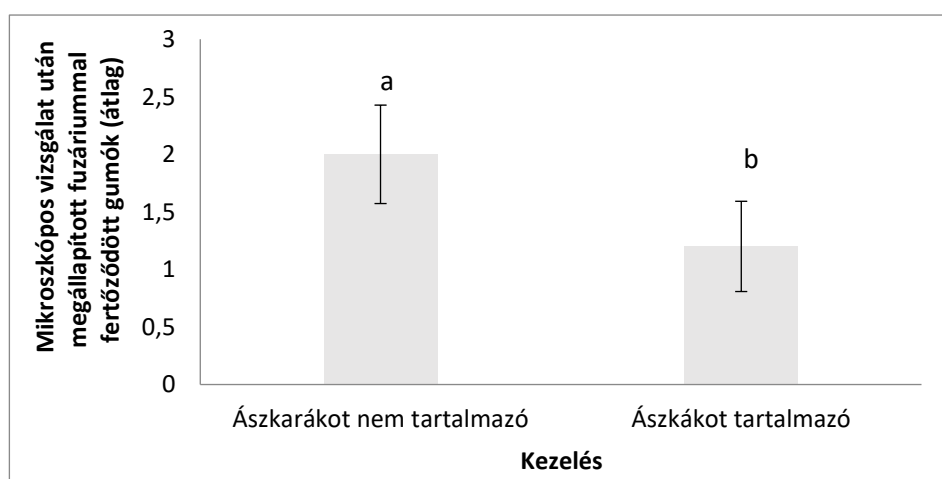
5.2.3. *Armadillidium vulgare* egyedek szerepe a tárolási kórokozó *Fusarium solani* terjedésében

A burgonyatárolási kísérlet felszámolása során szemrevételezés alapján elkülönítettük azokat a gumókat, melyeken a fuzárium-fertőzés tüneteit véltük felfedezni. Szemrevételezéssel megállapítva az ászkarákokat nem tartalmazó tárolódobozokban több lehetségesen fuzárium-fertőzött gumót találtunk (42. ábra). Az ászkákat nem tartalmazó tárolókban a lehetséges fertőzött gumók átlaga közelít a 3-hoz, ezzel szemben az ászkákat tartalmazó tárolódobozokban ez a szám 1,5 körül alakul. Az eredmények részletes statisztikai számítása a 13. Mellékletben található.



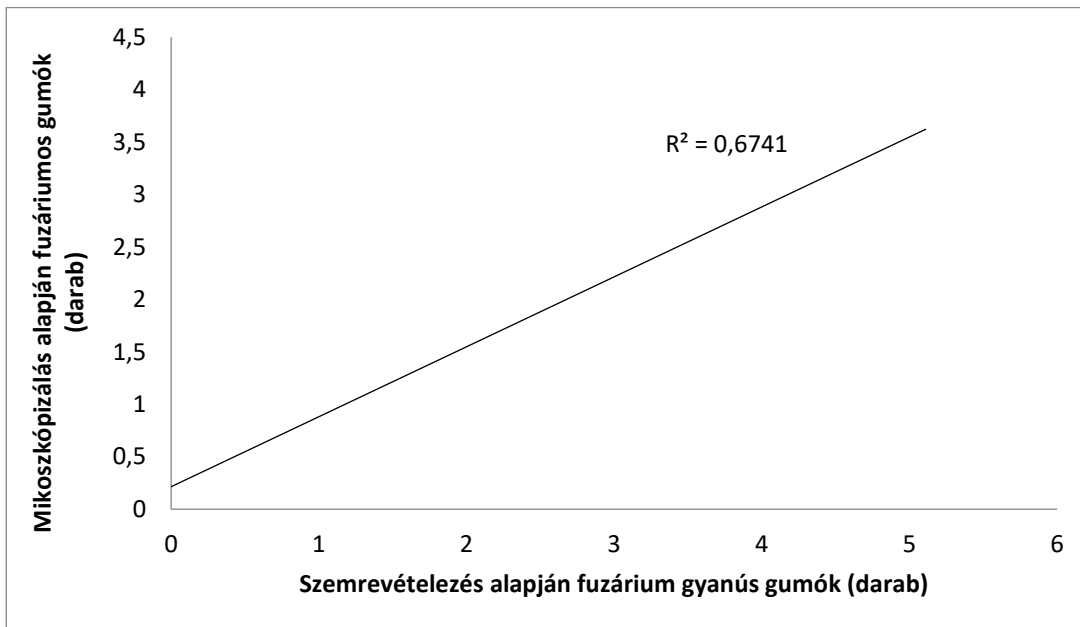
42. ábra: A fuzárium-fertőzés szemrevételezéssel megállapított mértéke a közönséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*) a tárolási kórokozó *Fusarium solani* terjedésében játszott szerepét vizsgáló kísérlet eltérő kezelése mellett Gödöllő, Makó, Neszmély helyszíneken, 2018. A különböző betűk a szignifikáns ($p < 0,05$) különbséget jelzik a kezelések között kétmintás t-próba alapján. (\pm CI 95%)

A fertőzöttnek ítélt gumók esetében a kórokozó izolálását követően mikroszkópos vizsgálat alapján vált bizonyossá, hogy a burgonyagumókat valóban a *Fusarium solani* kórokozó támadta meg. A közönséges gömbászka nem tartalmazó kezelésben több fertőzött gumót találtunk (43. ábra), az átlagos szám eléri a 2-t. Ezzel szemben az ászkák jelenlétében a fertőzött gumók átlaga csupán 1,2 volt.



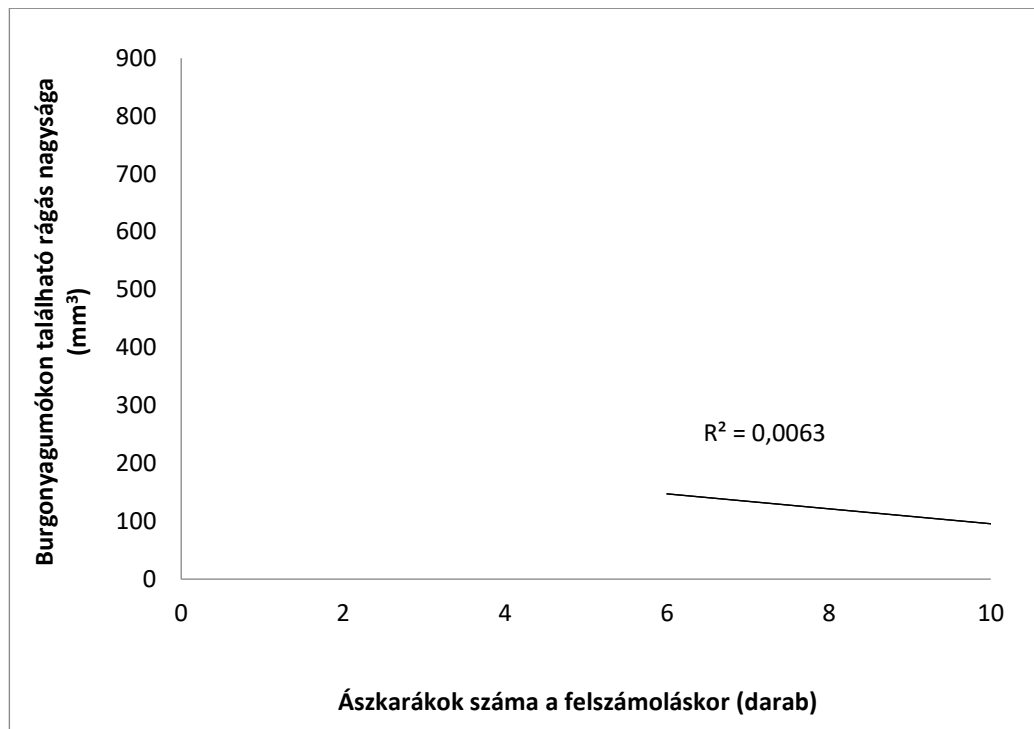
43. ábra: Az izolálás és mikroszkóvizsgálás alapján bizonyított fuzárium-fertőzés mértéke a közönséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*) a tárolási kórokozó *Fusarium solani* terjedésében játszott szerepét vizsgáló kísérlet eltérő kezelése mellett Gödöllő, Makó, Neszmély helyszíneken, 2018. A különböző betűk a szignifikáns ($p < 0,05$) különbséget jelzik a kezelések között kétmintás t-próba alapján (\pm CI 95%).

A fuzárium-fertőzés jeleit mutató fertőződött gumók száma szoros korrelációban vannak egymással ($R^2= 0,67$) tekintve az előzetes szemrevételezés és a későbbi laboratóriumi vizsgálatok alapján kapott adatokat. Megállapítható, hogy az ászkákat nem tartalmazó tárolódobozokban volt nagyobb a gumók fuzárium-fertőzése (44. és 45. ábra).



44. ábra: A szemrevételezés során megfigyelt és a mikroszkópizálás alapján bizonyított Fusarium-fertőzés adatok korrelációja a közönséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*) a tárolási kórokozó *Fusarium solani* terjedésében játszott szerepét vizsgáló kísérlet eltérő kezelése mellett Gödöllő, Makó, Neszmély helyszíneken, 2018. (Korrelációanalízis, $p=0,000$)

A kísérlet végén megfigyelt rágási kártétel, vagyis a rágott gumókon a kirágás nagysága és a közönséges gömbászkák egyedszáma között nem mutattunk ki korrelációt, tehát az ászkarákok számával nem nőtt arányosan a rágás nagysága a gumókon (45. ábra).



45. ábra: Az ászkarákok számának és a rágás nagyságának a kapcsolata a közönséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*) a tárolási kórokozó *Fusarium solani* terjedésében játszott szerepét vizsgáló kísérlet eltérő kezelése mellett Gödöllő, Makó, Neszmély helyszíneken, 2018. (Korrelációanalízis)

A kéthetenkénti ellenőrzés során tapasztaltuk, hogy a mesterségesen fertőzött fuzáriumos gumókon az oltás helyén gyakran egy-egy ászkarák magát mélyen beásva tartózkodott (46. ábra), és fogyasztotta a gumó azon részét, ahol a mesterséges fertőzés történt.



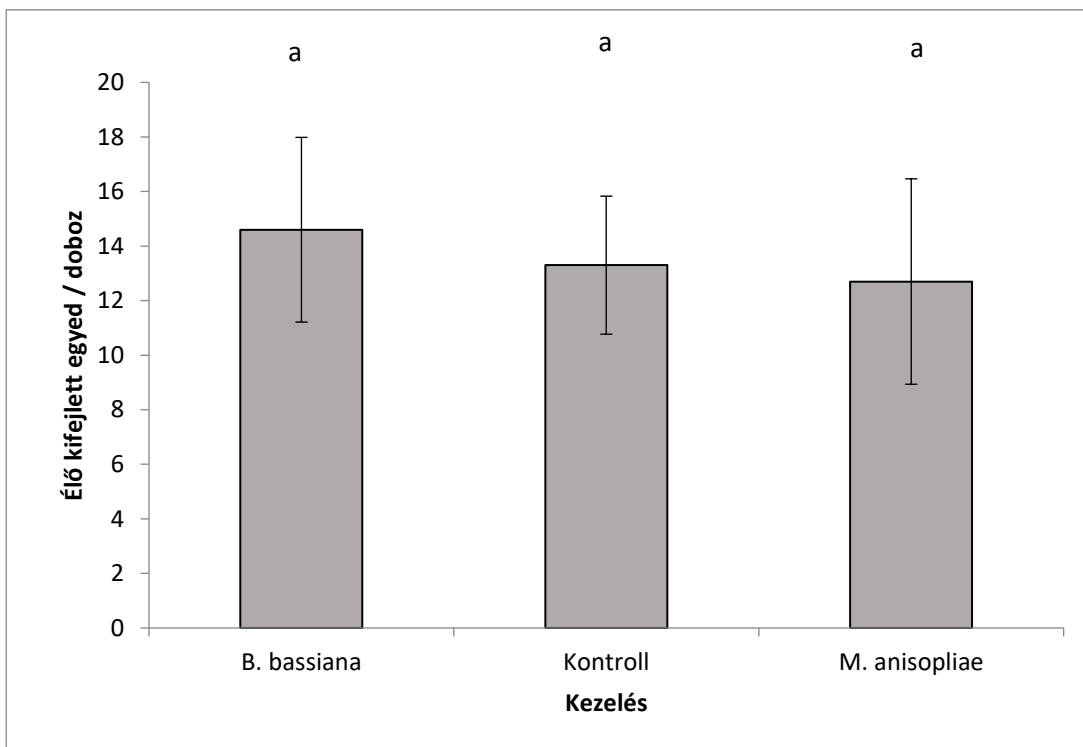
46. ábra: A mesterségesen fertőzött gumókon az oltás helyén tartózkodó ászkarákok a GÁ1, GÁ5 és NÁ3 kóddal ellátott tárolódobozokban a közönséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*) a tárolási kórokozó *Fusarium solani* terjedésében játszott szerepét vizsgáló kísérlet eltérő kezelése mellett Gödöllő, Makó, Neszmély helyszíneken, 2018. (Fotó: Plangár Nóra)

5.3. *Porcellionides pruinosus* ászkafaj mint nem-cél szervezet

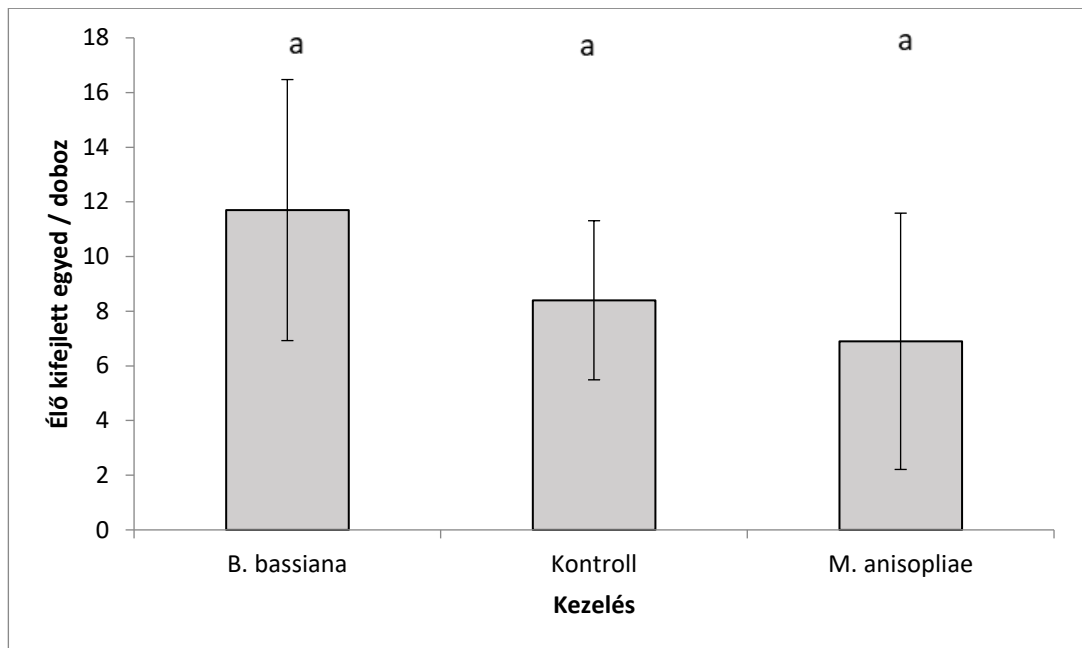
5.3.1. Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* rovarpatogén gombák

5.3.1.1. Az entomopatogén gombafajokkal végzett első rész kísérlet eredményei

Az alkalmazott dózistól elvonatkoztatva nem mutatkozott jelentős különbség a *Beauveria bassiana*, a *Metarhizium anisopliae*, illetve a kontrollkezelés hamvas ászkára (*Porcellionides pruinosus*) gyakorolt hatása között (47–48. ábrák). Az eredmények részletes statisztikai számítása a 14. Mellékletben található.



47. ábra. A hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedszámának változása *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* dózistól független jelenléte mellett a rovarpatogén gomba alapú készítményeknek a szárazföldi ászkarákokra, mint nem-célszervezetekre gyakorolt hatását vizsgáló laboratóriumi kísérletben, a kísérlet beállítását követő 16. napon. Gödöllő, 2017. Az azonos betűk jelölik a szignifikáns különbség hiányát (\pm CI 95%)

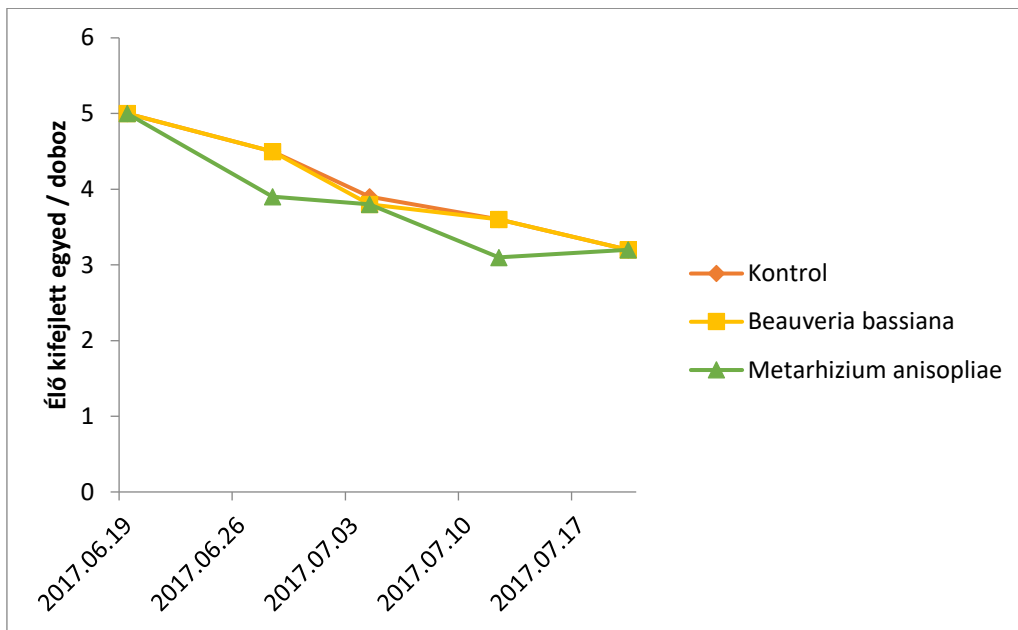


48. ábra. A hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedszámának változása *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* dózistól független jelenléte mellett a rovarpatogén gomba alapú készítményeknek a szárazföldi ászkarákokra, mint nem-célszervezetekre gyakorolt hatását vizsgáló laboratóriumi kísérletben, a kísérlet beállítását követő 26. napon. Gödöllő, 2017. Az azonos betűk jelölik a szignifikáns különbség hiányát (\pm CI 95%)

5.3.1.2. Az entomopatogén gombafajokkal végzett második részkísérlet eredményei

A második részkísérletben a több módosított paraméter ellenére sem történt változás a kifejllett egyedek számát illetően (49. ábra). A *Porcellionides pruinosus* egyedeket ez alkalommal sem befolyásolta a *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* szuszpenziók alkalmazása.

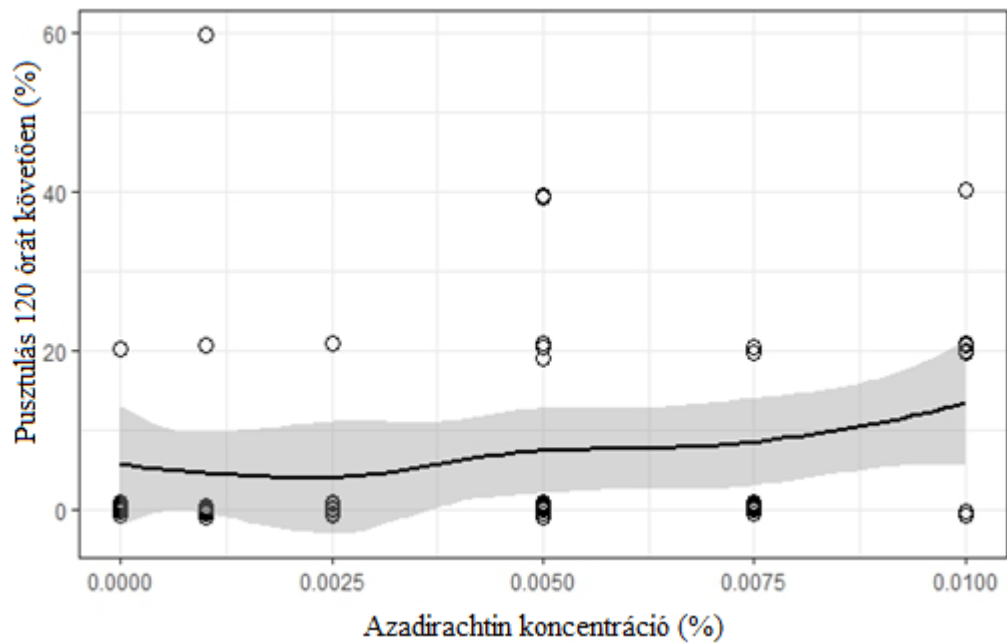
Az élő, kifejllett hamvas ászka egyedek számának idősoros változása megmutatja, hogy a kezelések között nincs nagy eltérés (49. ábra).



49. ábra. Kifejlett hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedek idősoros ábrázolása *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* dózisfüggetlen alkalmazása mellett a rovarpatogén gomba alapú készítményeknek a szárazföldi ászkarákokra, mint nem-célszervezetekre gyakorolt hatását vizsgáló laboratóriumi kísérletben. Gödöllő, 2017.

5.3.2. Biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése: neem-készítmények

A neem-készítmények hamvas ászkára (*Porcellionides pruinosus*) gyakorolt hatását vizsgáló kísérletünkben az ászkarákok pusztulási aránya általában alacsony volt minden alkalmazott kezelésnél. Az azadirachtin esetében még 120 óra elteltével is nulla pusztulást figyeltünk meg 7 mintában 0,0005%-os koncentrációban, 8 mintában 0,001%-os koncentrációban, 9 mintában 0,0025%-os koncentrációban, 7 mintában 0,005 és 0,0075%-os koncentrációban, valamint 4 mintában 0,01%-os koncentrációban (50. ábra, 3. táblázat).



