



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

**Szerves talajtakarás hatása a burgonya termésmennyiségére és gumón
megfigyelhető károsodására**

Doktori (PhD) értekezés

Südiné Fehér Anikó

**Gödöllő
2023**

A doktori iskola

megnevezése: Növénytudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Prof. Dr. Helyes Lajos

Intézetigazgató, egyetemi tanár, az MTA doktora

MATE Kertészettudományi Intézet

Témavezető(k):

Dr. Tóth Ferenc

Csoportvezető, PhD

kertészeti csoportvezető

Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Kertészeti Csoport

Dr. Turóczy György

egyetemi docens, PhD

MATE, Növényvédelmi Intézet

.....

Az iskolavezető jóváhagyása A témavezető jóváhagyása A témavezető jóváhagyása

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	6
2. Célkitűzések	8
3. Irodalmi áttekintés	9
3.1 A talajtakarás	9
3.1.1. Fogalma, jelentősége	9
3.1.2. Vízháztartásra gyakorolt hatása	9
3.1.3. Talajhőmérsékletre gyakorolt hatása	10
3.1.4. Talajszerkezetre, tápanyagokra gyakorolt hatása.....	10
3.1.5. Talaj biológiai aktivitására, talajéletre gyakorolt hatása.....	11
3.1.6. Gyommosodásra gyakorolt hatása	11
3.1.7. Termésmennyiségre gyakorolt hatása.....	12
3.1.8. Kártevőkre, kórokozókra és természetes ellenségekre gyakorolt hatása.....	12
3.1.9. Kedvezőtlen hatásai	13
3.1.10. Alkalmazásának területei	14
3.2. A burgonya (<i>Solanum tuberosum</i> L.).....	16
3.2.1. Termesztési sajátosságai	19
3.2.2. A gumó élettani elváltozásai	21
3.2.3. Talajlakó és talajszintben károsító kártevői	21
3.2.4. Talajeredetű kórokozói	24
3.3. A burgonya talajtakarása, takaróanyagai	28
3.4. Mikrobiológiai készítmények és kölcsönhatások.....	32
3.4.1. Talajtakarás és mikorrhiza	35
3.4.2. Talajtakarás és <i>Trichoderma</i> spp.	36
3.4.3. Talajtakarás és <i>Metarhizium</i> spp.....	37
3.4.4. Mikorrhiza és <i>Trichoderma</i> spp.	37
3.4.5. <i>Trichoderma</i> spp. és <i>Metarhizium</i> spp.	38
3.4.6. <i>Metarhizium</i> spp. és mikorrhiza.....	38
3.5. A szárazföldi ászkarákok megítélése	39
3.5.1. A Szárazföldi ászkarákok	39
3.5.2. A szárazföldi ászkarákok növényvédelmi szerepe.....	40
4. Anyag és módszer.....	42
4.1. Szabadföldi talajtakarásos kísérletek	42
4.1.1. Gödöllő, Kísérleti tér (2013–2015).....	43
4.1.2. Gödöllő, Blaha (2013)	46
4.1.3. Isaszeg (2013–2014)	47
4.1.4. Nagyecser (2013–2014).....	49
4.1.5. Kísérletek kiértékelése (2013–2015)	50
4.1.6. Statisztika (2013–2015)	51
4.2. Szabadföldi talajtakarásos kísérlet (2016–2018)	51
4.3. <i>In vivo</i> mikroorganizmus kísérlet (2016–2017).....	59
4.4. <i>In vivo</i> mikroorganizmus kísérlet (2018).....	61
4.5. Mikroorganizmusok hatását vizsgáló kísérletek kiértékelése (2016–2018).....	62
4.6. Statisztika (2016–2018)	63

4.7. <i>In vitro</i> mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálat	63
4.8. Ászkarák kórokozó- és burgonya fogyasztásának vizsgálata.....	65
5. Eredmények	70
5.1. Szabadföldi talajtakarásos kísérletek (2013–2018)	70
5.2. Szabadföldi talajtakarásos kísérlet (2016–2018).....	72
5.3. <i>In vivo</i> mikroorganizmus-kísérletek (2016–2018)	78
5.4. <i>In vitro</i> mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálat	79
5.5. Ászkarák kórokozó- és burgonya fogyasztásának vizsgálata	81
6. Következtetések és a javaslatok.....	83
6.1. Szabadföldi talajtakarásos kísérletek (2013–2018)	83
6.2. Szabadföldi talajtakarásos kísérlet (2016–2018).....	85
6.3. <i>In vivo</i> mikroorganizmus kísérletek (2016–2018).....	88
6.4. <i>In vitro</i> mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálat	91
6.5. Ászkarák kórokozó- és burgonya fogyasztásának vizsgálata	91
7. Új tudományos eredmények	93
8. Összefoglalás	94
8. Summary	97
9. Mellékletek	100
9.1. Irodalomjegyzék	100
9.2.1. melléklet: Kísérletbe vont burgonyafajták	123
9.2.2. melléklet: A különböző takaróanyagok és vetésmódok hatása a vizsgált változókra szabadföldi burgonyakísérletben (2016–2018)	126
9.2.3. melléklet: Abiotikus kártól mentes évenkénti burgonya össztermés takarásonként és vetésmódonként	127
9.2.4. melléklet: Biotikus kártól mentes évenkénti burgonya össztermés takarásonként és vetésmódonként .	127
9.2.5. melléklet: Biotikus és abiotikus kártól mentes évenkénti burgonya össztermés takarásonként és vetésmódonként	128
9.2.6. melléklet: Talajnedvesség tartalom.....	129
9.2.7. melléklet: Talaj N, P, K tartalom	129
9.2.8. melléklet: Talaj biológiai aktivitás.....	130
10. Köszönetnyilvánítás	131

JANUÁR

„...a fák álmodnak soha ki nem tudódó álmokat, csak némely gombák dolgoznak az avar alatt...”

FEBRUÁR

„Ez az a hónap, amiről nem tudni, mikor lett, mikor vette át a havat és a jeget vagy sarat,... a kertet, ezt a kertet is, ahol látszólag nem történik semmi.”

ÁPRILIS

„Az avar meglágyult, a hönymott levelek alatt fészket rágtak az egerek...”

MÁJUS

„...az avart átszötte a csalán és más füvek...”

JÚNIUS

„Csigák mászkáltak a füveken, nyest hajkurászta az egereket, egy sündisznó is betévedt a kertbe, nagy bánatára a földigilisztáknak és rovaroknak. A tavalyi avar alatt a rothadás örölte azt, ami volt, nedvesség olvasztotta azt, ami lesz, és esők mosták a földre a növények élelmét. A gyökerek aztán felszívták és nyomtatták akár húszméteres magasságba is a folyékony táplálékot.”

SZEPTEMBER

„A föld hűlt, s az avar alatti laboratórium egyre csökkenő ütemmel dolgozott.”

Fekete István

1. Bevezetés

Napjainkban a talajt egyre inkább elismerik mint fontos, nem megújuló természeti értéket. Védelme és megfelelő kezelése egyre nagyobb figyelmet kap. Bár a talajegészség fenntartása elengedhetetlen a fenntartható fejlődéshez, a fenntarthatóság csak akkor érhető el, ha a rendszer erőforrás-takarékos, társadalmi-kulturálisan elfogadott, kereskedelmileg versenyképes és környezetbarát (Ngosong et al., 2019).

A talajtakarás az utóbbi években egyre népszerűbbé vált és a talajvédelem fontos alternatívája lett elsősorban kiskerti, konyhakerti körülmények között. Ez főként a talajtakarás hatására a talajban bekövetkezett fizikokémiai és biológiai javulásnak köszönhető, beleértve a kedvező hőmérsékleti és nedvességviszonyokat, a tápanyagok elérhetőségét, a mikrobiális aktivitást, a talajerózió és a tömörödés megakadályozását (Bharati et al., 2020; Nowroz et al., 2021).

A burgonya (*Solanum tuberosum* L.) a legjelentősebb nem gabonaféle élelmiszernövény, és a világ negyedik legfontosabb növénye a búza, a rizs és a kukorica után (Zhang et al., 2016). Termesztéstechnológiájába könnyen és eredményesen beilleszthető a talajtakarásos művelésmód, melynek hatására szignifikáns termésmenés érhető el, melyről a burgonya talajtakarásával foglalkozó tanulmányok döntő többsége is beszámol (Li et al., 2018; Wang et al., 2019). A termésmenésen túl a mulcsozás pozitív hatással van a burgonyagumó beltartalmi értékeire is (Dvořák et al., 2009).

A burgonya talajtakarásával foglalkozó kutatások között azonban nem szerepel olyan, mely vizsgálná a különböző szerves takaróanyagok burgonya talajlakó kártevőinek és kórokozóinak előfordulására, vagy gumókárosítására gyakorolt hatásait (Südiné Fehér et al., 2023).

Ezért jelen munkánk egyik célja az volt, hogy szabadföldi körülmények között megvizsgáljuk a különböző szerves anyagokkal (vágott fű, szalma, dióavar, vegyesavar, komposzt) történő mulcsozás hatását a burgonya talajlakó kártevőinek és kórokozóinak károsítására és a burgonya termésmennyiségére.

Kísérletünkben a házikerti burgonyatermesztést modelleztünk. Takaróanyagok közül két ismert és közkedvelt szerves anyagot választottunk, a levágott fűvet és a szalmát. A komposzt plusz tápanyagtartalma és az abban rejlő lehetőségek vizsgálata okán került a használt takaróanyagok közé. Kevésbé vizsgált takaróanyag azonban a lombhullató fák lombja, mely leginkább hasonlít az erdők avarjához, és nagy mennyiségben áll rendelkezésünkre a kertekben. Ennek ellenére jellemzően nem használják talajtakarásra, a diófa levelét pedig még komposztálásra sem, csak a szervezett gyűjtéseknek köszönhetően elvitetik. Jelen kísérletünkkel a nagy mennyiségben keletkező, de ki nem használt anyagok felhasználására is példát kívántunk mutatni. A burgonya talajtakarásával foglalkozó

kísérletek takaróanyagai között sem szerepel a dióavarból, vagy lombhullató fák vegyes lombjából álló avartakarás.

A talajtakarás alkalmazása egy alternatív burgonyavetési módszert és a talaj bolygatásának elhagyását is lehetővé teszi, mely szintén kevés kutatás tárgyát képezi. Ebben az esetben a burgonyagumót nem a talajba, hanem a talajfelszínre, a mulcs alá vetjük. Kísérleteinkben a két vetésmódból adódó termésmennyiségben és a gumókárosításokat mutató ép gumókihozatalban jelentkező különbségeket is vizsgálni kívántuk.

Az évek alatt az alapkísérlet egyes elemei leszűkültek, másokat viszont bővítettünk mind szabadföldi, mind laboratóriumi kísérletekkel és vizsgálatokkal. A kísérleti helyszínek és a kísérletbe vont burgonyafajták köre szűkült, ugyanakkor további takaróanyagokat, valamint mikro- és makroorganizmusokat vontunk be a kísérletekbe.

A szabadföldi kísérletek során a szervesanyaggal takart parcellákban nagy faj-, és egyedszámban megjelenő szárazföldi ászkarákok növényvédelmi megítélése nem egységes. Célunk volt ezért az ászkarákok kórokozó-, és burgonyafogyasztásban betöltött szerepének vizsgálata.

2. Célkitűzések

Dolgozatom fő célja annak megállapítása volt, hogy a talajtakarás – számtalan ismert előnye mellett – jelent-e növényvédelmi kockázatot, megfelelően alkalmazva csökkenti-e a kártevők és kórokozók károsítását. Külön kutatást igényelt annak megvizsgálása, hogy mely szerves talajtakarók, és milyen vetésmód mellett növelik leginkább a burgonya termés mennyiségét és ép gumókihozatalát, valamint milyen szerep jut ebben a termesztési rendszerben a hasznos mikroorganizmusok és a nagy számban megjelenő lebontó szervezetek számára. Céлом volt továbbá, hogy a szintén megosztó dióavar talajtakaróként történő használatáról megállapítsam, hogy annak van-e növekedésgátló, vagy egyéb olyan káros hatása, mely megkülönböztetné a vegyes fajokból álló avartakarástól.

Munkám célja volt ezért a különböző:

- szerves talajtakaró anyagok (szalma, dió avar, vegyesavar és komposzt)
- vetésmódok (talajba vetés mulcs nélkül, talajba mulcs alá vetés, talajfelszínre mulcs alá vetés)
- antagonista (*Trichoderma asperellum*) entomopatogén (*Metarhizium anisopliae*), szimbionta (*Glomus* spp.), lebontó (Isopoda) szervezetek
- talajlakó kártevők (Arionidae, Limacidae, Elateridae, Melolonthidae, Noctuidae, Rodentia,)
- talajeredetű kórokozók (*Streptomyces scabies*, *Streptomyces* spp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *F. oxysporum* f. sp. *tuberosi*, *F. sambucinum*, *F. sulphureum*)

kölcsönhatásainak vizsgálata burgonya (*Solanum tuberosum* L.) teszt növény segítségével.

3. Irodalmi áttekintés

3.1 A talajtakarás

3.1.1. Fogalma, jelentősége

A talajtakarás az utóbbi években egyre népszerűbbé vált és a talajvédelem fontos alternatívája lett. Mindezt a témában egyre szaporodó tudományos cikkek is bizonyítják és segítik.

A mulcs szó (angol „mulch”) a német „molsch” szóból származik, ami azt jelenti, hogy puha, lágy vagy bomlásnak indult (Jack et al., 1955). Bár nem minden talajtakaró puha, ez a szó az erdei ökoszisztémák puha, szivacsos rétegére utalhat (Chalker-Scott, 2007). A mulcs egy védőburkolat, általában szerves anyagokból, amelyet a növények köré terítenek, vagy egyenletesen befedik vele a talajfelszínt, hogy elsősorban a nedvesség elpárolgását és a gyomok növekedését csökkentsék (Patil et al., 2013). Az olyan anyagokat, amelyeket a talaj felszínére fektetve alkalmaznak talajtakarónak tekinthetők (Chalker-Scott, 2007).

A talajtakarók esztétikai, gazdasági és környezeti előnyöket biztosítanak. Általánosságban elmondható, hogy a talajtakarók használatával javul a talaj egészsége, egészséges növények és a velük kapcsolatban élő állatok közösségét hozva létre. Ezek a nagy biodiverzitású életközösségek sokkal ellenállóbbak, kevesebb növényvédőszerrel és műtrágyát igényelnek, és végső soron fenntarthatóbbak, mint a talajtakaró nélküliek (Chalker-Scott, 2007).

3.1.2. Vízháztartásra gyakorolt hatása

Magyarországon a növénytermesztésben a csapadék évi mennyisége és eloszlása okozza a legtöbb gondot, hiszen - az ország nyugati sávjától eltekintve – az nem elegendő a legtöbb zöldségfaj termesztéséhez (Somos, 1975). Magyarországon az elmúlt 100 évhez viszonyítva 1°C-al emelkedett a hőmérséklet és 2050-ig további 2,6°C-os emelkedés várható. A csapadék mennyisége az évi 640 mm-ről 560 mm-re csökkent, időbeli eloszlása is egyenetlen (Láng et al., 2007). Ezért kiemelten fontos, hogy növeljük a talaj vízfelvevő és vízmegtartó képességét. Ebben van segítségünkre a talajtakarás, mely javítja a talaj porozitását és megnöveli humusztartalmát, javítva ezáltal a talaj csapadékvíz felvételét és tárolását (Mutetwa et Mtaita, 2014; Pinamonti, 1998; Radics, 2002).

Talajtakarás hatására a csapadék jobban beszivárog a talajba (Radics, 2002), a talaj mechanikai lazításához képest akár 30%-kal (Chaudhry et al., 2004). Szigetelőréteggént is szolgál a talajfelszínen, így is csökkentve a talaj párolgását (Boomgaarden et al., 2011), és a tényleges párolgási sebességet (Uzoma et Onwuka, 2018).

A talajba került víz hasznosulása is jobb, mivel a nedvesség időben és térben is egyenletesebben oszlik meg a növény teljes növekedési periódusában (Goel et al., 2020; Lu et al., 2020; Makkai, 2008). Minél vastagabb a talajtakaró, annál nagyobb a nedvességmegtartás alatta. A

talajnedvesség-visszatartás 5,14% és 42% közötti növekedését figyelték meg a talajtakaró anyagától és a gyökérszónában lévő talajréteg mélységétől függően (Goel et al., 2020; Pickering et al., 1998; Uwah et Iwo, 2011).

A takarás megtartja a hólevet is, valamint véd a csapadékvíz romboló hatásától, megakadályozza a lefolyást és a talajerózió (Kumar et al., 1990). A talaj kedvező nedvességtartalma pedig élénkíti a talajéletet és elősegíti a talaj érettségének kialakulását (Mohácsy et al., 1965). A mulcsozás lehetővé teszi továbbá az emberek és gépek munkáját esős időben is (Radics, 2002).

3.1.3. Talajhőmérsékletre gyakorolt hatása

A talajtakarásnak a talajhőmérsékletre elsősorban fizikai hatása van. A takart talaj hőmérséklete kiegyenlítettebb, csökken a hőingása (Makkai, 2008; Pinamonti, 1998). Itt is sok függ a takaróréteg anyagától és vastagágától. Szerves talajtakarók alatt jóval alacsonyabb a maximális napi talajhőmérséklet más takaróanyagokkal (műanyag fóliatakarók) vagy talajtakaró nélküli parcellákkal összevetve (Goel et al., 2020; Mbagwu, 1991; Pavlů et al., 2021). A mulcs talajhőmérséklet-csökkentése mögött az egyik mechanizmus az, hogy a takarás szigetelő réteget képez a napsugárzás és a föld hőszugárzása között, megakadályozva a víz- és hőcserét közöttük. A másik mechanizmus pedig, hogy a mulcs növeli a talajvíz tárolását, ami viszont csökkenti a hőmérsékletet (Chang et al., 2020).

A takarás nyáron a talaj felmelegedését, télen a lehülését mérsékli. Télen a felfagyás megakadályozására is gyakran alkalmaznak talajtakarást (Papp et Porpáczy, 1990).

3.1.4. Talajszerkezetre, tápanyagokra gyakorolt hatása

A talajtakarás védi a talajt a napsütéstől, a szélétől és az eróziótól (Edwards et al., 2000b; Edwards et al., 2000a; Döring et al., 2005; Finckh et al., 2015; Makkai, 2008, Rees et al., 2002). Fontos szerepe van továbbá a talaj termékenységének megtartásában, fokozásában és a károsodott talajok helyreállításában (Hofmann et al., 2008; Nowroz et al., 2021). Szerves takarással megnő a talajban elérhető tápanyagok (nitrogén, foszfor, kálium és magnézium) koncentrációja (Broschat 2007; Fan et al., 2011), hiszen mérséklődik a könnyen oldódó tápanyagok (például a nitrát) mélyebb rétegekbe mosódása és javul azok felvehetősége (Döring et al., 2005; Mohácsy et al., 1965; Radics, 2002; Ramírez et al., 2022).

A talaj ritkább mechanikai művelésének köszönhetően épen marad a talajszerkezet és javul a porozitása (Niggli et al., 1990; Shah et al., 2013), továbbá minimális a növények gyökerének károsodása, illetve nagyobb a finomgyökérszét aránya, ami még hatékonyabbá teszi a tápanyagfelvételt (Makkai, 2008; Radics, 2002).

3.1.5. Talaj biológiai aktivitására, talajéletre gyakorolt hatása

Talajtakarás mellett nincsen szükség a talaj forgatására, bolygatására (Makkai, 2008), valamint a szerves anyagok állandó lebomlása révén folyamatos a tápanyagellátás, így kedvező környezet alakul ki a talajlakó mezo-, és mikroorganizmusok számára (Hartmann et al., 2001). Ezáltal a talajtakarás segíti a hasznos mikroorganizmusok (fonálférgék, baktériumok és gombák) megjelenését és életben maradását, valamint felerősíti az antagonisták szervezetek jelenlétét és tevékenységét (Bharati et al., 2020; Tóthné Bogdányi et al., 2021).

Niggli és társai (1990) kimutatták, hogy a talaj mikrobiológiai aktivitása szignifikánsan magasabb a takarások alatt, mint a herbiciddel kezelt parcellák talajmintáiban. A mikrobiális folyamatok pedig alapvető fontosságúak a talajtermékenység fenntartásában, a mineralizáció, az aggregátumok képződése, a szerves anyagok szintézise, átalakítása és lebontása terén (Szili-Kovács et Takács, 2008).

3.1.6. Gyomosodásra gyakorolt hatása

A fenntarthatóság iránti egyre nagyobb érdeklődés, a vegyszerbevitel, így a herbicidek csökkentését is eredményezte, ez pedig különböző talajtakaró anyagokkal végzett kísérletek sorához vezetett (Pinamonti, 1998).

Bár a herbicides kezelésekhez képest nem nyújtanak megfelelő eredményt, a tehéntrágya, baromfiürülék, hüvelyes vagy fű talajtakaró is csökkentette a gyomok előfordulását a kezelés előtt megfigyelt gyomfajokhoz, vagy a takaratlan kontrollhoz képest (Essien et al., 2009; Pinamonti, 1998; Uwah et Iwo, 2011).

A magas tápanyagtartalmú anyagok (pl. komposzt) nem a legmegfelelőbb talajtakarók olyan szempontból, hogy a gyomnövények csírázásához is kedvező közeget nyújtanak. Ez esetben nem csupán a takaróréteg fizikai hatása érvényesül, hanem a kémiai hatásának is fontos szerepe van. Megfelelő gyomirtást inkább kéreg- vagy szalmaborítással érhetünk el. Ezek az anyagok megállítják a gyommagvak csírázását és akadályozzák a fiatal növények növekedését (Niggli et al., 1990). Mivel a nap fénye kevésbé képes áthatolni a takaróanyagon így a takart területen lévő gyomnövények nem jutnak elegendő fényhez a fejlődésükhöz (Mohácsy et al., 1965; Pupalienè et al., 2015).

Bizonyos esetekben a talajtakarás kedvező hatása mellett szükségtelenné vált a vegyszeres gyomirtás (Adamchuk et al., 2016), vagy pedig a gyomirtó szerek hozzáadása nem fokozta már tovább a talajtakarás hatását (Barman et al., 2008; Bhullar et al., 2015).

Statisztikailag azonban nem minden esetben kimutatható a takarás gyomosodásra gyakorolt hatása (Döring et al., 2005; Dvořák et al., 2015).

3.1.7. Termésmennyiségre gyakorolt hatása

A talaj felmelegedésének és kiszáradásának mérséklése kedvezően hat a növények fejlődésére és a termésmennyiségre (Nowroz et al., 2021). A különböző talajtakaró anyagok megfelelő használata pedig lehetővé teszi a műtrágya helyettesítését is anélkül, hogy csökkenne a termés vagy romlana annak minősége (Essien et al., 2009).