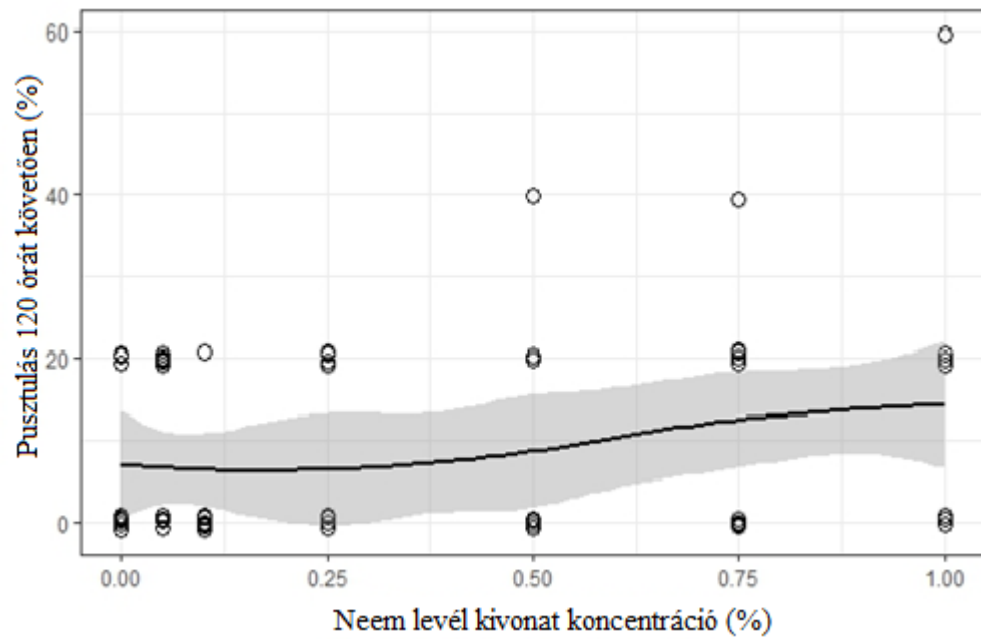
50. ábra Hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedek pusztulási aránya 120 óra elteltével a NeemAzal T/S (1% azadirachtin) különböző koncentrációi mellett neem-készítmények szárazföldi ászkárákokra gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben.

Gödöllő, 2016. A körök az egyes egyedeket jelölik, míg a vonal a pusztulás tendenciáját mutatja a növekvő koncentrációkhoz képest, a szürke terület a $\pm 95\%$ -os konfidenciaszintet jelöli.

3. táblázat Hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedek pusztulása NeemAzal hatására kumulatív átlagban kifejezve különböző időintervallumokra vonatkozóan neem-készítmények szárazföldi ászkarákokra gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2016. (\pm CI 95%). (cc= koncentráció, SD= szórás. Minden érték 10 ismétlés átlaga.)

Kezelés	cc (%)		Átlag pusztulási százalék az adott időtartam után					
			1 hr	24 hrs	48hr	72hr	96hr	120hr
azadirachtin (NeemAzal T/S)	0	átlag	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
		SD	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.42
	0.0005	átlag	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5
		SD	0.42	0.67	0.67	0.67	0.67	0.85
	0.001	átlag	0	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
		SD	0	0.95	0.95	0.95	0.97	0.97
	0.0025	átlag	0	0	0	0	0	0.1
		SD	0	0	0	0	0	0.32
	0.005	átlag	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
		SD	0.32	0.42	0.42	0.42	0.42	0.48
	0.0075	átlag	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
		SD	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.48
	0.01	átlag	0	0.1	0.5	0.5	0.5	0.7
		SD	0	0.42	0.71	0.71	0.71	0.67

Ugyanez volt megfigyelhető a neemlevél-kivonat esetében is a 120 órás időtartamot követően (51. ábra). Nulla pusztulás a 0,05%-os koncentráció 5 mintájában, a 0,1%-os koncentráció 9 mintájában, a 0,25%-os 6 mintájában, a 0,5%-os 7 mintájában, a 0,75%-os 4 mintájában és az 1%-os 5 mintája esetében (4. táblázat). A pusztulás a koncentrációval kissé növekedett, de ez a megfigyelt növekedés nem volt statisztikailag szignifikáns.



51. ábra Hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedek pusztulási aránya 120 óra elteltével a neemlevél-kivonat különböző koncentrációi mellett neem-készítmények szárazföldi ászkarákokra gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2016. A körök az egyes egyedeket jelölik, míg a vonal a pusztulás tendenciáját mutatja a növekvő koncentrációkhoz képest, a szürke terület a $\pm 95\%$ -os konfidenciaszintet jelöli.

4. táblázat Hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedek pusztulása neemlevél-kivonat hatására kumulatív átlagban kifejezve különböző időintervallumokra vonatkozóan neem-készítmények szárazföldi ászkarákokra gyakorolt hatását vizsgáló kísérletben. Gödöllő, 2016. (\pm CI 95%). (cc= koncentráció, SD= szórás. Minden érték 10 ismétlés átlaga.)

Kezelés	cc (%)		Átlag pusztulási százalék az adott időtartam után					
			1 hr	24 hrs	48hr	72hr	96hr	120hr
neemlevél-kivonat	0	átlag	0	0	0	0	0.1	0.33
		SD	0	0	0	0	0.33	0.5
	0.05	átlag	0	0	0	0.1	0.2	0.527
		SD	0	0	0	0.32	0.42	0.52
	0.1	átlag	0	0	0	0	0	0.1
		SD	0	0	0	0	0	0.32
	0.25	átlag	0	0	0	0	0.2	0.4
		SD	0	0	0	0	0.42	0.52
	0.5	átlag	0	0	0	0	0	0.4
		SD	0	0	0	0	0	0.7
	0.75	átlag	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.7
		SD	0	0.32	0.42	0.42	0.42	0.67
	1	átlag	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.7
		SD	0	0.32	0.42	0.67	0.7	0.95

6. MEGVITATÁS

6.1. A szárazföldi ászkarákok mikrohabitat-preferenciája

A szabadföldi kísérletekben 2016-ban az ászkarákok mennyisége a felső parcellán volt nagyobb. Mindez feltételezhetően annak köszönhető, hogy ez a terület az erdőhöz közelebb található, vagyis az erdő közelsége befolyásolja a terület mikroklímáját. Megfigyeléseink tehát alátámasztották azt az állítást, miszerint a fajokban leggazdagabb területek a természetes élőhelyek és települések keskeny határterületei (Hornung és mtsai 2008). Az alsó parcellához képest további figyelemreméltó különbség az is, hogy itt már a megelőző évben is talajtakarásos módszerrel termesztettek burgonyát, míg az alsó parcella számára ez volt az első mulcsozós év. Amint azt Brévault és mtsai (2007) megállapították, a mulcsozás serkenti a talajéletet, növeli a biodiverzitást. A mulcsanyagok jelenléte megnövelheti a talajban található hasznos szervezetek számát. E mögött többek között az is állhat, hogy a mulcsozott területeken csökken a talaj erodáltsága, a talaj tömörödése és a vízvesztés (Louw és Bennie 1992).

Általánosságban elmondható, hogy évről évre több ászkarákot figyelhettünk meg minden takart parcella esetében. A takaratlan parcellán búvóhely hiányában egyik évben sem találtunk egyedeket.

A 2017-es évre az alsó parcellán ötszöröseire növekedett az ászkák egyedszáma. Megállapítható, hogy egy év lefolyása alatt az ászkarákok jelentősen fel tudtak szaporodni és új területeket kolonizálni kártételi érték nélkül. Csapadékos idő után több ászkát találtunk a vizsgált területeken, mint szárazabb időben. Ez az ászkák pára- és nedvességtartalom iránti érzékenységevel magyarázható. Nappal és szárazabb időben az avar alatt, kéregrepedések zugaiban keresnek menedéket (Farkas és Vilisics 2006).

A különféle mulcsanyagok felé mutatott preferencia eltéréseit tapasztaltuk. Amint az már megállapítást nyert, a különböző fafajok levelei változó beltartalommal, lombhullási időponttal és lebomlási időtartammal jellemezhetőek, ezért a mikrokörnyezetre gyakorolt hatásuk is eltérő lehet (Melillo és mtsai 1982, Aerts 1997, Ayres és mtsai 2009).

A dióavar és a vegyes avar esetében a rajtuk képződő biofilmréteg is befolyásolhatta az ászkák mikrohabitat-preferenciáját. Ezen anyagok lebomlása függ többek között az éghajlati és időjárási viszonyoktól és a lebontó szervezetek jelenlététől, sűrűségétől,

valamint táplálék preferenciájától. A lebomlás pontos megfigyelésére Boulton és Boon (1991) tettek módszertani javaslatokat. Purahong és munkatársai (2016) javasolják az állandóan változó avarminőség miatt a gombák és a baktériumok finom rendszertani felbontással történő vizsgálatát az egész lebomlási folyamat során. Hálózati elemzésük kiemelte a baktérium és gomba fajok következetes együttes előfordulását. A lebomlási folyamat során a mikro- és makro tápanyagok, a C: N arány és a pH szignifikánsan korreláltak a gomba- és baktériumközösségekkel, míg a baktériumsűrűség pozitívan korrelált a C, N és P felvételéhez szükséges hidrolitikus enzimekkel. Az avarlebomlás dinamikus, funkcionális szukcesszió eredménye.

A lebontó szervezetek tevékenységét a levelek összetétele, többek között lignintartalma befolyásolja, ezért az egyes fafajok leveleinek hasznosítható tápanyaggá alakulása eltérő sebességgel zajlik. A folyamatot a levelek összekeverése gyorsítja (Jacob és mtsai 2010).

A vegetációs idő végére a mulcstrétegek fizikai-kémiai bomlási folyamatait az ászkarákok lebontó tevékenysége is támogatta.

Kísérleteink során a legtöbb szárazföldi ászkarák a diótakarásban volt jelen. Annak ellenére tapasztaltuk ezt, hogy egyes, a diólevélben található anyagcseretermékek (polifenolok és kinolok) lassú lebomlásúak, illetve a magas illóolaj és tannintartalom miatt nem sok szervezet számára jelentenek táplálékforrást (Gencsi és Vancsura 1992). A tapasztalásunk inkább annak tulajdonítható, hogy a dióavar fizikai és kémiai szerkezete, nedvesség-megtartó képessége kedvezőbb számukra a többi mulcshoz képest. A csersavak és juglon allelopatikus hatása a legalább 9 hónapig tartó komposztálás során semlegesítődik (Tirczka és Hayes 2012), és a diólevél értékes biomasszává alakul át (Coder 1983, Petrikovszki és mtsai 2019).

Kísérleteinkben a szárazföldi ászkarákok a komposzttal takart területeket kevésbé kedvelték, annak ellenére, hogy a kultúrnövények számára például kifejezetten kedvező talajszerkezetet és vízháztartást biztosíthat (Vermees 2005). A vizsgált területen a komposzt kivételével a különböző mulcstípusok hatására nőtt az ászkarákok egyedszáma. Tapasztalatunk hasonló, mint Fehér és mtsai (2016) megfigyelése, miszerint a talajtakarás alkalmazásával kedvező feltételeket biztosíthatunk talajlakó mezo- és mikroszervezetek számára, melyek tevékenysége a talajtakarás hatására jelentősen felélénkül (Fehér és mtsai 2016).

6.2. A szárazföldi ászkarákok által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások

6.2.1. *Porcellionides pruinosus* egyedek jelenlétének hatása a talaj biológiai aktivitására és a paradicsom tesztnövény termésereedményére

Az integrált és ökológiai gazdálkodás, valamint a környezetkímélő termesztéstechnológiai eljárások előtérbe kerülésével, illetve a peszticid használat szigorú szabályozásából adódóan egyre inkább népszerűbbé válik az ökoszisztéma szolgáltatások tudatos használata.

Zhang és mtsai (2007) szerint a kártevők és kórokozók hatásának közvetlen csökkentése rövid távú szabályozás, és hosszú távon inkább az egyensúlyi állapotra érdemes törekedni, amikor is a kártevők és kórokozók, valamint az őket gyérítő természetes szervezetek közötti egyensúly az, ami biztosítja az ökoszisztéma fenntarthatóságát. A pozitív ökoszisztéma-szolgáltatások léte és kiterjedtsége azonban a mezőgazdasági gyakorlat elemeitől függ (Power 2007), többek között olyan módon, hogy a biodiverzitást növelő elemek növelik a természet által lehetségesen nyújtott pozitív externáliák körét (Thrupp 1998, Kahane és mtsai 2013, Boller és mtsai 2004). A talajlakó élőlények, beleértve a szárazföldi ászkarákat, részt vesznek a talaj biológiai folyamataiban, és nagyban hozzájárulnak a növényi- és állati eredetű hulladékok lebontásához, valamint hatással vannak a talaj termékenységére (Bardgett 2005).

Vizsgálatainkban kiemelt szerepet kapott a talajtakarás, a talajvédő művelés fontos eleme a csekély művelés, a bakhátas termesztés, a csökkentett vagy minimalizált művelés mellett (Mannering és Fenster 1983). A szabadföldi zöldségtermesztésben igen elterjedt a takaróanyagok használata, mivel a talajtakarásnak számos előnye van, mind a termés, mind a talaj szempontjából. A természetes mulcs bedolgozható, ezáltal növeli a talaj tápanyagtartalmát, ez több termésmennyiséget és jobb minőséget is eredményezhet (Pusztai 2010). Komposzttal való takarás során csökken a talajerózió és kimosódás, kevésbé ingadozik a talajhőmérséklet, növekszik a talaj termékenysége (Bhattacharai és mtsai 2011; Pinamonti és mtsai 1996). A szokványos vagy a giliszták által átdolgozott, ún. vermikomposzt a szervesanyagokhoz hasonlóan növeli a talaj szervesanyag- és tápanyag-tartalmát, és ez utóbbihoz képest lassabb a tápanyagok, elsősorban a nitrogén és kálium kimosódása is (Jouquet és mtsai 2011).

A mulcsozás, talajtakarás előnye jól dokumentált, a szárazföldi ászkarákok és ikerszelvényesek (Diplopoda) által elhullajtott ürülék növényfejlődésre gyakorolt pozitív hatását tenyészedényes kísérletek igazolják (Gere 1956, Farkas és mtsai 2017). Egy hasonló kutatásban Petrikovszki és munkatársai (2016) megállapították, hogy az avarmulcs pozitív hatással volt a paradicsomhozamra, a teljes növényállomány generatív és vegetatív paramétereire egyaránt. Ezen ismeretek birtokában várakozásunk, miszerint a mulcsozás és az ászkarákok jelenlétének kombinációja növeli a talaj mikrobiális aktivitását, a termésmennyiséget, igaznak bizonyult.

A talaj mikrobiális aktivitásának vizsgálata során a kiindulási talajhoz képest a takart, valamint az ászkarákos és takart kezelésnél kapott eredmények nem tértek el szignifikánsan, azonban a talaj megőrizte mikrobiális aktivitását az évszakosan természetes csökkenés ellenére is. A csupán ászkarákokkal kezelt talajon szignifikánsan csökkent az aktivitás, amelyet valószínűleg a takarás tud csak kompenzálni. A takarás kedvező hatása, hogy képes nedvesen tartani a talajt. A takarás nélküli talaj könnyebben kiszárad, ezért csökken a mikrobiális aktivitása, valamint az ászkarákoknak sem biztosít élő- és búvóhelyet. Annál a két kezelésnél, ahol nem volt avertakarás, ott csökkenő talajaktivitást mértünk, esetünkben ez a kontroll és a pusztán ászkarákos kezelés volt. Ezek a tapasztalatok megfelelnek a várakozásoknak, hiszen a mulcstakaró a levegőt magába zárva szigeteli a talajt, mely ez által nyáron hűvös marad, ősszel és télen a fagy nem tud olyan gyorsan behatolni a talajba, és a talajélet tovább élő marad (Bussière és Cellier 1994; Athy és mtsai 2006; Gholamhoseini és mtsai 2019).

A 2016-ban végzett kísérlet alapján önmagában a szárazföldi ászkarákok munkája igen, a talajtakarás pedig nem befolyásolta szignifikánsan a paradicsomnövény növekedését, ezzel megerősítettük Tuf és Tufová (2005) megállapításait, miszerint a talajban élő makro-gerinctelenek, ökoszisztémában betöltött szerepüknel fogva hozzájárulnak a talaj termékenységének növeléséhez. Azonban a következő évben ellentétes eredményekre jutottunk, melynek feltételezett oka a nem megfelelően adagolt öntözővíz volt. A felszámolásakor a tenyészedényekben a talaj túlnedvesedett, amely így kedvezőtlennek bizonyult az ászkarákok számára.

A talajokat rendkívül bonyolult faji összetételű életközösségek gazdagítják. E faji diverzitást a talaj anyagának részecskéin, nagyrészt adszorbeált állapotban, inaktív mikroorganizmusok (baktériumok, gombák, élesztők, egysejtűek, algák stb.) alkotják (Wall és mtsai 2001, Nielsen és mtsai 2015). Az említett mikroorganizmusok, egy

rendkívül sokoldalú biokémiai kapacitás nyugvó potenciálját képviselik. Ez a potenciál akkor valósul meg, ha a mikroorganizmusok a talajba jutott és számukra értékesíthető anyag- és energiaforrásokkal kerülnek érintkezésbe. Ilyenkor azok a mikroorganizmusok, amelyek a megjelent anyagokat bontani és hasznosítani képesek, aktivizálódnak és szaporodni kezdenek. Aktivitásuk azonban csak rövid ideig tart, minthogy az energiaforrások fogytával újra nyugalmi állapotba térnek (Lennon és Jones 2011). Kísérleteink azt mutatták, hogy a szárazföldi ászkarákok pozitívan reagáltak a talajtakarásra, tevékenységük és ezzel együtt ürülékük mennyisége megnőtt, így járulva hozzá a tapasztalt termésnövekedéshez.

6.2.2. *Porcellionides pruinosus* és *Armadillidium vulgare* egyedek növénykórokozó-fogyasztása és terjesztése

Az ászkarákok növénykórokozó-fogyasztása

A növények szempontjából patogén ágensek, gazdasági jelentőségű kórokozók szárazföldi ászkarákok által történő fogyasztása, a táplálékválasztás szempontjai, az esetleges preferenciák, a fogyasztás mértéke és ászkarák-, növény-, illetve kórokozó fajhoz való kötöttsége, a kórokozók fogyasztásának biológiai következményei, növényvédelmi vonatkozásai, ökológiai vonatkozásban betöltött esetleges lehetőségei kevésbé kutatott területek. Az bizonyos, hogy a természetes lebomlási folyamat során elhaló, elhalt szerves anyagokon megtelepedhetnek különböző mikroorganizmusok, melyeket a szárazföldi ászkarákok a holt növényi részekkel együtt fogyasztanak el. Sőt, emésztésük szempontjából a növényi felületeken megtelepedő mikroorganizmusok, hifafonalak kifejezetten előnyös szerepet játszanak (Ihnen és Zimmer 2008, Zimmer és Topp 1999). A szárazföldi ászkarákok a gyökérszónában található mikroorganizmusok széles körét fogyasztják (Capinera 2008). A béltartalom megvizsgálása nyomán ismert, hogy az ászkarákok a bomló növényi anyagok mellett gombákat és bakteriális eredetű táplálékot egyaránt vesznek magukhoz (A'Bear és mtsai 2014).

Korábbi kísérleteinkből megmutatkozott, hogy az ászkarákok szívesen fogyasztják a különböző növénykórokozó gombákat (Balázs 2017). Szabadföldi burgonyatermesztési kísérletekben, ahol talajtakarást alkalmaztunk, jóval kevesebb *Fusarium* fajok által fertőzött burgonyagumó képződött, mint a takaratlan területen. Az ászkarákok kedvelt helye a takart talaj, ezeken a területeken nagyobb számmal

fordulnak elő és feltételezhetően fogyasztják a talajban található *Fusarium* gombafajokat (Fehér és mtsai 2016, Fehér és mtsai 2017).

Jelen vizsgálatunkban a hamvas ászka a körterozsda nélküli leveleket gyorsabban fogyasztotta, mint a fertőzötteket. Ennek oka lehet az, hogy a növények a kórokozók ellen fitoalexinekét választanak ki. Ezek az antimikrobiális anyagok stressz hatására gyorsabban termelődnek és felhalmozódhatnak, ennek folyamányaként a körterozsdás (*Gymnosporangium sabinae*) levelek fenolvegyület-koncentrációja magasabb, mint az egészséges leveleké (Kalisz és mtsai 2015). A körterozsdás levelekben felhalmozódó fenolos vegyületek táplálkozásgátló hatással bírhatnak, ezért emészthetőségük lényeges az ászkarákok táplálkozása és túlélése szempontjából (Zimmer és mtsai 2002a, 2002b). Meg kell említenünk, hogy ugyan lassabban, de fogyasztották a körterozsdás leveleket, ezáltal ártalmatlanítva a leveleken élő kórokozót.

Az avartakarót alkotó leveleket baktériumokból és gombákból álló biofilm borítja, melyet az ászkák előszeretettel fogyasztanak. Feltételezhető, hogy a körterozsdás levelek esetében a biofilm, pontosabban annak hiánya befolyásolhatta a fogyasztást: a stressz hatására a növényben kiválasztódott fenolvegyületek miatt ugyanis a fertőzött leveleken kisebb mértékben alakulhatott ki a biofilm réteg. Megfigyelésünk egybevág Horváthová és Bauchinger (2017) tapasztalatával, miszerint a biofilmmel bőven bevont levelet kapott ászkák tömeggyarapodása több lett a biofilm nélküli levelekkel tápláltakhoz képest. A biofilm jelenléte tehát táplálkozási előnyökkel járhat.

Vizsgálataink során a szaprofita ászkarákok a virágföldes dobozban fogyasztották a leginkább intenzíven az általunk felkínált leveleket. Különbözőséget tapasztaltunk az ászkák viselkedésében is: a virágföldes közegben inkább a földben és a levélfonákon, míg a mesterséges hatású Petri-csészében csak a levélfonákon helyezkedtek el. További, ászkarákokat tartalmazó kísérletekben célszerű tehát minél természetesebb körülményeket biztosítani. A Petri-csészébe helyezett egyedek esetében nem csak a táplálékfogyasztás, de a túlélés is kisebb mértékű volt. Módszertanilag megemlítendő, hogy a virágföldes közegnél az egyedek egy része a talajban rejtőzködött, ezért az ilyen egyedek azonosítása csak a kísérlet felszámolásakor vált lehetővé. Azonban a legtermészetesebb tartási körülmények között is számolnunk kell az ászkarákok kannibalizmusából adódó veszteségekkel (Sutton 1980), ez állhat egyes egyedek eltűnése mögött.