Megfelelően végzett talajtakarással nem csupán azonos eredményt érhetünk el a műtrágyákkal kezelt parcellákéhoz képest, hanem kísérletek sora számolt be arról, hogy kultúrnövénytől függetlenül a talajtakarás termésmennyiség növelő hatása jóval fölül is múlta azokat (Adeniyani et al., 2008; Fan et al., 2011; Gebologlu et Sağlam, 2002; Kumar et al., 1990; Mutetwa et Mtaita 2014; Niggli et al., 1990; Pinamonti, 1998; Shah et al., 2013). Ez a termésmennyiség növelő hatás akár 100% fölötti is lehet (Mutetwa et Mtaita, 2014; Uwah et Iwo, 2011).

3.1.8. Kártevőkre, kórokozókra és természetes ellenségekre gyakorolt hatása

A növényvédelemben a talajtakarás legfőbb fizikai előnye, hogy a földre hajló növényi rész, lehulló gyümölcs egy puha, tiszta felülettel érintkezik, valamint védve van az esőzés és öntözés során felcsapódó szennyeződéstől, talajon élő kórokozóktól (Makkai, 2008). Nishitani (1979) kimutatta, hogy a talajtakarás csökkenti a saláta szklerotíniás rothadását a levelek és a talaj közötti közvetlen érintkezés megakadályozásának köszönhetően.

Talajtakarás alkalmazása mellett igazoltan csökken például a málna termővesszőinek gombás megbetegedése és pusztulása (Makkai, 2008; Papp et Porpáczy, 1990), valamint a vesszőpusztulást okozó kártevők kártétele (Mohácsy et al., 1965). Az elhalt szőlők száma is szignifikánsan alacsonyabb szerves anyaggal takart talaj esetén, mint a kontroll vagy akár a műanyag fóliatakaróval takart parcelláknál (Pinamonti, 1998).

A talajtakarás nem csak a növények növekedésére van kedvező hatással, de növeli azok toleranciáját és rezisztenciáját, valamint egyes anyagok (pl. komposzt) jelentős nematocid hatással is bírnak a növényparazita fonalférgekkel szembeni talajszuppresszív képesség létrehozása és fenntartása által (Tóthné Bogdányi et al. 2021).

Egyes talajtakarók, például a szalma, természetű berendezésekben alkalmazva felszívja a nedvességet, így a kisebb páratartalom is segít a betegségek megelőzésében (Kiss, 2001).

Mulcsozott területeken kevesebb fitofág rovar fordul elő, kevesebb rovarkár figyelhető meg, mely annak is köszönhető, hogy nagyobb populációi és több fajta jelenik meg a természetes ellenségeknek (Brust, 1994; Dudás et al., 2016; Brown et Tworkoski, 2004; Radics, 2002). A talaj nedvességtartalma fontos tényező számos hasznos faj számára. A takaróréteg nyújtotta kedvező körülmények elősegítik a természetes ellenségek, talajbogarak, pókok és földigiliszták számának növelését anélkül, hogy hozzájárulnának a kártevők számának növekedéséhez (Thomson et Hoffmann, 2007). Egyes kártevőknél megfigyelték, hogy azok a növényzettel, vagy mesterséges

takaróanyagokkal (szalma, lomb, műanyag talajtakarók) fedett talajra nem rakják le petéiket (Bognár, 1979). A talajtakaró anyaga különböző hatással van az ízeltlábúakra. A szalmatakaró például nagyobb hatással bír a természetes ellenségek populációinak bevonzásában, mint a műanyag vagy élőmulcs kezelés azáltal, hogy jobb menedéket nyújt számukra (Mochiah et al., 2012).

Bár a talajtakarás egyes talajeredetű kórokozók terjedését is fokozhatja, ezzel egyidőben azonban az antagonista talajlakó szervezetek felszaporodását és diverzitását is támogatja (Stirling et al., 2011, Pane et al., 2013).

Az egészséges talajközösségek változatos gomba- és baktériumfajokkal is rendelkeznek, amelyek közül sok a növényi gyökérrendszer szimbiotikus partnere. Amikor azonban tömörödik a talaj és anaerob lesz a környezet, a növények hanyatlódnak, és érzékenyek lesznek a gyengültségi kórokozókra, amelyek mindig jelen vannak, de az egészséges talajokban inaktívak (Chalker-Scott, 2007).

3.1.9. Kedvezőtlen hatásai

A talajtakarás egyik kedvezőtlen velejárója, hogy lassabban szívárogoz át a csapadék a takaráson és a takaróanyag is jelentős mennyiségű vizet tarthat vissza, így csak nagyobb esők után javul lényegesen a talaj vízháztartása (Makkai, 2008).

A talajtakarás, mint agrotechnikai művelet elterjedését korlátozhatja a takaróanyag beszerzésének anyagi vonzata (Cerdà et al. 2017). Amennyiben nem áll helyben rendelkezésre elegendő szerves takaróanyag, úgy számolni kell a beszerzési, szállítási költséggel, emellett nagy munkaerő ráfordítást és odafigyelést igénylő ez a módszer (Radics, 2002).

A takarás következtében módosult mikroklíma, vagy a túl vastag takaróréteg miatt kialakult nedvesebb környezet új problémákat okozhat, mint a gombás betegségek vagy más károsítók általi fertőzöttség (Kader et al., 2017; Radics, 2002). Az anaerob körülmények és a gyökerek rothadása is károsíthatja a növényeket (Kader et al., 2017). Egyes szakirodalmak szerint a mulcsozásnak köszönhetően kisebb lesz a szőlő növekedése, növekedési erélye, levélfelülete, valamint kisebb termést és vesszőerést eredményez (Radics, 2002).

A takaróréteg alatt, különösen száraz nyár után, jelentős mértékben elszaporodnak a rágcsálók és más kártevők búvóhelyéül is szolgálhat a takaróanyag, valamint kórokozók is megtelepedhetnek rajta (Koski et Jacobi, 2004; Makkai, 2008; Mohácsy et al., 1965, Pusztai, 2010).

A talajtakaró kiválasztásakor ajánlott figyelembe venni, hogy bizonyos típusú talajtakarók, mint például a szalma, széna és fű magvakat is tartalmazhat, amelyek később gyomokká válnak, ezért csak olyan anyag használható takarásra, amely nem tartalmaz semmilyen károsító szaporító képletet (Hartman et al., 2001). A talajtakarásra használt növényi anyagokból olyan vegyületek, allopaticus anyagok (alkaloidok, glikozidok, illóolajok, szaponinok, acetilének, polifenolok, szerves savak) is kimosódhatnak, melyek gátolhatják a kultúrnövény fejlődését. A szerves talajtakaró anyagok közül

például a faforgács és kéreg talajsavanyítóként van számon tartva, ugyanakkor tudományos kutatások nem támasztják alá ezt az állítást (Chalker-Scott, 2007).

A talajtakarás kedvezőtlen hatásaként említhető meg a pentozánhatás. Ez a folyamat akkor jön létre, ha túl sok cellulózban gazdag anyag jut a talajra, vagy a talajba. Ilyenkor a talajbaktériumok a cellulóz bontásához nagy mennyiségű nitrogént használnak, melyet a környezetükből vonnak el. Így a növények kevesebb nitrogénhez jutnak, levelük sárgul, növekedésük leáll, lerúgják virágjukat és a termést (Radics, 2002; Makkai, 2008; Mohácsy et al., 1965). Bár a talajtakaró alatt mért nitrogénszint ilyenkor alacsonyabb, egyes vizsgálatok kimutatták, hogy a levelekben és a termésben mégsem mutatkozott nitrogénhiány vagy termésveszteség (Niggli et al., 1990).

3.1.10. Alkalmazásának területei

Talajtakarást elsősorban díszkertekben, parkokban és biokertészetekben alkalmaznak (Hartman et al., 2001), ám előnyei miatt egyre több zöldségművelésnél és kertészeti kultúrában sikeresen terjedő természetesen technológiai eljárás. Számos olyan előnye van, amely miatt egyre nagyobb területen egyre nagyobb számú növényenél alkalmazzák (Makkai, 2008).

A szamóca-termesztésben gyakori az ültetvény szalmatakarása (Soltész, 1997), valamint igen elterjedt a fekete fóliás bakhátas termesztés, mert az segíti a talaj gyorsabb felmelegedését (Bálint, 1991; Dénes, 2014). A felfagyás megakadályozására komposzttal, vagy érett szerves trágyával való talajtakarást is gyakran alkalmaznak (Dénes, 2014).

A talajtakarás a málna és az áfonya számára is ideális, hiszen feleslegessé teszi a talajművelést, mely a sekélyen elhelyezkedő gyökérzetükre is káros hatással lenne. Ennek ellenére főként csak kiskertekben alkalmazzák (Deák, 2008; Papp és Porpáczy, 1990). A szeder- és ribiszkeültetvényekben is alkalmazott talajápolási munka a talajtakarás, melyet főképp szalmával, komposzttal, szerves trágyával, fakéreggel, vagy fekete fóliával végeznek (Papp és Benedek, 1999; Porpáczy, 1999).

A takarónövény-használat az ökológiai szőlőtermesztésben kötelező előírás (Hofmann et al., 2008). Az ökológiai termesztésben az „élő talaj” a kiindulópont, melyhez nélkülözhetetlen a mikroorganizmusok aktivitása. A számukra megfelelő környezetet és agrotechnikát pedig csak a talajtakarás képes biztosítani (Szőke, 2004).

Gyümölcsöskertekben szintén gyakori talajművelési gyakorlat a talajtakarás, mely hasonló szerepet tölt be, mint erdei fáknál az avartakaró (Soltész, 1997). A takarásra sokféle szerves „hulladékot” használhatunk nedvességmegőrző, gyomelnyomó, valamint hőmérséklet szabályozó hatása okán (Bálint, 1991). Legnagyobb előnye, hogy a gyümölcsfák gyökere minimális károsodással fejlődhet a talajban (Papp, 2003).

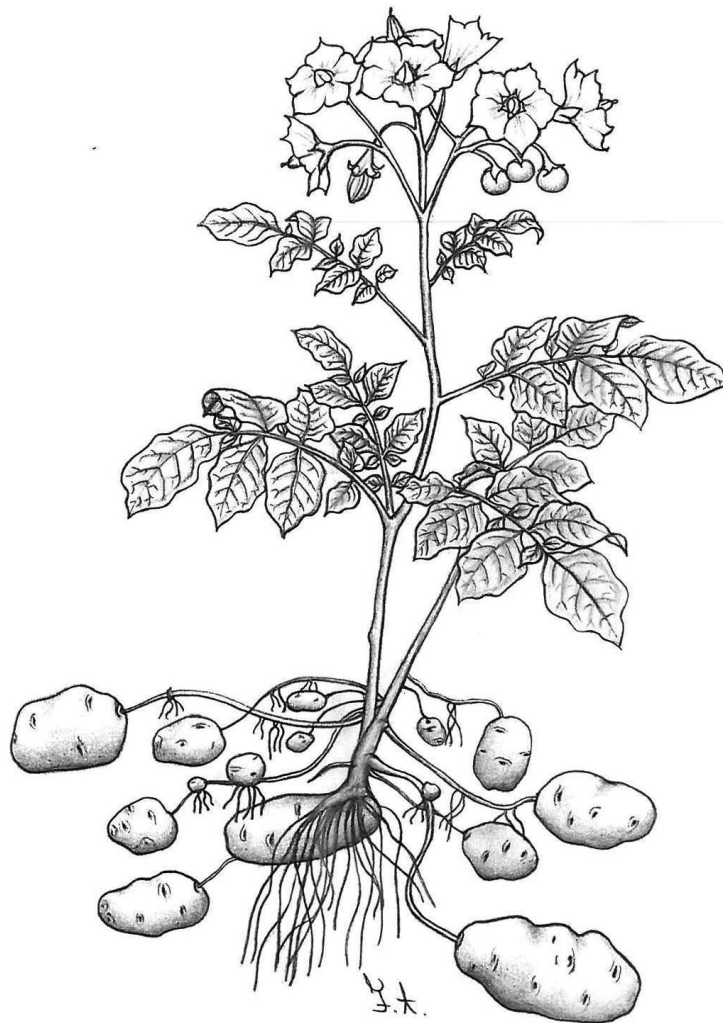
A világon egyre elterjedtebb módszer a vetőmagok közvetlenül a szalmatakarásba történő elvetése. Kísérletek kimutatták, hogy a szalmatakarás kedvezően befolyásolja a kukorica, cirok és a durumbúza vízfelhasználási hatékonyságát és termés hozamát (Khaledian, 2011).

3.2. A burgonya (*Solanum tuberosum* L.)

A burgonya (1. ábra) származási helye a dél-amerikai Andok hegység, Chile, Peru és Bolívia területe, itt mintegy 5–6 ezer éve kezdték termesztani (Gólya, 2004). Európába a spanyolok hozták át a 16. században (Bocz, 1996).

Élelmiszerként való felhasználása lassan terjedt el, a 18. század elején Angliában és Írországból kezdtek el termesztani (Somos, 1983). Miután a 18-19. században olyan fajtákat válogattak ki, melyek a hosszú nappalokhoz alkalmazkodni tudtak, Európa számos országában már fontos élelmiszernövénynek számított (Szalay, 1999).

Első magyar nyelvű említése 1762-ből származik, ahol „földi alma vagy mogyoró” néven említik (Somos, 1983).



1. ábra: Burgonyanövény (*Solanum tuberosum* L.) (illusztrálta: Südiné Fehér Anikó)

A burgonya a legjelentősebb nem gabonaféle élelmiszernövény, és a világ negyedik legfontosabb növénye a búza, rizs és a kukorica után (Fan et al., 2011). Gazdasági jelentőségét és közkedveltségét főként sokoldalú felhasználhatóságának köszönheti, hiszen emberi táplálkozásra,

állatok takarmányozására is alkalmas. Az élelmiszeripar, a keményítő- és szeszgyártás, valamint a gyógyszeripar számára is fontos nyersanyag (Radics, 2008).

A termesztett burgonya (*Solanum tuberosum* L., $2n=48$) a burgonyafélék (Solanaceae) családjába és a *Solanum* nemzetségbe tartozik (Simon, 1979).

A gumón található rügyekből fejlődik ki a burgonya hajtásrendszere, melynek föld feletti, dudvás, elágazó szárai alkotják a burgonyabokrot (Radics, 2008). Egy gumó általában 2–6 hajtást nevel (Somos, 1983). A szár magassága akár a 150 cm-t is elérheti, keresztmetszete háromszög, négyszög vagy kör alakú lehet (Gyúros, 1994). Vastagsága, akárcsak éleinek száma is fajtabélyeg, de a környezeti tényezők is befolyásolják (Somos, 1983).

A burgonya levelei páratlanul, szárnyaltan összetettek (Pieter et al., 1998). A burgonyafajták asszimilációs tevékenységének vizsgálata során megállapították, hogy a nagy termés eléréséhez a 4-es levélfelület-index a legkedvezőbb (Bocz, 1996).

A burgonya földalatti szárának oldalrügyeiből levél helyett sztólók képződnek, a sztólók végén pedig a burgonyagumók (Radics, 2008). A sztólók maguk is módosult hajtások, melyek sötétben vízszintesen növekednek és el is ágazhatnak. Fényre kerülve azonban leveles hajtásokká fejlődnek (Pieter et al., 1998).

A talajban, a sztólók végén rügmódosulással képződő gumók a növény tartalék tápanyagraktározó, ehettő részei (Somos, 1983). A gumóhéjon spirálisan helyezkednek el a burgonyaszemek. A világos vagy szórt fényben képződő rügyek lesznek a fajtára jellemző fényhajtások. Ezekből hajt ki a burgonya földalatti-, ill föld feletti szárrésze (Bocz, 1996).

A héj több (5–15) elparásodott sejtrétegből áll, mely védelmet nyújt a mikroorganizmusokkal és vízvesztéssel szemben. Amikor a gumó megsérül, a sérülés helyén új pararéteg képződik. Ehhez 12–18°C közötti hőmérsékletre, magas páratartalomra és elegendő oxigénre van szüksége. A légcsere biztosítására a levélhez hasonlóan a gumó héján is található gázcserenyílások, ezek a lenticellák (Pieter et al., 1998). Nedves talajban ezek nagyra nőnek és nyitva maradnak elősegítve ezzel a fertőzések kialakulását (Szalay, 1999).

Alapvetően sekély gyökérzete van, melynek nagy része a talaj 20–30 cm-es mélységében található (Gyúros, 1994). Amennyiben a gyökerek fejlődésük során nem találkoznak tömörödött talajréteggel, úgy akár egy méterig is lehatolhatnak (Szalay, 1999). Oldalirányban 30–40 cm-t hálóznak be a talajból (Horváth, 1997). A gyökerek szívóereje gyenge, 0,49–0,59 MPa (Bocz, 1996), ezért a legtöbb szántóföldi növényvel ellentétben a burgonya igényesebb a talaj szerkezetével szemben (Horváth, 1997).

A burgonya virágai kétivarúak, szíromleveleinek színe a fehértől a liláig változhat (Gyúros, 1994). A virágok a hajtásrendszer csúcsán bogernyőt alkotnak. Nem minden szár hoz virágot, tövenként általában 2–3 virágzat fejlődik (Somos, 1983).

A burgonya virágaiból fejlődik a gömbölyű vagy tojásdad alakú generatív termés, a bogyótermés (Somos, 1983). Ezekben találhatóak a burgonya apró magvai (Gyúros, 1994). A bogyó zöld - vagy lilászöld - színű, és erősen mérgező (Radics, 2008).

A burgonyanövény minden része (különösen a bogyók) egy bizonyos mérgező szteroid alkaloidot, szolanint tartalmaz. A gumók szolanintartalma 0,02% körüli, mely még nem káros az emberi egészségre, sőt előnyösen befolyásolja a burgonya ízét (Simon, 1979). A napfénynek tartósan kitett gumókban már több szolanin keletkezik (0,02% fölötti), ezért fogyasztásuk mérgező (tünetei fejfájás, hányinger, láz stb.) lehet (Gyúros, 1994). Mivel ezek 280°C-on is hőstabil anyagok, főzéssel nem ártalmatlaníthatók (Szalay, 1999).

Bár a burgonya a hűvösebb mérsékelt égöv növénye, hidegben nem fejlődik megfelelően és már -1°C-on súlyos károsodást szenvedhet (Prásil et Zavadil, 2005). A gyökérképződés megindulásához 6 °C, a hajtásokéhoz ennél 1–2°C-kal magasabb hőmérséklet szükséges (Gyúros, 1994). A már megindult csírák továbbfejlődéséhez alacsonyabb (5–8°C) hőmérséklet is elegendő (Hornok, 2001). A gumóképződés optimális hőfoka 17 °C (Somos, 1983), a túl magas (26–28 °C) hőmérséklet pedig gátolja a gumóképződést (Radics, 2008). A széndioxid-asszimiláció 30 °C felett jelentősen csökken 35,5 °C felett pedig megszűnik (Kruppa, 1998a; Somos, 1983).

Burgonya ott termesztendő gazdaságosan, ahol az évi középhőmérséklet 5–10 °C közt alakul, a nyári meleg hónapok középhőmérséklete pedig nem haladja meg a 21°C-ot (Radics, 2008). Közép-Európában Magyarország a burgonya termesztőségének alsó határa (Bocz, 1996).

A burgonyatermesztésben a vízhiány a legnagyobb termésminőség-, ill. mennyiség csökkentő tényező (Szalay, 1999). A víz elsődleges szerepe a fotoszintézisben van, emellett a párologtatáshoz (hőszabályozás) és a tápanyagok felvételéhez, ill. szállításához is elengedhetetlen (Kruppa, 1998a).

A burgonya vízigénye a virágzás és gumóképződés időszakában a legnagyobb (Hornok, 2001). Ebben az időszakban a vízhiány akár 50%-os terméskiesést is okozhat (Somos, 1983). A burgonya vízigénye – fajtától függően – meghaladja a 300 mm-t. Ahol a csapadék mennyisége eléri ezt az értéket, a burgonya biztonságosan termesztendő (Radics, 2008).

Ezek alapján hazánkban a csapadék eloszlásának és mennyiségének szempontjából a Nyírség és a Dunántúl a legmegfelelőbb a burgonya számára (Somos, 1983). Az ország többi táján öntözéssel termesztendő biztonsággal (Radics, 2008).

A burgonya közepes fényigényű növény (Nagy, 2006). Számára Magyarország fényviszonyai megfelelőek (Gyúros, 1994). Az egyes burgonyafajták fényigénye azonban eltérő, vannak köztük hosszúnappalos, ill. rövidnappalos fajták.

A burgonya számára a laza szerkezetű, gyorsan felmelegedő, jó víz- és tápanyag-gazdálkodású, humuszos, vályogos homoktalajok a legmegfelelőbbek (Gyúros, 1994; Sándor et

Molnár, 1984). A burgonya a talaj kémhatására nem érzékeny, ugyanakkor a savanyú homoktalajokon jobb a minősége (Sándor et Molnár, 1984).

Laza talajra azért van szükség, hogy a burgonya gyengén fejlett gyökere kellő mélységbe és szélességbe fejlődhessen, illetve a gumók zavartalanul növekedhessenek (Radics, 2008). Homoktalajon kedvezőbb parásodás, eltarthatóság, valamint íz érhető el (Bocz, 1996), ezért az ország legjobb burgonyatermő területei a Nyírség, Somogy és a Kisalföld homoktalajain találhatóak (Simon, 1979).

A burgonya igen jól hasznosítja mind a szerves, mind a szervetlen tápanyagokat, de érzékenyen reagál a tápanyagtöbbletre, illetve tápanyaghiányra (Sándor et Molnár, 1984).

Tápanyagok közül a nitrogén befolyásolja legnagyobb mértékben a burgonya termésmennyiségét és -minőségét (Horváth, 1997; Kruppa, 1998b). Javítja a növény általános ellenálló képességét, mérsékli a kelési betegségeket (Szalay, 1999). A túl sok nitrogén azonban erős lombnövekedést okoz a gumókötés rovására, fokozza a burgonya betegségekkel szembeni fogékonyságát, valamint rontja a gumók tárolhatóságát és felhasználási értékét (Horváth, 1997).

A foszfor is fokozza a burgonya betegségekkel szembeni ellenállóképességét, gyorsítja a fejlődést és elősegíti az ún. öregségi vagy életkor-rezisztenciát (Szalay, 1999). Kedvező hatással van a gumó ízére, növeli a tárolhatóságot (Bocz, 1996).

A kálium hatására a növények fagy-, illetve szárazságtűrése javul (Radics, 2008), valamint fokozódik a lombozat fitoftórával és más betegségekkel szembeni ellenállóképessége (Horváth, 1997), tároláskor pedig csökken a szürkefoltosság mértéke (Gyúros, 1994). Túladagolás esetén azonban késlelteti az érést és rontja a termés minőségét (Radics, 2008).

A magnézium szintén növeli a lombozat betegségekkel szembeni ellenállóságát (Horváth, 1997) és termését (Gólya, 2004). A növény magnéziumhiányát sárgulással jelzi (Somos, 1983), túladagolása azonban mérgezési tüneteket okozhat (Radics, 2008).

Mikroelemek közül a mangán, a molibdén, a cink, a bór, a réz és a vas kedvezően befolyásolja a burgonyagumó minőségét és mennyiségét (Szalay, 1999).

3.2.1. Termesztési sajátosságai

Burgonyatermesztésnél fontos a termőhely megválasztása, ismerni kell annak előveteményét, tápanyagtartalmát, elhelyezkedését stb. (Horváth, 1997). Rossz elővetemény a kukorica, napraforgó, lucerna ill. minden, a Solanaceae családjába tartozó növény, mivel károsítóik közel azonosak (Sándor et Molnár, 1984). A burgonya önmaga után való termesztése sem javasolt, fitopatológiai összeférhetetlenség miatt négy évnél korábban ugyanoda ne ültessük (Nagy, 2006; Prásil et Zavadil, 2005). Az ennél gyakoribb forgókban a termést a fuzáriumos hervadás (*Fusarium solani*, *F. oxysporum* f. sp. *tuberosi*, *F. smabucinum*, *F. sulphureum*), a közösleges varasodás (*Streptomyces*

scabies, *Streptomyces spp.*) és a rhizoktóniás megbetegedés (*Rhizoctonia solani*) fenyegeti (Kruppa, 1998a).

Az eredményes burgonyatermesztés egyik előfeltétele a jó minőségű vetőgumó használata. Erre a célra a 4–8 cm hosszúságú és 50–70 g tömegű gumók a legalkalmasabbak (Radics, 2008; Somos, 1983;). Fontos, hogy csakis fémszárolt vetőgumót használjunk ezek vírusfertőzöttsége nagyon alacsony, csírázókéességük viszont kiváló (Nagy, 2006; Radics, 2008).

A vetés időzítése akkor optimális, mikor a talaj 10–12 cm mélységében a hőmérséklet tartósan meghaladja a 7–8°C-ot (március vége- április közepe) (Radics, 2008). Burgonya vetésére a 6–8 cm-es talajmélység a legmegfelelőbb (LaMondia et al., 1999; Gólya, 2004; Sekhon et al., 2020). A túl mély vetés nehezíti a burgonya betakarítását és rontja a gumók alakját. A sekély vetést töltéssel célszerű ellensúlyozni (Horváth, 1997). Akár géppel, akár kézzel vetünk fontos a gumók pontos mélységbeli elhelyezése, hogy a bakhát későbbi kopásából eredő gumósérüléseket és zöldülést elkerülhessük (Szalay, 1999).

Vetésnél a sor- és tőtávolság az egyes szakirodalmak szerint változik 60×25 cm (Majumder et al., 2016), 75×25cm (Gólya, 2004; Ilyas et Ayub, 2017; Radics, 2008), 70×35 (Somos, 1983) körül. Gyakori a 80cm-nél nagyobb sortávolság is (Brust, 1994; Dvořák et al., 2015), ám az növeli gumótorzulások számát és csökkenti a termés mennyiségét (Kruppa, 1998a).

Az elsődleges, ún. primér bakhátat vetéskor kb. 5 cm-es földréteggel takarjuk be a gumókat (Kruppa, 1998b). Kelés után a sorközök mechanikai gyomirtásával egybekötve alakítjuk ki az ún. szekunder bakhátat (Horváth, 1997; Somos, 1983). A töltögetést több alkalommal is végezhetjük, egészen a bimbózásig. A bakhát feladata, hogy elősegítse a gumókötetést és korlátozza a gyomokat (Radics, 2008). A túl korai bakhát-kialakítás késlelteti a talaj felmelegedését, és lassítja a kelést.

Hazánk ökológiai adottságai miatt optimális terméseket csak öntözéssel érhetünk el (Horváth, 1997; Prásil et Zavadil, 2005; Somos, 1983).

Amíg a gumónak van zöld lombja, addig nem indul meg a parásodás, vagyis a gumók beérése, mikor életfolyamataik lelassulnak és nyugalmi állapotba kerülnek (Horváth, 1997). A burgonya biológiai érése a vegetáció 60-70. napján kezdődik és a héj parásodásával fejeződik be (Antal, 2000).

A burgonya 4-7 hónapig tartó minőségi és mennyiségi veszteségek nélküli tárolásának előfeltétele a sérülésmentes betakarítás és a megfelelően szabályozott környezeti viszonyok biztosítása (Radics, 2008). A tartós tárolásra megfelelő a 3-4 °C és a 90-95% légnedvesség (Antal, 2000). A nyugalmi időszak lejártá után felgyorsul a hajtásképződés, és megkezdődik a gumók fiziológiai öregedése (a megfelelő hőösszeg felvétele után) (Horváth, 1997).

3.2.2. A gumó élettani elváltozásai

A burgonyagumó élettani elváltozásai közül az ikernövés, a fiasodás, az átnövés, a füzérképződés és a héjrepedezettség kialakulása általában időjárási okokra vezethető vissza, nevezetesen az egyenlőtlen vízellátásra (Szalay, 1999). Számos más oka is lehet a tünetek jelentkezésének, mint például a gumók repedését okozhatja még nitrogéntöbblet, túléretttség, vagy a növények túlságosan ritka záródása (Prásil et Zavadil, 2005). A cérnahajtás-képződés kialakulhat magas talaj-, és tárolási hőmérséklet, vagy kórokozók (PLRV, *Fusarium* spp.) miatt is (Horváth et Pintér, 1997). A gumók „megédesedését” a fagypont körüli hőmérsékleten történő tárolás okozza (Manninger, 1960). Vasfoltosság, rozsdafoltosság részben fajtulajdonság (Horváth et Pintér, 1997), részben pedig kedvezőtlen termesztési körülmények következménye (meszes talaj, magas hőmérsékleten történő tárolás stb.) (Prásil et Zavadil, 2005). Szürkefoltosság főleg ütődések hatására, a gumók üregesedése pedig gyors gumónövekedés miatt jelentkezhet (Manninger, 1960.)

A burgonyagumó zöldülését a fény okozza (Prásil et Zavadil, 2005). A talajfelszínre került, napfény hatásának közvetlenül kitett gumó héja és az alatta lévő szövetek világoszöld, sötétzöld vagy barnászöld elszíneződést mutatnak (Glits, 1993). Ez azért történik, mert az ilyen gumórészekben felhalmozódnak a kloroplasztok. A napfénynek tartósan kitett gumókban már 0,02% fölötti szolanin keletkezik, ezért fogyasztásuk mérgező (fejfájás, hányinger, láz stb.) lehet (Gyúrós, 1994). Mivel ezek 280°C-on is hőstabil anyagok, főzéssel nem ártalmatlaníthatók (Szalay, 1999) így ezeket a gumókat nem szabad étkezésre vagy takarmányozásra felhasználni. A gumók zöldülése a vetőgumók értékét azonban nem befolyásolja (Cziklin et al., 2005). Fontos tehát, hogy a bakhátak megfelelően legyenek kialakítva, mert ezzel csökkenthetjük a megzöldült gumók arányát (Kruppa, 1998b).

3.2.3. Talajlakó és talajszintben károsító kártevői

Talajlakó kártevőknek nevezzük azokat a kártevőket, melyek a talajban élnek és a burgonya földalatti részeit (gumó, sztoló, gyökér) károsítják. Közös jellemzőjük, hogy lárvájuk okozza a kártételt. A fonálféreg specális csoportot képeznek, esetükben ugyanis a kifejlett fonálféreg és a lárva is károsít (Kruppa, 1999). A burgonyapatogén fonálféreg közül a burgonya fonálféreg (*Globodera rostochiensis*) jelent igen nagy veszélyt. E faj hazánkban karanténkártető (Horváth, 1997).

A burgonyagumó leggyakoribb ellenségei a drótféreg, a pajorok és a talajszintben károsító „mocsospajor”. Közös jellemzőjük, hogy rágókártevők és a növények földalatti részeit pusztítják (Horváth, 1997). Részletes bemutatásra azon kártevők kerülnek, melyek jelenlétét vagy kártételét a kísérletek során tapasztaltuk.

Cserebogarak

A cserebogarak lárváját pajornak vagy más néven csimasznak szokás nevezni. A hazánkban élő több mint 80 cserebogár faj közül a májusi cserebogár (*Melolontha melolontha*), az erdei cserebogár (*Melolontha hippocastani*), a kalló cserebogár (*Polyphylla fullo*) illetve a sárga cserebogár (*Amphimallon solstitialis*) a legjelentősebbek (Kruppa, 1999). Petéiket a talaj 10–30 cm-es mélységébe rakják, 10–15-ös csomókba. Fejlődésük több évig tart (2–4 év), rajzásuk április-május-június hónapban figyelhető meg (Cziklin et al., 2005). A lárvák többsége 30–40 cm mélyen bábozódik. A bogarak nyár végén kelnek ki, de csak a következő év tavaszán hagyják el a bábkamrát. Az imágók főként falevével táplálkoznak, majd párosodás után a talajba, 5–50 cm mélyen larakják petiket a nőtények (Hluchy, 2005; Hluchy, et al., 2007).

Kártételük: A több lárvaalak közül az idősebb lárvák (L2–L3) okozzák a tényleges kárt a gyökerek elrágásával, gumók kiodvasításával (Cziklin et al., 2005). Ezek hatására a fiatal burgonyanövények lankadnak, sárgulnak, fejlődésükben visszamaradnak (Kruppa, 1999).

Védekezés: A bogarakat sok madárfaj gyéríti (sirályfélék, varjúfélék, seregélyek), a pajorok számának csökkentésében pedig a rovarpatogén gombáknak (*Beauveria* és *Metarhizium* nemzetség) van kiemelkedő szerepe (Fātu et al., 2018; Hluchy, 2005; Nagy et al., 2021). Hatásosak továbbá a rovarpatogén fonálféreg (*Heterorhabditis*, *Steinernema* nemek) (Peters, 2000), a fürkészlegyek (*Dexia*, *Microphthalma* nemek) és a húslegyek (*Sarcophaga albiceps*) lárvái (Hluchy, et al., 2007). Kiemelt esetben talajfertőtlenítésre is szükség lehet (Keszthelyi, 2016), ám a rendelkezésre álló készítmények széles hatásspektrummal rendelkeznek, és veszélyeztetik a talajban lévő hasznos, illetve növénytermesztési szempontból közömbös élőlényeket is.

Drótféreg

A 20–25 mm hosszú, hengeres vagy enyhén lapított alakú, sárga-sárgásbarna színű, kemény kitinburkolattal rendelkező drótféreg a pattanóbogarak lárvái (Sáringer, 1998). Az imágók barnás-fekete vagy fekete színű, elnyúltan ovális alakúak. A hátukra fordítva hevesen felpattannak (Hluchy, 2005). Az imágók többsége kitűnően repül, így rajzásuk idején nagy távolságokra is eljuthatnak (Bognár et Huzián, 1979).

Vízszintesen kevésbé, jellemzően függőleges irányban vándorolnak a talajban, melyet a talaj hőmérséklete és nedvességtartalma befolyásol (Kovács, 2010). A kellő szervesanyag-tartalom és a talajtakarás kedvezően befolyásolja fejlődését. A talaj felső rétegében, tavasszal a legaktívabbak, áprilisban és májusban, majd ősszel, szeptemberben és októberben. A kifejlett drótféreg nyár végén kamrát alakít ki a talajban, ahol bábozódik, majd a kikelt bogár a talajban várja meg a tavaszt (Hluchy, et al., 2007). Tavasszal (április-június) a bogarak előmásznak, párosodnak, majd a nőtények a talaj felső 1–2 cm-es rétegébe rakják petéiket. Itt a lárvák néhány (2–5) évig fejlődnek (Hluchy, 2005;

Cziklin et al., 2005). A kis lárvák még nem károsítanak, inkább korhadék és humuszevők. A 3. lárvastádiumtól viszont főként fitofág táplálkozást folytatnak (Bognár et Huzián, 1979).

A Magyarországon élő mintegy 150 faj (Szalay, 1999), különböző talajtípusokban károsít. A vetési pattanóbogár (*Agriotes lineatus*) a nedves réti talajokat kedveli, a mezei pattanóbogár (*Agriotes ustulatus*) a homokos talajokat részesíti előnyben. A réti pattanóbogár (*Agriotes sputator*) a csernozjom talajok kedvelője, a sziki pattanóbogár (*Agriotes medvedevi*) pedig a szikes talajokban fordul elő (Kruppa, 1999).

2010 és 2013 között Magyarországon a pattanóbogarak imágóinak elterjedése alapján a legjelentősebb pattanóbogár faj az *Agriotes ustulatus* és helyenként az *A. rufipalpis*, valamint az *A. sputator* és az *A. ustulatus* mutatta a legnagyobb egyedszámot (Nagy et al, 2013). A góccok, fertőzött foltok kialakulását több tényező befolyásolhatja, mint a tábla gyomossága, a talaj vízkapacitása vagy a talaj ellenállása (Kovács, 2010).

Kártételük: A széleskörűen polifág lárvák 1–5 mm átmérőjű járatokat fúrnak a gumóba, melyen keresztül másodlagos fertőzések jelenhetnek meg (Hluchy, 2005; Cziklin et al., 2005). A drótférgék által összefurkált gumók étkezési célra használhatatlanná válnak, így a termés kiesés akár 80–90% is lehet. Az ilyen burgonyát csak takarmányozási célra lehet használni (Kruppa, 1999).

Védekezés: A leghatásosabb valamilyen talajművelés, mely nagymértékben korlátozza a drótférgék számát. Természetes ellenségei főként a madarak, a vakondok, sünök, entomopatogén fonálférgék és parazita gombák (Hluchy, 2005; Hluchy, et al., 2007).

Bagolylepkék

A mocskospajor a vetési bagolylepke (*Agrotis segetum*) és más bagolylepke fajok 3–5 cm hosszú, csupasz, piszkosszürke színű lárvája. A hernyó éjszaka táplálkozik, nappal a talaj felső 2–3 cm-es rétegében pihen, jellegzetes C alakban (Kruppa, 1999). A legtöbb faj a talajban, hernyó alakban telel, majd tavasszal, befejezve fejlődésüket még a talajban bebábozódnak. Némely fajnak (*Euxoa* nemzetség) egy nemzedéke van, míg másoknak – ilyen a vetési-és a felkiáltójeles bagolylepke – kettő. Ez a második nemzedék képes megtizedelni a nyár végi növényeket (Hluchy, 2005).

Kártételük: A fiatal lárvák a leveleket hámozgatják, karéjozzák, az idősebbek pedig a talajhoz közeli gumókat odvasítják (Balázs et Mészáros, 1998). Öblös, mély berágásuk hasonlít a cserebogárpajorok okozta sérülésekhez. A károsított burgonyagumón kórokozók is megtelepedhetnek további veszteségeket okozva (Cziklin et al., 2005). Károsításuk ugyanakkor nem túl jelentős a burgonyában (Kruppa, 1999).

Védekezés: A hernyókat számos predátor fogyasztja és sok hasznos rovarfaj gazdaállatai. Emellett a peték és fiatal hernyók rendkívül érzékenyek a nedvességre, a gomba-, baktériumos és

vírusfertőzésre. Hatékonyan alkalmazható ellenük a *Trichogramma* petefémfűrész, vagy a *Bacillus thuringiensis* tartalmú készítmény (Abd El-Aziz et Awad, 2010; Hluchy, 2005).

Kószapocok - *Arvicola terrestris*

A kósza pocok 20–25 cm hosszú, barna, fekete, vörhenyes vagy sárga (a hasi részen mindig világosabb) bundájú rágcsáló (Haltrich, 1998). A nőstényeknek átlagosan 5–6 kicsinye van, évente akár 4–7 gradáció is előfordulhat (Hluchy, 2005). Az állat nem alszik téli álmat, télen is táplálkozik, rendszerint éjjel aktív (Haltrich, 1998).

Mind a föld feletti, mind pedig a földalatti növényi részeket károsít, legyen szó fás-, vagy lágyszárú növényről. A pocok patakot, nedves helyek közelében alakítja ki üregrendszerét, melyet a felszínen földkupacok jeleznek.

Kártételük: Megrághatja a gyökereket, vagy a burgonya gumóit, kártételének jeleként a növények közt hézagok keletkeznek (Hluchy, 2005). Az összerágcsált gumókon egyértelműen felismerhetők a metszőfogak nyoma. A károsított gumók alkalmatlanok a tárolásra, valamint étkezési-, vagy vetőgumó árusítási célra. A legnagyobb veszteséget főként a tenyészidőszak végén, a betakarítás előtt okozzák (Cziklin et al., 2005).

Védekezés: Predátorok, mint a vércsék, baglyok, menyétek hatékonyan korlátozhatják a kószapocok kártékony előfordulását. Csapda vagy idomított vadászgörény bevetése is hatásos lehet (Hluchy, et al., 2007).

3.2.4. Talajeredetű kórokozói

A burgonya – elsősorban vegetatív szaporítása miatt – különösen ki van téve a különböző betegségeknek (Horváth, 1997). A burgonyatermést érintő talaj eredetű kórokozók a tünetek függvényében két csoportra oszthatók: a gumót és a növény egyéb részeit károsító tünetekre (Gudmestad et al., 2009). A szarát vagy gyökeret érintő betegségek befolyásolják a termés fejlődését, és a termés csökkenéséhez vezethetnek. A gumót érintő betegségek közül a tünetek három kategóriába sorolhatók: himlő, folt és rothadás (Fires et al., 2012).

A vírusok közül többek között a levélsodródás, az Y vírus, az X vírus, a szártarkulás vírus, a boszorkányseprűsödés fordul elő. A *Stolbur phytoplasma* és valamennyi vírus súlyos, 80–100%-os terméseszköket okoz (Horváth és Pintér, 1997). A burgonyát károsító baktériumok közül mintegy 10 faj előfordulásával kell számolnunk (Horváth, 1997), de leggyakrabban mindössze három baktérium okozta megbetegedéssel találkozunk (Pérombelon et Kelman, 1980). A burgonyagumók lágyrothadását (nedvesrothadás), illetve a szártőrothadást („feketelábúság”) az *Erwinia* nemzetségbe tartozó polifág fajok okozzák (Pérombelon et Kelman, 1987). Gombás betegségek közül a burgonya

legsúlyosabb betegsége a burgonyavész, más néven fitoftóra (*Phytophthora infestans* (Montagne) de Bary) (Horváth, 1997).

A szabadföldi kísérleteink során megfigyelt, burgonyagumót károsító talajeredetű kórokozók a közönséges vagy sugárgombás varasodás (*Streptomyces scabies*, *Streptomyces* spp.), a burgonyahimlő vagy rizoktónia (*Rhizoctonia solani*), és a fuzáriumos gumórothadás és tőhervadás (*Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *tuberosi*, *Fusarium sambucinum*, *Fusarium sulphureum*) volt, így részletes bemutatásra ezen kórokozók kerülnek.

Közönséges vagy sugárgombás varasodás

A kórokozó (*Streptomyces scabiei* (Thaxter) Lambert et Loria) az egész világon elterjedt talajlakó szervezet, melyet Magyarországon 1886-ban írták le először (Glits, 1993). A kórokozó oxigénigényes, főként a könnyű homoktalajokat kedveli, ahol szaprofitaként is sokáig képes életben maradni (Horváth et Pintér, 1997), de kötöttebb talajokban is károsít (Pintér, 1995).

Tünete: a varasodás elsősorban a burgonya gumóin jelentkezik ráncos, repedezett, besüppedő, vagy éppen kiemelkedő, szabálytalanul felszakadozó, parafa-szerű, „varas” héjsebek formájában, melyek a mélyebb szövetekbe, a gumó húzába nem terjednek át (Goyer et al., 1996; Horváth, 1997; Pintér, 1995). A paraszemölcsökből kiinduló parás felszínű foltok eleinte magányosak, később viszont megnagyobbodnak és ellephetik a gumó teljes felületét (Rod, 2005). Szabadföldön a növény talaj feletti részén tünetek nem észlelhetők (Glits, 1993). A patogén *S. scabies* törzsek virulenciája alapvetően attól függ, hogy termelik-e a taxtominoknak nevezett fitotoxint (King et al., 1989; King et al., 1992). A betegség termésveszteséget ugyan nem okoz, de kártétele miatt nagy lesz a burgonya hámozási vesztesége, mely világszerte jelentős bevételkiesést okoz a termelőknek (McKenna et al., 2001). Ha a varas foltok a burgonya felületén elérik a 20%-ot, a gumó értékesítésre alkalmatlannak minősül (Glits, 1993). Raktározás során a betegség nem terjed, a varas folt csak a talajban növekszik, később (tárolás során) nem, azonban a gumón életképesen fennmarad, vetőgumóval továbbvihető (Horváth, 1997; Pintér, 1995).

Védekezés: A prevenció kiemelten fontos (Pintér, 1995), illetve vannak a betegségre kevésbé fogékony burgonyafajták is (Bouček-Mechiche et al., 2000). A biológiai védekezés eszközei lehetnek a *S. albidoflavus* (Hayashida et al., 1989), a *Bacillus subtilis* (Schmiedeknecht et al., 1998), valamint a *S. scabies* nem patogén mutánsainak alkalmazása (McKenna et al., 2001; Neeno-Eckwall et al., 2001).

Burgonyahimlő, rizoktónia

Burgonyán a kórokozót (*Rhizoctonia solani* KÜHN. (telemorf alak: *Tanatephorus cucumeris* (FRANK.) DONK.) Németországban írták le először, 1858-ban (Glits, 1993). Azóta rendszeresen

előforduló betegséggé vált, amely viágszerte jelentős veszteséget okoz (Banville és Carling 2001; Horváth, 1997;). Polifág (több mint 500 gazdanövénye ismert), talajlakó gomba, mely szaprofita módon is képes fennmaradni (Hluchy, 2005). Sérüléseken keresztül könnyen támad, de az ép növényi részeket is képes fertőzni. A talajban tevel, rendszerint a fertőzés is innen indul, de a gumókon is fennmarad (Pintér, 1995). A fertőzött gumókon keresztül hosszú távon elterjedt. Miután megtelepedett a talajban, a kórokozó micéliuma és szkleróciumai további fertőzésforrást jelentenek (cikk írója). A hűvösebb, nedves, kötött és humuszban gazdag talajokat kedveli, savanyú talajokban gyakoribb (Pintér, 1995).