A növénypatogén gombákkal végzett kísérletünkben a *S. sclerotiorum* micéliumtelepei fogytak a leggyorsabban, a legkevesebb fogyást pedig az *A. niger* mutatta. A kifejlett egyedek túlélési rátája a *M. phaseolina* kórokozó gombánál volt a

legnagyobb, az *A. niger* esetében pedig a legkisebb. Az *A. niger* gombát tartalmazó kezeléskor az ászkák egyedszámának nagyarányú csökkenése feltételezhetőleg a kiválasztó szervrendszert károsító ochratoxin A nevű mikotoxin (Abarca és mtsai 1994) jelenlétének tulajdonítható. A mérgező metabolitokat termelő *M. phaseolina* (Bhattacharya és mtsai 1994) ászkarákokra gyakorolt hatása nem kutatott terület, de az már ismert, hogy a televényászkák (*Trihorhina tomentosa* Budde-Lund, 1893) faj egyedei a táplálékválasztásos kísérletben egyértelműen a toxintermelő *Fusarium graminearum* genetikai módosítás miatt toxint nem termelő törzseit fogyasztják, a toxintermelő természetes törzsek telepeit pedig elkerülik (Xu és mtsai 2019). Bár a *S. sclerotiorum* termel az élő szervezetekre mérgező anyagcseretermékeket (Huang és Dorrel 1978), ászkarákokra gyakorolt hatásáról nem találtunk információt. Kísérletünkben az derült ki, hogy a *S. sclerotiorum* e szervezetekre nem halálos, bár mesterséges körülmények között azt tapasztaltuk, hogy a *S. sclerotiorum* nyálkacseppeket képez, melybe az ászkák beleragadtak és elpusztultak.

A kontroll Petri-csésze *A. niger* gombával való befertőződése feltételezhetőleg az ászkák táptalajra helyezésekor következett be. A gombaspórák a levegőből vagy az ászkák lábairól kerülhettek be (Póss és mtsai 2017). A túlélő kifejllett ászkarákok száma és az átlagos telepfogyás mértéke egyedül a *S. sclerotiorum* esetében mutatott szoros korrelációt. A *S. sclerotiorum* micéliuma jó minőségű tápláléknak bizonyult az ászkák számára. Csak a nyálkacseppekbe ragadt és elpusztult egyedek miatt fogyasztottak kevesebb micéliumot, hiszen kevesebb egyed kevesebb micéliumot képes elfogyasztani. A többi gombánál az alábbi összefüggéseket tapasztaltunk: *A. niger* – telepfogyás alig, nincs korreláció, *M. phaseolina* - átlagosan minden egyed életben maradt. Összességében megállapítható, hogy a *S. sclerotiorum*, *M. phaseolina*, *Fusarium solani* növénykórokozó gombáknál az ászkák telepfogyasztása nagyobb mértékű volt, mint a telep regenerálódása. Az *A. niger* esetében ezt fordítva tapasztaltuk.

Kiválasztáskor nem szexáltuk a tesztorganizmokat, mert sok esetben a mikroszkópizálás folyamata a halálukkal járt volna.

Az ászkarákok szerepe a kórokozók terjedésében

Az ászkarákok napi aktivitása, mozgásos és táplálkozási tevékenysége során elkerülhetetlen, hogy az általuk fogyasztott gombák és baktériumok képletei, illetve maguk a mikrobák ne jussanak el egyik helyről a másikra. Egyes vélemények szerint az ászkarákok mozgásukkal egyik pontról a másikra káros szervezeteket, mint például

kórokozó gombák fonalait és algákat szállíthatnak (George 1969). A későbbiekben a feltevést, miszerint a szárazföldi ászkarákok terjeszthetik a növényi fertőzéseket, Garland és Seaman (1994) elutasította, és ezt a részterületet azóta sem kutatják intenzíven.

Tárolt burgonya esetén a *F. solani*, mely a gumó szárazkorhadását idézi elő, minden évben jelentős gazdasági kárt okozó betegség. Szabadföldi burgonyatermesztési kísérletekben, a takart parcellákon a vegyes avar és a dióavar alatt kisebb volt a burgonyák fuzáriumos fertőzöttsége és a talajlakó kártevők által okozott kártétel mértéke, mint a takaratlan területen (Fehér és mtsai 2016, 2017). Visszautalva a mikrohabitat-preferenciát vizsgáló kísérleteinkre, miszerint életmódjukból adódóan az ászkarákok kedvelt helye a takart talaj (Farkas és Vilisics 2013); ezeken a területeken nagyobb számmal fordulnak elő és feltételezhetően fogyasztják a talajban található *Fusarium* gombafajokat, és így járulnak hozzá a takart területeken tapasztalt kisebb mértékű kártételhez.

6.3. *Porcellionides pruinosus* ászkafaj mint nem-cél szervezet

Amint azt a növényvédő szerek forgalomba hozataláról szóló 1107/2009/EK Európai Parlamenti és Tanácsi rendelet (EC No. 1107/2009) meghatározza, az ökoszisztéma-szolgáltatások sérülékenysége miatt folyamatos vizsgálatokra van szükség az emberi beavatkozások közvetett és közvetlen hatásainak feltérképezése érdekében. Az elismert ízeltlábú tesztszervezetek az ökoszisztémában a kártevők és kórokozók ellen valószínűsíthetően fontos szerepet betöltő fajok, melyek nem jelentenek növényvédelmi kockázatot a védendő növény szempontjából, és taxonómiaiag rokonságba hozhatók a célszervezettel, vagyis a kártevő ízeltlábúakkal (Raybould és mtsai 2007).

Ezzel szemben a szárazföldi ászkarákok tesztelése újdonság a rovarpatogén szervezeteket vizsgáló tanulmányokban (Garrido-Jurado és mtsai 2011), ezért kevés korábbi kutatási eredmény áll rendelkezésünkre. *M. anisopliae* fajjal kolonizált árpa kijuttatásával sikeresen kezelték egy németországi szőlőültetvényt filoxéra ellen. Atkákon, ugróvillásokon, földigilisztákon, egy futóbogár fajon, ászkarákokon és más talajlakó makroszervezeteken tesztelték a hatását 0-10 cm és 10-20 cm talajmélységben, egy vegetációs időszakban. A *Metarhizium anisopliae* nem befolyásolta kimutathatóan a nem-cél tesztszervezeteket (Kirchmair és mtsai 2004).

Különböző entomopatogén ágenseket tesztelve hasonló eredményekre jutottak ugróvillások (Dromph (2001), illetve a *Beauveria* és *Metarhizium* törzsek használatával földigiliszták hosszabb idejű tesztelése során (Hozzank és mtsai 2003). Kísérletünkben követtük a *P. pruinus* egyedek egyedszámának változását, táplálékfogyasztási viselkedését, valamint a táplálékfogyasztás mértékét és ütemét *B. bassiana* és *M. anisopliae* fajok jelenlétében. A rovarpatogén készítmények hamvas ászkára (*P. pruinus*) gyakorolt hatását vizsgáló első rész-kísérletünkben az alkalmazott rovarpatogének nem fejtettek ki negatív hatást a kifejlett ászka egyedekre, függetlenül a kijuttatott dózis mennyiségétől.

A második rész-kísérlet beállítása során módosítottunk a talajösszetételen, mivel azt tapasztaltuk, hogy a kvarchomok nem tartotta meg a nedvességet, és ez feltételezhetően több ászka egyed pusztulásához vezetett. A kereskedelmi virágföld a nedvesség- és páratartalom szempontjából jó döntésnek bizonyult. A második rész-kísérletben a feltételezett stressztényezők minimalizálása érdekében csökkentettük az egyedszámot, és egységes mennyiséget juttattunk ki az entomopatogén-szuszpenziókból. Szignifikáns különbség ez alkalommal sem volt kimutatható. A statisztikai összehasonlítás nem mutatta ki a tartástechnológiai elemek jelentőségét, mivel a hamvas ászkák nagy egyedszámmal maradtak életben.

A spóraszuszpenziók dózisát legfőképpen az alkalmazott talaj nedvességmegtartóképessége határozta meg. Így a kipróbált 5-15-25-50 ml dózisok közül 20 g virágföldhöz a talaj nedvességbefogadását tesztelve 15 ml oldatot határoztunk meg, ami még az ászkák és bármilyen talajélet szempontjából életszerű.

Hatékonyáguk és gazdaságosságuk okán a növényi anyagokból, illetve növényi kivonatok felhasználásával előállítható növényvédő szerek az egyik legnépszerűbb csoportot alkotják a már feltérképezett, és használatban levő növényvédelmi célú készítmények közül (Gahukar 2011). A neem-fa (*Azadirachta indica* A. Juss) hatására és alkalmazhatóságára vonatkozó ismeretek az Indiai szubkontinensen több mint 4000 éves múltra tekintenek vissza (Boursier és mtsai 2011)

Míg a neem-termékek célszervezetekre gyakorolt hatása rendszeresen kutatott terület, a nem-cél szervezetekről kevesebb tanulmány közöl adatokat. Még kevésbé vizsgált az, hogy a neem-származék peszticidek és készítmények milyen hatást gyakorolnak a talajlakó nem-célszervezetekre, így például a szárazföldi ászkarákokra.

Egyes vizsgálatok azt állapították meg, hogy a neem készítmények összetevői káros hatással lehetnek a vízi élővilágra: *Daphnia* spp. esetében Stark (1997), illetve különféle halakra (Tangtong és Wattanasirmit 1997). A neem alapú termékek vízi

élőlényeken végzett ökológiai kockázatértékelése viszont azt mutatta ki, hogy a rövid tartamú heveny-toxicitási tesztek során a kockázati értékek a kritikus határ alatt maradtak, vagyis használatuk biztonságos (Goktepe és mtsai 2004). Akca és mtsai (2015) az azadirachtin (NeemAzal T/S) hatását vizsgálták a *Philoscia muscorum* (Scopoli, 1763) szárazföldi ászkarák fajon, és nem találtak negatív hatást. Kísérleteinkben, amikor is a NeemAzal T/S és a neem levélkivonatok különböző koncentrációit hasonlítottuk össze, hogy ellenőrizzük az ászkarákok pusztulására gyakorolt hatásukat, hasonló eredményeket kaptunk. Scott és Kaushik (1998) szintén felmérte a Margosan-O (neem magokból származó termék) hatását a nem célzott vízi gerinctelenekre. Vizsgálatuk feltárta, hogy a terméknek lehet némi hatása a nem célszervezetekre nagyobb koncentrációban, de ha mezőgazdasági rendszerekben alkalmazzák, a Margosan-O nem csökkenti a nem célzott vízi szervezetek túlélését vagy szaporodását. Wagenhoff és mtsai (2013) tanulmányozták a NeemAzal T / S hatásait a feketecsápú dögbogárra (*Nicrophorus vespilloides*), amely együtt fordul elő a *Melolontha hippocastani* (Fabricius, 1801) fajjal, és annak tetemeivel is táplálkozik. Vizsgálatuk során a dögbogarakat elpusztult *M. hippocastani* egyedekkel etették, amelyeket korábban neem készítménnyel kezelt levelekkel tápláltak. Sem a lárvák átlagos tömegére, sem a *N. vespilloides* alaktanára nem figyeltek meg eltérő hatást. Ennek ellenére a szerzők nem utasították el annak lehetőségét, hogy az azadirachtin áthaladjon az élelmiszerláncon, és más, nem célszervezetekre is hatással legyen. Bár vizsgálatainkban a NeemAzal T / S és a neem-levél kivonat kezelése során alkalmanként szokatlanul magas értékeket figyeltünk meg (0, majd 3 egyed pusztulása). Ezek vélhetően a *P. pruinosis* fiatalkori pusztulásának (Dangerfield és Telford 1995), illetve a szuboptimális körülményeknek tulajdoníthatók, sem az azadirachtin, sem a neem levélkivonat nem befolyásolta a megfigyelt ászkák elhullását (p-értékek 0,43 és 0,39 és McFadden-féle pseudo R²: 0,04 azadirachtin esetében, 0,05 a neem-levél kivonat esetében).

7. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

7.1. A szárazföldi ászkarákok mikrohabitat-preferenciája

A komposztban kevesebb ászkát figyeltünk meg, mint az avartakarások esetében. Ennek oka, hogy a komposzt már lebomlott, porózus szerkezetű anyag, melynek vízmegtartó képessége korlátozott. Az ászkarákok ebből kifolyólag inkább a nedvességet jobban megtartó, és számukra több felvehető tápanyagot tartalmazó dió, szalma és vegyesavar közeget választották előhelyül. A komposztot tapasztalataink nyomán önmagában nem javasoljuk takarás gyanánt használni, inkább tekintsünk rá növénytermesztési szempontból értékes tápanyagutánpótlásként. A komposztot érdemes avarral vagy szalmával takarni, mely óvja mind a komposztot, mind a talaj élővilágát.

A 2017-es év során felmértük a Növényvédelmi Intézet kísérleti terének ászkarák-faunáját és megállapítottuk, hogy a bolygatást jobban tűrő, közönséges generalista fajok (*Armadillidium vulgare*, *Cylisticus convexus*) fordultak elő nagyobb arányban (Farkas és Vilisics 2013).

Megállapítottuk, hogy az avartakarással olyan mikrohabitatot hozunk létre, ahol a szárazföldi ászkarákok egyedszáma, biomasszája és aktivitása olyan szintű lehet, ami már az ökoszisztéma-szolgáltatáshoz számottevően hozzájárulhat.

7.2. A szárazföldi ászkarákok által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások

7.2.1. *Porcellionides pruinosus* egyedek jelenlétének hatása a talaj biológiai aktivitására és a paradicsom tesztnövény termésereedményére

A paradicsomnövény bogyóhozamára, gyökértömegére és a szárazföldi ászkarákok jelenlétének kapcsolatára vonatkozóan az alábbi következtetéseket vontuk le: A paradicsomnövény száraz gyökértömegének 2016-os vizsgálata során nem volt kimutatható szignifikáns különbség. Amint a növény öregedett, úgy a gyökér bomlása is megindult, így valószínűsíthető, hogy a felszedéskor mért gyökértömeg-érték nincs összefüggésben a növény egészségi állapotával.

A paradicsomnövény bogyó-össztömegét tanulmányozva (2016), a szárazföldi ászkarákoknak nagyobb hatása volt a talajtakarással szemben. A második évben

azonban ez a különbség nem mutatkozott. Takarás nélkül az ászkarákok kevésbé maradtak életben, a felszámolás során a legnagyobb mennyiségben az ászka és takart kezeléskor, tehát a kombinált kezeléskor találtunk *Porcellionides pruinosus* ászkarák egyedeket.

A kétféle termesztőközeg alkalmazása során tapasztalt eredmények alapján arra következtethetünk, hogy a paradicsomnövény fejlődésének kedvezőbb a tiszta virágföld, míg az ászkarákok számára az 1:1 arányú virágföld és homok megfelelőbbnek bizonyult.

Eredményeink alapján javasolt a kísérlet megismétlése, mind a két közeg, tehát az 1:1 arányú virágföld és homok, valamint a csak virágföld alkalmazásával. Továbbá, a kísérlet szempontjából hatásosabb lehet a szárazföldi ászkarákok egyedszámának növelése betelepítéskor és a megfelelően szabályozott mennyiségű öntözővíz kijuttatása. Végül, de nem utolsósorban, javasolt az alkalmazott kezelések más kultúrákra való kiterjesztése a jövőben, hogy a vizsgált makro szervezeteknek, a szárazföldi ászkarákoknak növényvédelmi szerepére fény derülhessen.

7.2.2. *Porcellionides pruinosus* és *Armadillidium vulgare* egyedek növénykórokozó-fogyasztása és terjesztése

A pozitív ökoszisztéma-szolgáltatások körét bővítő patogén-fogyasztás, különösen a szárazföldi ászkarákok különböző kórokozó gombafajok micéliumainak és szaporítóképleteinek fogyasztása kevésbé kutatott témakör.

A burgonyatárolási kísérletben a közönséges gömbászka jelenlétében a fuzárium okozta gumófertőzés jóval kisebb mértékű volt, mint ászkarákok hiányában. Ebből következtethetünk arra, hogy az ászkarákok szívesen fogyasztják a kórokozó különböző képleteit, ezáltal megakadályozzák annak terjedését.

Az *Aureobasidium pullulans* gombával csávázott gumókon egyáltalán nem észleltünk fertőzést, tehát hatékonynak bizonyult a tárolás során fellépő burgonyabetegségekkel szemben.

A kísérleti eredményeink alapján inkább pozitív ökoszisztéma-szolgáltatásokat nyújtó szárazföldi ászkarákok megtelepedésének és elszaporodásának elősegítése, a számukra kedvező környezet megteremtése lehetséges bizonyos agrotechnikai eszközökkel. A kísérleteink nyomán azt jelenthetjük ki, hogy házikerti termesztési körülmények között érdemes ezeket az ászka-támogató műveleteket megtenni.

7.3. *Porcellionides pruinosus* mint nem-cél szervezet

A két rovarpatogén gomba (*Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae*), valamint a neem-kivonatok ászkarákfajokra gyakorolt hatását vizsgálva megállapítottuk, hogy a kereskedelemben kapható biológiai növényvédelmi készítmények tárháza még kevésbé gazdag a szokványos gazdálkodásban bevett készítményekéhez képest, s bővítendő mindkét termékcsoporthoz nem-célszervezetekre gyakorolt hatásának tanulmányozása. Vizsgálatainkban megfigyeltük, hogy a két gombafaj használt törzsei nem voltak hatással a hamvas ászkarák egyedeire, így ebből a szempontból ezek az entomopatogén gombák biztonsággal alkalmazhatóak a gyakorlatban. Javasoljuk további talajtípusok, ászkafajok és spóraszuszpenzió dózisos vizsgálatát hasonló módszertanú kísérletek során.

A fajok közül elsősorban a *Porcellionides pruinosus* faj jöhet számításba, mely törékenysége ellenére tágtűrésű, talajra és táplálékra igénytelen, ideális tesztállat. Javasoljuk a nedvesség és páratartalom szigorú nyomon követését. A kvarchomokkal vegyített virágföld kevésbé tartja meg a talaj nedvességét, ezért vagy több nedvesítést igényel a tenyészet, vagy pedig a talaj kvarchomok-tartalmának csökkentését, illetve komposzttal való helyettesítését.

Megállapítható, hogy a NeemAzal T/S és a házi készítésű neem levélkivonat nem különböznek a *P. pruinosus* fajra gyakorolt hatásuk tekintetében. Eredményeinkből arra lehet következtetni, hogy sem a NeemAzal T/S, sem a neem levélkivonatok nem jelentenek kockázatot a vizsgált szárazföldi ászkarák fajokra a vizsgált koncentrációkban.

További kutatások szükségesek azonban a különféle neem-termékek talajfaunára gyakorolt lehetséges hatásának megfigyelésére.

8. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Ászkarákok mikrohabitat-preferencia vizsgálata emberközeli élőhelyeken

1. Megállapítottuk, hogy talajtakarás hatására a szárazföldi ászkarákok évről évre nagyobb faj- és egyedszámban jelennek meg a kísérleti parcellákon.
2. Alátámasztottuk, hogy a szerves talajtakarású burgonyatermesztés a bolygatást jobban tűrő, generalista ászkafajok (*Armadillidium vulgare*, *Cylisticus convexus*) betelepülésének és felszaporodásának kedvez.
3. Kimutattuk, hogy a szárazföldi ászkarákok előnyben részesítik a dióavart és vegyes avart a szalma- és komposztmulcshoz, valamint a takaratlan talajfelszínhez képest.

Az ászkarákok által nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatások vizsgálata

*A szerves talajtakarás és a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedek kombinált alkalmazásának hatása a termés mennyiségére paradicsom tesztnövény esetében*

4. Kimutattuk, hogy a *P. pruinosus* és a szerves talajtakarás együttes jelenléte segít megőrizni a talaj mikrobiális aktivitását.
5. A *P. pruinosus* egyedek jelenléte a talajban megfelelő körülmények között kedvezően hat a kultúrnövény terméshozamára.

P. pruinosus növénykórokozó-fogyasztásának vizsgálata

6. Elsőként dokumentáltuk, hogy a *P. pruinosus* egyedek fogyasztják a körterozsdával fertőzött leveleket, ezáltal ártalmatlanítva a leveleken élő kórokozót.
7. Megállapítottuk, hogy a *P. pruinosus* egyedek a körterozsda nélküli leveleket szívesebben fogyasztják, mint a körterozsdás leveleket, ugyanakkor a körterozsda jelenléte nem befolyásolja a mikoszferellás foltok fogyását ütemét.
8. A *Porcellionides pruinosus* egyedek a vizsgált növénypatogén gombák közül a *Sclerotinia sclerotiorum* micéliumát fogyasztják legszívesebben, míg legkevésbé az *Aspergillus niger* telepeit.

9. Összességében megállapítható, hogy a *S. sclerotiorum*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium solani* növénykórokozó gombáknál az ászkák telepfogyasztása nagyobb mértékű, mint a telep regenerálódása. Az *A. niger* esetében pont fordítva tapasztalható.

Armadillidium vulgare egyedek szerepének vizsgálata a *Fusarium solani* mint raktári kórokozó terjedésében

10. Megállapítottuk, hogy burgonyatárolás során közönséges gömbászka (*Armadillidium vulgare*) jelenlétében csökken a fuzáriumos gumófertőzés. Az ászkarákok szívesen fogyasztják a kórokozó micéliumát és a kórokozó által elpusztított növényi szöveteket, ezáltal akadályozzák a fuzáriumos rothadás terjedését.

Porcellionides pruinosus egyedek alkalmazása nem-cél szervezetként biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése során

A *Porcellionides pruinosus* ászkafaj mint nem-cél szervezetek vizsgálata *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* rovarpatogén gombák jelenlétében

11. Kimutattuk, hogy *Metarhizium anisopliae* és *Beauveria bassiana* rovarpatogén gombafajok ártalmatlanok a *Porcellionides pruinosus* egyedekre.

A *Porcellionides pruinosus* ászkafaj mint nem-cél szervezet vizsgálata neem-készítmény alkalmazása mellett

12. Sem a NeemAzal T / S, sem a neem levélkivonatok nem jelentenek kockázatot a *Porcellionides pruinosus* fajra a gyakorlatban általánosan alkalmazott koncentráció-tartományban. A NeemAzal T / S és a házi készítésű neemlevélkivonat nem különbözik a *P. pruinosus* fajra gyakorolt hatás tekintetében.

9. ÖSSZEFOGLALÁS

E dolgozat felhívja a figyelmet a szárazföldi ászkarákok (Isopoda: Oniscidea) lebontó tevékenységének jelentőségére és növényvédelemben betöltött szerepük fontosságára.

Ászkarákok mikrohabitat-preferencia vizsgálata emberközeli élőhelyeken

Célkitűzésünk volt meghatározni, hogy mely mulcs anyagokat kedvelik legjobban az ászkarákok, és az egyes fajok mikrohabitat-preferencia sorrendje különbözik-e egymástól. Házikerti ökológiai burgonyatermesztést modellező kisparcellás kísérletünk során természetes talajtakaró anyagokat helyeztünk ki. A területen megjelenő ászkafajok csökkenő gyakorisági sorrendben: *Armadillidium vulgare*, *Cylisticus convexus*, *Porcellionides pruinosus*, *Porcellio scaber*, *Trachelipus rathkii*, *Hyloniscus riparius*, *Armadillidium nasatum*, *Porcellium collicola*. Leginkább a díóavar, a vegyes avar, majd a szalma, kisebb mértékben pedig a komposzt kínáltak bűvőhelyet a megfigyelt állatok számára, míg a takaratlan kontroll parcellákban gyakorlatilag nem fogtunk egyedeket.