Tünete: a gomba károsításának számos tünete közül a leggyakoribb az vetés utáni hajtásrothadás, egy-, illetve sokszárúság, levélsodródás, antociános elszíneződés és gumóhimlő. Ez utóbbi a legjellegzetesebb tünete, a gumóhéjon szabálytalan alakú és méretű (2 –8 mm), fekete álszkleróciumok (micéliumtömörülés) alakulnak ki (Hide et al., 1973; Horváth et Pintér, 1997;). Nedves, meleg időben az alsó szártövön ún. „fehérharisnyásság” jelentkezik, mely szárkorhadást okoz. Ez a gomba ivaros (bazídiumos) alakjának tünete (Pintér, 1995). A leginkább talajrögökhöz hasonló képletek a szárazságnak és a tél hidegének is kitűnően ellenállnak (Manninger, 1960). A kórokozó a gumó szövetébe nem hatol be, csak a felületén marad, ahonnan könnyedén lekaparható. A himlők a gumók piaci értékét rontják, és nagy jelentőségük van a vetőgumó-termesztésben is (Glits, 1993; Platt et al., 1993). A betegség károsításának nyomán sok apró és zöldült gumó képződik (Horváth, 1997).

Védekezés: Ennek a betegségnek a hatékony kezelése integrált növényvédelmi megközelítést igényel (Powelson et al., 1993). Fontos a megelőző védekezés, az egészséges szaporítóanyag, a betegséktől mentes talaj, a vetésváltás, a fertőzött növényi maradványok megsemmisítése (Tsrör, 2010; Gilligan et Bailey, 1997). A gyors kelés elősegítése előhajtatással vagy sekély vetéssel azért ajánlott, mert a zöld hajtásokat már nem támadja a betegség (Pintér, 1995). Bár a kórokozóra való érzékenységben vannak különbségek az egyes fajták között, rezisztens fajtát ezidáig nem azonosítottak vagy fejlesztettek ki (Jeger et al., 1996). Nemrégiben azonban kimutatták a rezisztencia szisztémás indukálását a csírákban virulens *R. solani* fertőzés hatására (Lehtonen et al., 2008). Különböző gombákkal, baktériumokkal, valamint fonálférgekkel is sikerült elérni a *R. solani* fertőzés csökkenését (Escande et Echandi, 1991; Tuitert et al., 1998).

A mikofág talaj mezofauna populációinak stimulálása is hozzájárulhat a *Rhizoctonia* betegség súlyosságának csökkenéséhez a burgonyában (Scholte et Lootsma, 1998). A zöldtrágya növények (fehérmustár, takarmányrepce és zab) és a szerves trágya alkalmazása szintén csökkenti a betegségek súlyosságát és növeli a mikofág talajban élő szervezetek populációit (Scholte et Lootsma, 1998).

Fuzáriumos gumórothadás és tőhervadás

Mindenütt, ahol burgonyát termesztettek, már az 1900-as évek elején nagymértékben jelentkezett ez a betegség (*Fusarium solani* (MART.) SACC. EM. SNYD. ET HANS., *F. oxysporum* SCHLECHT. EM. SNYD. ET HANS. *f. sp. tuberosi* (WOLL) SNYD. ET HANS., *F. smabucinum* FUCKEL, *F. sulphureum* SCHLECHT.) a tárolt burgonyagumókon (Glits, 1993). Mára ezek a polifág, talajlakó kórokozók az egész világon elterjedtek és minden évben jelentős veszteséget okoznak. A burgonya gumóbetegségei között a legfontosabb helyet foglalják el, a tárolás során szinte minden évben jelentős károkat okoznak (Pintér, 1995). Közvetlenül okozott termés kiesés mellett a közvetett termés kiesés aránya azóta növekedett, hogy a burgonyát géppel takarítják be. Ennek oka, hogy ezek tipikus sebfertőző kórokozók (Kruppa, 1999), de a gumók köldökrészén is képesek bejutni a szövetekbe (Szalay, 1999), vagy akár az anyagumó fertőzöttsége is okozhatja a betegséget (Manninger, 1960). A gumók fiziológiai repedése, vagy más betegségek (pl. burgonyavész) támadási pontjain is lehetőséget kínál a kórokozónak, hogy bejusson a gumókba (Rod, 2005).

Tünete: a burgonyagumón a sebzések vagy a köldökrész helyén egyre nagyobbodó barna, vizenyős, rothadó foltok alakulnak ki, melyek később besüppednek, hullámos felületűek lesznek, végül beszáradnak (Glits, 1993; Horváth et Pintér, 1997). Alatta a gumó húsa szürkül, barnul, esetleg üregesedik. A gumók felületén a körkörös összezugsugorodott foltokon, valamint az elhalt részek belsejében is fehér, sárgás vagy rózsaszínes penészpárnák alakulnak ki (Horváth et Pintér, 1997). Száraz körülmények között korhadás, mumifikálódás, nedves viszonyok között pedig rothadás figyelhető meg. A fuzáriumos hervadás általában virágzás után jelentkezik. A levelek alulról felfelé haladva sárgulnak, majd az egész levélzet viszonylag gyorsan elhal. A melegigényes kórokozó a növény edénnyalábrendszerében terjedve tömíti el azokat. A hervadást a gomba által termelt fitotoxinok is elősegítik. A gomba a gumókba jutva a köldökrésznél edénnyaláb-barnulást (gyűrűsbetegség) okoz (Pintér, 1995).

Védekezés: Itt is kiemelten fontos a prevenció, hiszen a hervadásos tünetek ellen nincs más, bevált védekezési mód, nem ismertek hatékony biológiai készítmények (Stephan et al., 2005; Gachango et al., 2012). Rendelkezésre állnak azonban kevésbé fogékony fajták (Pintér, 1995). Kimutatták, hogy a burgonya érzékenysége nem a héj vékonyságának köszönhető, hanem a gumók fiziológiai vagy kémiai változásainak, illetve a talajviszonyoknak tudható be (Boyd, 1952). Lansade (1949) további adatokat közölt arról, hogy a különböző talajok befolyásolhatják a gumók fogékonyságát. Megjegyzi továbbá az éretlen állapotban felszedett gumók fogékonyságát is.

3.3. A burgonya talajtakarása, takaróanyagai

A burgonya nagyon érzékeny a talaj-víz viszonyokra, a vízhiány a terméshozam jelentős csökkenéséhez vezet (Steduto et al., 2012; Wellings, 1973). Rendkívül magas öntözési igénye sok esetben inkább a gyakori vízkezelés hűsítő hatásának tudható be, mint a talajnedvesség-stressz iránti érzékenységnek (Burgers et Nel, 1984). Amint a talaj hőmérséklete 20 °C fölé emelkedik, a gumók légzésének sebessége a gumófejlődés árán növekszik (Yamaguchi et al., 1964).

A talaj takarásának öntözéssel való kiegészítése növeli a termésmennyiséget (Abd El-Wahed et al., 2020; Chawla et al., 2009; Farrag et al., 2016). A talajtakarásnak köszönhetően az öntözővíz mennyiség 15–30%-a is megspórolható a termés mennyiségének csökkenése nélkül (Abd Allah et al., 2009; Barakat et al., 2020; Begum et Saikia, 2014; Zayton, et al., 2015). A szerves mulcs használata megvédi továbbá a talajt az öntözések okozta tápanyag-kimosódástól (Xing et al., 2012). A takarást kapott parcellák minden használt öntözési dózis esetén szignifikánsan több termést adtak, mint a takaratlan parcellák (Burgers et Nel, 1984; Oljača et al., 2018; Zayton et al., 2015). A nem mulcsozott parcellákon nagyobb hatással bírt az öntözés, hiszen ott növelte a termést, de a takart parcellákban nem volt különbség az öntözött vagy nem öntözött kezelések között (Kar et Kumar, 2007).

A burgonya mulcsozásának megfelelő időpontját vizsgálva (vetés után, vagy csak a második kapálás után) vizsgálva megállapították, hogy a legmagasabb termés közvetlenül az vetés után minél előbb kijuttatott takarással érhető el (Dvořák et al., 2009). Tovább növekedett a termésmennyiség, amennyiben a tenyészidőszak alatt nem csak egyszer, hanem kétszer mulcsozták a területet (Dvořák et al., 2013). Megállapítást nyert az is, hogy a laza talajoknál, vagy öntözés mellett kevésbé befolyásolta a takarás a termésmennyiséget, illetve a gumók méret szerinti eloszlását (Döring et al., 2006; Döring et al., 2005; Xing et al., 2012). Továbbá a burgonya korábbi vetése is több termést eredményezett (Ilyas et Ayub, 2017).

Az vetési mélységet vizsgálva a 10, 15 vagy 20 cm mélyen vetett gumók közül a 15 cm mélyen vetett gumók adták a legtöbb piacképes termést (Ilyas et Ayub, 2017). Amennyiben a burgonyagumót nem a megszokott módon a talajba, hanem a talajfelszínre, a mulcs alá vették úgy a termésmennyiség 30–40 százalékkal volt nagyobb a kontroll, talajba vetett növényekétől (Adamchuk et al., 2016).

Talajtakarásra általában azok a szerves anyagok a legmegfelelőbbek, amelyeket helyben termelünk, így nem kell szállítani, és biztosak lehetünk afelől, hogy sem vegyszert, sem egyéb szennyezőanyagot nem tartalmaz (Makkai, 2008). A mezőgazdaságban, az erdészetben és a kertészetben számos olyan növényi anyag keletkezik, melyeket megfelelő előkezelés után – aprítás, rostálás - talajok takarására alkalmasak (Hartman et al., 2001).

A szerves talajtakarók általában több előnyt kínálnak a talaj számára, mint a fóliatakarók. Természetes szervesanyag-források, nem korlátozzák a talaj gázáramlását, nem visznek be xenobiotikumot a talaj természetébe, és javítják a talajszerkezet stabilitását (Pavlů et al., 2021).

Szalma

A takaráshoz leggyakrabban és legrégebb óta használt anyag a szalma (Soltész, 1997). Könnyen szállítható és kijuttatása sem igényel nagy munkaerő-ráfordítást (Hofmann et al., 2008). Csekély nitrogéntartalmánál fogva lassabban bomlik le (Boomgaarden et al., 2011), ezáltal azonban a pentozán hatás veszélyét is magában hordozza (Makkai, 2008). Ez a veszély előny is lehet, amennyiben ősszel a talajba forgatva a takaróréteget, a nitrogén biológiai megkötésével mérsékelhetjük a nitrátok kimosódását (Hofmann et al., 2008). A rágcsálók betelepülésére szalmatakarás esetén fokozottabban kell figyelni (Makkai, 2008).

Brust (1994) kísérletében a *búzaszalmával* mulcsozott parcellákban több, mint 30%-kal volt nagyobb a gumók termése, mint a takaratlan parcellákban, ami valószínűleg annak köszönhető, hogy a mulcsozatlan parcellák 2,5-szer nagyobb lombhullást szenvedtek el a burgonyabogár károsítása nyomán. A talajragadozók számának jelentős növekedése a mulcsos parcellákon a burgonyabogár imágók és lárvák magas mortalitásában is mérhető volt. Szalmatakarással a levéltetvek fertőzöttsége is szignifikánsan csökkenthető, melynek köszönhetően kisebb a PVY előfordulása a burgonyagumókon (Saucke et Döring, 2004).

Burgonyatermesztésben alkalmazott szalma mulcsok közül az *árpaszalma* mulcsozás a párolgás csökkentésének köszönhetően jelentősen növelte a talaj víztartalmát a kontroll, takaratlan parcellákhoz képest, valamint jelentős talajnövekedést is eredményezett. A talajerózióból adódó talajvesztéséget több mint felére csökkentette (Edwards et al., 2000b), valamint 15%-kal mérsékelte a talaj tömörödését a takaratlan parcellákhoz képest. Mindezek ellenére Edwards és munkatársai (2000a) kísérletében nem volt kimutatható pozitív hatása a szalmatakarásnak a burgonyatermeszre. Ez nem szokatlan, ugyanis a szalmatakarás és a kontroll parcellák burgonyatermése sok esetben nem különbözik egymástól statisztikailag kimutatható módon (Edwards et al., 2000b; LaMondia et al., 1999).

Nowroz és munkatársai (2021) kísérletében a *rizsszalma* is jelentősen növelte a gumótermést szemben a talajtakarás nélküli parcellákkal. Farrag et al., (2016), Sekhon (2020), Majumder et al., (2016), valamint Abd El-Wahed et al., (2020) szintén a rizsszalma takarás burgonyatermeszre gyakorolt pozitív hatásáról számoltak be. Kísérleteikben a vízhasználati hatékonyság is jelentősen nőtt a takaratlan parcellákhoz képest. Bharati et al., (2020) valamint Majumder et al., (2016) azzal is magyarázta a termésnövekedést, hogy a rizsszalma jelentősen csökkentette a talaj hőmérsékletét és növelte a nedvességszázalékát a takaratlan parcellákhoz képest. Majumder et al., (2016) kísérletében

a rizsszalma mulcs számottevően csökkentette a gyom biomassza súlyát, valamint kevesebb volt a varas és zöldült gumók száma is a kontroll kezelésekhez képest.

Hou és Lí (2019) kísérleteiben a szalmamulcs alkalmazása mellett a konzerváló talajművelés (no tillage) együttes alkalmazásának előnyeiről számol be, mely szignifikánsan növelte a burgonya termését és vízfelhasználás hatékonyságát a művelt és takaratlan parcellákhoz képest.

A talajművelés elhagyása és hántolatlan rizsszalma mulcsként való alkalmazása Sarangi et al., (2020) kísérleteiben nem csak a termést növelte, hanem javította annak minőségét is. Csökkentette a talaj sótartalmát (ECe), megőrizte a talaj nedvességtartalmát (4-8%), a talaj térfogatsűrűségét 1,49-ről 1,44 Mg m⁻³-re növelte, és növelte a talaj szervesanyag-tartalmát. Mindezeket túl mintegy 27%-kal csökkent a burgonya termesztési költsége is a zéró talajművelésnek köszönhetően a hagyományos, intenzív gerincvetéses telepítéshez képest.

Vágott fű

A vágott fű nagy mennyiségben keletkezik, felaprítva könnyen szétteríthető és kedvező a mikroorganizmusok számára (Boomgaarden et al., 2011). Burgonyában pozitív hatással volt a kelésre, a növekedési rátára és a termésmennyiségre a takaratlan kontrollhoz képest (Mahmood et al., 2002). A vágott, aprított fűvel való talajtakarás termésmenővelő hatását Dvořák és munkatársai Cseh Köztársaságban beállított számos kísérletével bizonyította (Dvořák et al., 2009; Dvořák et al., 2010; Dvořák et al., 2012; Dvořák et al., 2013; Dvořák et al., 2015). A fűtakaró a gumóméret-frakciók eloszlását az 56 mm feletti gumók számának és tömegének növekedésével, másrészt a 40 mm alatti gumók (nem élelmiszerburgonya) súlyának csökkenésével befolyásolta (Dvořák et al., 2010).

A vágott fű mulcs csökkentette a talaj hőmérsékletét, ezáltal kevesebb volt a *Leptinotarsa decemlineata* egyedszáma, mint a műanyag takarásban vagy a takaratlan kontrollban, ugyanis a magasabb talajhőmérséklet a bogár valamivel magasabb előfordulásával korrelált (Dvořák et al., 2012). A *Phytophthora infestans* fertőzöttségét 8,2%-kal csökkentette a fűtakaró használata a takarás nélküli kezeléshez képest (Dvořák et al., 2010). A gyomosodásra hol pozitív (Dvořák et al., 2009), hol negatív (Dvořák et al., 2012), hol pedig nem volt kimutatható hatása a vágott fű mulcsnak (Dvořák et al., 2015).

Dióavar

A közönséges dió (*Juglans regia*) lehullott lombja (dióavar) egyes szakirodalmak szerint nehezen bomlik, valamint a benne található vegyületek fitotoxikus hatásúak lehetnek a kultúrnövényre (Ercisli et al., 2005; Gencsi et Vancsura, 1992).

A közönséges diónövény levelében található főbb vegyületek a kávésav, nikotin, tokoferol, szerotonin, illetve kalciumpektát. Ezek közül a kutatás szempontjából lényeges a juglon, mely a feltételezett antagonistá hatás kiváltásáért felelős (Orosz, 2015).

Tudományos kutatások kimutatták már, hogy a levelekben lévő juglon idővel lebomlik, és mennyisége csökken a komposztálási folyamat során a talajban élő mikroorganizmusok aerob anyagcseréje következtében (Coder, 1983; Kovács, 2000).

Hazai kutatók megállapították, hogy legalább 9 hónapig tartó komposztálás során semlegesítődik a csersavak és juglon allelopatikus hatása (Tirczka és Hayes, 2012). A diólevél értékes biomasszává alakul át, így kifejezetten elősegítik a növények növekedését (Kovács, 2000; Ruszkai, 2011; Tirczka, et al. 2014).

Egyes vizsgált növénykártevők érzékenyebbeknek bizonyultak a dióavar vizes kivonatával szemben, mint néhány vizsgált nem-célszervezet. A potenciális természetes ellenségekre (*Phasmarhabditis hermaphrodita*, *Panagrellus redivivus*, *Metarhizium anisopliae*, *Trichoderma asperellum*) és lebontó szervezetekre (*Eisenia fetida*) a friss dióavar vizes kivonata 0,78% alatt nem fejtett ki letális, vagy növekedésgátló hatást (Jakusovszky et al., 2019; Petrikovszki et al., 2019).

A trágyagiliszta esetében az érett dióavar-kivonatokkal történt kezelés hatására az egyedek testtömege szignifikánsan megnőtt, számára kedvező körülményeket teremt a dióavar-kivonat. A *Panagrellus redivivus*, *Phasmarhabditis hermaphrodita* fajoknál különbség mutatkozott friss és az érett dióavar-kivonatok hatása között. Az érett dióavar-kivonathoz képest a friss dióavar-kivonat magasabb elhullást eredményezett a magasabb koncentrációk esetén (Jakusovszky et al., 2019). A *Meloidogyne incognita* kártevő fonálféreg lárváira azonban a legalacsonyabb alkalmazott dióavar-koncentráció (0,78%) is közel 100%-ban letális hatást gyakorolt (Jakusovszky et al., 2019; Petrikovszki et al., 2019).

Vegyes avar

Mérsékelt égövi területeken, lombhullató növények alatt minden év őszén hatalmas mennyiségű avar keletkezik, azonban ennek a jelentős részét elégetik, amivel nemcsak egy rendkívül értékes szervesanyagforrást veszítünk, hanem a levegőt is szennyezzük (Tirczka et al., 2014).

Visszaadva a kert tápanyagkörforgásának a lehullott lomb (avar) is kiváló takaróanyag. Könnyen hozzáférhető, olcsó és biztonságos, még a lassan bomló dió-, és tölgylevelek is. A giliszták számára kedvelt táplálékforrás (Boomgaarden et al., 2011; Tamás, 2008).

Burgonya talajtakarására különböző leveleket használtak a kutatók, mindig azt, ami az adott területen könnyen hozzáférhető volt. Így vannak tanulmányok Eukaliptusz, mahua, neem (Pathak et al., 2021), muhar, banán, kukorica (Manrique, 1995), tölgy (Chae-Young et al., 2010), valamint

lombhullató fák vegyes levelével takart burgonya kísérletekről, melyekben az avartakarás pozitívan hatott többek között a gumótermésre.

Lombhullató fák leveléből álló avartakarás 12%-al növelte a burgonya ép termésmennyiségét a takaratlan kontrollhoz képest ($p < 0,05\%$) (Dudás, 2018). Emellett a burgonyában előforduló természetes ellenségek számára is pozitív hatással volt az avartakarás a takaratlan területekhez képest (Dudás et al., 2016).

Komposzt

A konyhai hulladékból és avarból készült komposzt is kiváló talajtakaró. A szerves hulladékból vagy komposztból képzett takaróréteg a földigiliszták, és más hasznos élőlények táplálékául is szolgál (Tamás, 2008).

A megfelelő anyagokból a megfelelő módon előállított komposztanyag értékes talajjavító is, valamint stimuláló hatására révén növeli a növények károsítókkal szembeni ellenállóképességét (Alexa et Dér, 1999).

A burgonyából, trágyából és fűrészporból egy nagyüzemi komposztáló létesítményben előállított komposzt talajtakaróként való alkalmazása közel 50%-kal csökkentette a talajvesztéséget és 7%-kal növelte a talaj víztartalmát a takaratlan parcellákhoz képest. A gyökérszóna alatti (15–30 cm) talajbehatolási ellenállást közel 20%-kal csökkentette a komposzttakaró (Edwards et al., 2000b).

A kimerült gombakomposzt takarás növelte a gumók piacképes tömegét a szalma és kontroll kezeléshez képest (melyek nem különböztek egymástól) továbbá csökkentette a *Verticillium dahliae* és/vagy *Pratylenchus penetrans* mesterséges fertőzésének következtében fellépő kártételt (LaMondia et al., 1999).

3.4. Mikrobiológiai készítmények és kölcsönhatások

Mikorrhiza

A mikorrhiza szó magyarul gombagyökeret jelent. Németországi erdőkben folytatott vizsgálatai során Abel Frank alkotta meg a görög „mykes”(gomba) és „rhiza” (gyökér) szóösszetételből (Frank, 1885).

A mikorrhiza gombák obligát biotróf élőlények, tehát fejlődésük és szaporodásuk kizárólag gazdanövény jelenléte mellett lehetséges (Smith et al., 1994). A gomba–növény kapcsolat legalább 400 millió évre nyúlik vissza az eddig talált legkorábbi mikorrhiza kövületek tanúsága szerint (Lewis, 1987; Heckman et al., 2001). Az arbuskuláris mikorrhiza (AM) az egyik legősibb és legelterjedtebb mikorrhiza-típus (Smith et Read, 2008).

A mikorrhiza kapcsolat egy olyan szimbiózis, mely a magasabbrendű növények és a mikorrhiza gombák között jön létre. A mikroszkópikus gombafonalak beburkolják a növény

hajszálgököreit hifaköpennyel, ezt hívjuk ektomikorrhizának, mely főként a fás növényeknél gyakori. Vagy akár bele is nőhetnek a gyökérsejtekbe és a sejtközötti állományba. Ebben az esetben endomikorrhizáról beszélünk, amely a lágyszárú növényeknél jellemző (Hluchy et al., 2007).

A szimbiózis abban nyilvánul meg, hogy a gombafonalak javítják a növényi gyökerek tápanyagellátását, valamint a talaj kapilláris vizét is segítenek felszívni, cserébe a gombapartner kész tápanyagokat kap a növénytől (Hluchy et al., 2007; Smith et Read, 1997). A mikorrhizált növény ellenállóbb lesz a só-, szárazság- és nehézfém okozta stresszel szemben (Augé et al., 2008; Gildon et Tinker 1983, Leyval et al., 1997, Füzyet al.,).

Ezek a talajban élő mikroszervezetek a szárazföldi növények többségével képesek mindkét fél számára előnyös szimbiózisban élni (Smith et Read, 2008). A növényi partner tekintetében rendszerint nem specifikusak. Egyidejűleg több növény kolonizációjára, közös mikorrhiza hálózat létrehozására is képesek (Francis et Read, 1984).

A gomba fejlődésére számos tényező hatással lehet. A talajban lévő tápanyagok, növényvédőszer-maradványok, a sok talajvíz, az inhibitorok és a gyakori talajművelés korlátozzák jelenlétét (Hluchy et al., 2007).

Trichoderma spp.

A trichodermák világszerte elterjedtek és gyakori képviselői a talajok mikroflórájának, a leggyakoribb talajmikrobák közé tartoznak (Turóczi et al., 1994; Zimmermann, 1993).

A *T. asperellum* antagonista gomba szintén kolonizálja a kultúrnövény gyökerét, valamint védelmet nyújt a kórokozók ellen (Bernal-Vicente et al., 2009; Ramzan et al., 2016). Serkenti a gyökérszövet fejlődését és tápanyagfelvevő-képességét, ezáltal a növények növekedését és ellenállóképességét (Harman, 2006; Ramzan et al., 2016).

A *Trichoderma* nemzetséghez tartozó gombák már a 1920-as évek óta ismertek arról, hogy biokontroll ágensként viselkednek (Harman et al., 2004). A természetben képesek parazitálni más gombákat, sőt a növénykórokozó gombáknak a gazdanövényen előforduló képletein is gyakoriak (Turóczi, 2008). Egyrészt közvetlen hiperparaziták, micéliumuk körbefonja más gombák micéliumát, majd hifáik belenőnek a micéliumba. Így élősködnek más gombákon, pl. *Fusarium*, *Sclerotinia* és *Rhizoctonia*. Egyes *Trichoderma* fajok antibiotikumot is termelnek, melyek szintén visszaszorítják más gombák jelenlétét, ahogyan a tápanyagokért folytatott kompetíció (Harman et al., 2004; Hluchy et al., 2007). A biológiai védekezésre való alkalmasságuk szempontjából kedvező az is, hogy a nemzetségben nincsenek kórokozó fajok (kivéve a gombatermesztést) (Turóczi, 2008).

Mivel laboratóriumi körülmények között könnyen szaporíthatóak (Kumar et al., 2014), a belőlük előállított készítmények egyre elterjedtebbek a biológiai növényvédelemben (Hluchy et al., 2007).

Metarhizium anisopliae

A *M. anisopliae* (Metch. Sorokin) (1883) az Ascomycota törzsbe, Pezizomycotina altörzsbe, Sordariomycetes osztályba, Hypocreales rendbe, Clavicipitaceae családba, a *Metarhizium* nemzetségbe tartozik (Mycobank, 2023). A *M. anisopliae* gombafajt 1879-ben izolálták osztrák szipolyról (*Anisoplia austriaca* (Herbst)) és lisztes répbarkóról (*Bothynoderes (Cleonus) punctiventris* (Germar)).

A *M. anisopliae* entomopatogén gomba a talajlakó ízeltlábúak szervezetébe jutva pusztítja el azokat (Balog et al., 2013; Ferron, 1981; Maniania et al., 2003; Wekesa et al., 2006), valamint képes gyökérekolonizációra (Greenfield et al., 2016). Világszerte elterjedtek a sarkvidéktől a trópusokig (Zimmerman, 2007).

Több száz gombafaj ismert, amely képes ízeltlábúakon élősökködni. Ezekből számos inszekticid készítményt is előállítottak, melyekben maga a rovarpatogén gomba az "aktív hatóanyag" (Darvas et al., 2008). A genuszon belül a *M. anisopliae* kapta a legtöbb tudományos figyelmet, a velük folytatott kísérletek és gyakorlati alkalmazások határozott sikereket mutatnak sok kártevő ellen (Lomer et al., 2001; Tóthné Bogdányi et al., 2019).

A jelenlegi készítmények sikeres alkalmazásának előfeltétele a viszonylag magas hőmérséklet és relatív páratartalom, ezért elsősorban üvegházi vagy talajlakó kártevők ellen és olyan szabadföldi kultúrákban alkalmazhatók, ahol ez biztosított (Darvas et al., 2008).

Indukált rezisztancia

A tudósok az 1980-as évek közepén kezdték el vizsgálni a növények indukált rezisztenciáját a növénybetegségek kezelésére (Hammerschmidt et Kuc, 2013). A növényi rezisztenciát kiválthatják biotikus és abiotikus hatások, beleértve a mikrobákat (baktériumok, gombák, vírusok és mikorrhiza), vegyi anyagokat (BTH, ASM), növényi kivonatokat. Ezek hozzájárulhatnak a növény védekező rendszerének lokálisan vagy szisztémásán történő indukációjához a további kórokozók fertőzése ellen (Walters et Fountaine, 2009; Walters et al., 2013). A szisztémás szerzett rezisztencia (SAR) és az indukált szisztémás rezisztencia (ISR) az indukált rezisztencia két formája (Kamle et al., 2020).

Az ISR-t a növényi növekedést elősegítő rhizobaktériumok (PGPR) erősítik, amely nem okoznak látható károsodást a növény gyökérrendszerében (Loon et Glick, 2004). A talajeredetű kórokozók antagonizmusával, valamint a gyökér- és levélkórokozókkal szemben szisztémás rezisztencia indukálásával nyomják el a betegségeket (Spoel et Dong, 2012). Mindez kémiai vegyületek felhalmozódását és fizikai akadályok kialakulását eredményezi a gazdanövényben (Conrath et al., 2001; Hammerschmidt, 1999).

A rizobaktériumok által közvetített ISR hasonlít a kórokozók által kiváltott SAR-re, mivel mindkét típusú indukált rezisztencia ellenállóbbá teszi a nem fertőzött növényi részeket a növényi kórokozókkal szemben. A szisztémás szerzett rezisztencia (SAR) kémiai induktorok, kórokozók, vagy parazitaferőzés következtében aktiválódik a gazdanövényben, ami nekrotikus elváltozásokat okoz (Spoel és Dong, 2012). Ez a nekrotikus elváltozás egy sikeres fertőzés vagy a gazdaszervezet kórokozóra adott túlérzékenységi válasza (HR) következtében alakul ki (Walters et al., 2013).

3.4.1. Talajtakarás és mikorrhiza

Az intenzív mezőgazdasági művelés, a peszticidek erőteljes használata jelentősen csökkentheti a talaj arbuskuláris mikorrhiza gomba populáció mennyiségét és annak diverzitását (Hernádi et al., 2012).

A mikorrhizakapcsolat kialakulását és mértékét számos biotikus és abiotikus tényező, valamint antropogén hatás is befolyásolja. Ezek közül legfontosabbak a talaj fizikai és kémiai tulajdonságai (pH, foszfor- és szervesanyag-tartalom), a gazdanövény és az AM gomba rendszertani hovatartozása (Carrenho et al., 2001). Túl magas hőmérsékleten (pl: fekete fólia alatt) korlátozott a mikorrhizakapcsolat kialakulása. Szintén akadályozó tényező a talaj magas foszfortartalma (Petgen et al., 2004).

A gombafonalak finom szövédéke igen érzékeny a mechanikai művelésre is. Az intenzív talajművelés szétszakítja a gombafonalak hálózatát, de csökkenti a spórák számát is (Sieverding, 1991; Kabir et al., 1998; Meyer et al., 2005). A terület hosszan tartó ugaroltatása is a gomba szaporítóképleteinek jelentős mértékű visszaeséséhez vezet (Schreiner, 2005).

A kolonizációt és a spóráképződést elsősorban az alacsony foszfortartalmú (Douds et Schenk, 1990), illetve a mérsékelt lúgos talajok segítik elő (Schubert és Cravero, 1985; Schreiner, 2005). Száraz talajokon is fokozódik a gyökerek mikorrhizáltsága (Schreiner, 2003; Nikolaou et al., 2003), valamint nő az arbuskulumok gyakorisága (Schreiner et Lindermann, 2005). A talaj szervesanyag-tartalmának növelése, a szervesstrágya, komposzt kijuttatása kedvezően hat a mikorrhizáltságra, illetve a spórák számának az alakulására (Douds et al., 1997).

A takarónövények bizonyítottan elősegítik a természetesen előforduló mikorrhiza gombák megjelenését és a növények kolonizációját (Baumgartner et al., 2005). Mohr (1994) igazolta, hogy a fehérhere és a cérnatíppan hozzájárul a növények mikorrhizáltságának kialakításához, ugyanakkor a *Brassica* fajok jelenlétében kisebb mértékű a mikorrhizáltság, ezek a növények ugyanis olyan anyagokat választanak ki, amelyek gátolják a gomba fejlődését (Schreiner et Koide, 1993).

A mikorrhiza oltóanyagok használatának nyilvánvaló gazdasági előnyei ellenére az ökológiai következmények, nevezetesen az oltóanyag hatásai a helyi AM gomba közösségre, még nem kellő mértékben ismertek. Magyarországon a molekuláris genetikai módszerek segítségével már

megvizsgálták, hogy az oltóanyag mikorrhiza tagjai nem idézték elő a helyi AM gombaközösség erőteljes redukcióját (Hernádi et al., 2012).

Termésmenővelésre gyakorolt hatás

Magyarországon engedélyezett mikorrhiza oltóanyaggal (Symbivit) végzett kísérletekben szignifikáns növekedést figyeltek meg két fűszerpaprika fajta hajtástömegében (Hernádi et al., 2012). Kimutatták, hogy már csekély mértékű mikorrhizáltság esetében is jelentős a különbség a kezelt és a kontroll növények szárazanyag-tartalmában (Petgen et al., 1998).

Talajba oltott mikorrhiza készítmény (Mycosat) hatásait vizsgálva megállapították, hogy a szalmával takart és mikorrhizával beoltott területeken akár 71%-kal nagyobb termésmennyiség is elérhető (Frac et al., 2009).

Növényvédeleml hatás

A mikorrhiza gomba és a növény közti gyökérkapcsoltságnak köszönhetően fokozódik a növény kórokozókval és kártevőkkel szembeni ellenállósága (Azcón-Aguilar et Barea, 1996; Newsham, et al., 1995b; Pozo et Azcón-Aguilar, 2007). Ennek a háttérében többek közt az áll, hogy versengés folyik az AM gombák és a károsítók közt a gyökéren található behatolási helyekért (Bleach et al., 2008). A mikorrhiza gombák kiszorítják a patogén gombák jelentős része így azok nem képes a fertőzésre. Az AM gombák a gyökérben való jelenlétük érdekében olyan antimikrobiális anyagokat is termelnek, amelyek megakadályozzák más gombák behatolását (Azcón-Aguilar et Barea, 1996).

AM gombával (*Glomus* sp.) és *Fusarium oxysporum* kórokozóval beoltott talajon a *Glomus* sp. fokozta a kultúrnövény kórokozóval szembeni ellenállóságát (Newsham et al., 1995a).

Kimutatták, hogy a *Glomus intraradices* mikorrhiza fajjal beoltott szőlő kevésbé fogékony a cilindrokarponos gyökérpusztulás (*Cylindrocarpon macrodidymum*) kórokozóval szemben (Petit et Gubler, 2006). A mikorrhiza kapcsolat bizonyos fokú védelmet jelent a kártevőkkel szemben is, csökkentti például a fonálférgék kártételének gyakoriságát (Calvet et al., 2001). Illetve, egyre több adattal rendelkezünk a mikorrhiza gombáknak gyom populációra gyakorolt hatásaira vonatkozóan is (Rinaudo et al., 2010).

3.4.2. Talajtakarás és *Trichoderma* spp.

Növényvédeleml hatás

Boček és társai (2010) két talajtakaró anyag (búzaszalma, PE műanyag) és két biofungicid (Supresivit - *Trichoderma harzianum* Rifai aggr., Polyversum - *Pythium oligandrum* Drechs.) hatásait vizsgálva megállapította, hogy bár a két készítmény csökkentette a szamóca gyökérrothadás mértékét és a szürkepenésszel fertőzött bogyók számát, de a különbség nem volt szignifikáns a kezeletlen kontrollhoz képest. A Supresivit alkalmazása eredményezte a legmagasabb piacképes hozamot.

Szintén szamóca ültetvényben vizsgálták a különböző *Trichoderma* fajok megtelepedési hatékonyságát különböző fák kérgein. Amennyiben a kérget előre beoltották *Trichoderma atroviride*-vel, az megfelelő védelmet nyújtott az *Armillaria gallica* okozta gyökérrothadással szemben, mely szintén képes megtelepedni azon a fakérgen, melyet mulcsozásra használnak. A legnagyobb megtelepedési arányt a *T. atroviride* érte el (Pellegrini et al., 2014).

3.4.3. Talajtakarás és *Metarhizium* spp.

Növényvédelemi hatás

Coptotermes formosanus természetfaj ellen alkalmazva többféle fa alapú takaróanyagot (fenyőkéreg, fenyő szalma, kopasz ciprus, eukaliptusz, fekete tölgy, és *Melaleuca* sp.) kezeltek *M. anisopliae*-vel. Megállapították, hogy a természetes általi mulcsfogyasztást szignifikánsan csökkentette a *M. anisopliae* alkalmazása, egyes esetekben akár 34-71%-kal (Sun et al., 2008).

3.4.4. Mikorrhiza és *Trichoderma* spp.

Növényvédelemi hatás

Amer és Seoud (2008) a *Glomus intraradices* és a *Trichoderma harzianum* közti kölcsönhatást vizsgálva azt tapasztalták, hogy ezeket együtt alkalmazva jelentősen csökkent a paradicsom palánták *Rhizoctonia solani* általi fertőzöttsége.

Martínez-Medina és munkatársai (2009) szintén *Trichoderma* spp. és arbuskuláris mikorrhiza gombák (AMF) hatásait vizsgálva kimutatták, hogy azok hatékonyan csökkentik a fuzáriumos hervadás károsítását dinnyén. A vizsgált fajok közül a *Glomus intraradices* és *Trichoderma harzianum* kombináció nyújtotta a jobb eredményt.

Glomus aggregatum és *Trichoderma harzianum* együttes alkalmazásával kimutathatóan csökkent a *Sclerotium cepivorum* betegség fertőzése hagymán (Leta et Selvaraj, 2013).

Mikorrhiza gombák (*Glomus* spp.) és *Trichoderma* fajok (*Trichoderma* spp.) hatékonyan javítják a szőlő tápanyagfelvételét és a gyökér kórokozókkal szembeni ellenállóságát is, illetve pozitívan hatnak a talaj szerkezetére és stabilitására (Tsvetkov et al., 2014).

Trichoderma fajok (*T. harzianum*, *T. virens*, és *T. viride*) és az arbuskuláris mikorrhiza gombák keveréke (*Funneliformis mosseae*, *Glomus cerebriforme*, *Rhizophagus irregularis*) egyedi és kombinált beoltásának vizsgálták mikorrhizáltságra, a *Trichoderma* populációra és a *Cajanus cajan* L Millsp hervadásos betegség fertőzésére galamb borsón. A kezelések közül a *T. harzianum* és a mikorrhiza gombák keverékével való együttes kezelés adta a legnagyobb növekedést és ez csökkentette leginkább a hervadásos betegség súlyosságát. A mikorrhiza gombák elegendőek voltak a növekedés elősegítésére, de nem voltak hatásosak a betegség elnyomásában (Dehariya et al., 2015).

3.4.5. *Trichoderma* spp. és *Metarhizium* spp.

Növényvédelemi hatás

Krauss et al. (2004) kísérleteiben a *Metarhizium anisopliae* és *Trichoderma harzianum* közös alkalmazása során a biokontroll hatékonyság nem változott.

Levélvágó hangyák fészkeit kezelték laboratóriumi illetve szabadföldi vizsgálatok során *M. anisopliae* és *T. viride* gombákkal (sterilizált rizst oltottak be a micéliumokkal, és 10 napig inkubálták, hogy konídiumokat nyerjenek). A csak *Metarhizium*-mal és a mindkét gombával egyszerre kezelt fészkek mortalitása egyaránt 100% volt, a csak *Trichoderma*-val kezelt fészkeké pedig 80%. A két gomba együttes alkalmazása szabadföldi és a laborkísérletek során is eredményesebbnek bizonyult a pirimifosz metil (60% mortalitás) kezelésnél (Lopez et Orduz, 2003).

3.4.6. *Metarhizium* spp. és mikorrhiza

Termésmennyiségre gyakorolt hatás

Virágzó borsót kezelték *M. anisopliae*-vel és/vagy beoltották a magokat vetéskor termésfokozó mikroorganizmusokkal (*Rhizobium*, mikorrhiza). Megállapították, hogy egyik kezelésnek sem volt szignifikáns hatása a fehérjetartalomra, a vízfelvevő képességre, vagy a maghéjszázalékra (Ngakou et al., 2011).

Salátamagokat vontak be antagonistá és rovarpatogén mikroorganizmusok (*T. viride*, *T. polysporum*, *T. stromaticum*, *Beauveria bassiana*, *M. anisopliae*), mikorrhiza, aminosavak, mikrotápanyagok és növekedést szabályozó anyagok keverékével. Eredményként azt kapták, hogy ezen mikroorganizmusok keveréke negatívan befolyásolta a salátamagok csírázási paramétereit. A salátamagok *T. viride*-vel és növekedést szabályozó anyagokkal való beoltása azonban növelte a csírázási százalékot és csíráztatási sebesség indexet (Diniz et al., 2006).

Növényvédelemi hatás

Arbuskuláris mikorrhiza gombák, *Rhizobium* spp. és *M. anisopliae* virágtripszre (*Megalurothrips sjostedti*) gyakorolt hatását vizsgálták borsón, mely során kimutatták, hogy a mikorrhiza-*Rhizobium*-*Metarhizium* kombinált kijuttatása során a lárvák és imágók száma csökkent, ahogyan a mikorrhiza-*Rhizobium* és *M. anisopliae* kezelés esetében is. A szemtermés-veszteség minden kezelésnél csökkent a kontrollhoz képest (Ngakou et al., 2008).

3.5. A szárazföldi ászkarákok megítélése

A talaj élővilágának összessége, az edafon, melynek legnagyobb frakcióját a mikroorganizmusok teszik ki. A talajok élőlényeinek közösségi anyagcseréjében számos gerinctelen és gerinces állat is részt vesz (Kuzjakov et Blagodatskay, 2015). Ezek szerepe elsősorban a mikroorganizmusok fogyasztása, mennyiségi és minőségi szabályozása. Az ízeltlábúak (ászkarákok, ikerszelvényesek, stb.) táplálkozásuk során felaprítják az elhalt szerves növényi maradványokat (Zimmer et al., 2002). A szárazföldi ászkarákok talajformáló és a talaj mikrobiológiai aktivitásában betöltött szerepe abban áll, hogy a bomló szerves anyagokat elfogyasztva a talajlakó baktériumok és gombák számára hozzáférhetővé teszik azt az immobilizáció, mineralizáció és humifikáció folyamataihoz (Gere, 1956; Lavelle et al., 2006; Vilisics et al., 2012; Zimmer et Topp, 1999).

A szárazföldi ászkarákok biológiai körforgásban betöltött szerepe kulcsfontosságú és elvülhetetlen (Otártics et al., 2014) azáltal, hogy részt vesznek elhalt növényi maradványok lebontásában, a humuszképződés elősegítésében, így gazdagítják a talaj tápanyag- és humusztartalmát (Forró et Farkas, 1998; Capinera, 2008). Megfigyelések szerint a lebontás eredményessége nagyban függ a rendelkezésre álló szerves nyersanyagok minőségétől, az ászkarákok és mikroorganizmusok faji megoszlásától (El-Wakeil 2015). Mészárosné Póss (2022) kimutatta, hogy a szárazföldi ászkarákok előnyben részesítik a szerves anyaggal takart területeket a takaratlan talajfelszínhez képest, a *P. pruinosus* és a szerves talajtakarás együttes jelenléte pedig segít megőrizni a talaj mikrobiális aktivitását.

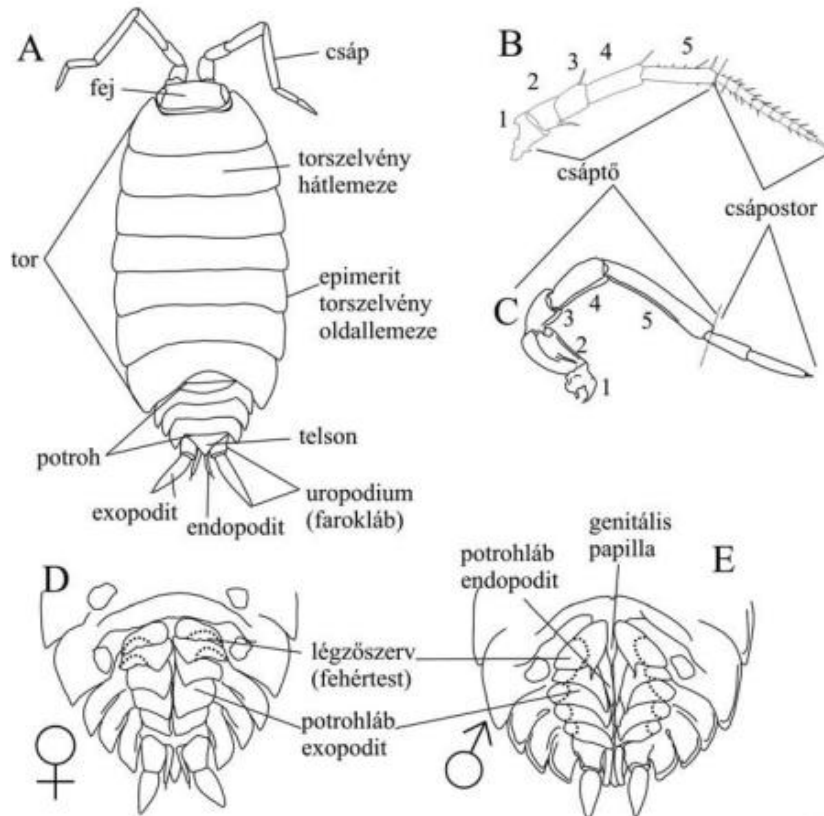
3.5.1. A Szárazföldi ászkarákok

A szárazföldi ászkarákok (Oniscidea) (2. ábra) az Ízeltlábúak (Arthropoda) törzsön belül a Rákok (Crustacea) altörzsbe, a Felsőbbrendű rákok (Malacostraca) osztályba, Eumalacostraca alosztályba, Edriophthalma rendbe, az Isopoda alrendbe tartoznak. Közismert nevük a pincebogár (Farkas et Vadkerti, 2001). A világon körülbelül 3800 szárazföldi ászkarákfaj ismert (Worms, 2021), hazánkban ebből 57 faj jelenlétét állapították meg (Farkas et Vilisics, 2013). A bolygatott élőhelyeken szinantrop fajok a leggyakoribbak, mint például a kísérleteinkben is szereplő hamvas ászka (*Porcellionides pruinosus*) és érdes pinceászka (*Porcellio scaber*) (Hornung et al., 2009).