A szerves talajtakarás és *Porcellionides pruinosus* egyedek kombinált alkalmazásának hatása a termés mennyiségére paradicsom tesztnövény esetében

Szárazföldi ászkarákok és szerves talajtakaró anyagok tenyészedényben nevelt paradicsomra gyakorolt hatásának vizsgálata során a talaj mikrobiális aktivitása a kombinált kezelésben volt a legmagasabb, megelőzte a csak ászkarákot tartalmazó, a csak mulcsos, valamint a takarás és ászka nélküli kezeléseket. A kombinált kezelés jelentősen megnövelte a paradicsom generatív növekedését. Szignifikánsan több virág fejlődött, és jelentősen több paradicsomot takarítottunk be a kontroll kezeléshez képest. Előzetes eredményeink a *P. pruinosus* jótékony hatását jelzik, mivel jelenléte előnyösen befolyásolta a paradicsom termésmennyiségét.

***Porcellionides pruinosus* és *Armadillidium vulgare* egyedek szerepe a növénykórokozók fogyasztásában és a *Fusarium solani* mint tárolási kórokozó terjedésében**

Laboratóriumi és fél-természetes közegű kísérleteinkkel megfigyeltük az ászkarákok (Isopoda: Oniscidea) hasznos lebontó képességét a következő táplálékforrások felkínálásakor: (1) *Mycosphaerella pyri*-fertőzött körtelevelek a *Gymnosporangium sabinae* ecídiumaival vagy anélkül. (2) *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia*

sclerotiorum, *Fusarium solani* és *Aspergillus niger* micéliumai. (3) Egészséges vagy *Fusarium solani* gombafajjal fertőzött burgonyagumók. Azt találtuk, hogy: (1) A *G. sabiniae* jelenléte csökkent levélfogyasztást eredményezett, de nem befolyásolta a mikoszferellás foltok fogyását. (2) A legintenzívebb micéliumfogyást a *S. sclerotiorum* esetében figyeltük meg, míg az *A. niger* fajt inkább elutasították. (3) Az ászkák jelenléte csökkentette a *F. solani* terjedését a burgonyagumókon. Eredményeink alapján elmondható, hogy az ászkák képesek ártalmatlanítani a fertőzött növényi részeket.

***Porcellionides pruinosus* mint nem-cél szervezet *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* rovarpatogén gombák jelenlétében**

Laboratóriumi kísérleteinkben rovarpatogén gombafajokkal (*B. bassiana* és *M. anisopliae*) fertőzött répaszeletekkel tápláltunk hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus* (Brandt.)) egyedeket. A gombaspórákkal kezelt répaszeletekből egységnyi idő alatt szignifikánsan többet fogyasztottak az ászkák a kezeletlen kontrollhoz képest. A pusztulást tekintve nem mutatkozott szignifikáns különbség.

***Porcellionides pruinosus* mint nem-cél szervezet neem-készítmény alkalmazása mellett**

A neem-re alapozott termékek az elmúlt évtizedben a biológiai növényvédelmi kutatások középpontjába kerültek. Ennek ellenére csekély információ áll rendelkezésre a neem-eredetű peszticidek talajlakó nem-cél szervezetekre gyakorolt hatásairól. Eredményeink összhangban vannak más, nem célszervezetekkel végzett korábbi eredményekkel, azaz egyik vizsgált neem-termék sem befolyásolta negatívan a *P. pruinosus* egyedek pusztulását.

Munkánk során rávilágítottunk a szárazföldi ászkarákok kiskerti körülményeket modellező viszonyok közötti mikrohabitat-preferenciájára; egyes ökoszisztéma-szolgáltatásokban betöltött szerepeikre; és nem-cél szervezetként való alkalmazhatóságukra biológiai növényvédelmi készítmények laboratóriumi tesztelése során. Lebontó tevékenységük és növényvédelemben betöltött szerepük további kutatásokra teszi őket érdekessé.

10. SUMMARY

This dissertation draws attention to the importance of the decomposing activities of woodlice (Isopoda: Oniscidea) and their role in plant protection.

The microhabitat preference of woodlice in synanthropic habitats

Our aim was to determine which soil cover materials are favored by woodlice and whether the order of microhabitat preference is different for each species. Our multi-plot experiment has modelled potato cultivation in organic small-scale gardening where natural cover materials were placed on the ground. Species of the area in descending order of frequency were: *Armadillidium vulgare*, *Cylisticus convexus*, *Porcellionides pruinosus*, *Porcellio scaber*, *Trachelipus rathkii*, *Hyloniscus riparius*, *Armadillidium nasatum* and *Porcellium collicola*. In our experiment, woodlice were most commonly found in the leaf litter of walnut trees. Their second most preferred microhabitat was the leaf litter obtained from various tree species, followed by straw, and finally, by the compost cover, while no individuals were observed in the uncovered control plots.

The effect of the combined application of organic soil cover and *P. pruinosus* on tomato yield

The effects of terrestrial isopods and organic mulch on pot-grown tomatoes were monitored. To determine the microbial activity of the soil, fluorescein diacetate hydrolysis activity was measured. The highest soil microbial activity was obtained with the combined treatment (mulch and woodlice combined), followed by the ‘woodlice only’, the ‘mulch only’ treatments, as well as by the control (no mulch or woodlice). The combined treatment had a considerable positive effect on the generative growth of tomatoes. The number of flowers was significantly higher, and significantly more tomatoes were harvested compared to the control. Our preliminary results indicate the benefits of the presence of *P. pruinosus*, as it notably improved tomato yield.

The role of woodlice in the consumption of plant pathogens and in the spread of *Fusarium solani*, a storage disease of potatoes

Our aim was to observe this ability of woodlice (Isopoda: Oniscidea) through laboratory and semi-natural experiments, where the following food sources were

offered: (1) Pear leaves infected with *Mycosphaerella pyri*, with or without the acedia of *Gymnosporangium sabinae*. (2) Mycelium of *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium solani* and *Aspergillus niger*. (3) Potato tubers either healthy or infected with *Fusarium solani*. We found that: (1) The presence of *G. sabinae* reduced leaf consumption but had no effect on the ingestion of *M. pyri*-infected spots. (2) The most intense mycelial loss was observed with *S. sclerotiorum*, while *A. niger* was the most rejected fungal species. (3) The presence of *Armadillidium vulgare* reduced the spreading of *F. solani* on potato tubers. Based on our results we conclude that woodlice are able to render infected plant parts harmless.

Porcellionides pruinosus* as non-target organisms in the presence of two entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae

Porcellionides pruinosus were fed with carrot slices infected with insect pathogenic fungal species (*B. bassiana* and *M. anisopliae*), and then the food intake of the animals and the change in the number of isopods were monitored. Woodlice consumed significantly more of carrots treated with the fungi per units of time, when compared to untreated carrots. There was no significant difference in mortality, but the presence of entomopathogenic fungi, especially that of *B. bassiana*, improved woodlice reproduction.

The effect of neem-derived plant protection products on the isopod species *Porcellionides pruinosus*

Neem-based products have become the focus of biological plant protection research over the past decade. Nevertheless, little information is available on the effects of neem-products on soil-dwelling non-target organisms. Our results are consistent with previous results with other non-target organisms, i.e., none of the tested neem products had a negative effect on the mortality of *P. pruinosus* individuals.

The microhabitat preference of terrestrial isopods under conditions modelling those of small garden ones; their roles in the ecosystem; and their applicability as non-target organisms in laboratory testing of biological plant protection products have been revealed. Their decomposing activity and role in crop protection make them promising candidates for further research.

11. IRODALOMJEGYZÉK

- AAT Bioquest, Inc. (2022, May 30). *Quest Graph™ LD50 Calculator*. AAT Bioquest. <https://www.aatbio.com/tools/ld50-calculator>.
- Abarca, M. L., Bragulat, M. R., Gastellá, G., & Cabañes, F. J. (1994). Ochratoxin A production by strains of *Aspergillus niger* var. *niger*. *Applied and Environmental Microbiology*, 60(7), 2650–2652.
- A'Bear, A. D., Boddy, L., Kandeler, E., Ruess, L., & Jones, T. H. (2014). Effects of isopod population density on woodland decomposer microbial community function. *Soil Biology and Biochemistry*, 77, 112–120.
doi:10.1016/j.soilbio.2014.05.031
- Abeyasinghe, S. (2007). Biological control of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* the causal agent of root rot of bean using *Bacillus subtilis* CA32 and *Trichoderma harzianum* RU01. *Ruhuna Journal of Science*, 2(9), 82–88.
- Aerts, R. (1997). Climate, Leaf Litter Chemistry and Leaf Litter Decomposition in Terrestrial Ecosystems: A Triangular Relationship. *Oikos*, 79(3), 439–449.
doi:10.2307/3546886
- Akca, I., Kızılkaya, R., Minkina, T., Sushkova, S., & Gromakova, N. V. (2015). Efficacy of NeemAzal T/S formulation on *Philosciamus corum* (Scopoli, 1763) (Isopoda; Philosciidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 25(1), 67–69.
- Alfaress, S. (2012). Integrated Pest Management Strategies for a terrestrial isopod, *Armadillidium vulgare*, in no-till soybean production. 73. Kansas State University, Manhattan, Kansas.
- Aragués, E., Aragués, R., Medina, E., & Faci, J. M. (2015). Efficiency of inorganic and organic mulching materials for soil evaporation control. *Soil and Tillage Research*, 148, 40–45. doi:10.1016/j.still.2014.12.003
- Araujo, P. B., Augusto, M. M., & Bond-Buckup, G. (2004). Postmarsupial development of *Atlantoscia floridana* (van Name, 1940) (Crustacea, Isopoda, Oniscidea): the manca stages. *Journal of Natural History*, 951–965.
- Athy, E. R., Keiffer, C. H., & Stevens, M. H. (2006). Effects of Mulch on Seedlings and Soil on a Closed Landfill. *Restoration Ecology*, 14, 233–241.
doi:10.1111/j.1526-100x.2006.00125x
- Ausmus, B. (1977). Regulation of Wood Decomposition Rates by Arthropod and Annelid Populations. *Ecological Bulletins*, 25, 180–192.
doi:http://www.jstor.org/stable/20112579
- Ayres, E., Steltzer, H., Simmons, L. B., Simpson, T. R., Steinweg, J. M., Wallenstein, D. M., . . . Wall, H. D. (2009). Home-field advantage accelerates leaf litter decomposition in forests. *Soil Biology and Biochemistry*, 41(3), 606–610. doi:10.1016/j.soilbio.2008.12.022.

- Balázs, N. (2017). Szárazföldi ászkarákok mikrohabitat-preferenciájának és kórokozó fogyasztásának vizsgálata. *Diplomadolgozat*. Gödöllő: Szent István Egyetem.
- Bardgett, R. (2005). A community and ecosystem approach. *The biology of soil*(1), 242. doi:10.1093/acprof:oso/9780198525035.001.0001
- Bhattacharya, D., Dhar, T. K., Siddiqui, K. I., & ALL, E. (1994). Inhibition of seed germination by *Macrophomina phaseolina* is related to phaseolinone production. *Journal of Applied Bacteriology*, 77, 129–133.
- Bhattarai, R., Kalita, P. K., Yatsu, S., Howard, H. R., & Svendsen, N. G. (2011). Evaluation of compost blankets for erosion control from disturbed lands. *Journal of Environmental Management*, 92(3), 803–812. doi:10.1016/j.jenvman.2010.10.028
- Bidochka, M. J., Kasperski, J. E., & Wild, G. A. (2011). Occurrence of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in soils from temperate and near-northern habitats. *Canadian Journal of Botany*, 76(7), 1198–1204.
- Boland, G. J., & Hall, R. (1994). Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 16(2), 93-108. doi:10.1080/07060669409500766
- Boller, E. F., Häni, F., & Poehling, H.-M. (2004). *Ecological Infrastructures- Ideabook on Functional Biodiversity at the Farm Level*. Lindau: LBL.
- Boulton, A. J., & Boon, P. I. (1991). A review of methodology used to measure leaf litter decomposition in lotic environments: Time to turn over an old leaf? *Marine and Freshwater Research*, 42, 1-43. doi:10.1071/MF9910001
- Boursier, C. M., Bosco, D., Coulibaly, A., & Negre, M. (2011). Are traditional neem extract preparations as efficient as a commercial formulation of azadirachtin A? *Crop Protection*, 30, 318-322.
- Brévault, T., Bikay, S., Maldés, J. M., & Naudin, K. (2007). Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macrofauna communities in a cotton cropping system. *Soil and Tillage Research*, 97(2), 140–149.
- Brody, M. S., & Lawlor, L. R. (1984). Adaptive variation in offspring size in the terrestrial isopod, *Armadillidium vulgare*. *Oecologia*, 61(1), 55-59. doi:10.1007/BF00379089
- Broly, P., Devigne, C., & Deneubourg, J.-L. (2015). Body shape in terrestrial isopods: A morphological mechanism to resist desiccation? *Journal of Morphology*, 276, 1283-1289. doi:10.1002/jmor.20418
- Buchele, W. F., Collins, E. V., & Lovely, W. G. (1955). Ridge farming for soil and water control. *Agricultural Engineering*, 36, 324–329.
- Bussière, F., & Cellier, P. (1994). Modification of the soil temperature and water content regimes by a crop residue mulch: experiment and modelling.

Agricultural and Forest Meteorology, 68, 1–2, 1–28. doi:10.1016/0168-1923(94)90066-3

- Cairns, T. C., Nai, C., & Meyer, V. (2018). How a fungus shapes biotechnology: 100 years of *Aspergillus niger* research. *Fungal Biology and Biotechnology*, 5(13). doi:10.1186/s40694-018-0054-5
- Capinera, J. L. (2008). *Encyclopedia of Entomology* (2. kiad.). Heidelberg: Springer Science & Business Media. doi:10.1007/978-1-4020-6359-6
- Chatzidimopoulos, M., & Pappas, A. C. (2016). Epidemiology and control of *Septoria pyricola* in pear leaf and fruit. *Journal of Plant Pathology*, 98(3), 447–452.
- Coder, K. D. (1983). Seasonal changes of juglone potential in leaves of black walnut (*Juglans nigra* L.). *Journal of Chemical Ecology*, 9(8), 1203–1212.
- Coleman, J. J. (2016). The *Fusarium solani* species complex: ubiquitous pathogens of agricultural importance. *Molecular Plant Pathology*, 2, 146–158. doi:10.1111/mpp.12289
- Collison, E. J., Riutta, T., & Slade, E. M. (2013). Macrofauna assemblage composition and soil moisture interact to affect soil ecosystem functions. *Acta Oecologica*, 47, 30–36. doi:10.1016/j.actao.2012.12.002
- Cooke, W. B. (1959). An ecological life history of *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud. *Mycopathologia et Mycologia Applicata*, 12, 1–45. doi:10.1007/BF02118435
- Corvalan, C., Hales, S., & McMichael, A. (2005). Ecosystems and human well-being: health synthesis: a report of the Millennium Ecosystem Assessment. In C. Butler, D. Campbell-Lendrum, U. Confalonieri, & others, *Ecosystems and human well-being* (old.: 53). Geneva: World Health Organization.
- Coser, S. M., Chowda, R. V., Zhang, J., Mieller, D. S., Mengistu, A., Wise, K. A., . . . Singh, A. K. (2017). Genetic architecture of charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) resistance in soybean revealed using a diverse panel. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1626. doi:10.3389/fpls.2017.01626 ISSN=1664-462X
- Cromack, K. (1977). Soil Microorganism—Arthropod Interactions: Fungi as Major Calcium and Sodium Sources. In W. J. Mattson, *The Role of Arthropods in Forest Ecosystems*. Berlin, Heidelberg: Springer. doi:10.1007/978-3-642-88448-1_9
- Csonka, D. (2017). Isopoda közösségek szerveződésének ökomorfológiai háttere. *PhD Értekezés*. Budapest: Állatorvostudományi Egyetem.
- Csonka, D., Halasy, K., Szabó, P., Mrak, P., Štrus, J., & Hornung, E. (2013). Eco-morphological studies on pleopodal lungs and cuticle in *Armadillidium* species (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). *Arthropod Structure & Development*, 42(3), 229–235.
- Dangerfield, J. M., & Telford, S. R. (1990). Breeding phenology, variation in reproductive effort and offspring size in a tropical population of the

woodlouse *Porcellionides pruinosus*. *Oecologia*, 82, 251–258.
doi:10.1007/BF00323542

- Dangerfield, J. M., & Telford, S. R. (1995). Offspring growth and survivorship in the woodlouse *Porcellionides pruinosus*. *Ethology Ecology és Evolution*, 7, 97–105.
- Dick, R. P. (1997). Soil enzyme activities as integrative indicators of soil healths. In C. E. Pankhurst, B. M. Doube, & V. S. Gupta, *Biological Indicators of Soil Health*. Wallingford: CAB International.
- Doshi, P., Mészárosné Póss, A., Tóth, F., Szalai, M., & Turóczi, G. (2018). Effect of neem-derived plant protection products on the isopod species *Porcellionides pruinosus* (Brandt, 1833). *ZooKeys*, 801(1), 415–425.
- Dromph, K. M. (2001). Dispersal of entomopathogenic fungi by collembolans. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 2047–2051.
- EFSA Panel on Genetically Modified Organisms (GMO). (2010). Scientific Opinion on the assessment of potential impacts of genetically modified plants on non-target organisms. *EFSA Journal*, 8(11), 1877.
- Eisenbeis, G. (2006). Biology of Soil Invertebrates. *Intestinal Microorganisms of Soil Invertebrates*, 6, 3–53.
- El-Wakeil, K. A. (2015). Effects of terrestrial isopods (Crustacea: Oniscidea) on leaf litter decomposition processes. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 69, 10–16. doi:10.1016/j.jobaz.2015.05.002
- Faberi, A. J., An López, A., Manetti, P. L., & Clemente, N. I. (2010). Severidad de los daños ocasionados por *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda) de diferentes tamaños corporales en el cultivo de girasol. Mar del Plata, Argentina: Taller ASAGIR.
- Faberi, A. J., López, A. N., Clemente, N. L., & Manetti, P. L. (2011). Importance of diet in the growth, survival and reproduction of the no-tillage pest *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda). *Sociedad de Biología de Chile Santiago*. 84 (3), old.: 407–417. Chile: Revista Chilena de Historia Natural.
- Faheem, M., Ali, S. A., Alam, M., & Khan, M. F. (2014). Evaluation of the toxic effect of common pesticides cypermethrin, imidacloprid and Neem (*Azadirachta indica*) fruit extract, on earthworm (*Pheretima posthuma*). *International Journal of Advanced Research*, 2(11), 262–271.
- Faraway, J. J. (2002). Practical Regression and ANOVA using R.
- Farkas, S., & Vadkerti, E. (2001). Somogy megye Isopoda faunája (Isopoda: Oniscididae). *Natura Somogyiensis*, 1, 83–85.
- Farkas, S., & Vilisics, F. (2006). A Mecsek szárazföldi ászkarák együttese (Isopoda: Oniscidea). *Folia comloensis*, 15, 25–34.
- Farkas, S., & Vilisics, F. (2013). Magyarország szárazföldi ászkarák faunájának határozója (Isopoda: Oniscidea). *Natura Somogyiensis*, 23, 89–124.

- Farkas, S., Otártics, M. Z., & Mátics, R. (2017). Possible ecosystem services of terrestrial isopods. *Abstract Book of the 10th International Symposium on Terrestrial Isopod Biology*, 7–8.
- Fehér, A., Ambrus, G., Turóczi, G., & Tóth, F. (2016). Szerves talajtakarás hatásának vizsgálata a burgonyagumót károsító kártevők és kórokozók jelenlétére, illetve kártételére. *Növényvédelem*, 77(52), 339–343.
- Fehér, A., Mészárosné Póss, A., Turóczi, G., & Tóth, F. (2017). Különböző szerves talajtakaró anyagok hatása a burgonya ép gumókihozatalára, valamint károsító- és nem károsító-eredetű minőségromlására (Effects of different organic mulches on the yield and health of potato plants). *Növényvédelem*, 53(9), 399–404.
- Feng, M. G., Poprawski, T. J., & Khachatourians, G. G. (1994). Production, Formulation and Application of the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* for Insect Control: Current Status. *Biocontrol Science and Technology*, 4, 3–34.
- Fischer, E., Farkas, S., Hornung, E., & Past, T. (1997). Sublethal Effects of an Organophosphorous Insecticide, Dimethoate, on the Isopod *Porcellio scaber* Latr. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 116(2), 161–166.
- Forró, L., & Farkas, S. (1998). Checklist, preliminary distribution maps, and bibliography of woodlice in Hungary (Isopoda: Oniscidea). *Miscellanea zoologica hungarica*, 12, 21–44.
- Gahukar, R. (2014). Factors affecting content and bioefficacy of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) phytochemicals used in agricultural pest control: A review. *Crop Protection*, 62, 93–99.
- Gahukar, R. T. (2000). Use of neem products/pesticides in cotton pest management. *International Journal of Pest Management*, 46, 149–160.
- Gahukar, R. T. (2011). Use of neem and plant-based biopesticides in floriculture: current challenges and perspectives – a review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 86(3), 203–209.
doi:10.1080/14620316.2011.11512748
- Gamliel, A., & Katan, J. (1991). Involvement of fluorescent pseudomonads and other microorganisms in increased growth response of plants in solarized soils. *Phytopathology*, 81, 494–502.
- Garland, J. A., & Seaman, W. L. (1994). Sow bugs and pillbugs. In R. J. Howard, J. A. Garland, & W. L. Seaman, *Diseases and Pests of Vegetable Crops in Canada. An Illustrated Compendium* (The Canadian Phytopathological Society and the Entomological Society of Canada. kötet, old.: 75). Ottawa: M.O.M. Printing Ltd.
- Garrido-Jurado, I., Ruano, F., Campos, M., & Quesada-Moraga, E. (2011). Effects of soil treatments with entomopathogenic fungi on soil dwelling non-target