A makro- és mezoklimatikus tényezők mellett abiotikus (pl. talaj pH) és biotikus elemek (pl. táplálék) határozzák meg egy-egy faj megjelenését és életképességét (Warburg, 1987). A szárazföldi ászkarákok érzékenyen reagálnak a környezetük változásaira, ezért ökológiai indikátorszervezetként is alkalmazhatók (Hornung et al., 2011).

Széles körben elterjedtek és az emberközeli élőhelyeken is kifejezetten nagy egyedszámot érhetnek el (Vilisics et al., 2007). A nedvességvesztés elkerülésére érdekében általában éjjel aktívak, illetve előfordulásuk gyakoribb a nedvesebb helyeken, például avar vagy szalma alatt (Csonka, 2017).

A különböző típusú élőhelyek fajösszetételének eltéréseit főleg a zavarástűrés, az ökológiai igények és a fajok jelenléte-hiánya magyarázza (Hornung et al., 2009, Vilisics et al., 2007). A fajgazdagság egyenesen arányos a vegetáció sűrűségével (Hornung et al., 2009). Mészárosné Póss (2022) megállapította, hogy talajtakarás hatására a szárazföldi ászkarákok évről évre nagyobb faj- és egyedszámban jelentek meg a mulcsozott területeken, előnyben részesítve a dióavart és vegyes avart a szalma- és komposztmulcshoz, valamint a takaratlan talajfelszínhez képest.



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

3.5.2. A szárazföldi ászkarákok növényvédelmi szerepe

A szárazföldi ászkarákok az integrált gazdálkodásban nem-cél szervezetként szerepelnek, mivel sem kártevő, sem hasznos voltukat nem bizonyított. A tudomány és a köztudat sokáig tekintett rájuk kártevőként (Gratwick, 1992; Schneider et Krczal, 1984; Vernon et Dennis, 1966).

Mivel a szárazföldi ászkarákok kifejezetten igénylik a bűvőhelyet és a nedves, párás környezetet, ezért jelenlétük szántóföldeken gyakorlatilag nem észlelhető (Whitworth et al., 2008), a talajművelés csökkenésével azonban (no-till) megnő a jelentőségük. Megfelelő környezetben az ászkarák-populációk gyorsan gyarapodnak, és esetenként elérhetik a gazdasági kártétel küszöbét is. A no-till gazdálkodás során kimutatták, hogy a felszaporodó szürke gömbászkák (*Armadillidium vulgare*) veszélyt jelentettek a termesztett szójababra. A szójátáblán így felszaporodott populációk

károkozása a soron következő terményekben fokozottabban jelentkezik (Brody et Lawlor, 1984; Alfaress, 2012).

A magas páratartalomú, zárt termesztőberendezésekben még inkább gondot jelenthet az ászkarákok jelenléte, hiszen elfogyasztják a földre lehajló, földdel érintkező növényi részeket (Garland et Seaman, 1994), legyen az saláta, brokkoli, káposzta, eper, kukorica vagy burgonya (Martinez et al., 2014). A kétszikű növények az egyszikű növényekkel szemben értékesebb, magasabb tápértékű táplálékot jelentenek az ászkák számára (Rushton et Hassal, 1983). Kedvelik a nagy nedvesség tartalmú és nagy tápanyag-koncentrációval rendelkező burgonyát (Montesanto et Cividini, 2017).

Az ászkarákok érendjében ugyanakkor a különféle, természetben előforduló magvak is helyet kaptak (Saska, 2008), valamint elfogyasztják a gombák spóráit, gombafonalait (Póss et al, 2017). Mészárosné Póss (2022) a szárazföldi ászkarákok kórokozófogyasztásának vizsgálata során megállapította, hogy a *S. sclerotiorum*, *Macrophomina phaseolina*, *F. solani* növénykórokozó gombáknál az ászkák telepelfogyasztása nagyobb mértékű volt, mint a telepek regenerálódása. Az ászkarákok szívesen fogyasztották a kórokozók bizonyos képleteit és a kórokozó által elpusztított növényi szöveteket, ezáltal akadályozva azok terjedését.

4. Anyag és módszer

4.1. Szabadföldi talajtakarásos kísérletek

A kísérleti évek szabadföldi vizsgálatainak kísérlet beállításai, azok főbb változói az 1. táblázatban kerültek összefoglalásra a könnyebb áttekinthetőség érdekében.

1. táblázat: Helyszín, területnagyság, elővetemény, ismétlésszám, burgonyafajta, takaróanyag, vetésmód és mikroorganizmus-kezelés a szabadföldi burgonyakísérletek évei alatt.

év	Helyszín	Terület nagyság (m ²)	Elővetemény	Ismétlésszám	Burgonyafajta	Takaróanyag	Vetésmód	Mikroorganizmus-kezelés
2013	Gödöllő (MATE)	292	Burgonya	2	Balatoni Rózsa, Démon, Hópehely, Katica, Sárpo Mira, White Lady	Vegyesavar	Talajba	Nincs
	Gödöllő (Blaha)	1032	Burgonya	1	Balatoni Rózsa, Démon, Hópehely, Katica, Sárpo Mira, White Lady	Vágott fű	Talajba	Nincs
	Isaszeg	40	Burgonya	1	Balatoni Rózsa, Démon, Hópehely, Katica, Sárpo Mira, White Lady	Vágott fű	Talajba	Nincs
	Nagyecsér	65	Burgonya	1	Balatoni Rózsa, Démon, Hópehely, Katica, Sárpo Mira, White Lady	Vágott fű	Talajba	Nincs
2014	Gödöllő (MATE)	432	Burgonya	2	Démon, Hópehely, Sárpo Mira, White Lady	Vegyesavar	Talajba	Nincs
	Isaszeg	40	Burgonya	1	Démon, Hópehely, Sárpo Mira, White Lady	Vágott fű	Talajba	Nincs
	Nagyecsér	65	Burgonya	1	Démon, Hópehely, Sárpo Mira, White Lady	Szalma	Talajba	Nincs
2015	Gödöllő (MATE)	348	Burgonya Kukorica	4	Démon, Hópehely	Vegyesavar	Talajba	Nincs

év	Helyszín	Terület nagyság (m ²)	Elővetem ény	Ismétlés -szám	Burgonya -fajta	Takaróanyag	Vetés mód	Mikroorga nizmus-kezelés
2016	Gödöllő (MATE)	288	Burgonya	8	Démon, Hópehely	Szalma, Dióavár, Vegyesavár, Komposzt	Talajba/ Talajfelszínre	Mikorrhiza, <i>T. asperellum</i>
2017	Gödöllő (MATE)	288	Burgonya	8	Démon	Szalma, Dióavár, Vegyesavár, Komposzt	Talajba/ Talajfelszínre	Mikorrhiza, <i>T. asperellum</i>
2018	Gödöllő (MATE)	288	Burgonya	8	Démon	Szalma, Dióavár, Vegyesavár, Komposzt	Talajba/ Talajfelszínre	<i>M. anisopliae</i> , <i>T. asperellum</i>

4.1.1. Gödöllő, Kísérleti tér (2013–2015)

Kísérlet helyszíne

Gödöllőn, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Integrált Növényvédelmi Tanszék kísérleti terén (47°35'29" N 19°21'57" E) állítottuk be 2013–2015 között egyik szabadföldi kísérletünket (3. ábra). A területet erdő övezi, benne pedig különböző szántóföldi növényeket természetnek. Az általunk használt parcella előveteménye több éven át burgonya volt. Talaja durva homok fizikai talajféleséggel dominált barna erdőtalaj.



3. ábra: Burgonya talajtakarásos szabadföldi kísérletek helyszíne a MATE Integrált Növényvédelmi Tanszék kísérleti terén (Gödöllő, 2013–2015). Fotó: Google Earth, 2023.

Alkalmazott takaróanyagok

A talajtakaráshoz a szervesanyagot minden helyszínen, a lehetőségek szerinti legegyszerűbb, illetve legéletszerűbb módon gyűjtöttük. Ezen a területen nem állt rendelkezésre levágható fű, vagy gyomnövényzet, ezért az előző ősszel gyűjtött, és a közelben lévő tárolóba raktározott vegyes

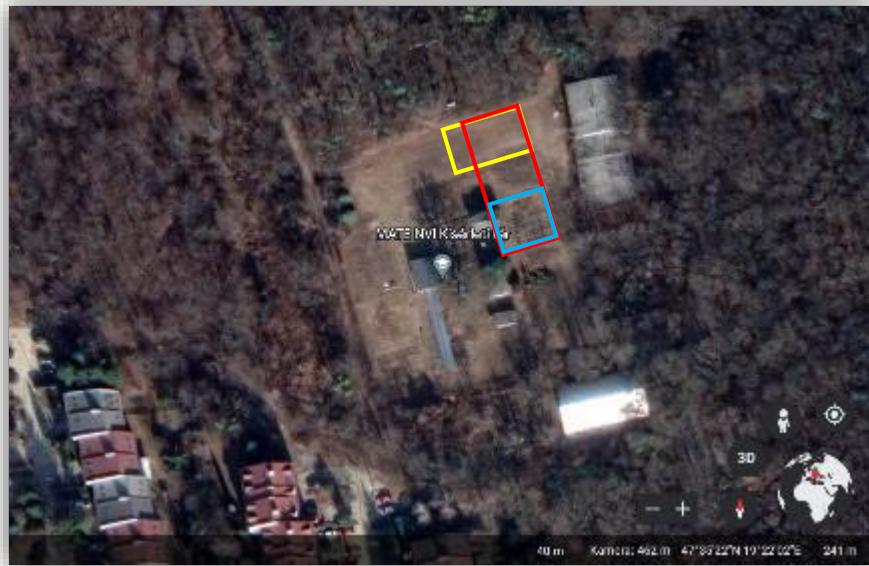
fajösszetételű levelekkel (avarral) végeztük a takarást mindhárom évben. A vegyes avartakaró minden esetben legalább 50% mezei juhar (*Acer campestre*) levélből, valamint juharlevelű platán (*Platanus × acerifolia*), kocsányos tölgy (*Quercus robur*) és egyéb juharfajok (*Acer* spp.) leveleiből tevődött össze.

Tesztnövény

Vizsgálataink céljára fehér (Hópehely, White Lady) és rózsaszín (Balatoni rózsa, Démon, Katica) héjú, a Pannon Egyetem Agrártudományi Kutatóközpont Burgonyakutatói Központjában, valamint Zircen (Sárpo Mira) nemesített, fémzárolt, középkorai, bőtermő, tárolási célú burgonyafajtákat használtuk (9.2.1. melléklet). Azért ezeket a fajtákat választottuk, mert az Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet (ÖMKi) burgonyafajta összehasonlító kísérleteiben ezek az ellenálló fajták bizonyultak a leginkább alkalmasnak a szintetikus növényvédő szerek nélküli eredményes burgonyatermesztéshez (Papp et al., 2016). A kémiai növényvédelem nélküli termelésre pedig azért volt szükség, hogy a kísérlet során kizárólag a talajtakarás hatásai érvényesülhessenek a megfigyelt károsítók előfordulására, illetve károsítására. A kísérletek éve alatt, minden helyszínen, minden évben gépi talajművelés nélküli, monokultúrás termesztés folyt, melynek során nem alkalmaztunk sem öntözést, sem pedig tápanyagutánpótlást.

Kísérlet időbeli lefolyása

Tavasszal a fémzárolt vetőgumókat kézzel, 26 db 12 m hosszú sorba vetettük, egymástól 20–25 cm távolságra, 90cm-es sorközzel. A burgonyafajták sorrendje 2013-ban a következő volt: Hópehely, Katica, White Lady, Sárpo Mira, Démon, valamint Balatoni Rózsa. Az előbbi fajtasorrend vetését négyszer ismételtük egészen a 26. sorig. A következő évben már csak 4 féle fémzárolt vetőburgonya fajtát biztosított számunkra a keszthelyi Burgonyakutatói Központ, így azokat vettük el 40 db 22 m hosszú sorba a következő sorrendben ismételve a fajtákat: White Lady, Sárpo Mira, Hópehely, Démon. A kísérleti parcella is új tájolást és nagyobb parcellaméretet kapott (4. ábra). 2015-ben tovább csökkent a kísérletbe vonható burgonyafajták száma, így akkor egymást soronként váltva Démon és Hópehely fajtájú gumók kerültek elvetésre. Vetéssel egybekötve minden évben elkészítettük a 15–20 cm magas bakhátat is, majd 2–3 héttel később a gyomlálással egybekötött szekunder bakhátat.



4. ábra: Burgonyaparcellák elhelyezkedése (2013: sárga, 2014: piros, 2015: kék négyzet).
(Google Earth 2023).

A sorközök, illetve a sorok összefüggő takarását kb. 15–20 cm vastagon végeztük, mely később kb. 10cm vastagságúra esett össze. A vegyesavart 2013-ban az első 13 sor északi felén terítettük szét, míg a sorok déli felét takaratlanul hagytuk kontrollnak. A 14. sortól ez fordítva történt, a sorok északi fele volt takarva, a déli fele pedig fedetlen maradt (5. ábra).



5. ábra: A vegyes avarral akart és takaratlan burgonyasorok. Gödöllő, MATE Kísérleti tér, 2013 (Fotó: Südiné Fehér Anikó).

A takarás 2014-ben is hasonlóan zajlott, csak akkor az első 20 sor nyugati-, a második 20 sor keleti fele lett takarva, a másik oldaluk pedig fedetlenül hagyva. 2015-ben is hasonló elrendezésben elnegyedelve a parcellát lett beállítva a kísérlet. A takaróanyagot mindig akkor terítettük, mikor a burgonyanövény elérte a 10–15cm-es magasságot.

A burgonyagumók felszedését 2013.-ban szeptember 18.-án, 2014-ben október 8–10. között, 2015-ben pedig november 2-án végeztük, fél soronként (kezelésenként) haladva a felszedéssel (6. ábra).



6. ábra: Az elvetett, a kifejlődött és a betakarított burgonya. Gödöllő, Kísérleti tér, 2014 (Fotó: Südiné Fehér Anikó).

4.1.2. Gödöllő, Blaha (2013)

Kísérlet helyszíne

A gödöllői Blaha városrészen található kísérleti terület szomszédságában főként lakó-, ill. hétvégi házak találhatóak a hozzájuk tartozó háztáji kerttel. A terület előveteménye itt is burgonya volt több éven át a fentebb említett célból. Mivel azonban a terület bérleti szerződése 2013-ban lejárt, így itt csak ebben az évben végezhetünk kísérletet (7. ábra).



7. ábra: Burgonyaparcella elhelyezkedése. Gödöllő, Blaha, 2013 (Google Earth 2023).

Alkalmazott takaróanyagok

Ezen a kertvárosi helyszínen lekaszált, illetve levágott fűből állt a legtöbb a rendelkezésünkre, így vágott fűvel végeztük a talaj takarását. A vágott fűvet főként angol perje (*Lolium perenne*) és a réti perje (*Poa pratensis*) alkotta, egyéb fajok (-5%) pedig a csomós ebír (*Dactylis glomerata*), tarackbúza (*Elymus repens*), apró szulák (*Convolvulus arvensis*), mezei aszat (*Cirsium arvense*), ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), juhcsenkesz (*Festuca ovina*) és a cérnatippan (*Agrostis capillaris*) voltak.

Tesztnövény

A kísérletbe vont tesztnövény itt is a hatféle burgonyafajta (Balatoni Rózsa, Démon, Hópehely, Katica, Sárpo Mira, White Lady) volt, melyek fémzárolt vetőgumóit használtuk.

Kísérlet időbeli lefolyása

A burgonyát április 23.-án ültettük 62db, 18,5m hosszú sorba, soronként más-más fajtából a következő sorrendben: Démon, Balatoni Rózsa, Sárpo Mira, White Lady, Katica, Hópehely, majd ez a sorrend ismétlődött 10-szer.

A sorközök, ill. sorok összefüggő takarását fűnyesedéssel végeztük oly módon, hogy azok ÉK-i fele takarva lett, míg a DNy-i fele takaratlan kontrolnak lett hagyva. A burgonyagumók kezelésként, kézzel való kiásása két hetet vett igénybe október 10.-i befejezéssel (8. ábra).



8. ábra: Soronként (fajtánként) kiásott, kezelésként (takart és takaratlan) halmozott burgonyagumók. Gödöllő, Blaha, 2013 (Fotó: Südiné Fehér Anikó).

4.1.3. Isaszeg (2013–2014)

Kísérlet helyszíne

Gödöllő szomszédságában, az Isaszegtől ÉNy-ra elhelyezkedő Ilka major legelővel határos kísérleti parcelláján 2013-as, ill. 2014-es évben állítottuk be kísérletünket, mely előveteménye szintén burgonya volt. A kísérleti parcella mindkét kísérleti évben ugyan ott helyezkedett el (9. ábra).



9. ábra: Burgonyaparcella elhelyezkedése. Isaszeg, Ilka major 2013,2014 (Google Earth, 2023).

Alkalmazott takaróanyagok

Ezen a területen szintén lekaszált, illetve levágott fűből állt a legtöbb a rendelkezésünkre, így fűnyesedékkal végeztük a talaj takarását. A vágott fűvet itt is főként angol perje (*Lolium perenne*) és a réti perje (*Poa pratensis*) alkotta, valamint csomós ebír (*Dactylis glomerata*), tarackbúza (*Elymus repens*), ürömlevelű parlagrafű (*Ambrosia artemisiifolia*), juhcsenkesz (*Festuca ovina*) és cérnatippan (*Agrostis capillaris*).

Tesztnövény

2013-ban hat burgonyafajta (Balatoni Rózsa, Démon, Hópehely, Katica, Sárpo Mira, White Lady), 2014-ben pedig négy féle (Démon, Hópehely, Sárpo Mira, White lady) burgonya fémzárolt vetőgumója került elültetésre.

Kísérlet időbeli lefolyása

Mindkét évben 8db rövid, 8m hosszú sort ültettünk, a már ismertetett burgonyafajtákból (10. ábra). Első évben: Balatoni Rózsa, Démon, Hópehely, Katica, Sárpo Mira, White Lady; második évben: Démon, Hópehely, Sárpo Mira, White lady volt a sorrend. Az első évben a fennmaradó két sor szintén Sárpo Mira volt. Az ültetést mindkét évben április végén végeztük, a többi helyszínhez hasonló módon, ahogyan a későbbi gyomlálást és bakhátkészítést is.

A kertben gyűjtött fűnyesedékkal minden sor keleti felét fedtük be kb. 15cm vastagon (10. ábra). Mivel azonban ezt a takarást a 2014. május végén lezúduló eső teljesen elmosta, azt június elején meg kellett újítanunk. A felszedést mindkét évben egy menetben végeztük október végén (2013), illetve november elején (2014).

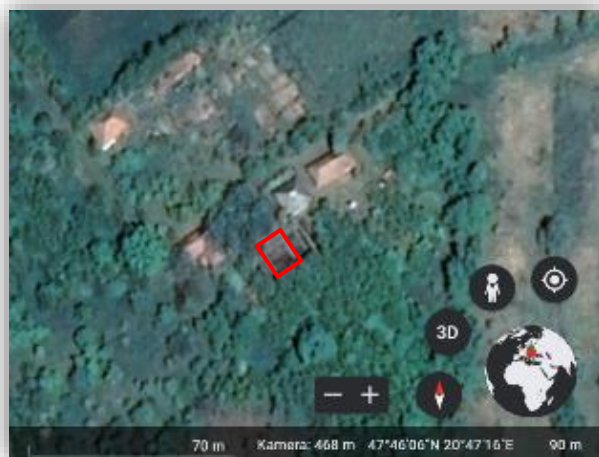


10. ábra: A szekunder bakhát készítése, és a fűnyesedékkal takart sorok. Isaszeg, Ilka major, 2014 (Fotó: Fehér Anikó).

4.1.4. Nagyecser (2013–2014)

Kísérlet helyszíne

A nagyecseri kísérleti parcella erdővel és szántókkal övezett terület, sok éves burgonyatermesztési múlttal. Itt 2013-ban és 2014-ben folytattuk kísérletünket, ugyan azon a parcellán (11. ábra).



11. ábra: Burgonyaparcella elhelyezkedése, Nagyecser 2013, 2014 (Google Earth, 2023).

Alkalmazott takaróanyagok

Ezen a területen 2013-ban lekaszált, ill. levágott fűből állt a legtöbb a rendelkezésünkre, így fűnyesedék fűnyesedéket, majd 2014-ben friss búzaszalmát használtunk talajtakaróként, mely a közeli szántóföldről származott. A vágott fű főként angol perje (*Lolium perenne*), réti perje (*Poa pratensis*), és tarackbúza (*Elymus repens*), valamint ürömlevelű parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), csomós ebír (*Dactylis glomerata*), juhcsenkesz (*Festuca ovina*) és cérnatippan (*Agrostis capillaris*) fajokból állt.

Tesztnövény

2013-ban hat féle burgonyafajta (Balatoni rózsa, Démon, Hópehely, Katica, Sárpo Mira, White Lady), 2014-ben pedig négy féle (Démon, Hópehely, Sárpo Mira, White Lady) burgonya fémzárolt vetőgumója került elültetésre.

Kísérlet időbeli lefolyása

A burgonyát itt mind a két év április első felében ültettük 9db 8m hosszú sorba. Az első évben a szokásos 6 db burgonyafajta került az első 6 sorba, majd a fennmaradó három sorba Sárpo Mira. A másik évben a 4db burgonyafajtát használtuk kétszer ismételve a sorrendet, illetve egy kiegészítő Sárpo Mira sorral. A gyomlálás és töltögetés a szokásos módon történt.

Talajtakaráshoz 2013-ban a fűnyesedéket, 2014-ben a friss búzaszalmát a sorok Ny-i felére terítettük, kb. 15cm vastagságban, mikor a burgonyanövények is hasonló magasak voltak. A gumók felszedése a felsorokból október 10-én és a következő évben november 5-én történt egy menetben.

4.1.5. Kísérletek kiértékelése (2013–2015)

A felszedett burgonya tömegét minden évben előbb a helyszínen kezelésként egyben lemértük, majd kiválogattuk közülük a sérült gumókat. Ezek tömegét külön felcímkézett zsákokba helyezve ismét lemértük, majd a szedés végeztével felvittük a Növényvédelmi Intézet Rovartani Laborjába későbbi laborvizsgálatok céljából (12. és 13. ábra). Itt egyesével megvizsgálva a gumókat, táblázatba vezettük azon kórokozók, ill. kártevők nevét, melyek a károsítást okozták, illetve az általuk károsított gumók számát. Így jártunk el az első három évben, minden területen.



12. ábra: A károsított burgonyagumók azonosítása. Gödöllő, 2013 (fotó: Südiné Fehér Anikó).



13. ábra: Fuzárium (A), drótféreg- (B), és pajor (C) okozta kárkép alapján szétválogatott burgonyagumók. Gödöllő, 2013 (Fotó: Fehér Anikó).

A burgonya őszi, kézzel való felszedése során begyűjtöttük és azonosítottuk a talált élő kártevő egyedeket is. Ezek az *Amphimallon assimile* és az *Agriotes ustulus* fajokhoz tartoztak. A talált károsító egyedek kis száma (évenként két-három egyed) azonban nem tette lehetővé a statisztikai elemzést.

4.1.6. Statisztika (2013–2015)

A szabadföldi burgonyakísérletek értékelésékor a terméseredményeket minden esetben g/m^2 -re számítottuk át, így a különböző nagyságú kísérletek egységesen tudtuk értékelni. Minden kísérletben minden egyes burgonyanövény be lett vonva a kísérlet értékelésébe.

Adataink elemzéséhez a Microsoft Excel 2019 táblázatkezelő programot használtuk. A kezelések kiértékeléséhez és diagramok készítéséhez egytényezős varianciaanalízist (ANOVA), Tukey-féle post-hoc tesztet, Welch-tesztet, korrelációanalízist alkalmaztunk, és két mintás t-próbát futtattunk le.

4.2. Szabadföldi talajtakarásos kísérlet (2016–2018)

Kísérlet helyszíne

Gödöllőn, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Növényvédelmi Intézet kísérleti terén (47°35'29" N 19°21'57" E) állítottuk be hároméves kísérletünket, így ezen a területen összesen hat éven át folytattunk talajtakarásos burgonyakísérletet.

Az alkalmazott takaróanyagok

Talajtakarásra négyféle szerves anyagot használtunk: diómentes vegyes avart, dióavart, búzaszalmát és komposztot. A vegyes avart alkotó lombot 2016-ban a Zöld Híd Régió Kft. biztosította. Faji összetétel alapján elsősorban juhar (*Acer* spp.) fajok levelét tartalmazta a gyűjtött takaróanyag. A további években a Szent István Egyetem Biztonságszervezési és Műszaki Igazgatóság Kertészeti osztálya biztosította a vegyesavart. Az Egyetem parkosított területeiről gyűjtötték össze a túlnyomó többségben (kb. 50%) mezei juhar (*Acer campestre*), juharlevelű platán (*Platanus × acerifolia*) és kocsányos tölgy (*Quercus robur*) összetételű takaróanyagot.

A dióavarhoz Gödöllőn, házikertekben külön gyűjtött és zsákolt formában jutottunk hozzá. A búzaszalmát szintén Gödöllőről, Babarcsi József termelőtől szereztük be, míg a komposztanyag a 'Zöld Híd Komposzt' (04.2/3245-2/2017 NÉBIH 2019) kereskedelmi forgalomban kapható terméke, melyet a Zöld Híd B.I.G.G. Nonprofit Kft. állított elő települési és lakossági zöldhulladékból.

Tesztnövény

Vizsgálataink céljára 2016-ban egy fehér (Hópehely) és rózsaszín (Démon) héjú, a Pannon Egyetem Agrártudományi Kutatóközpont Burgonyakutatói Központjában nemesített, fémzárolt, középkorai, bőtermő, tárolási célú burgonyafajtákat használtuk. A további két évben kizárólag Démon fajtájú, fémzárolt gumók kerültek elvetésre.

Takarás

A burgonyaparcellák talajtakarása minden évben a vetés előtt történt. 2016-ban március 9-én, 2017-ben március 27-én, 2018-ban pedig április 9-én. A parcellákat először gyommentesítettük, majd az előző évről ottmaradt takaróanyagokra kézzel egyenletesen ráterítettük az új takaróanyagokat. Az így kapott takaróréteg 10–15cm magas volt, mely a tenyészidőszak vége felé 5–10cm vastagságúra esett össze.

Vetés

Egy parcellán belül 4 fészket alakítottunk ki. 2016-ban minden fészekbe egy Hópehely és egy Démon fajtájú vetőgumót helyeztünk a kelési biztonság érdekében. 2017-ban és 2018-ban két darab Démon fajtájú gumó lett egy fészekbe vetve. A gumók vetése minden évben kétféleképpen történt a takart parcellákban. A parcellák felében előbb kézzel széthúztuk a takaróanyagot a vetés helyén és a talajfelszínre helyeztük a gumókat. Ezt követően befedtük a gumókat takaróanyaggal. A parcellák másik felében kapa segítségével, a talajba 10–15 cm mélyen ásott gödörbe helyeztük a gumókat, majd földdel és mulccsal fedtük be. A takaratlan kontroll parcellákban értelem szerűen csak hagyományos, talajba vetés történt. Kapával ásott 10–15 cm mély gödörbe helyeztük a gumókat, majd földdel visszatakartuk.

Gyomlálás

A parcellák gyomlálása kézzel történt, a mulcs megbontása nélkül könnyen el lehetett távolítani a gyomokat. A takaratlan kontroll parcellákban viszont talajművelő eszközöket használtunk (pl: kézikapa).

Kísérleti elrendezés, ismétlések, véletlenszerűség biztosítása

Megfigyeléseinket két térbeli ismétlésben, a kísérleti tér két 12×12 méteres részén folytattuk. Az elővetemény 2015-ben az egyik („fenti”) területen burgonya, a másikon („lenti”) kukorica volt (14. ábra)



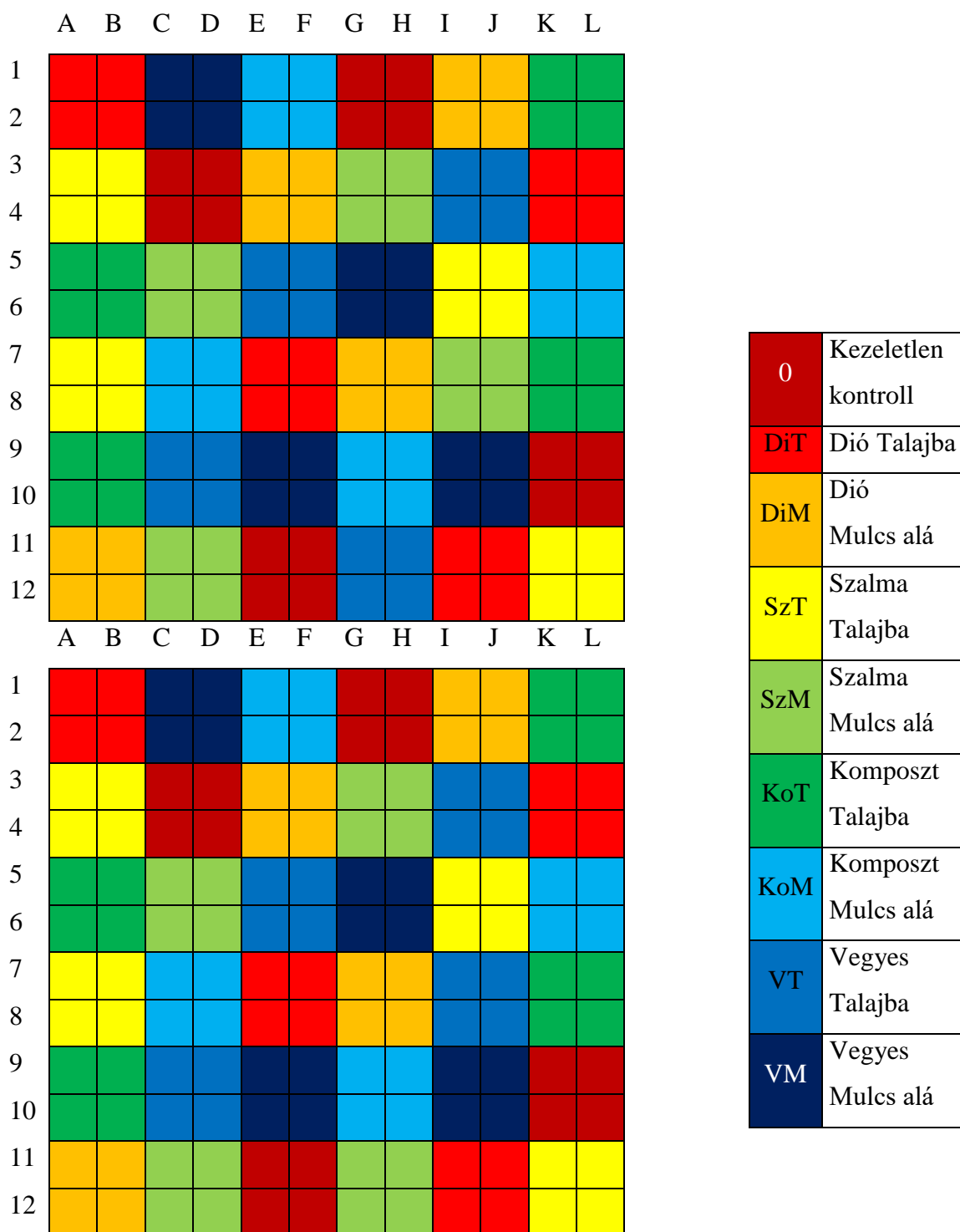
14. ábra: Szabadföldi burgonyakísélet parcelláinak elhelyezkedése a MATE Növényvédelmi Intézet kísérleti terén (Gödöllő, 2016–2018) (sárgával jelölt „fenti” parcella; kézzel jelölt „lenti” parcella). Fotó: Google Earth, 2023.

Mindkét parcellánál egy fenyőfadeszkákból készített keret adta a vázat és a fizikai izolációt a takaróanyagok és az egyes kezelések között. A 15 cm magas deszkák térbeli elrendezésüknek köszönhetően 2×2 m-es, vagyis 4 m^2 területű mikroparcellákra osztották szét a kísérleti területeket. Egy mikroparcellába 4–4 növény került elvetésre, négyszög alakzatban, így minden növénynek 1 m^2 nagyságú tenyészterület volt biztosítva (15. ábra).



15. ábra: A mikroparcellánként négy burgonyabokor és az öt féle talajtakarás kezelés (búzaszalma, dióavár, vegyes avár, komposzt és takaratlan kontroll) elhelyezkedése a szabadföldi kísérletben (Gödöllő, 2016–2018). (Fotó: Südiné Fehér Anikó, 2016)

A kísérlet összességében 2×36 , vagyis 72 mikroparcellát foglalt magában. A vizsgálatban szereplő takaróanyagok (szalma, dióavár, diómentes vegyesavár és komposzt) valamint a kétféle vetésmód (talajfelszínre mulcs alá vagy talajba) térbeli elrendezése a parcellákban véletlen blokk mintát követett, takarásonként 16, vetésmódonként pedig 8 ismétléssel. Illetve a takaratlan kontroll esetében is 8 ismétléssel. (16. ábra).



16. ábra: A talajtakarásra használt szerves takaróanyagok és vetésmódok elrendezése a szabadföldi vizsgálatban, burgonyatermesztés mellett, két térbeli ismétléssel (Gödöllő, 2016–2018).

A kísérlet időbeli lefolyása

A kísérlet három éven át, 2016–2018 között zajlott. Mindhárom év tereprendezéssel és a takaróanyagok kihordásával kezdődött. Ezt közvetlenül követte a burgonya vetése 2016. március 11-én, 2017. április 25-én, és 2018. április 22-én.

A parcellák kézzel való gyomlálását minden évben több alkalommal végeztük a vetéstől a betakarításig átlagosan havi rendszerességgel. A gyomlálások dátumai a következők voltak:

- 2016: május 31, június 27, július 18, augusztus 08.
- 2017: május 09, június 07, július 27, augusztus 10.
- 2018: május 22, június 17, július 13.

A burgonyagumók felszedése 2016-ban szeptember 15-én és 16-án, 2017-ben szeptember 15-én, 2018-ban pedig szeptember 25-én történt. A gumók vizsgálata és mérése ez után vette kezdetét és minden évben több hetet vett igénybe.

A kísérlet kiértékelése

Ősszel, a kézzel felszedett burgonyagumókat külön tárolóedényekbe gyűjtve a Kísérleti tér egy zárt téglapületében helyeztük el a kiértékelésig (17. ábra).



17. ábra: Kiértékelésre váró burgonyagumók, kezelésenként külön edénybe gyűjtve és tárolva. (2017, Gödöllő, fotó: Südiné Fehér Anikó).

A gumók súlyát egyesével, digitális konyhai mérlegen lemértük, majd megvizsgáltuk a gumók minőségét is. Egy gumó több szempontból is osztályozásra került. A gumókat külön értékeltük az alapján, hogy mutattak-e valamilyen abiotikus kárképet. Mivel a talajlakó kártevők burgonyagumón ejtett kárképeit nehéz kártevőre pontosan beazonosítani, így a kísérlet során előforduló kárképeket a méretük és egyéb jellemzőik alapján három kategóriába soroltuk (18. ábra):

- a. Rágás: rágcsálók (Rodentia) metszőfogai nyomán jellegzetes, párhuzamos sérüléseket mutató kárkép.
- b. Odvasítás: 5mm-nél szélesebb átmérőjű, változó mélységű lyuk, melyet jellemzően cserebogárpajor (Melolonthidae, *Agrotis* spp.) hagy maga után.
- c. Fúrás: 5mm-nél kisebb átmérőjű lyuk, melyből egymás mellett több is előfordul egyetlen gumón. A pattanóbogarak (Elateridae) jellegzetes kárképe.



18. ábra: Rágás (A), odvasítás (B) és fúrás (C) kárkép burgonyagumón (fotó: Südiné Fehér Anikó).

A kárképek meghatározása már faji szinten történt azok jellegzetességének köszönhetően (fuzárium koncentrikus körökből álló penészgyepe, varasodás körömmel is lekapható barna képletei, baktériumos lágyrothadás jellegzetes gumórothadása és szaga, stb.), de néhány gumót be is gyűjtöttünk, hogy laboratóriumi körülmények között is megvizsgálhassuk. Azek nem mindegyike szerepel az eredmények között tekintve a kísérleti évek alatt feljegyzett kis számukat.

Vizsgáltuk és feljegyeztük továbbá, hogy található-e a gumókon biotikus repedés vagy torzulás, napfény okozta zöldülés, illetve talajművelő eszköz által okozott vágásnyom.

A kártevők és kórokozók okozta károsítások, illetve az abiotikus károk mértékét is értékeltük. Erre vonatkozóan sem említ a szakirodalom korábbi, kidolgozott, egzakt mérési módszert, csupán szemléltető segédletet közöl néhány fotó formájában a károsodott burgonyagumóról (<http1>). Hesen és Kroesbergen (1960) a különböző típusú károsításokat három osztályba sorolja: enyhe, mérskelt vagy súlyos, melyek szemléltetésére szintén néhány fotót közöl.

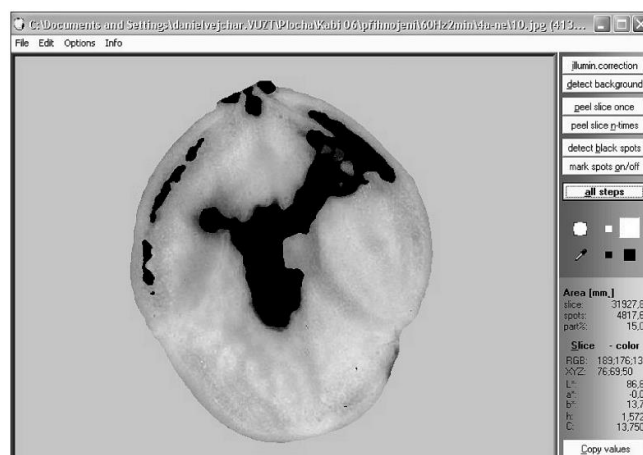
A gumóvágási minták digitális csúszómérővel is mérhetők (hossz, szélesség)

A kártevők és kórokozók okozta károsítások, illetve az abiotikus károk értékelésére bevezettünk egy újabb, 0–3-ig terjedő skálát:

0: ép gumó	1: enyhe kárkép	2: mérsékelt kárkép	3: súlyos kárkép
sem biotikus, sem abiotikus elváltozás nem észlelhető a gumón	egy-két, csupán felületi fűrés-, odvasítás-, vagy rágásnyom, 0,5-10mm közötti vágási sérülés stb.	több, csupán felületi fűrés-, odvasítás-, vagy rágásnyom, 0,5-10 mm közötti átmérőjű varasodás, vagy fuzárium kárkép, 10-30mm közötti vágási sérülés, 10-30mm közötti átmérőjű gumózöldülés, esetleg több károsítástípus is megfigyelhető egy gumón	több, jelentős kiterjedésű és mélységű károsításnyom, 30mm-nél hosszabb vágási sérülés, 30mm-nél nagyobb átmérőjű gumózöldülés, vagy ezek kombinációja egy gumón

Ma már léteznek olyan eljárások, melynek során például a vágási felület méretét, valamint azt a felületméretet, ahol a belső sérülést (színváltozásokat) találták, képesek automatikusan értékelni a KABI (ATB Bornim) program segítségével egy megvilágított dobozban lévő webkamerával a beszkenelt vágási kép alapján. kártevők és kórokozók okozta károsítások, illetve az abiotikus károk mértékét (Majerm et al., 2008, 19. ábra).

Jelen szabadföldi kísérleteink léptéke, valamint a rendelkezésre álló források hiányában nem állt módunkban ezt a módszert alkalmazni a kísérleteink során.



19. ábra: A burgonyagumó vágási sérülésének sötétítéssel (hússzürkülés, feketedés) történt értékelése a KABI számítógépes program segítségével (Majerm et al., 2008).

A gumók eladhatóságának a „piacosság” értékelésére bevezettünk egy újabb, 1–3-ig terjedő skálát:

1: 50g feletti, biotikus és abiotikus kártól mentes gumó (20. ábra, A)

2: 50g alatti és /vagy kisebb sérüléseket, kárképeket hordozó, esztétikai okok miatt már nem eladható, de még fogyasztható gumó (20. ábra, B)

3: 50g feletti vagy alatti, jelentős kárképeket és/vagy esztétikai hibát hordozó, már fogyasztásra is alkalmatlan gumó (20. ábra, C)



19. ábra: 1 (A), 2 (B), és 3 (C) piacossági kategóriába sorolt burgonyagumók (Südiné Fehér Anikó).

Begum et al. (2014) kísérletének értékelésekor ugyancsak használt méret szerinti megkülönböztetést, szintén 50g-nál húzva meg a határt a két gumófrakció között. Egyéb szempontból azonban nem értékelte a gumókat.

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 et al., 2001) használtuk, amelyben egytényezős varianciaanalízist (ANOVA), Tukey-féle post-hoc tesztet, Welch-tesztet, korrelációanalízist alkalmaztunk, és két mintás t-próbát futtattunk le. Az össztermés, piacképes hozam, fuzáriumos-, rágott-, torzult-, repedt-, zöldült- és vágott gumó összehasonlítása a takarás és a vetésmód lehetséges variációival történt. Az analízishez az adatokat logaritmikusan ($\ln(X+1)$) transzformáltuk össz- és ép termés esetén, illetve arcus-sinus transzformálással a gumósérülések százalékos aránya esetén.

4.3. *In vivo* mikroorganizmus kísérlet (2016–2017)

A kísérlet helyszíne

Gödöllön, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Növényvédelmi Intézet Kísérleti terén beállított talajtakarásos burgonyakísérlet parcellái szolgálták a kísérlet helyszínéül.

Használt anyagok

Mikorrhiza

A kísérlethez a kereskedelmi forgalomban kapható Symbivit[®] készítményt használtuk. Ez 6 mikorrhiza gombafajból (*Glomus claroideum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus geosporum*, *Glomus intraradices*, *Glomus microaggregatum* és *Glomus mosseae*) adalékanyagokból és természetes anyaghordozókból tevődik össze (Albrechtova et al. 2011).

T. asperellum

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növényvédelmi Intézetének törzsgyűjteményéből származó *T. asperellum* (T34-es törzs) antagonista gomba, hűtőben tárolt tenyészetét használtuk.

Táptalaj

A táptalaj összetevői Zándoki et al. (2005) alapján 1000 ml vízhez a következők: 150 g sűrített paradicsom (40% szárazanyag tartalom), 10 g glükóz. A táptalaj szilárdító anyaga 20 g agar-agar, a tengeri vörösalgákból kivont kétkomponensű gélképző poliszacharid-keverék. Főzőkuktában 120°C-on 1 atm túlnyomáson 30 percig sterilizáltuk, majd rövid hűtést követően Lamináris boxban 100 ppm koncentrációban klóramfenikolt adtunk hozzá. Végül 6 cm átmérőjű Petri-csészékbe töltöttük a táptalajt. Felhasználásig lamináris fülkében hagytuk a Petri-csészéket. Használat előtt felkapcsoltuk az UV-világítást 30 percre, a sterilitás biztosítása érdekében.

Kísérlet menete

Lamináris fülkében 10db, 9cm átmérőjű paradicsom táptalajt tartalmazó Petri-csészébe oltókacs segítségével szélesztettük a *T. asperellum* gombát. Egy héttel később a frissen sporuláló tenyészetekről nyert konídiumokból spóra szuszpenziót készítettünk, 0,1% Tween 80-at tartalmazó vízben, és felhasználásig (legfeljebb 24 óra) 5°C-on tároltuk (21. ábra).



21. ábra: *T. asperellum* spórák vízzel és Tween80-al történő feloldása és főzőpohárba helyezése (A) valamint a 10db Petri-csészényi spórából elkészült szuszpenzió (B) (2016, Gödöllő. fotó: Südiné Fehér Anikó).

2017-ben elvégeztük a *T. asperellum* szuszpenzió spóraszámát Bürker-kamra segítségével $5 \cdot 10^5$ /ml-re állítottuk be.

Tavasszal, közvetlen a burgonya vetése előtt csáváztuk a gumókat a két mikroorganizmus frissen előállított spóraszuszpenziójával. A vetőgumót megmártottuk a laborban előkészített *T. asperellum* szuszpenzióban úgy, hogy az a gumót teljesen befedje. A gumót ezután ültetőgödörbe helyeztük. A mikorrhiza készítményből 30g-ot mértünk ki bokronként és az ültetőgödör aljára szórtuk, majd közvetlenül ráhelyeztük a vetőgumókat. Így közvetlen érintkezésbe került a gumóval, a későbbi gyökérkapcsolat létrejöttéhez (22. ábra). Mindkét évben (2016 és 2017) így zajlott a kísérlet beállítása.



22. ábra: *T. asperellum* szuszpenzióba mártott és az ültetőgödörbe szórt Symbivit mikorrhiza készítményre helyezett burgonya vetőgumók (2017, Gödöllő. fotó: Südiné Fehér Anikó).

Kísérleti ismételések, véletlenszerűség biztosítása

A 72db parcella mindegyikében négy burgonyanövény kapott helyet, egymástól egy-egy méter távolságra. Az egyiket mikorrhiza, a másikat *T. asperellum*, a harmadikat mindkettő gombával egyszerre, a negyediket pedig egyikkel sem (kontroll) kezeltük. A mikroorganizmusok vizsgálata 8 ismételéssel történt.

4.4. *In vivo* mikroorganizmus kísérlet (2018)

A kísérlet helyszíne

Gödöllőn, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Növényvédelmi Intézet Kísérleti terén beállított talajtakarásos burgonyakísérlet parcellái szolgáltak továbbra is a kísérlet helyszínéül.