- arthropods at a commercial olive orchard. *Biological Control*, 59(2), 239–244.
- Gaur, R., Singh, R., Gupta, M., & Gaur, M. K. (2010). *Aureobasidium pullulans*, an economically important polymorphic yeast with special reference to pullulan. *African Journal of Biotechnology*, 9(47), 7989–7997.
- Gencsi, L., & Vancsura, R. (1992). *Dendrológia*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Georg, L. K., Ajello, L., & Papageorge, C. (1954). Use of cycloheximide in the selective isolation of fungi pathogenic to man. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 44, 422–428.
- George, D. R. (1969). Some aspects of the ecology of Woodlice. *Masters thesis*. Durham University.
- Gere, G. (1956). Erdei avarfogyasztó Diplopoda és Isopoda fajok humifikációs szerepének vizsgálata növénynevelési módszerrel. *Állattani Közlemények*, 45(3-4), 11–18.
- Gholamhoseini, M., Dolatabadian, A., & Habibzadeh, F. (2019). Ridge-Furrow Planting System and Wheat Straw Mulching Effects on Dryland Sunflower Yield, Soil Temperature, and Moisture. *Agronomy Journal*, 111, 3383–3392. doi:10.2134/agronj2019.02.0097
- Goktepe, I., Portier, R., & Ahmedna, M. (2004). Ecological risk assessment of neem-based pesticides. *Journal of Environmental Science and Health*, 39(2), 311–320.
- Gratwick, M. (1992). Woodlice. In M. Gratwick, *Crop Pests in the UK*. Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-011-1490-5_77
- Gregory, S. (2009). Woodlice and Waterlice (Isopoda: Oniscidea és Asellota) in Britain and Ireland. *Field Studies Council/Centre for Ecology and Hydrology*.
- Gruner, H.-E. (1966). *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise*. Jena: Gustav Fischer.
- Grupta, G. K., Sharma, S. K., & Ramteke, R. (2012). Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Journal of Phytopathology*, 160, 167–180. doi:10.1111/j.1439-0434.2012.01884.x
- Gyldenkærne, S., & Jørgensen, S. (2000). Modeling the bioavailability of pesticides to soil-dwelling organisms. *Ecological Modelling*, 132, 203–230.
- Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 4–9.
- Hassall, M., & Rushton, S. P. (1982). The role of coprophagy in the feeding strategies of terrestrial isopods. *Oecologia*, 53, 374–381. doi:10.1007/BF00389017

- Hassan, S. A., & Vogt, H. (2006). Working group pesticides and beneficial organisms (1974-present). In E. F. Boller, J. C. van Lenteren, & V. Delucchi, *International Organisation for Biological Control of Noxious Animals and Plants (IOBC): History of the First 50 Years (1956–2006)* (old.: 221–228). IOBC.
- Hoese, B. (1984). The marsupium in terrestrial isopods. In S. L. Sutton, & D. M. Holdich, *The biology of terrestrial isopods* (53. kötet, old.: 65–76). Symposium of the Zoological Society of London.
- Hoese, B., & Janssen, H. H. (1989). Morphological and physiological studies on the marsupium in terrestrial isopods. *Monitore Zoologico Italiano*, 153–173.
- Hopkin, S. (1991). A key to the woodlice of Britain and Ireland. *FieldStudies*, 7(4), 599–650.
- Hornung, E. (2011). Evolutionary adaptation of Oniscidean isopods to terrestrial life: Structure, Physiology and behaviour. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 4, 96–130.
- Hornung, E., Gregory, S. J., Korsós, Z., Barber, A. D., Jones, R. E., Kime, R. D., . . . READ, H. J. (2009). Woodlice (Isopoda: Oniscidea) and the centipede *Scutigera coleoptrata* (Chilopoda) collected from Hungary by the British Myriapod Group in 1994: Notes and observations. *Folia Entomologica Hungarica*, 70, 1-19.
- Hornung, E., Vilisics, F., & Sóllymos, P. (2008). Low alpha and high beta diversity in terrestrial isopod assemblages in the Transdanubian region of Hungary. In M. Zimmer, C. Cheikrouha, & S. Taiti, *Proceedings of the International Symposium of Terrestrial Isopod Biology* (7. kötet, old.: 1-12). ISTIB.
- Hornung, E., Vilisics, F., & Sóllymos, P. (2009b). The role of Isopod assemblages (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) in habitat determination (Ászkarák együttesek (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) felhasználhatósága élőhelyek minősítésében, in Hungarian). *Állattani Közlemények*, 15, 381–395.
- Hornung, E., Vilisics, F., & Solymos, P. (2011). Élőhelyek minősíthetősége ászkarák faunájuk (Isopoda, Oniscidea) összetétele alapján. In S. Lengyel, K. Varga, & B. Kosztyi, *VII. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, program és absztrakt-kötet* (old.: 117). Budapest: Magyar Biológiai Társaság.
- Hornung, E., Vilisics, F., & Szlávecz, K. (2007). Typing domestic terrestrial isopod species (Isopoda, Oniscidea) by the comparison of two major cities, Budapest and Baltimore (USA). (Hazai szárazföldi ászkarák fajok (Isopoda, Oniscidea) tipizálása két nagyváros, Budapest és Baltimore (ÉK Amerika) összeh. *Természetvédelmi Közlemények*, 13, 47–58.
- Horváthová, T., & Bauchinger, U. (2017). The contribution of biofilm to digestion of cellulose in terrestrial Isopod *Porcellio scaber*. *10th International Symposium on terrestrial Isopod Biology*, (old.: 45–46). Budapest.

- Hozzank, A., Keller, S., Daniel, O., & Schweizer, C. (2003). Impact of *Beauveria brongniartii* and *Metarhizium anisopliae* (Hyphomycetes) on *Lumbricus terrestris*. *IOBC/wprs Bull*, 26(1), 31–34.
- http1. (2022. 04 15). Forrás: <https://www.bmig.org.uk/species/armadillidium-vulgare>
- http2. (2022. 04 15). Forrás: <https://www.bmig.org.uk/species/porcellionides-pruinus>
- Huang, H. C., & Dorrel, D. G. (1978). Screening sunflower seedlings for resistance to toxic metabolites produced by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Canadian Journal of Plant Science*, 58(4), 1107-1110. doi:10.4141/cjps78-168
- Ihnen, K., & Zimmer, M. (2008). Selective consumption and digestion of litter microbes by *Porcellio scaber* (Isopoda: Oniscidea). *Pedobiologia*, 51(5–6), 335-342. doi:10.1016/j.pedobi.2007.06.001
- Jacob, M., Viedenz, K., Polle, A., & Thomas, F. M. (2010). Leaf litter decomposition in temperate deciduous forest stands with a decreasing fraction of beech (*Fagus sylvatica*). *Oecologia*, 164, 1083–1094. doi:10.1007/s0042-010-1699-9
- Jaronski, S. T. (1997). New paradigms in formulating mycoinsecticides. In G. R. Goss, M. J. Hopkinson, & H. M. Collins, *Pesticide formulations and applications systems* (17. kötet, old.: 99-112). ASTM STP 1328.
- Jouquet, E. P., Bloquel, E., Thu Doan, T., Ricoy, M., Orange, D., Rumpel, C., & Tran Duc, T. (2011). Do Compost and Vermicompost Improve Macronutrient Retention and Plant Growth in Degraded Tropical Soils? *Compost Science & Utilization*, 19(1), 15-24. doi:10.1080/1065657X.2011.10736972
- Kahane, R., Hodgkin, T., & Jaenicke, H. (2013). Agrobiodiversity for food security, health and income. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 671–693. doi:10.1007/s13593-013-0147-8
- Kalisz, S., Oszmianski, J., & Wojdylo, A. (2015). Increased content of phenolic compounds in pear leaves after infection by the pear rust pathogen. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 91, 113-119.
- Kamal, M. M., Savvочhia, S., Lindebeck, K. D., & Ash, G. J. (2016). Biology and biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary in oilseed Brassicas. *Australasian Plant Pathology*, 45(1), 1–14. doi:10.1007/s13313-015-0391-2
- Kayang, H., & Sharma, G. D. (1999). Microorganisms in the Food, Gutter and Feces of *Burmoniscus kempfi* (Isopoda, Philosciidae). *Journal of Hill Research*, 12(2), 114–118.
- Khokhar, I., Haider, M. S., Mukhtar, I., & Mushtaq, S. (2011). Biological control of *Aspergillus niger*, the cause of black-rot disease of *Allium cepa* L. (onion), by *Penicillium* species. *Journal of Agrobiolgy*, 29(1), 23–28. doi:10.2478/v10146-012-0003-5

- Kirchmair, M., Huber, L., & Strasser, H. (2004). The use of *Metarhizium anisopliae* against grape phylloxera. *Management of plant diseases and arthropod pests by BCAs IOBC/wprs Bulletin*, 27(8), 145–148.
- Kohnke, H., & Werkhoben, C. H. (1962). Soil Temperature and Soil Freezing as Affected by an Organic Soil. *Science Society of America Journal*, 27(1), 13–17.
- Koul, O., Murrari, I. B., & Ketkar, C. M. (1990). Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. *Canadian Journal of Botany*, 68, 1-11.
- Kuzyakov, Y., & Blagodatskay, E. (2015). Microbial hotspots and hot moments in soil: Concept & review. *Soil Biology and Biochemistry*, 83, 184-199. doi:10.1016/j.soilbio.2015.01.025.
- Lâce, B. (2017). Gymnosporangium species — An Important Issue of Plant Protection. *Proceedings of The Latvian Academy of Sciences*, 71(3), 95–102. doi:10.1515/Prolas-2017-0017
- Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., . . . Rossi, J.-P. (2006). Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42, 3-15. doi:10.1016/j.ejsobi.2006.10.002
- Lennon, J., & Jones, S. (2011). Microbial seed banks: the ecological and evolutionary implications of dormancy. *Nature Reviews Microbiology*, 9, 119-130. doi:10.1038/nrmicro2504
- Lo, C. P., & Quattrochi, D. A. (2003). Land-Use and Land-Cover Change, Urban Heat Island Phenomenon, and Health Implications, a Remote Sensing Approach. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69(9), 1053-1063.
- Løkke, H., & Van Gestel, C. (1998). *Handbook of Soil Invertebrate Toxicity Tests*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Louw, P. E., & Bennie, A. P. (1992). Water runoff and soil erosion in vineyard soils. *Australian Grapegrower and Winemaker, Annual Technical Issue*, 100-113.
- Mannering, J. V., & Fenster, C. R. (1983). What is conservation tillage? Special ed. on Conservation Tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*, 38, 141-143.
- Marsh, G. P. (1864). *Man and Nature; or, Physical Geography as Modified by Human Action*. New York: Smithsonian Institution.
- Martin, E. A., Dainese, M., Clough, Y., Báldi, A., Bommarco, R., Gagic, V., . . . Steffan-Dewenter, I. (2019). The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe. *Ecology Letters*, 22, 1083-1094. doi:10.1111/ele.13265
- Martinez, O. J., Pérez, C. F., & Espíndola, C. C. (2014). Characterization of terrestrial isopods (Crustacea: Isopoda) and their impact in horticulture in Boyacá (Caracterización de isopodos terrestres (Crustacea: Isopoda) y su

impacto en cultivos hortícolas de Boyacá, in Portuguese). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31(1), 55-64. doi:10.22267/rcia.143101.42

- Martínez-Mena, M., Carrillo-López, E., Boix-Fayos, C., Almagro, M., García Franco, N., Díaz-Pereira, E., . . . de Vente, J. (2020). Long-term effectiveness of sustainable land management practices to control runoff, soil erosion, and nutrient loss and the role of rainfall intensity in Mediterranean rainfed agroecosystems. *CATENA*, 187, 104352. doi:10.1016/j.catena.2019.104352
- Mascarin, G. M., Lopes, R. B., Delalibera, Í., Fernandes, É. K., Luz, C., & Faria, M. (2018). Current status and perspectives of fungal entomopathogens used for microbial control of arthropod pests in Brazil. *Journal of Invertebrate Pathology*, 165, 46–53.
- Melillo, J. M., Aber, J. D., & Muratore, J. F. (1982). Nitrogen and Lignin Control of Hardwood Leaf Litter Decomposition Dynamics. *Ecology*, 63, 621-626. doi:10.2307/1936780
- Meyling, N., & Eilenberg, J. (2007). Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: Potential for conservation biological control. *Biological Control*, 43, 145-155.
- Mézes, L., Bíró, T., Tamás, J., & Petis, M. (2007). Baromfi toll feltárhatóságának vizsgálata a biogáz célú hasznosításhoz. *Agrártudományi Közlemények*, 26(Különszám).
- Mielke, L. N., Doran, J. W., & Richards, K. A. (1986). Physical environment near the surface of plowed and no-tilled soils. *Soil & Tillage Research*, 7, 355-366.
- Milner, R. J., Samson, P. R., & Bullard, G. K. (2002). FI-1045: a profile of a commercially useful isolate of *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology*, 12, 43-58.
- Mondal, D., & Mondal, T. (2012). A review of efficacy of *Azadirachta indica* A. Juss based biopesticides: An Indian perspective. *Research Journal of Recent Sciences*, 1(3), 94-99.
- Montesanto, G., & Cividini, S. (2017). A crossover design to assess feeding preferences in terrestrial isopods: A case study in a Mediterranean species. *Biologia*, 194-203. doi:10.515/biolog-2017-0020
- Mordue, A. J., & Blackwell, A. (1993). Azadirachtin: an update. *Journal of Insect Physiology*, 39(11), 903-924.
- Moreno-Monroy, A. I., Schiavina, M., & Veneri, P. (2021). Metropolitan areas in the world. Delineation and population trends. *Journal of Urban Economics*, 125, 103242. doi:10.1016/j.jue.2020.103242
- Mycobank. (2022. 05 16). *The MycoBank engine and related databases*. Letöltés dátuma: 2021. 08 18, forrás: <http://www.mycobank.org>

- Myers, N. (1988). Threatened biotas: 'hotspots' in tropical forests. *Environmentalist*, 8, 187–208.
- Myers, N. (2003). Biodiversity Hotspots Revisited. *BioScience*, 53(10), 916–917. doi:10.1641/0006-3568(2003)053[0916:BHR]2.0.CO;2
- Nielsen, U. N., Wall, D. H., & Six, J. (2015). Soil Biodiversity and the Environment. *Annual Review of Environment and Resources*, 40(1), 63-90. doi:10.1146/annurev-environ-102014-021257
- Obi, M. E. (1999). The physical and chemical responses of a degraded sandy clay loam soil to cover crops in southern Nigeria. *Plant Soil*, 211, 165-172.
- Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet. (dátum nélk.). <https://www.biokutatas.hu/hu/webshop/item/38/paradicsom-tajfajtak-vizsgalata>. Letöltés dátuma: 2021. 10 19
- Paoletti, M. G., & Hassal, M. (1999). Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74, 157–165.
- Peisley, R. K., Saunders, M. E., & Luck, G. W. (2015). A Systematic Review of the Benefits and Costs of Bird and Insect Activity in Agroecosystems. *Springer Science Reviews*, 3, 113–125.
- Perrings, C., Naeem, S., Ahrestani, F., Bunker, D., Burkill, P., Canziani, G., . . . Weisser, W. (2010). Ecosystem Services for 2020. *Science*, 330(6002), 323-324. doi:10.1126/science.1196431
- Petrikovszki, R., Körösi, K., Nagy, P., Simon, B., Zalatnai, M., & Tóth, F. (2016). Effect of leaf litter mulching on the pests of tomato. *Columella - Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3(2), 35-46. doi:10.18380/SZIE.COLUM.2016.3.2.35
- Petrikovszki, R., Tóthné Bogdányi, F., Tóth, F., & Nagy, P. (2019). Szerves talajtakaró-anyagok vizes kivonatainak vizsgálata entomopatogén és csigaparazita fonálférgeken. *Növényvédelem*, 80(6), 266-271.
- Petrikovszki, R., Zalai, M., Tóthné Bogdányi, F., & Tóth, F. (2020). The effect of organic mulching and irrigation on the weed species composition and the soil weed seed bank of tomato. *Plants*, 9(1), 66. doi:10.3390/plants9010066
- Pinamonti, F., Stefanini, M., & Dalpiaz, A. (1996). Soil management effects on nutritional status and grapevine performance. *Viticulture and Enology Sciences*, 51(2), 76–82.
- Póss, A., Balázs, N., Zanker, A., Plangár, N., Lakiné Sasvári, Z., & Tóth, F. (2017). Ászkarákok mint lehetséges talajtermékenység-fokozó szervezetek vizsgálata laboratóriumi, tenyészedényes és szabadföldi kispárcellás kísérletben. 63. *Növényvédelmi Tudományos Napok 2017. február 21-22.* (old.: 43). Budapest: Magyar Növényvédelmi Társaság.
- Póss, A., Plangár, N., Turóczy, G., & Tóth, F. (2017). Szárazföldi ászkarákok, mint nem-cél szervezetek érzékenysége *Beauveria bassiana* és *Metarhizium*

anisopliae entomopatogén gombákra laboratóriumi kísérletben.
Növényvédelem, 6, 259-263.

- Power, A. G. (2007). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of The Royal Society Series B. Biological Sciences*, 365(1554), 2959–2971. doi:10.1098/rstb.2010.0143
- Purahong, W., Wubet, T., Lentendu, G., Schloter, M., Pecyna, M. J., Kapturska, D., . . . Buscot, F. (2016). Life in leaf litter: novel insights into community dynamics of bacteria and fungi during litter decomposition. *Molecular Ecology*, 25, 4059-4074. doi:doi.org/10.1111/mec.13739
- Purdy, L. H. (1979). Sclerotinia sclerotiorum: History, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution and impact. *The American Phytopathological Society*, 69(8), 875–880.
- Purse, B. V., Gregory, S. J., Harding, P., & Roy, H. E. (2012). Habitat use governs distribution patterns of saprophagous (litter-transforming) macroarthropods - a case study of British woodlice (Isopoda: Oniscidea). *European Journal of Entomology*, 109(4), 543-552. doi:10.14411/eje.2012.068
- Pusztai, P. (2010). Talajtakarási módszerek összehasonlító értékelése paradicsomtermesztésben. *PhD értekezés*, 160. Budapest: SZIE-KERTK.
- R Core Team. (2017). *A Language and Environment for Statistical Computing*.
Forrás: <https://www.R-project.org/>
- Raybould, D., Stacey, D., Vlachos, D., Graser, G., Li, X., & Joseph, R. (2007). Non-target organism risk assessment of MIR604 maize expressing mCry3A for control of corn rootworm. *Journal of Applied Entomology*, 6, 391–399. doi:10.1111/j.1439-0418.2007.01200.x
- Regulation (EC) No. 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009, concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC Off. J. Eur. Union, L309. (dátum nélk.). 1-50.
- Reid, V. W. (1998). Biodiversity hotspots. *Trends in Ecology & Evolution*, 13(7), 275-280. doi:10.1016/S0169-5347(98)01363-9
- Roberts, D. W., & Leger, R. J. (2004). *Metarhizium* spp., cosmopolitan insect-pathogenic fungi: mycological aspects. *Advances in Applied Microbiology*, 54, 1-70.
- Rushton, S. P., & Hassal, M. (1983). Food and feeding rates of the terrestrial isopod *Armadillidium vulgare* (Latreille). *Oecologia*, 57, 415-475.
- Sagasti, A. J., García Massini, J. L., Escapa, I. H., & Guido, D. M. (2019). Multitrophic interactions in a geothermal setting: Arthropod borings, actinomycetes, fungi and fungal-like microorganisms in a decomposing conifer wood from the Jurassic of Patagonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 514, 31-44. doi:10.1016/j.palaeo.2018.09.004

- Saluso, A. (2004). Determinación del nivel de daño económico y plan de decisión secuencial para el manejo de *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) (Crustacea: Isopoda) en soja. *Master Thesis*. Universidad de La Rioja: Departamento Académico de Ciencias Aplicadas a la Producción al Ambiente y el Urbanismo.
- Sandhu, H. S., Wratten, S. D., & Cullen, R. (2010). Organic agriculture and ecosystem services. *Environmental Science & Policy*, 13(1), 1-7. doi:10.1016/j.envsci.2009.11.002
- Saska, P. (2008). Granivory in terrestrial isopods. *Ecological Entomology*, 6, 742-747. doi:10.1111/j.1365-2311.2008.01026.x
- Schmalzfuss, H. (2003). World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, A 654*, 1–341.
- Schmalzfuss, H. (2013). The species of the genus *Armadillidium* (Isopoda: Oniscidea) known from Greece. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, A 6*, 13-20.
- Schmölzer, K. (1965). Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas. Ordnung Isopoda (Landasseln). *Lieferung, 4,5*, 468.
- Schneider, P., & Krczal, G. (1984). Amount and choice of food in woodlice on cultivated plants. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 97, 333-341. doi:10.1111/j.1439-0418.1984.tb03757.x
- Schnürer, J., & Rosswall, T. (1982). Fluorescein Diacetate Hydrolysis as a Measure of Total Microbial Activity in Soil and Litter. *Applied and Environmental Microbiology*, 6, 1256-1261.
- Scott, I., & Kaushik, N. (1998). The toxicity of Margosan-O, a product of neem seeds, to selected target and nontarget aquatic invertebrates. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 35, 426-431.
- Seastedt, T. R. (1984). The Role of Microarthropods in Decomposition and Mineralization Processes. *Annual Review of Entomology*, 29(1), 25-46.
- Seastedt, T. R., & Crossley, D. A. (1984). The Influence of Arthropods on Ecosystems. *BioScience*, 34(3), 157–161. doi:10.2307/1309750
- Sfenthourakis, S., & Taiti, S. (2015). Patterns of taxonomic diversity among terrestrial isopods. *ZooKeys*, 515, 13-25. doi:10.3897/zookeys.515.9332
- Siepel, H., & Maaskamp, F. (1994). Mites of different feeding guilds affect decomposition of organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, 26(10), 1389-1394. doi:10.1016/0038-0717(94)90222-4
- Sólymos, P., Vilisics, F., & Hornung, E. (2008). A budapesti szárazföldi ászkarákfauna (Isopoda: Oniscidae) kvalitatív osztályozása. *Állattani Közlemények*, 93(2), 3–16.
- Stark, J. D. (1997). Risk assessment of neem insecticides: persistence in the environment and potential impact on nontarget organisms. In J. Rodcharoen, S. Wongsiri, & M. S. Mulla. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press.

- Sullivan, T. P., Sullivan, D. S., & Granatstein, D. M. (2018). Influence of living mulches on vole populations and feeding damage to apple trees. *Crop Protection*, 108, 78-86. doi:10.1016/j.cropro.2018.02.007
- Sun, B., Li, Z. W., Yu, H. Q., Tao, X. C., Zhang, Y., & Mu, G. Y. (2014). Evaluation of the in vitro antimicrobial properties of ultraviolet A/riboflavin mediated crosslinking on *Candida albicans* and *Fusarium solani*. *International Journal of Ophthalmology*, 2, 205-210. doi:10.3980/j.issn.2222-3959.2014
- Sutton, S. L. (1980). *Invertebrate types- Woodlice*. Oxford, UK: Pergamon Press.
- Sutton, S. L., & Harding, P. T. (1989). Interpretation of the distribution of terrestrial isopods in the British Isles. *Monitore Zoologico Italiano*, 4, old.: 43-61. Firenze, Italy: Symposium on the biology of terrestrial isopods 2. Monografia.
- Szécsi, Á. (2004). Szelektív táptalajok *Fusarium*-fajok izolálására és megkülönböztetésére. *Növényvédelem*, 7, 339-342.
- Szegi, J. (1976). *Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- Szili-Kovács, T., & Takács, T. (2008). A talajminőség mikrobiológiai indikációja: lehetőségek és korlátok. In L. Simon (Szerk.), *Talajtani Vándorgyűlés* (old.: 321–328). Nyíregyháza: Bessenyei György Könyvkiadó.
- Szlavec, K., & Majorana, V. C. (1991). Food selection by isopods in paired choice tests. In P. Juchault, & J. P. Mocquard (Szerk.), *Proceedings of the Third Symposium on the Biology of Terrestrial Isopods* (old.: 115-119). Poitiers, France: University Press.
- Tangtong, B., & Wattanasirmit, K. (1997). Acute toxicity of neem extract on certain blood parameters of tilapia (*Oreochromis niloticus*). In J. Rodcharoen, S. Wongsiri, & M. S. Mulla. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press.
- Thomas, M. B., & Read, A. F. (2007). Can fungal biopesticides control malaria? *Nature Reviews Microbiology*, 5, 377-383.
- Thrupp, L. A. (1998). *Cultivating diversity: agrobiodiversity and food security*. New York Ave, Washington, DC, USA: World Resources Institute.
- Thrupp, L. A. (2000). Linking Agricultural Biodiversity and Food Security: the Valuable Role of Agrobiodiversity for Sustainable Agriculture. *International Affairs*, 76.(2.), 265-281. doi:10.1111/1468-2346.00133
- Tirczka, I., & Matthew, H. (2012). Különböző érettségű és dózisu diólevél és vegyes gyümöleslomb komposzt hatása mustár (*Sinapis alba*) teszt növény csírázására. *Tájökológiai Lapok*, 10(2), 419–426.
- Tóthné Bogdányi, F., Boziné Pullai, K., Doshi, P., Erdős, E., Gilián, L. D., Lajos, K., . . . Tóth, F. (2021). Composted Municipal Green Waste Infused with Biocontrol Agents to Control Plant Parasitic Nematodes—A Review. *Microorganisms*, 9, 2130. doi:10.3390/microorganisms9102130

- Tóthné Bogdányi, F., Petrikovszki, R., Balog, A., Putnoky-Csicsó, B., Gódor, A., Bálint, J., & Tóth, F. (2019). Current Knowledge of the Entomopathogenic Fungal Species *Metarhizium flavoviride* sensu lato and its Potential in Sustainable Pest Control. *Insects*, *10*(11), 385. doi:10.3390/insects10110385
- Tuf, I. H., & Tufová, J. (2005). Communities of terrestrial isopods (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) in epigeon of oak-hornbeam forests of SW Slovakia. *Ekológia*, *24*, 114–123.
- Ullrich, B., & Storch, V. (1991). Aspects of coprophagy in terrestrial isopods. In P. Juchault, & J. Mocquard, *The Biology of Terrestrial Isopods III. Proceedings of the Third International Symposium on the Biology of Terrestrial Isopods* (old.: 145-146). Poitiers, France: University Press.
- Unger, P. W. (1984). Tillage and residue effects on wheat, sorghum, and sunflower grown rotation. *Soil Science Society of America Journal*, *48*, 885-891.
- Vermes, L. (2005). *Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Vernon, J. D., & Dennis, E. B. (1966). Experiments on the control of woodlice. *Plant Pathology*, *15*, 116-118. doi:10.1111/j.1365-3059.1966.tb00327.x
- Vilisics, F. (2007). New and rare species in the isopod fauna of Hungary (Crustacea, Isopoda, Oniscidea): Results of field surveys and revisions. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis*, *31*, 115–123.
- Vilisics, F., & Hornung, E. (2008). Qualitative classification of the terrestrial isopod fauna (Isopoda: Oniscidea) of Budapest (A budapesti terrestrial ászkarákfauna (Isopoda: Oniscidea) kvalitatív osztályozása, in Hungarian). *Állattani Közlemények*, *93*(2), 3–16.
- Vilisics, F., & Hornung, E. (2009). Urban areas as introduction hot-spots and shelters for native isopod species. *Urban Ecosystems*, *12*(3), 333-345.
- Vilisics, F., & Hornung, E. (2010). Újabb adatok Magyarország szárazföldi ászkarákfaunájához (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). *Állattani Közlemények*, *95*(1), 87-120.
- Vilisics, F., Elek, Z., Lövei, G. L., & Hornung, E. (2007). Composition of terrestrial isopod assemblages along an urbanisation gradient in Denmark. *Pedobiologia*, *51*(1), 45-53. doi:10.1016/j.pedobi.2006.12.004
- Vilisics, F., Hornung, E., Elek, Z., & Lövei, G. (2007). Szárazföldi ászkarák (Isopoda: Oniscidea) együttesek egyedszám változásai egy dániai urbanizációs grádiens mentén. *Természetvédelmi Közlemények*, *13*, 348-360.
- Vilisics, F., Szekeres, S., & Hornung, E. (2012). Size dependent differences in litter consumption of isopods: preliminary results. *ZooKeys*, *176*, 247-259. doi:10.3897/zookeys.176.2470
- Von Döhren, P., & Haase, D. (2015). Ecosystem disservices research: A review of the state of the art with a focus on cities. *Ecological Indicators*, *52*, 490–497. doi:10.1016/j.ecolind.2014.12.027

- Vona-Túri, D., Szmátóna-Túri, T., & Kiss, B. (2013). Szárazföldi ászkarák együttesek (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) a magyarországi autópályák szegélyzónájában. *Természetvédelmi Közlemények*, *19*, 106-116. doi:ISSN 1216-4585
- Wagenhoff, E., Blum, R., & Meier, T. (2013). Effects of NeemAzal -T/S in the burying beetle *Nicrophorus vespilloides* (Coleoptera: Silphidae) via food chain. *Applied Entomology and Zoology*, *48*, 283-288.
- Wall, D. H., Adams, G., & Parsons, A. N. (2001). Soil Biodiversity. In F. S. Chapin, O. E. Sala, & E. Huber-Sannwald, *Global Biodiversity in a Changing Environment* (152. kötet). New York: Springer. doi:10.1007/978-1-4613-0157-8_4
- Wallace, R. W., & Bellinder, R. R. (1992). Alternative tillage and herbicide options for successful weed control in vegetables. *Hortscience*, *27*, 745-749.
- Warburg, M. R. (1987). Isopods and Their Terrestrial Environment. *Advances in Ecological Research*, *17*, 187-242.
- Whitworth, R. J., Sloderbeck, P. E., & Davis, H. (2008). *Pillbugs*. Manhattan, Kansas, USA: Kansas State University.
- Wolff, F. (2004). Industrial Transformation and Agriculture: Agrobiodiversity Loss as Sustainability Problem. In J. Klaus, M. Binder, & A. Wiczorek (Szerk.), *Environmental Policy Research Centre, Governance for Industrial Transformation*, old.: 338-355. Berlin.
- Wolff, F. (2004). Industrial Transformation and Agriculture: Agrobiodiversity Loss as Sustainability Problem. In K. Jacob, M. Binder, & A. Wiczorek (Szerk.), *Governance for Industrial Transformation. Proceedings of the 2003 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change Environmental Policy Research Centre: Berlin*, (old.: 338 – 355.).
- WoRMS. (2021). *World Register of Marine Species*. Letöltés dátuma: 2021. 10 14, forrás: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=146505>
- Xu, T., Agrawal, A., & Abashin, M. (2013). All-angle negative refraction and active flat lensing of ultraviolet light. *Nature*, *497*, 470–474. doi:10.1038/nature12158
- Xu, Y., Vinas, M., Alsarrag, A., Su, L., Pfhof, K., Rohlf, M., . . . Karlovsky, P. (2019). Bis-naphthopyrone pigments protect filamentous ascomycetes from a wide range of predators. *Nature Communications*, *10*, 3579. doi:10.1038/s41467-019-11377-5
- Yun, H. Y., Rossman, A. Y., & Byrne, J. (2009). First report of *Gymnosporangium sabinae*, European pear rust, on Bradford pear in Michigan. *Plant Disease*, *93*(8), 841. doi:10.1094/PDIS-93-8-0841A
- Zándoki, E., Szódi, S., & Turóczy, G. (2005). Mycelial compatibility of *Sclerotinia sclerotiorum* strains of different areas. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, *40*(3-4), 295-301. doi:10.1556/aphyt.40.2005.3-4.10

- Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K., & Swinton, S. M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, *64*(2), 253-260. doi:10.1016/j.ecolecon
- Zimmer, M., & Topp, W. (1999). Relationship between woodlice and microbial density and activity in the field. *Biology and Fertility of Soils*, *30*, 117. doi:10.1007/s003740050597
- Zimmer, M., Danko, J. P., Pennings, S. C., Danford, A. R., Carefoot, T. H., Ziegler, A., & Uglow, R. F. (2002a). Cellulose digestion and phenol oxidation in coastal isopods (Crustacea: Isopoda). *Marine Biology*, *140*, 1207–1213. doi:10.1007/s00227-002-0800-2
- Zimmer, R., Pennings, S. C., Buck, T. L., & Carefoot, T. H. (2002b). Species-specific patterns of litter processing by terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea) in high intertidal salt marshes and coastal forests. *Functional Ecology*, *16*(5), 596-607. doi:10.1046/j.1365-2435.2002.00669.x
- Zribi, W., Aragüés, R., Medina, E., & Faci, J. M. (2015). Efficiency of inorganic and organic mulching materials for soil evaporation control. *Soil and Tillage Research*, *148*, 40-45. doi:10.1016/j.still.2014.12.003

M1: MELLÉKLETEK

1. melléklet: Terepi adatlap részlet a hazai epigeikus makrogerinctelenek elterjedésének és élőhelyi preferenciájának vizsgálatára (Sólymos és mtsai 2008)

Adatbázis azonosító (pl. XYééhhnn-01/rézminta):

TEREPI ADATLAP ver 2.0

SZIE-ÁOTK Ökológiai Tanszék, Talajzoológiai kutatócsoport

Magyarázat: ...: szöveges leírás, *: kitöltése opcionális, a többi helyen min 1 kategória bejelölendő.

A – Biotikai alapadatok

1. Lelőhely: közigazgatási egység ... szűkebb leelőhely ...
2. * Szélesség (GPS): N ...
3. * Hosszúság (GPS): E ...
4. *Tszf. magasság (GPS m): ...
5. *UTM grid: ...
6. Gyűjtő(k): *Plungvár Nóna, Balass Nóna*
7. Időpont (év/hó/nap/óra/perc): ... *2017. 05. 04 19:45*

B – Mintavétel és körülményei

- | | | |
|--|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 8. Módszer <ol style="list-style-type: none"> 1. Egyelés 2. Talaj/avarminta 3. Egyéb: ... 9. Ráfordítási egység: <i>3p/parallela</i> 10. Ismétlésszám: ... 11. Minták jelölése: ... | <ol style="list-style-type: none"> 12. Felhőzet <ol style="list-style-type: none"> 1. Derült 2. Enyhén felhős 3. Erősen felhős 13. Látási viszonyok <ol style="list-style-type: none"> 1. Világos 2. Szürkület/hajnal 3. Sötét 4. Mesterséges fény | <ol style="list-style-type: none"> 14. Csapadék <ol style="list-style-type: none"> 1. Nem esik 2. Esik 3. Eső után 15. Légmozgás <ol style="list-style-type: none"> 1. Szélszél 2. Enyhe szél 3. Erős szél |
|--|---|--|

C – Élőhelyi jellemzés

- | | | |
|---|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 16. Élőhely jellege, ökoton) <ol style="list-style-type: none"> 1. nem vonalmenti élőhely 2. vízpart, tó 3. vízpart, patak 4. vízpart, mesterséges vízfolyás 5. vízpart, természetes vízfolyás 6. közút oldal 7. vasúti töltés 8. árvízvédelmi töltés 9. erdőszegély 10. fásor 11. köfal (vakolt, habarcsos) 12. köfal (rakott, nincs habarcs) 13. fa kerítés 17. Á-NÉR tipológia kódja: ... 18. Magasság <ol style="list-style-type: none"> 1. hegy és dombvidék 2. síkság 19. Formáció <ol style="list-style-type: none"> 1. fás 2. fátlan (<3%) 20. Vízellátottság <ol style="list-style-type: none"> 1. vízi/mocsári 2. üde 3. száraz 21. Emberi hatás <ol style="list-style-type: none"> 1. Természetközeli 2. Degradált 22. *Növénytakarás: ... 23. *Domináns/jellemző növényfajok: ... | <ol style="list-style-type: none"> 24. Lombkoronaszint záródása (%) <ol style="list-style-type: none"> 1. 0-20 2. 20-40 3. 40-60 4. 60-80 5. 80-100 25. Cserjeszint záródása (%) <ol style="list-style-type: none"> 1. 0-20 2. 20-40 3. 40-60 4. 60-80 5. 80-100 26. Lágyszárú szint záródása (%) <ol style="list-style-type: none"> 1. 0-20 2. 20-40 3. 40-60 4. 60-80 5. 80-100 27. Kitétség <ol style="list-style-type: none"> 1. Nem meghatározható 2. É 3. K 4. D 5. Ny 28. Lejtőszög <ol style="list-style-type: none"> 1. Sík (0-5°) 2. enyhe lejtő (5-30°) 3. meredek lejtő (30-60°) 4. közel függőleges (sziklafal) (60-90°) 29. Helyi topográfia <ol style="list-style-type: none"> 1. nem meghatározott 2. lejtő alja 3. lejtő teteje 30. *Alapkőzet: ... | <ol style="list-style-type: none"> 31. Alapkőzet típusa <ol style="list-style-type: none"> 1. Meszes 2. Nem meszes 32. Alapkőzet jelenléte <ol style="list-style-type: none"> 1. 0-20% 2. 20-40% 3. 40-60% 4. 60-80% 5. 80-100% 33. *Talajtípus: ... 34. Fizikai talajféleség <ol style="list-style-type: none"> 1. Agyag 2. Márga 3. Homok 35. Talajszerkezet <ol style="list-style-type: none"> 1. Szerkezet nélküli, tömött 2. Szerkezet nélküli, szemcsés 3. Szerkezetes, apró 4. Szerkezetes, közepes 5. Szerkezetes, nagy 6. Szerkezetes, nagy 7. Szerkezetes, nagy 36. Talaj aktuális nedvességállapota <ol style="list-style-type: none"> 1. tocsogós 2. nedves 3. száraz 37. *Talaj pH: ... 38. *Talaj tömörödöttség: ... 39. *Lég hőmérséklet (°C): ... 40. *Relatív páratartalom%: ... 41. *Talaj hőmérséklet(°C): ... 42. *Fényintenzitás (%lux): ... 43. *Egyéb paraméter: ... |
|---|--|---|

44. Avarréteg vastagsága

1. nincs
2. 0-2 cm
3. 2-5 cm
4. >5 cm

45. Avar tömörödöttsége

1. laza (lásd nedves réteg tömörödött)
2. Tömörödött

46. Avar szerkezete

1. egész levelek
2. aprózódott
3. morzsalékos

47. Avarnedvesség

1. száraz
2. nedves
3. csillag
4. víz csavarható belőle

48. Terület védeltségi státusza

1. védett
2. nem védett

49. Urbanizáltság

1. urbánus
2. szuburbánus
3. rurális

50. Xerotermitás

1. nyílt vízborítás
2. láp
3. mocsár
4. állandó humid (vízpart, humid erdő)
5. üde (üde rét, erdő)
6. kiszáradó (időszakosan vízborította, kiszáradó szikes, láprét)
7. mezofil (mezofil rét, erdő)
8. száraz (száraz gyep, erdő)
9. nyílt száraz (nyílt száraz gyep)
10. extrém száraz (extrém száraz és nyílt helyek, pl. futóhomok)

51. Zavarás

1. érintetlen (emberi beavatkozástól mentes)
2. természetes, alig bolygatott (enyhe taposás, gyenge legelés, természetvédelmi kaszálás, természetes élőhely)
3. természetes bolygatott (rendszeresen előforduló taposás, közepes legelés, rendszeres kaszálás, művelt klimax erdő)
4. természetközeli (gyepgazdálkodás, rendszeres legelés+taposás, intenzív

- karbantartott erdő, parkosított félttermészetes mérsékelt bolygatott terület, arborétum
5. átalakított természetközeli (intenzív gyepgazdálkodás, erős legelés, intenzív igénybevett rekreációs zöldterület, tarvágás többéves hatása, faültetvény)
 6. mezőgazdasági 1 (többéves mezőg. kultúra, több-évente rendszeresen feltört, bolygatott mezsgye, nitrifikált területek, szegély, túllelgetett terület, friss tarvágás)
 7. mezőgazdasági 2 (egyéves extenzív művelésű szántóföldi kultúrák, kevésbé intenzív gyümölcsös, belvárosi park)
 8. mezőgazdasági 3 (intenzív, vegyszeresen évente többször permetezett mezőgazdasági kultúrák, kapások, nagyüzemi gyümölcsös, zöltség, városi erősen bolygatott, taposott átalakított, de növényzettel rendelkező élőhely)
 9. urbanizált (csupasz/mesterséges talajfelszín és bolygatás dominálta félig-teljesen elpusztított élőhely)

D – Mikroélelőhelyek
Szubsztrát

	Részminta jele	Előkerült fajok
1. szikla	AB 1-2	1 Armadillidium vulgare
2. kő	14 1-2	1 - " -
3. kavics	GH 3-4	1 - " -
4. talaj/homok	14 3-4	1 - " -
5. avar	GH 5-6	2 - " -
6. fücsomó, zsombék	EF 7-8	1 - " -
7. fakéreg felszíne (élő fa/cserje)	CO 7-8	1 - " -
8. fakéreg alatt (korhadt fa)	AB 7-8	1 - " -
9. korhadt fában	14 11-12	1 Porcellio scaber
10. korhadt fa alatt		
11. moha/zuzmó		
12. trágya/trágyadomb		
13. dög	GH 5-6	1 Armadillidium vulgare
14. gomba	AB 7-8	1 - " -
15. fészkek (emlős/madár)	EF 9-10	1 - " -
16. hangyakolónia	GH 11-12	1 - " -
17. szemét, hulladék		
18. építési törmelék (beton/tégla)		
19. *egyéb: ...		

E – Egyéb megjegyzések (térkép, vázlatok, erdészeti és természetvédelmi kezelés, történetiség stb.): ...

2. melléklet: A szárazföldi ászkarákok takaróanyagban való előfordulásának statisztikai elemzése 2016-ban

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	30,0903	4	7,52257	4,324	0,003591
Within groups:	116,563	67	1,73974		
Total:	146,653	71			
omega^2:	0,1559				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	4,286E-06				
Based on medians: p(same) =	0,001686				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=6,903, df=30, p=0,0004595				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	a	a	ab	ab	b
	Takaratlan	Komposzt	Szalma	Vegyes avar	Dióavar
Takaratlan		0,9961	0,8054	0,1916	0,006327
Komposzt	0,5191		0,9478	0,3625	0,01839
Szalma	1,557	1,038		0,8054	0,1157
Vegyes avar	3,114	2,595	1,557		0,6639
Dióavar	5,018	4,499	3,46	1,903	

3. melléklet: A szárazföldi ászkarákok takaróanyagban való előfordulásának statisztikai elemzése 2017- ben

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	81,5278	4	20,3819	3,754	0,008148
Within groups:	363,75	67	5,4291		
Total:	445,278	71			
omega^2:	0,1327				
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,003613				
Based on medians: p(same) =	0,01031				
Welch F test in the case of unequal variances:	F=20,33, df=30, p=3,437E-08				
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal					
	a	ab	b	b	b
	Takaratlan	Komposzt	Szalma	Vegyes_avar	Dióavar
Takaratlan		0,5511	0,01223	0,02653	0,005391
Komposzt	2,155		0,3819	0,5511	0,2419
Szalma	4,701	2,547		0,9987	0,9987
Vegyes_avar	4,31	2,155	0,3918		0,9811
Dióavar	5,093	2,938	0,3918	0,7836	

4. melléklet: Ászkarákok takaróanyagban való előfordulásának statisztikai elemzése 2018-ban

One-way ANOVA					
Test for equal means					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	89,6944	4	22,4236	13,38	4,54E-08
Within groups:	112,25	67	1,67537	Permutation p (n=99999)	
Total:	201,944	71	1,00E-05		
Components of variance (only for random effects):					
Var(group):	1,45886	Var(error):	1,67537	ICC:	0,46546
omega2:	0,4076				
Levene's test for homogeneity of variance, from means	p (same):	3,87E-05			
Levene's test, from medians	p (same):	0,000132			
Welch F test in the case of unequal variances: F=43,43, df=30, p=4,578E-12					
Tukey's Q below the diagonal, p(same) above the diagonal					
	a	b	b	bc	c
	Dióavar	Vegyes avar	Szalma	Komposzt	Takaratlan
Dióavar		0,002611	0,02967	7,23E-06	8,43E-08
Vegyes avar	5,408		0,9237	0,4784	0,008201
Szalma	4,249	1,159		0,1128	0,000962
Komposzt	7,726	2,318	3,477		0,2243
Takaratlan	9,304	4,889	5,835	2,996	

5. melléklet: A talaj FDA össz-mikrobiális aktivitása

One-way ANOVA					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)

Between groups:	0,8022 25	4	0,2005 56	9,891	7,892E-06	
Within groups:	0,9124 25	45	0,0202761			
Total:	1,7146 5	49				
omega^2:	0,4156					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,7645					
Based on medians: p(same) =	0,8287					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=14,35, df=21,77, p=7,015E-06					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	I-M-	I-M+	I+M-	I+M+	Original Original soil	
I-M-		0,0009 404	0,9848	0,0009 562	0,0009 059	b
I-M+	6,087		0,0040 92	1	1	a
I+M-	0,7373	5,35		0,0041 65	0,0039 32	b
I+M+	6,078	0,0088 83	5,341		1	a
Original soil	6,107	0,0199 9	5,37	0,02887		a
	I-M-	I-M+	I+M-	I+M+	Original soil	
	0,8736	1,1477	0,9068	1,1473	1,1486	

6. melléklet: A paradicsom-termésmennyiségben jelentkező különbségek 2016-ban és 2017-ben

Egytényezős varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
I-M-	10	1497	149,7	1996,07		
I-M+	10	1649	164,9	5753,024		
I+M-	10	2082	208,2	2266,989		
I+M+	10	2289	228,9	2009,525		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	40863	3	13621	4,530657	0,008543	2,86627
Csoporton belül	1E+05	36	3006			
Összesen	1E+05	39				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	
Between groups:	41574	3	13858	4,647	0,00759	
Within groups:	1E+05	36	2982			
Total:	1E+05	39				
omega^2:	0,215					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,007					
Based on medians: p(same) =	0,01					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=5,78, df=19,76, p=0,005236					

Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	I-M-	I-M+	I+M-	I+M+		
I-M-		0,92	0,083	0,01304		
I-M+	0,88		0,27	0,05875		
I+M-	3,487	2,61		0,8632		
I+M+	4,589	3,71	1,103			
Max levélszám						
I-M-	I-M+	I+M-	I+M+			
13	11	12	12			
13	11	11	12			
11	10	13	13			
12	11	12	12			
16	13	14	12			
11	12	13	17			
10	12	13	14			
10	14	13	11			
13	12	11	11			
12	12	13	14			
Egytényezős varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
I-M-	10	121	12,1	3,211111		
I-M+	10	118	11,8	1,288889		
I+M-	10	125	12,5	0,944444		
I+M+	10	128	12,8	3,288889		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	5,8	3	1,933	0,885496	0,457836	2,86627
Csoporton belül	78,6	36	2,183			
Összesen	84,4	39				
One-way ANOVA						

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	
Between groups:	5,8	3	1,933	0,8855	0,4578	
Within groups:	78,6	36	2,183			
Total:	84,4	39				
omega^2:	-0,009					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,355					
Based on medians: p(same) =	0,566					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=1,004, df=19,41, p=0,4124					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	I-M-	I-M+	I+M-	I+M+		
I-M-		0,97	0,93	0,7161		
I-M+	0,642		0,716	0,4404		
I+M-	0,856	1,5		0,9685		
I+M+	1,498	2,14	0,642			
Max Bimbó						
I-M-	I-M+	I+M-	I+M+			
5	15	7	11			
7	4	7	8			
6	4	4	11			
4	8	9	7			
6	4	8	4			
6	7	4	9			
15	4	10	9			
8	6	13	10			
10	5	5	6			
5	6	10	11			
Egytényezős varianciaanalízis						

ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
I-M-	10	72	7,2	10,4		
I-M+	10	63	6,3	11,34444		
I+M-	10	77	7,7	8,455556		
I+M+	10	86	8,6	5,6		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	27,7	3	9,233	1,031657	0,39015	2,86627
Csoporton belül	322,2	36	8,95			
Összesen	349,9	39				
Max virágszám						
I-M-	I-M+	I+M-	I+M+			
3	5	3	4			
6	4	4	4			
3	5	4	7			
5	5	7	7			
4	6	4	6			
5	4	3	9			
4	8	5	7			
3	7	4	5			
3	5	7	5			
3	6	4	7			
Egytényezős varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
I-M-	10	39	3,9	1,211111		
I-M+	10	55	5,5	1,611111		
I+M-	10	45	4,5	2,055556		
I+M+	10	61	6,1	2,544444		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	29,2	3	9,733	5,245509	0,004167	2,86627

Csoporton belül	66,8	36	1,856			
Összesen	96	39				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	
Between groups:	29,2	3	9,733	5,246	0,004167	
Within groups:	66,8	36	1,856			
Total:	96	39				
omega^2:	0,242					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,663					
Based on medians: p(same) =	0,736					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=5,246, df=19,83, p=0,007889					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	I-M-	I-M+	I+M-	I+M+		
I-M-		0,06	0,759	0,004985		
I-M+	3,714		0,369	0,7589		
I+M-	1,393	2,32		0,0583		
I+M+	5,107	1,39	3,714			
Max Elnyílt virág (db)						
I-M-	I-M+	I+M-	I+M+			
7	12	9	5			
9	7	5	6			
6	5	5	13			
7	7	5	7			
12	5	8	8			
7	8	5	5			
5	9	7	12			

7	11	9	10			
7	11	3	4			
3	9	9	9			
Egytényezős varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
I-M-	10	70	7	5,555556		
I-M+	10	84	8,4	6,044444		
I+M-	10	65	6,5	4,722222		
I+M+	10	79	7,9	9,433333		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	22,1	3	7,367	1,14409	0,34445	2,86627
Csoporton belül	231,8	36	6,439			
Összesen	253,9	39				
Max Bogyó (db)						
I-M-	I-M+	I+M-	I+M+			
4	3	3	3			
2	1	4	1			
4	1	3	5			
3	1	3	2			
3	1	7	3			
1	2	3	2			
2	2	2	3			
5	2	2	3			
3	2	2	3			
2	2	3	3			
Egytényezős varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
I-M-	10	29	2,9	1,433333		
I-M+	10	17	1,7	0,455556		
I+M-	10	32	3,2	2,177778		

I+M+	10	28	2,8	1,066667		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	12,9	3	4,3	3,350649	0,029501	2,86627
Csoporton belül	46,2	36	1,283			
Összesen	59,1	39				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	
Between groups:	12,9	3	4,3	3,351	0,0295	
Within groups:	46,2	36	1,283			
Total:	59,1	39				
omega^2:	0,15					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,657					
Based on medians: p(same) =	0,727					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=5,135, df=19,17, p=0,008968					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	I-M-	I-M+	I+M-	I+M+		
I-M-		0,1	0,934	0,9973		
I-M+	3,35		0,027	0,1508		
I+M-	0,837	4,19		0,8588		
I+M+	0,279	3,07	1,117			
Összeg Ászkarák felnőtt (egyed)						
I-M-	I-M+	I+M-	I+M+			
0	0	0	3			
0	0	0	15			
0	0	0	2			

0	0	0	15			
0	0	0	12			
0	0	4	12			
0	0	0	3			
0	0	2	7			
0	0	0	0			
0	0	0	13			
Egytényezős varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
I-M-	10	0	0	0		
I-M+	10	0	0	0		
I+M-	10	6	0,6	1,822222		
I+M+	10	82	8,2	33,95556		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	482,4	3	160,8	17,97764	2,68E-07	2,86627
Csoporton belül	322	36	8,944			
Összesen	804,4	39				
0	I-M-	I-M+	I+M-	I+M+	Mann-Whitney pairwise comparisons	
I-M-	0	1	0,168	0,000227	Bonferroni corrected/uncorrected	
I-M+	1	0	0,168	0,000227	H(chi^2): 17,2	
I+M-	1	1	0	0,001497	Hc (tie corrected):27,79	
I+M+	0,001	0	0,009	0	P(same): 4,02E-06	
Összeg Ászkarák felnőtt (egyed)						
Kéttényezős varianciaanalízis ismétlésekkel						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>M-</i>						
Egyedszám	10	10	20			
Összeg	0	6	6			

Átlag	0	0,6	0,3			
Variancia	0	1,82	0,958			
<i>M+</i>						
Egyedszám	10	10	20			
Összeg	0	82	82			
Átlag	0	8,2	4,1			
Variancia	0	34	33,78			
<i>Összesen</i>						
Egyedszám	20	20				
Összeg	0	88				
Átlag	0	4,4				
Variancia	0	32,1				
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Minta	144,4	1	144,4	16,1441	0,000286	4,11317
Oszlopok	193,6	1	193,6	21,64472	4,32E-05	4,11317
Kölcsönhatás	144,4	1	144,4	16,1441	0,000286	4,11317
Belül	322	36	8,944			
Összesen	804,4	39				
Bogyó össztömeg (g)						
Kéttényezős varianciaanalízis ismétlésekkel						
ÖSSZESÍTÉS	I-	I+	Összesen			
<i>M-</i>						
Egyedszám	10	10	20			
Összeg	1497	2082	3579			
Átlag	149,7	208	178,9			
Variancia	1996	2267	2920			
<i>M+</i>						
Egyedszám	10	10	20			
Összeg	1649	2289	3938			
Átlag	164,9	229	196,9			
Variancia	5753	2010	4757			

<i>Összesen</i>						
Egyedszám	20	20				
Összeg	3146	4371				
Átlag	157,3	219				
Variancia	3731	2139				
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Minta	3227	1	3227	1,073513	0,307063	4,11317
Oszlopok	37559	1	37559	12,49284	0,001143	4,11317
Kölcsönhatás	77,01	1	77,01	0,025614	0,873741	4,11317
Belül	1E+05	36	3006			
Összesen	1E+05	39				
Kétmintás M-próba nem-egyenlő szórásnégyzeteknél						
	<i>I-</i>	<i>I+</i>				
Várható érték	157,3	219				
Variancia	3731	2139				
Megfigyelések	20	20				
Feltételezett átlagos eltérés	0					
df	35					
t érték	-3,577					
P(T<=t) egyszélű	5E-04					
t kritikus egyszélű	1,69					
P(T<=t) kétszélű	0,001					
t kritikus kétszélű	2,03					
Kétmintás M-próba nem-egyenlő szórásnégyzeteknél						
	<i>M-</i>	<i>M+</i>				
Várható érték	178,9	197				
Variancia	2920	4757				
Megfigyelések	20	20				
Feltételezett átlagos eltérés	0					
df	36					

t érték	-0,917					
P(T<=t) egyszélű	0,183					
t kritikus egyszélű	1,688					
P(T<=t) kétszélű	0,365					
t kritikus kétszélű	2,028					
Gyökértömeg g						
I-M-	I-M+	I+M-	I+M+			
18	23	31	52			
14	25	14	13			
12	22	14	20			
30	4	40	25			
33	13	21	20			
61	10	18	20			
10	73	23	11			
8	10	25	27			
21	18	17	8			
12	12	155	8			
Egytényezős varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
I-M-	10	219	21,9	258,5444		
I-M+	10	210	21	378,8889		
I+M-	10	358	35,8	1818,844		
I+M+	10	204	20,4	168,2667		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	1632	3	544	0,829134	0,486587	2,86627
Csoporton belül	23621	36	656,1			
Összesen	25253	39				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	

Between groups:	1632	3	544	0,8291	0,4866	
Within groups:	23621	36	656,1			
Total:	25253	39				
omega²:	-0,013					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,285					
Based on medians: p(same) =	0,758					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=0,3763, df=19,23, p=0,7711					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	I-M-	I-M+	I+M-	I+M+		
I-M-		1	0,623	0,9992		
I-M+	0,111		0,574	1		
I+M-	1,716	1,83		0,5416		
I+M+	0,185	0,07	1,901			
Összeg / Leszedett bogycók száma db						
I-M-	I-M+	I+M-	I+M+			
4	6	5	7			
4	2	6	2			
3	1	4	5			
5	2	3	4			
3	2	8	6			
8	4	5	4			
3	4	3	6			
6	5	6	6			
6	2	4	5			
3	4	4	4			

Egytényezős varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
I-M-	10	45	4,5	2,944444		
I-M+	10	32	3,2	2,622222		
I+M-	10	48	4,8	2,4		
I+M+	10	49	4,9	2,1		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	18,5	3	6,167	2,450331	0,079265	2,86627
Csoporton belül	90,6	36	2,517			
Összesen	109,1	39				
I-M-	I-M+	I+M-	I+M+			
0	0	0	5			
0	0	0	19			
0	0	0	2			
0	0	0	29			
0	0	0	12			
0	0	4	18			
0	0	0	3			
0	0	2	7			
0	0	0	0			
0	0	0	17			
Egytényezős varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
I-M-	10	0	0	0		
I-M+	10	0	0	0		
I+M-	10	6	0,6	1,822222		
I+M+	10	112	11,2	87,95556		

VARIANCIAANALÍZIS							
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>	
Csoportok között		909,9	3	303,3	13,51337	4,62E-06	2,8
Csoporton belül	808	36	22,44				
Összesen	1718	39					

7. melléklet: Körterozsdával (*Gymnosporangium sabinae*) fertőzött levelek fogyasztásának vizsgálata, a levélfogyás mértéke

Egytényezős Varianciaanalízis						
2016.10.24	Átlag / Levélfogyás összesen (%)					
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Össze g</i>	<i>Átlag</i>	<i>Sarian cia</i>		
PG-	15	1066	71,066 67	489,20 95		
PG+	15	958	63,866 67	538,26 67		
SG-	15	1448	96,533 33	46,695 24		
SG+	15	1101	73,4	1095,5 43		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p- érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	8996,1833	3	2998,7 28	5,5283 37	0,002 139	2,769 431
Csoporton belül	30376	56	542,42 86			
Összesen	39372,183	59				
One-way ANOSA						
2016.10.24	Átlag / LeSélfogyás összesen (%)					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(sa me)	
Between groups:	8996,18	3	2998,7 3	5,528	0,002 139	
Within groups:	30376	56	542,42 9			
Total:	39372,2	59				

omega²:	0,1846					
LeSene's test for homogeneity of Sariance, based on means: p(same) =	0,0001222					
Based on medians: p(same) =	0,01354					
Welch F test in the case of unequal Sariances:	F=14,81, df=26,13, p=7,836E-06					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	PK-	PK+	SK-	SK+		
PM-		0,832	0,0208	0,9928		
PM+	1,197		0,0018 52	0,6783		
SM-	4,235	5,432		0,0420 1		
SM+	0,388	1,585	3,847			
Átlag / Levélszélfogasztás (%)						
Sorcímkék	PG-	PG+	SG-	SG+		
2016.10.10	6,3333333	5,533 333	5,4666 67	6,6		
2016.10.14	8,2	6,533 333	9,8	7,9333 33		
2016.10.17	9,9333333	8,2	15,266 67	10,533 33		
2016.10.21	12	10,06 667	16,466 67	11,533 33		
2016.10.24	14,4	12,4	18,333 33	12,466 67		
Egytényezős Varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
Csoportok	Darabszám	Össze g	Átlag	Sarian cia		
PM-	15	216	14,4	26,685 71		

PM+	15	186	12,4	13,4		
SM-	15	275	18,333 33	13,666 67		
SM+	15	187	12,466 67	46,838 1		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p- érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	348,13333	3	116,04 44	4,6145 3	0,005 912	2,769 431
Csoporton belül	1408,2667	56	25,147 62			
Összesen	1756,4	59				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(sa me)	
Between groups:	348,133	3	116,04 4	4,615	0,005 912	
Within groups:	1408,27	56	25,147 6			
Total:	1756,4	59				
omega^2:	0,1531					
LeSene's test for homogeneity of Sariance, based on means: p(same) =	0,0006514					
Based on medians: p(same) =	0,004544					
Welch F test in the case of unequal Sariances:	F=7,015, df=30,44, p=0,00101					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	PK-	PK+	SK-	SK+		
PK-		0,695 8	0,1509	0,7176		

PK+	1,545		0,0106 3	1		
SK-	3,038	4,582		0,0117 7		
SK+	1,493	0,051 49	4,531			
Átlag / Levélér közötti hámozgatás (%)						
Sorcímkék	PM-	PM+	SM-	SM+		
2016.10.10	7,9333333	5,8	2,8	1,5333 33		
2016.10.14	16	11,06 667	6,0666 67	6,4		
2016.10.17	15,066667	14	6	5,2666 67		
2016.10.21	16,866667	14,86 667	4,5333 33	6,2		
2016.10.24	18,733333	7,7	3,1333 33	5		
Egytényezős Varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Össze g</i>	<i>Átlag</i>	<i>Sarian cia</i>		
PM-	15	281	18,733 33	259,06 67		
PM+	15	115,5	7,7	69,85		
SM-	15	47	3,1333 33	38,552 38		
SM+	15	75	5	26,857 14		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p- érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	2194,9792	3	731,65 97	7,4218 73	0,000 286	2,769 431

Csoporton belül	5520,5667	56	98,581 55			
Összesen	7715,5458	59				
One-way ANOSA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(sa me)	
Between groups:	2194,98	3	731,66	7,422	0,0002857	
Within groups:	5520,57	56	98,581 5			
Total:	7715,55	59				
omega^2:	0,2431					
LeSene's test for homogeneity of Sariance, based on means: p(same) =	4,119E-06					
Based on medians: p(same) =	0,0006865					
Welch F test in the case of unequal Sariances:	F=4,307, df=29,86, p=0,01223					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p (same) above diagonal						
	PK-	PK+	SK-	SK+		
PK-		0,018 25	0,0005 208	0,0021 65		
PK+	4,304		0,5922	0,8786		
SK-	6,085	1,781		0,9553		
SK+	5,357	1,053	0,7281			
Átlag / Levélér közötti lyuggatás (%)						
Sorcímkék	PM-	PM+	SM-	SM+		
2016.10.10	3,4666667	4,266 667	18,6	6,4666 67		
2016.10.14	8,4666667	7,333 333	37,4	21,533 33		
2016.10.17	19,866667	16,06 667	61,066 67	38,933 33		

2016.10.21	30,8	26,73 333	70,533 33	49		
2016.10.24	37,933333	43,76 667	75,066 67	56,333 33		
Egytényezős Varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Össze g</i>	<i>Átlag</i>	<i>Sarian cia</i>		
PM-	15	569	37,933 33	423,92 38		
PM+	15	656,5	43,766 67	466,45 95		
SM-	15	1126	75,066 67	75,923 81		
SM+	15	845	56,333 33	831,95 24		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p- érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	12150,079	3	4050,0 26	9,0087 7	5,81E -05	2,769 431
Csoporton belül	25175,633	56	449,56 49			
Összesen	37325,713	59				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(sa me)	
Between groups:	12150,1	3	4050,0 3	9,009	5,808 E-05	
Within groups:	25175,6	56	449,56 5			
Total:	37325,7	59				
omega^2:	0,2859					

LeSene's test for homogeneity of Sariance, based on means: p(same) =	0,0004011					
Based on medians: p(same) =	0,03127					
Welch F test in the case of unequal Sariances:	F=19,61, df=27,78, p=4,983E-07					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	PK-	PK+	SK-	SK+		
PK-		0,874 9	0,0002 197	0,0935 4		
PK+	1,066		0,0010 35	0,3743		
SK-	6,783	5,717		0,0850 6		
SK+	3,361	2,295	3,422			
Átlag / Mycosphaerella (%)	Oszlopcímkek					
Sorcímkek	PM-	PM+	SM-	SM+		
2016.10.10	34,466667	49	19,666 67	15,666 67		
2016.10.14	44,666667	50	33	36,333 33		
2016.10.17	54	66	53,333 33	54,666 67		
2016.10.21	60	78,66 667	62,666 67	64,666 67		
2016.10.24	60,666667	80,66 667	70	68,666 67		
Egytényezős varianciaanalízis						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Darabszám</i>	<i>Össze g</i>	<i>Átlag</i>	<i>Sarian cia</i>		
PG-	15	910	60,666 67	2235,2 38		

PG+	15	1210	80,666 67	1320,9 52		
SG-	15	1050	70	1971,4 29		
SG+	15	1030	68,666 67	1398,0 95		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p- érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	3040	3	1013,3 33	0,5852 59	0,627 175	2,769 431
Csoporton belül	96960	56	1731,4 29			
Összesen	100000	59				

8. melléklet: Körterozsdával (*Gymnosporangium sabinae*) fertőzött levelek fogyasztásának vizsgálata, az ecídiumfogyasztás

Sorcímkék	Petri-csésze	Virágföld
ép ecídiumtelep	17	32
rágott ecídiumtelep	34	25
elfogyasztott ecídiumtelep	24	18
Végösszeg	75	75

9. melléklet: Körterozsdával (*Gymnosporangium sabinae*) fertőzött levelek fogyasztásának vizsgálata, a túlélő egyedek száma

ANOVA					
Test for equal means					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	5,99046	3	1,99682	30,14	9,86E-12
Within groups:	3,71	56	0,06625		
Total:	9,70046	59			
omega2:	0,593				
Levene's test for homogeneity of variance, from means	p (same):	0,00672			
Levene's test, from medians	p (same):	0,007804			
Welch F test in the case of unequal variances: F=55,12, df=24,53, p=4,805E-11					
Tukey					
	PG-	PG+	SG-	SG+	
PG-		0,8631	0,000159	0,00028	
PG+	1,103		0,000159	0,000165	
SG-	10,48	11,59		0,03428	
SG+	6,52	7,624	3,962		

10. melléklet: Táptalajra oltott patogén gombák fogyasztásának vizsgálata, a gombák telepfogyása

Egytényezős varianciaanalízis						
2016.11.21						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
Aspergillus niger	7	0	0	0		
Fusarium sp.	7	985,5	140,7857	5449,488		
Macrophomina phaseolina	7	1200	171,4286	3463,202		
Sclerotinia sclerotiorum	6	2369,5	394,9167	79108,14		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	511768,3	3	170589,4	8,738106	0,000473	3,027998
Csoporton belül	449016,9	23	19522,47			
Összesen	960785,1	26				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	
Between groups:	511768	3	170589	8,738	0,0004733	
Within groups:	449017	23	19522,5			
Total:	960785	26				
omega^2:	0,4623					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,0008024					
Based on medians: p(same) =	0,001845					

Welch F test in the case of unequal variances:	F=28,22, df=9,375, p=5,108E-05					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	Aspergillus_niger	Fusarium_sp.	Macrophomina_phaseolina	Sclerotinia_sclerotiorum		
Aspergillus_niger		0,2781	0,1401	0,0003127		
Fusarium_sp.	2,612		0,9776	0,01433		
Macrophomina_phaseolina	3,181	0,5685		0,03519		
Sclerotinia_sclerotiorum	7,327	4,715	4,146			
Egytényezős varianciaanalízis						
2016.11.24						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
Aspergillus_niger	7	0	0	0		
Fusarium_sp.	7	2257,5	322,5	24445,5		
Macrophomina_phaseolina	7	2844,5	406,3571	21542,23		
Sclerotinia_sclerotiorum	6	8854,5	1475,75	657331,7		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	7736737	3	2578912	16,64942	5,72E-06	3,027998
Csoporton belül	3562585	23	154895			
Összesen	11299322	26				
One-way ANOVA						

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	
Between groups:	7,73674E06	3	2,57891E06	16,65	5,719E-06	
Within groups:	3,56258E06	23	154895			
Total:	1,12993E07	26				
omega^2:	0,6349					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	6,541E-07					
Based on medians: p(same) =	0,003871					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=30,15, df=9,375, p=3,868E-05					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	Aspergillus_niger	Fusarium_sp.	Macrophomina_phaseolina	Sclerotinia_sclerotiorum		
Aspergillus_niger		0,4526	0,2588	0,000	1649	
Fusarium_sp.	2,124		0,9794	0,000	2569	
Macrophomina_phaseolina	2,677	0,5523		0,000	41	
Sclerotinia_sclerotiorum	9,72	7,596	7,044			
Egytényezős varianciaanalízis						
2016.11.29						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
Aspergillus niger	7	285,5	40,78571	7150,155		

Fusarium sp.	6	3765,5	627,5833	13948		
				6,2		
Macrophomina phaseolina	7	4862	694,5714	32934		
				,29		
Sclerotinia sclerotiorum	6	20953	3492,167	15867		
				96		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p- érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	44616339	3	14872113	36,87	9,31	3,04
				889	E-09	9125
Csoporton belül	8871919	22	403269			
Összesen	53488258	25				
One-way ANOVA						
	Sum of	df	Mean square	F	p(sa	
	sqr				me)	
Between groups:	4,46163E0	3	1,48721E07	36,88	9,31	
	7				2E-	
					09	
Within groups:	8,87192E0	22	403269			
	6					
Total:	5,34883E0	25				
	7					
omega^2:	0,8054					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,003781					
Based on medians: p(same) =	0,04088					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=36,8, df=9,866, p=1,141E-05					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						

	Aspergillus_niger	Fusarium_sp.	Macrophomina_phaseolina	Sclerotinia_sclerotiorum		
Aspergillus_niger		0,3673	0,2777	0,000 1668		
Fusarium_sp.	2,349		0,9976	0,000 1669		
Macrophomina_phaseolina	2,617	0,2681		0,000 1669		
Sclerotinia_sclerotiorum	13,82	11,47	11,2			
Egytényezős varianciaanalízis						
2016.12.02						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
Aspergillus_niger	7	436	62,28571	19955,82		
Fusarium_sp.	6	5676	946	24692,12		
Macrophomina_phaseolina	7	6732	961,7143	43529,99		
Sclerotinia_sclerotiorum	6	26093,5	4348,917	53207,62		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	67036720	3	22345573	114,9705	1,35E-13	3,049125
Csoporton belül	4275902	22	194359,2			
Összesen	71312622	25				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	

Between groups:	6,70367E07	3	2,23456E07	115	1,354E-13	
Within groups:	4,2759E06	22	194359			
Total:	7,13126E07	25				
omega^2:	0,9293					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,002347					
Based on medians: p(same) =	0,03807					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=80,46, df=10,44, p=1,652E-07					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	Aspergillus_niger	Fusarium_sp.	Macrophomina_phaseolina	Sclerotinia_sclerotiorum		
Aspergillus_niger		0,008078	0,006979	0,0001668		
Fusarium_sp.	5,095		0,9999	0,0001668		
Macrophomina_phaseolina	5,186	0,09061		0,0001668		
Sclerotinia_sclerotiorum	24,72	19,62	19,53			
Egytényezős varianciaanalízis						
2016.12.06						
ÖSSZESÍTÉS						
Csoportok	Egyedszám	Összeg	Átlag	Variancia		
Aspergillus niger	7	1E-13	1,43E-14	1,43E-27		
Fusarium sp.	6	6845	1140,833	258997,6		
Macrophomina phaseolina	7	8745,5	1249,357	79562,48		

Sclerotinia sclerotiorum	6	28520	4753,333	48925		
				3,2		
VARIANCIAANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p- érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	79464316	3	26488105	138,1	2,02	3,04
				345	E-14	9125
Csoporton belül	4218629	22	191755,8			
Összesen	83682944	25				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(sa me)	
Between groups:	7,94643E0 7	3	2,64881E07	138,1	2,01 9E- 14	
Within groups:	4,21863E0 6	22	191756			
Total:	8,36829E0 7	25				
omega^2:	0,9406					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,0146					
Based on medians: p(same) =	0,1123					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=128,7, df=8,824, p=1,322E-07					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	Aspergillu s_niger	Fusariu m_sp.	Macrophomina _phaseolina	Sclerotinia_sclerotio rum		
Aspergillus_niger		0,00074	0,0003594	0,000		
		53		1668		

Fusarium_sp.	6,622		0,9699	0,000		
				1668		
Macrophomina_phaseolin a	7,252	0,63		0,000		
				1668		
Sclerotinia_sclerotiorum	27,59	20,97	20,34			

Átlag / Életben maradt ászkák(10/x)	Oszlopcímkék			
Sorcímkék	Aspergillus niger	Fusarium solani	Macrophomina phaseolina	Sclerotinia sclerotiorum
2016.11.21	9,857143	9,142857	10	8,666667
2016.11.24	7,571429	8,857143	10	7,666667
2016.11.29	5,285714	8,285714	9,857143	7
2016.12.02	5,142857	7,857143	9,857143	6,833333
2016.12.06	5	7,571429	9,857143	6,5

11. melléklet: Különböző gombatelepek fogyása a kísérlet beállítása és lezárása között a hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) táptalajra oltott növénypatogén gombák fogyasztását vizsgáló laboratóriumi kísérletben

Átlag / Fogyás mértéke (mm ²)	Oszlopcímkek			
Sorcímkek	Aspergillus niger	Fusarium sp.	Macrophomina phaseolina	Sclerotinia sclerotiorum
2016.11.21	0	140,7857	171,4286	394,9167
2016.11.24	0	322,5	406,3571	1475,75
2016.11.29	40,78571	627,5833	694,5714	3492,167
2016.12.02	62,28571	946	961,7143	4348,917
2016.12.06	0	1140,833	1249,357	4753,333

12. melléklet: Hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) egyedszámának alakulása táptalajra oltott növénypatogén gombák fogyasztását vizsgáló laboratóriumi kísérletben

Egytényezős varianciaanalízis						
2016.11.21						
ÖSSZESÍTÉS						
Csoportok	Egyedszám	Összeg	Átlag	Variancia		
Aspergillus niger	7	69	9,857143	0,142857		
Fusarium sp.	7	64	9,142857	0,809524		
Macrophomina phaseolina	7	70	10	0		
Sclerotinia sclerotiorum	6	52	8,666667	0,666667		
VARIANCIANALÍZIS						
Tényezők	SS	df	MS	F	p-érték	F krit.
Csoportok között	7,619048	3	2,539683	6,45614	0,002482	3,027998
Csoporton belül	9,047619	23	0,393375			

Összesen	16,66667	26				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	
Between groups:	7,61905	3	2,53968	6,456	0,002482	
Within groups:	9,04762	23	0,393375			
Total:	16,6667	26				
omega^2:	0,3774					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,0004607					
Based on medians: p(same) =	0,002254					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=6,815, df=9,375, p=0,009986					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	Aspergillus_niger	Fusarium_sp.	Macrophomina_phaseolina	Sclerotinia_sclerotiorum		
Aspergillus_niger		0,1871	0,975	0,01027		
Fusarium_sp.	2,952		0,08576	0,517		
Macrophomina_phaseolina	0,5905	3,543		0,003884		
Sclerotinia_sclerotiorum	4,92	1,968	5,511			
Egytényezős varianciaanalízis						
2016.11.24						
ÖSSZESÍTÉS						
Csoportok	Egyedszám	Összeg	Átlag	Variancia		
Aspergillus niger	7	53	7,571429	6,285714		

Fusarium sp.	7	62	8,857143	1,476 19		
Macrophomina phaseolina	7	70	10	0		
Sclerotinia sclerotiorum	6	46	7,666667	4,266 667		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p- érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	26,7619	3	8,920635	3,021 505	0,05 032	3,02 7998
Csoporton belül	67,90476	23	2,952381			
Összesen	94,66667	26				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(sa me)	
Between groups:	26,7619	3	8,92063	3,022	0,05 032	
Within groups:	67,9048	23	2,95238			
Total:	94,6667	26				
omega^2:	0,1834					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,009928					
Based on medians: p(same) =	0,03247					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=5,959, df=9,375, p=0,01498					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	Aspergillu s_niger	Fusariu m_sp.	Macrophomina _phaseolina	Sclerotinia_sclerotio rum		
Aspergillus_niger		0,529	0,0722	0,999 7		

Fusarium_sp.	1,94		0,6214	0,590 5		
Macrophomina_phaseolin a	3,664	1,724		0,088 5		
Sclerotinia_sclerotiorum	0,1437	1,796	3,52			
Egytényezős varianciaanalízis						
2016.11.29						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
Aspergillus niger	7	37	5,285714	11,23 81		
Fusarium sp.	7	58	8,285714	6,238 095		
Macrophomina phaseolina	7	69	9,857143	0,142 857		
Sclerotinia sclerotiorum	6	42	7	2,8		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p- érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	78,58201	3	26,194	5,032 499	0,00 7936	3,02 7998
Csoporton belül	119,7143	23	5,204969			
Összesen	198,2963	26				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(sa me)	
Between groups:	78,582	3	26,194	5,032	0,00 7936	
Within groups:	119,714	23	5,20497			
Total:	198,296	26				
omega^2:	0,3094					

Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,008294					
Based on medians: p(same) =	0,02929					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=9,132, df=9,853, p=0,003392					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	Aspergillus_niger	Fusarium_sp.	Macrophomina_phaseolina	Sclerotinia_sclerotiorum		
Aspergillus_niger		0,1033	0,006555	0,5256		
Fusarium_sp.	3,409		0,595	0,7322		
Macrophomina_phaseolina	5,194	1,786		0,1285		
Sclerotinia_sclerotiorum	1,948	1,461	3,246			
Egytényezős varianciaanalízis						
2016.12.02						
ÖSSZESÍTÉS						
<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
Aspergillus niger	7	36	5,142857	12,80952		
Fusarium sp.	7	55	7,857143	5,809524		
Macrophomina phaseolina	7	69	9,857143	0,142857		
Sclerotinia sclerotiorum	6	41	6,833333	2,166667		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>

Csoportok között	81,2619	3	27,0873	5,048 492	0,00 7828	3,02 7998
Csoporton belül	123,4048	23	5,365424			
Összesen	204,6667	26				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	
Between groups:	81,2619	3	27,0873	5,048	0,00 7828	
Within groups:	123,405	23	5,36542			
Total:	204,667	26				
omega^2:	0,3103					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,003885					
Based on medians: p(same) =	0,01542					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=11,45, df=9,929, p=0,001456					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	Aspergillus_niger	Fusarium_sp.	Macrophomina_phaseolina	Sclerotinia_sclerotiorum		
Aspergillus_niger		0,1682	0,005722	0,549 4		
Fusarium_sp.	3,038		0,4077	0,849 1		
Macrophomina_phaseolina	5,276	2,238		0,106 8		
Sclerotinia_sclerotiorum	1,892	1,146	3,384			
Egytényezős varianciaanalízis						
2016.12.06						
ÖSSZESÍTÉS						

<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>		
Aspergillus niger	7	35	5	12		
Fusarium sp.	7	53	7,571429	6,285714		
Macrophomina phaseolina	7	69	9,857143	0,142857		
Sclerotinia sclerotiorum	6	39	6,5	1,9		
VARIANCIANALÍZIS						
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>
Csoportok között	87,11376	3	29,03792	5,56229	0,005083	3,027998
Csoporton belül	120,0714	23	5,220497			
Összesen	207,1852	26				
One-way ANOVA						
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)	
Between groups:	87,1138	3	29,0379	5,562	0,005083	
Within groups:	120,071	23	5,2205			
Total:	207,185	26				
omega^2:	0,3364					
Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) =	0,002153					
Based on medians: p(same) =	0,01857					
Welch F test in the case of unequal variances:	F=14,83, df=9,97, p=0,0005254					
Tukey's pairwise comparisons: Q below diagonal, p(same) above diagonal						
	Aspergillus_niger	Fusarium_sp.	Macrophomina_phaseolina	Sclerotinia_sclerotiorum		

Aspergillus_niger		0,1952	0,003885	0,631		
Fusarium_sp.	2,917		0,2839	0,825 4		
Macrophomina_phaseolin a	5,511	2,593		0,058 5		
Sclerotinia_sclerotiorum	1,702	1,216	3,809			

13. melléklet: Az *Armadillidium vulgare* egyedek szerepe a tárolási kórokozó *Fusarium solani* terjedésében

Kétmintás t-próba nem-egyenlő szórásnégyzeteknél						
Gödöllő						
	A-	A+				
Várható érték	2	1,8				
Variancia	1	0,2				
Megfigyelések	5	5				
Feltételezett átlagos eltérés	0					
df	6					
t érték	1					
P(T<=t) egyszélű	0					
t kritikus egyszélű	2					
P(T<=t) kétszélű	0					
t kritikus kétszélű	2					
Kétmintás t-próba nem-egyenlő szórásnégyzeteknél						
Makó						
	A-	A+				
Várható érték	3	1				
Variancia	3	0,5				
Megfigyelések	5	5				
Feltételezett átlagos eltérés	0					
df	6					
t érték	3					
P(T<=t) egyszélű	0					
t kritikus egyszélű	2					
P(T<=t) kétszélű	0					
t kritikus kétszélű	2					
Kétmintás t-próba nem-egyenlő szórásnégyzeteknél						

	A-	A+		
Várható érték	3	1,6		
Variancia	1	0,8		
Megfigyelések	5	5		
Feltételezett átlagos eltérés	0			
df	8			
t érték	2			
P(T<=t) egyszélű	0			
t kritikus egyszélű	2			
P(T<=t) kétszélű	0			
t kritikus kétszélű	2			

Kétmintás t-próba nem-egyenlő szórásnégyzeteknél		
	A-	A+
Várható érték	2,666666667	1,466666667
Variancia	1,238095238	0,552380952
Megfigyelések	15	15
Feltételezett átlagos eltérés	0	
df	24	
t érték	3,473302432	
P(T<=t) egyszélű	0,000984018	
t kritikus egyszélű	1,71088208	
P(T<=t) kétszélű	0,001968036	
t kritikus kétszélű	2,063898562	

14. melléklet: *Beauveria bassiana* és *Metarhizium anisopliae* entomopatogén gombafajokkal végzett első rész kísérlet eredményei

Egytényezős varianciaanalízis									
2017.02.03 Élő kifejtett egyedek száma, mindkét dózis									
ÖSSZESÍTÉS									CI 95%
Csoportok	Egyedszám	Összeg	Átlag	Variancia			2017.02.03 Élő kifejtett egyedek száma, mindkét dózis		
B. bassiana	10	146	14,6	29,8222		B. bassiana	14,6	3,384683717	
Kontroll	10	133	13,3	16,67778		Kontroll	13,3	2,531145917	
M. anisopliae	10	127	12,7	36,9		M. anisopliae	12,7	3,764967868	
VARIANCIANALÍZIS									
Tényezők	SS	df	MS	F	p-érték	F krit.			
Csoportok között	18,86667	2	9,43333	0,339329	0,715242	3,354131			
Csoporton belül	750,6	27	27,8						
Összesen	769,4667	29							
Egytényezős varianciaanalízis									
2017.02.23 Élő kifejtett egyedek száma, mindkét dózis									
ÖSSZESÍTÉS									CI 95%

<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>			2017.02.23 Élő kifejtett egyedek száma, mindkét dózis	
B. bassiana	10	117	11,7	59,34444		B. bassiana	11,7	4,774612441
Kontroll	10	84	8,4	22,04444		Kontroll	8,4	2,910031367
M. anisopliae	10	69	6,9	57,21111		M. anisopliae	6,9	4,688007332
VARIANCIANALÍZIS								
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>		
Csoportok között	120,6	2	60,3	1,305195	0,287684	3,354131		
Csoporton belül	1247,4	27	46,2					
Összesen	1368	29						
Egytényezős varianciaanalízis								
2017.02.03 Élő kifejtett egyedek száma, 5 ml szuszpenzió / doboz								
ÖSSZESÍTÉS								CI 95%
<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>			2017.02.03 Élő kifejtett egyedek száma, 5 ml szuszpenzió / doboz	

B. bassiana	5	73	14,6	14,8		B. bassiana	14,6	3,372049541
Kontroll	5	62	12,4	21,8		Kontroll	12,4	4,092524949
M. anisopliae	5	79	15,8	47,7		M. anisopliae	15,8	6,053719282
VARIANCIANALÍZIS								
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>		
Csoportok között	29,73333 3	2	14,866 67	0,5290 63	0,60228 5	3,8852 94		
Csoporton belül	337,2	12	28,1					
Összesen	366,9333 3	14						
Egytényezős varianciaanalízis								
2017.02.23 Élő kifejtett egyedek száma, 5 ml szuszpenzió / doboz								
ÖSSZESÍTÉS								CI 95%
<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>				2017.02.23 Élő kifejtett egyedek száma, 5 ml szuszpenzió / doboz
B. bassiana	5	36	7,2	31,7		B. bassiana	7,2	4,935063214
Kontroll	5	46	9,2	28,7		Kontroll	9,2	4,695739945
M. anisopliae	5	21	4,2	48,2		M. anisopliae	4,2	6,085364659

VARIANCIANALÍZIS								
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>		
Csoportok között	63,3333 3	2	31,666 67	0,8747 7	0,44193 5	3,8852 94		
Csoporton belül	434,4	12	36,2					
Összesen	497,733 3	14						
Egytényezős varianciaanalízis								
2017.02.03 Élő kifejtett egyedek száma, 25 ml szuszpenzió / doboz								
ÖSSZESÍTÉS								CI 95%
<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>			2017.02.03 Élő kifejtett egyedek száma, 25 ml szuszpenzió / doboz	
B. bassiana	5	73	14,6	52,3		B. bassiana	14,6	6,338900 478
Kontroll	5	71	14,2	13,7		Kontroll	14,2	3,244317 674
M. anisopliae	5	48	9,6	11,3		M. anisopliae	9,6	2,946471 947
VARIANCIANALÍZIS								
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>		
Csoportok között	77,2	2	38,6	1,4980 6	0,26255 1	3,8852 94		
Csoporton belül	309,2	12	25,766 67					

Összesen	386,4	14						
Egytényezős varianciaanalízis								
2017.02.23 Élő kifejtett egyedek száma, 25 ml szuszpenzió / doboz								
ÖSSZESÍTÉS								CI 95%
<i>Csoportok</i>	<i>Egyedszám</i>	<i>Összeg</i>	<i>Átlag</i>	<i>Variancia</i>			2017.02.23 Élő kifejtett egyedek száma, 25 ml szuszpenzió / doboz	
B. bassiana	5	81	16,2	51,2		B. bassiana	16,2	6,271884751
Kontroll	5	38	7,6	19,3		Kontroll	7,6	3,850718251
M. anisopliae	5	48	9,6	62,3		M. anisopliae	9,6	6,918423007
VARIANCIAANALÍZIS								
<i>Tényezők</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>p-érték</i>	<i>F krit.</i>		
Csoportok között	202,5333	2	101,2667	2,287651	0,143986	3,885294		
Csoporton belül	531,2	12	44,2667					
Összesen	733,7333	14						
Kétmintás t-próba nem-egyenlő szórásnégyzeteknél								
2017.02.03 Élő kifejtett egyedek száma								
	5 ml	25 ml				CI 95%		

Várható érték	14,26667	12,8			2017.02.03 Élő kifejtett egyedek száma			
Variancia	26,20952	27,6		5 ml	14,26667	2,590789		
Megfigyelések	15	15		25 ml	12,8	2,658624		
Feltételezett átlagos eltérés	0							
df	28							
t érték	0,774368							
P(T<=t) egyszélű	0,222602							
t kritikus egyszélű	1,701131							
P(T<=t) kétszélű	0,445203							
t kritikus kétszélű	2,048407							
Kétmintás t-próba nem-egyenlő szórásnégyzeteknél								
2017.02.23 Élő kifejtett egyedek száma								
	<i>5 ml</i>	<i>25 ml</i>				CI 95%		
Várható érték	6,866667	11,13333			2017.02.23 Élő kifejtett egyedek száma			
Variancia	35,55238	52,40952		5 ml	6,866667	3,017427		
Megfigyelések	15	15		25 ml	11,13333	3,663596		

Feltételezett átlagos eltérés	0							
df	27							
t érték	-1,76192							
P(T<=t) egyszélű	0,044701							
t kritikus egyszélű	1,703288							
P(T<=t) kétszélű	0,089403							
t kritikus kétszélű	2,051831							
Kétmintás szórásnégyzeteknél	t-próba	nem-egyenlő						

Bürker-kamra eredményei

	Nagy négyzet MET	x100000	Kis négyzet MET	x100000		Nagy négyzet BEA	Kis négyzet BEA
	16		1			56	1
	17		8			83	12
	25		0			105	7
	19		3			118	16
	14		5			64	8
	23		2			67	5
	25		1			66	10
	18		0			64	5
	23		2			58	4
	17		4			47	3
	24		4			76	5
	20		3			56	3
Átlag:	20,08333333		2,75			71,66666667	6,58333333
Summ	241		33			860	79
Szórás	3,800916955		2,301185465			21,02523736	4,294993562

Szorószámok: nagy: 2,5 * 105	1/25mm 2	Egy milliliterben található sejtszám				
kis: 4* 106	1/4000 mm2					

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani mindenekelőtt Dr. Tóth Ferencnek és családjának, T. Bogdányi Franciskának, Rozinak és Benedeknek, akik szakmai és emberi támogatásra mindig számíthattam. Isten áldja őket!

Köszönöm férjem odaadó szeretetét, türelmét és végtelen támogatását! Eredményeim és sikereim őt is illetik. Köszönöm Édesanyámnak és családomnak oktatásomat és szabad egyetemi éveimet.

Köszönöm kollégáimnak és szakdolgozóimnak a sok mosolyt, segítséget és örömteli munkát, valamint intézetigazgatóknak a megerősítő próbatételeket. Hálás vagyok Szörényiné Várszegi Erzsébet, Szócs Tündér Ilona, Lénárt Zoltánné Katalin, Petrikovszki Renáta, Boziné Pullai Krisztina, Südiné Fehér Anikó, Plangár Nóra, Zanker Angéla, Balázs Nóra, Jávorszky Laura, Geiger Barbara, Ambrus Gergely, Dr. Lakiné Sasvári Zita, Dr. Körösi Katalin, Dr. Turóczi György, Dr. Szénási Ágnes, Lajos Károly, Dr. Pálinkás Zoltán, Dr. Zalai Mihály, Dr. Szalai Márk, Pintér Orsolya, Dr. Papp Komáromi Judit, Dr. Dorner Zita, Nagy Andrea és Dr. Kiss József közreműködéséért a három év során.

Hálás vagyok a Miskolci Egyetem Földrajz-Geoinformatika Intézet minden munkatársának, hogy bátorítottak és támogattak a disszertáció befejezésében.

Köszönöm a GATE Zöld Klub Egyesület minden tagjának és a Szent István Egyetemen tanuló és dolgozó barátoknak a feledhetetlen éveket és tapasztalatokat. Külön köszönöm Kálmán Nikoletta és Kun Róbert barátaimnak, akik jóban-rosszban mellettem álltak.

Köszönöm a Táj és Ember Népfőiskolai Kulturális és Természetvédő Közhasznú Egyesület tagjainak, hogy formálták világképemet és személyiségetem.

Köszönöm F. Nagy Zsuzsának, hogy bevezetett a miskolci Ökológiai Intézet, Zöld Kapcsolat Egyesület és Avasi Kertbarátok kertész körébe, és lehetőségem nyílt komposztálási szokásaik megfigyelésére.

Megtiszteltetés volt Dr. Hornung Erzsébettől és Dr. Csonka Diánától elsajátítani az ászkhatározás alapjait és a Tizedik Nemzetközi Szimpózium a Szárazföldi

Ászkarákok Biológiájáról ('10th International Symposium on the Biology of Terrestrial Isopods') rendezvény részesévé válni!

Köszönöm Dr. Kontschán Jenő hasznos kritikáit, elgondolkodtató kérdéseit.

Ösztönöző volt az együttműködést Dr. Hartman Mátyással, az egykori Zöld-Híd Régió Nonprofit Kft. képviselőjével. Hasonlóképpen köszönöm a Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ és Turai Szelektív Nonprofit Kft. dolgozóinak nyitottságát és segítőkészségét. Sokat tanultunk tőlük.

Hálásan köszönöm opponenseim Dr. Ripka Géza és Dr. Farkas Sándor urak értékes iránymutatásait.

Köszönöm minden tanítómnak, segítőmnek, valamint önmagamnak, hogy végül befejeztem ezt a feladatot.