Használt anyagok

M. anisopliae

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.

T. asperellum

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növényvédelmi Intézetének törzsgyűjteményéből származó *T. asperellum* antagonista gomba (T34 strain (CECT No. 20417)), hűtőben tárolt tenyészetét használtuk.

Kísérlet menete

Paradicsom táptalajon szélesztettük a mikroorganizmusokat 10–10db 9cm-es Petri-csészében. Egy hét múlva, mikor a spóragyepek kitöltötték a Petri-csészéket, előkészítettük a mikroorganizmus szuszpenziókat (23. ábra).



23. ábra: *In vivo* mikroorganizmus kísérlethez használt szuszpenziók készítése (2018. Fotó: Südiné Fehér Anikó).

Ehhez 9–9ml vizet és 1–1 ml Tween 80-at pipettáztunk mindegyikbe és szélesztőpálca segítségével szuszpendáltuk a spórákat. Két külön főzőpohárba helyeztük a kétféle mikroorganizmus spóraszuszpenzióját. Ezután a főzőpoharakba 740ml csapvizet töltöttünk, majd homogenizáltuk az oldatokat. Egy harmadik, üres főzőpohárba 250ml-t töltöttünk a *T. asperellum*-os szuszpenzióból, majd szintén 250ml-t a *M. anisopliae*-s szuszpenzióból. Így a harmadik főzőpohárba 500ml került, mely 50-50%-ban tartalmazta a két mikroorganizmus oldatot. Az első két főzőpohárban pedig 500-500 ml maradt.

Tavasszal, közvetlen a burgonya vetése előtt csáváztuk a gumókat a két mikroorganizmussal. A vetőgumót a kezelések szerint megmártottuk a laborban előkészített szuszpenziók egyikében úgy, hogy a gumót teljesen befedje. A gumót ezután ültetőgödörbe helyeztük.

Kísérleti ismétlések, véletlenszerűség biztosítása

Mind a 72db parcellában a négy burgonyanövény egyikét *M. anisopliae*, a másikat, *T. asperellum*, a harmadikat mindkettő gombával egyszerre, a negyediket pedig egyikkel sem (kontroll) kezeltük. A korábbi évekhez hasonlóan itt is 8 ismétlésben zajlott a kísérlet.

4.5. Mikroorganizmusok hatását vizsgáló kísérletek kiértékelése (2016–2018)

Mindhárom év során betakarításkor a kísérletben szereplő összes gumó egyéni sorszámot kapott. A gumók tömegét egyesével megmértük majd megállapítottuk a rajta található kárkép, élettani elváltozás jellegét: elkülönítettünk rágáskárt (fűrás, odvasítás), fuzáriumos gumórothadást, gumózöldülést és gumórepedést. Korábbi vizsgálataink alapján más gumókár a területre csak elhanyagolható mértékben volt jellemző. Így ezek közül csak a rágáskárral és a fuzáriumos

gumórothadással foglalkoztunk a kísérletben, hiszen a kezeléseken alkalmazott mikroorganizmusoknak ez ellen a két gumókár ellen vártuk a hatását.

4.6. Statisztika (2016–2018)

A mikroorganizmusok hatását vizsgáló szabadföldi kísérletek (2016–2017 és 2018) statisztikai értékelésénél a terméstmög-adatokat nem transzformáltuk, a százalékos adatok (rágott gumók %-a, fuzáriumos gumók %-a) négyzetgyökét arkuszszinusz függvénnyel transzformáltuk, majd a bokronkénti relatív terméstmögrel súlyoztuk. A kezeléseket összehasonlítását egytényezős varianciaanalízissel és Tukey-féle post hoc teszttel, illetve, ha a varianciaanalízis feltételei nem teljesültek, akkor Kruskal-Wallis teszttel végeztük a PAST statisztikai program (Hammer et al., 2001) segítségével.

4.7. *In vitro* mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálat

Két egymást követő kísérletben vizsgáltuk a *Metarhizium anisopliae* és a *Trichoderma asperellum* gombafajok izolátumainak közös tenyészetben való növekedését. Az előkísérletben Burgonya dextróz agar (Potato Dextrose Agar, PDA) táptalajt használtunk a 9 cm átmérőjű Petri-csészékben. A ráoltásokat és méréseket pedig kétnaponta végeztük. A kedvezőbb növekedési feltételek biztosítása érdekében a táptalajt paradicsomra cseréltük. Az optimálisabb helykihasználás érdekében pedig kisebb, 6cm átmérőjű Petri-csészékre váltottunk. A gombák fejlődésének jobb nyomon követhetősége érdekében pedig 12 óránként történtek a ráoltások és a mérések. Jelen munkámban ez utóbbit mutatom be.

A kísérlet helyszíne

A két mikroorganizmussal folytatott laborkísérletet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Növényvédelmi Intézet Növénykórtani laborjaiban végeztük.

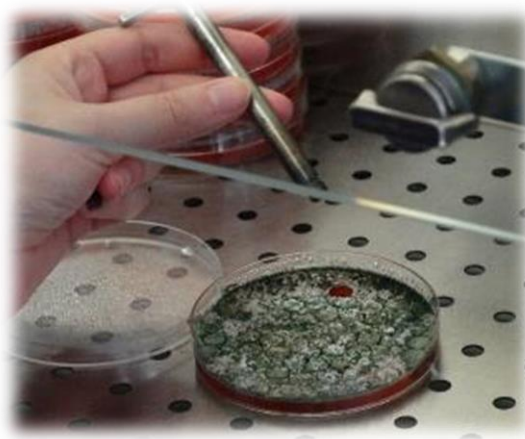
Használt anyagok

Mikroorganizmusok

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növényvédelmi Intézetének törzsgyűjteményéből származó *M. anisopliae* entomopatogén és *T. asperellum* antagonistá gombák, hűtőben tárolt tenyészetét használtuk.

Kísérlet menete

A *M. anisopliae* gombaspóráit steril fülkében szélesztetük paradicsom táptalajon. A *T. asperellum* gomba spóroláló tenyészetéből 8 mm-es korongokat vágunk (24. ábra).



24. ábra: *T. asperellum* gomba spóratenyészetéből korongok vágása, korongvágó eszköz segítségével (2017, fotó: Südiné Fehér Anikó).

A táptalajon szélesztett *M. anisopliae* gombára 12 órás időeltéréssel oltottuk rá az első öt *T. asperellum* korongot a spóragyeppelel lefelé fordítva, a Petri-csésze közepére helyezve, lándzsátú segítségével. Újabb 12 óra múlva újabb öt *T. asperellum* korongot helyeztünk az addigra már 24 órás *M. anisopliae* gombákra. Újabb 12, 24 majd 36 óra elteltével öt-öt-öt *T. asperellum* korong került a közben 36, 48 és 50 órája szélesztett *M. anisopliae* gombákra. Az inkubálási hőmérsékelt 25°C volt. A munkafolyamat során végig figyeltünk a steril eszközhasználatra, minimalizálva ezzel a felülfertőzés kockázatát.

Ismétlések, véletlenszerűség biztosítása

A kezeléseket öt ismétlésben végeztük. Kontrollként 5db Petri-csésze csak *M. anisopliae*, másik 5db pedig *T. asperellum* tenyészeteket tartalmazott önmagukban. Így összesen 30 db Petri-csészével dolgoztunk.

Kísérlet kiértékelése

A kísérletben a ráoltásokat 12 óránként (12, 24, 36, 48, 60 óra) végeztük. Minden ráoltással egyidőben felvételezésre kerültek a korábbi ráoltások is. Ennek során mindegyik Petri-csészén vonalzó segítségével, milliméter pontossággal megmértük a gombák telepátmérőit. Egymásra merőlegesen két átmérőt mértünk, majd ezt átlagoltuk, illetve feljegyeztük egyéb észrevételeiket is.

Statisztika

A kezeléseket összehasonlítását egytényezős varianciaanalízissel és Tukey-féle post hoc teszttel, illetve, ha a varianciaanalízis feltételei nem teljesültek, akkor Kruskal-Wallis teszttel végeztük a PAST statisztikai program (Hammer et al., 2001) segítségével.

4.8. Ászkarák kórokozó- és burgonya fogyasztásának vizsgálata

A kísérlet helyszíne

Az ászkarák *F. solani* gombára gyakorolt hatását, illetve gumófogyasztását vizsgáló kísérletet és annak értékelését a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (volt Szent István Egyetem) Növényvédelmi Intézet növénykórtani és rovar-tani laborjában végeztük.

Használt anyagok

Tárolóedény

A kísérlethez 30 db (15 × 11 × 11 cm-es fedeles) áttetsző műanyag dobozt használtunk, amelyek aljára enyhén nedvesített szűrőpapírt helyeztünk a nedvesség megőrzése érdekében, tetejüket pedig túvel sűrűn kilyuggattuk és a mérések időtartamától eltekintve lezárva tartottuk.

Fusarium solani (Martius) Saccardo

A burgonya kórokozó gomba a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATE Integrált Növényvédelmi Tanszék Rovartani és Növénykórtani Laboratóriumának törzsgyűjteményéből származott.

A kísérlethez a *F. solani*-t három darab 9 cm-es Petri-csészébe oltottuk burgonya dextróz agar (PDA) táptalajra. Miután a jellegzetes fehér micélium megjelent a felszínen, 5 mm átmérőjű korongokat vágunk ki az agarból és ezzel fertőztük a burgonyaumókat.

Ászkarák

Porcellio scaber (Latreille)

Az érdes pinceászka egy közepes méretű szárazföldi ászkarák, amelynek hossza 10–15 mm. Színe egységes, barna, szürke vagy narancssárga árnyalatokban. A hímek általában szürke árnyalatúak, míg a nőstények és a fiatalok tarkábbak. Világos, olykor igen halvány foltos húzódik a torlemezek két oldalán. Nem rendelkeznek olyan sima kutikulával, mint sok más *Porcellio* faj. A *Porcellio* nemre jellemző két tüdőpár fehér foltokként jelenik meg a potroh hasi oldalán. A közönséges érdes pinceászka gyakran megtalálható az ember környezetében, települések környékén. Zavarásra védekezésül "begörbíti" magát, elfut, vagy az első repedésbe szorítja magát (Farkas et Vilisics, 2013).

Porcellionides pruinosus (Brandt)

A hamvas ászka egy közepes méretű izopoda, amelynek hossza 8 mm körüli. Színe lehet hamvas barnás, lila, vagy szilvakék. A halvány motívumok leginkább a barna színű egyedeken láthatók. A

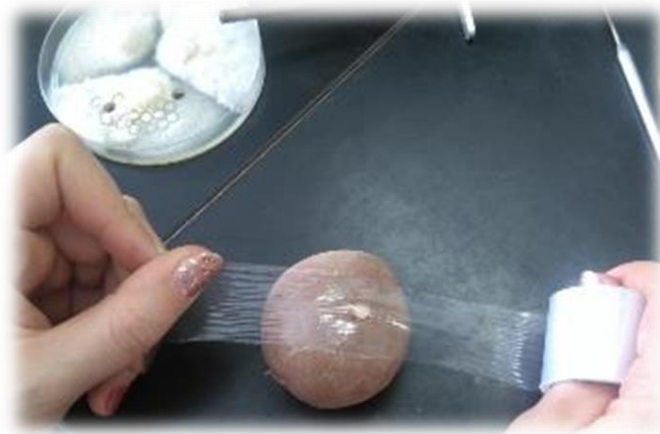
tor szélesebb, mint a potroh, ezért az egész test körvonalában hasadás van, ahol ezek a részek találkoznak. Települések gyakori faja. Különösen kedveli a komposzthalmokat. Azon kevés hazai ászkafajok egyike, amely szárazabb helyeken is előfordul (Farkas et Vilisics, 2013.)

Burgonyagumó

A korábbi kísérletekben is szereplő két burgonyafajtát vontuk a kísérletbe egyenlő mennyiségben: 30 darab Démon és 30 darab Hópehely fajtájú burgonyagumót. A kísérletben résztvevő gumók 60–70g közötti, egészséges, a szabadföldi kísérletből szelektált burgonyagumók voltak.

A kísérlet menete

A gumók mesterséges fertőzése *F. solani* kórokozóval úgy történt, hogy a gumók felének (30db) az egyik oldalán oltóláncza hegyével egy vékony, 5mm hosszú sebzést ejtettünk. Korongvágó eszköz segítségével 5mm átmérőjű korongokat vágunk ki az öt nappal korábban már előkészített *F. solani* jellegzetes, fehér micéliumával benőtt táptalajából. A sebzésekre helyeztük penészgyeppel lefelé fordítva a táptalajkorongot. A micélium kiszáradásának megakadályozása érdekében minden korongot vékony műanyag fóliával rögzítettük a gumóhoz (25. ábra), amelyet a sikeres fertőzést követően, öt nap elteltével eltávolítottuk a gumókról.



25. ábra: Burgonyagumó mesterséges fertőzése *F. solani*-val (2017, fotó: Südiné Fehér Anikó).

Először a burgonyagumókat, majd a vegyes korcsoportú ászkarákokat 2017. március 13-án helyeztük dobozokba. Mindegyik dobozba két azonos fajtájú gumót helyeztünk (26. ábra). Az egyik gumó egészséges volt, a másik mesterségesen *F. solani*-val fertőzött. Ezt követően a burgonyák mellé 10 dobozba 5 darab *P. scaber* egyed, másik 10 dobozba pedig 10 darab *P. pruinus* egyed helyeztünk. Közel azonos méretű, minden esetben ivarérett egyedek kerültek a kísérletbe. A *P. scaber* esetében feleannyi egyed használunk dobozonként, mert ennek a fajnak a példányai méretre és súlyra is nagyobbak, mint a másik faj egyedei. A maradék 10 doboz ászkarák nélküli kontroll volt,

mely csak burgonyát tartalmazott. Minden doboz és minden gumó egyedi sorszámot kapott. A beállítás után a dobozokat lefedtük és véletlenszerűen 22–25 °C-on helyeztük el. A kísérlet felszámolása a 10. napon történt, 2017. március 23-án.



26. ábra: Ászkarák burgonyagumó- és fuzáriumfogyasztását vizsgáló laborkísérlet, 2017 (Fotó: Südiné Fehér Anikó).

Kísérleti ismétlések, véletlenszerűség biztosítása

A kísérletet 10 ismétlésben végeztük, 30 dobozzal (27. ábra). Ebből 10 dobozban az egyik, 10-ben pedig a másik ászkafaj egyedeit helyeztük. A maradék 10db ászkarákot nem tartalmazó doboz volt a kontroll. A dobozok tálcán való elhelyezése véletlenszerűen történt.

Doboz száma	Ászka	Kezelés
1-10	5 db <i>P. scaber</i> /doboz	1-5 doboz: 1 fertőzött és 1 nem fertőzött Balatoni Rózsa/ doboz
		6-10 doboz: 1 fertőzött és 1 nem fertőzött Hópehely/ doboz
11-20	10 db <i>P. prunosus</i> /doboz	11-15 doboz: 1 fertőzött és 1 nem fertőzött Balatoni Rózsa/ doboz
		16-20 doboz: 1 fertőzött és 1 nem fertőzött Hópehely/ doboz
21-30	0 ászka (kontroll)	21-25 doboz: 1 fertőzött és 1 nem fertőzött Balatoni Rózsa/ doboz
		26-30 doboz: 1 fertőzött és 1 nem fertőzött Hópehely/ doboz

27. ábra: Ászkarák *F. solani* kórokozó- és a burgonyagumó fogyasztásban betöltött szerepét vizsgáló laborkísérlet kezelései (2017).

Értékelési gyakoriság, felvételezett mutatók

Az ászkák elhullását, a szaporulatot, a gomba fejlődését és terjedését, valamint az ászkák gomba- és burgonyafogyasztását 10 napon keresztül minden második napon rögzítettük (28. ábra).



28. ábra: *F. solani* penészgyp a mesterségesen fertőzött, illetve a mellé helyezett gumón (balra), valamint *P. scaber* egyedek burgonyafogyasztás közben és az okozott rágáskárok (jobbra) (2017, fotó: Südiné Fehér Anikó)

A burgonya veszteségét úgy számítottuk ki, hogy a gumókban lévő lyukak átmérőjét megszoroztuk azok mélységével. Ehhez vonalzó segítségével milliméter pontosan megmértük a lyukátmérőt, valamint a mélyedésbe egy drótszálat helyezve, majd azt a vonalzón megmérve megállapítottuk a lyuk mélységét is. Az ászkarákok gumófogyasztását Mészárosné Póss (2022) hasonló mérési módszerek alapján értékelte.

A gombás fertőzés mértékének becslésére szubjektív skálát generáltunk, ahol a 0 vizuálisan a fuzáriummentes gumókat, míg az 5 a legsúlyosabb tüneteket jelezte (29. ábra).

0: ép gumó

1: megjelent a gumó felületén a fehér micélium

2: A gumó több részén is látható a micélium

3: A gumó több részén is határozott foltokban látható a micélium

4: A gumó majdnem egészen látható az erőteljes fehér micéliumszövedék

5: A gumó teljes felületét befedte a különböző vastagságú micéliumszövedék



29. ábra: A különböző mértékű *Fusarium solani* fertőzés szubjektív skálaértékeihez (0-5) tartozó gumók.

Statisztika

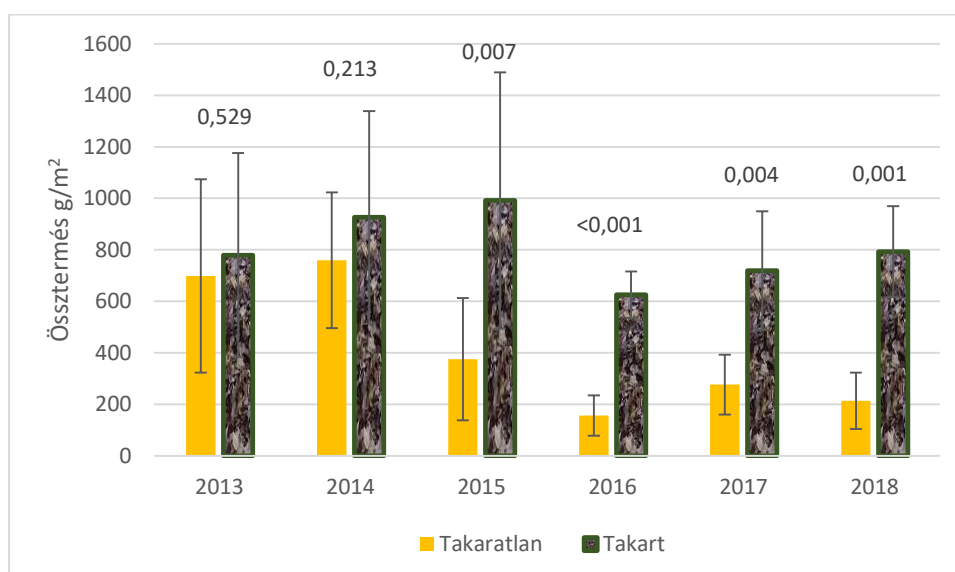
A kezelések összehasonlítását egytényezős varianciaanalízissel és Tukey-féle post hoc teszttel, illetve, ha a varianciaanalízis feltételei nem teljesültek, akkor Kruskal-Wallis teszttel végeztük a PAST statisztikai program (Hammer et al., 2001) segítségével.

5. Eredmények

5.1. Szabadföldi talajtakarásos kísérletek (2013–2018)

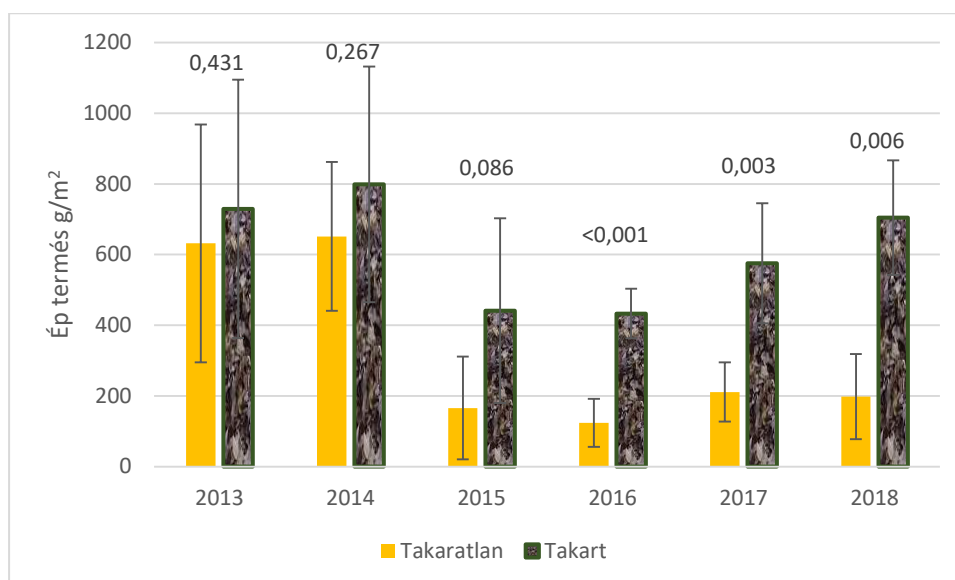
A burgonya talajtakarásával folytatott kísérlet során, négy helyszínen, hat év alatt összesen 2023 kg burgonyagumót termeltünk, és vizsgáltunk meg egyesével.

Az összes takart és takaratlan burgonyaparcella évenkénti össztermését vizsgálva megállapítottuk, hogy az első két évben (2013, 2014) nem volt statisztikailag kimutatható a talajtakarás termésmenvelő hatása, de a többi négy évben szignifikánsan több burgonya termett a mulcsozott parcellákban (30. ábra).



30. ábra: Az összes kísérleti hely évenkénti burgonya össztermése (g/m^2) a takart és takaratlan parcellákban (2013–2018).

Hasonló eredményeket kaptunk, mikor a biotikus és abiotikus kártól mentes, ép gumók évenkénti össztermését hasonlítottuk össze a mulcsozott és mulcs nélküli parcellákban (31. ábra). A kísérlet első két évében nem volt kimutatható különbség a takart és takaratlan kezelések között, de a többi négy évben szignifikánsan több volt az ép burgonyagumó a mulcsozott parcellákban.



31. ábra: Az összes kísérleti hely évenkénti ép burgonya össztermése (g/m²) a takart és takaratlan parcellákban (2013–2018)

A károsítások típusát és mértékét vizsgálva (2. táblázat) megállapítottuk, hogy a hat év során a vizsgált talajlakó kártevők és kórokozók gumókárosítása (fuzáriumos rothadás, fűrés, odvasítás, pocokrágás) nem volt nagyobb a takart parcellákban, mint a takaratlanokban. Statisztikailag egyik évben, egyik károsításnál sem volt kimutatható különbség a takart és takaratlan parcellák károsított gumótömege között (az évenkénti össztermés százalékában).

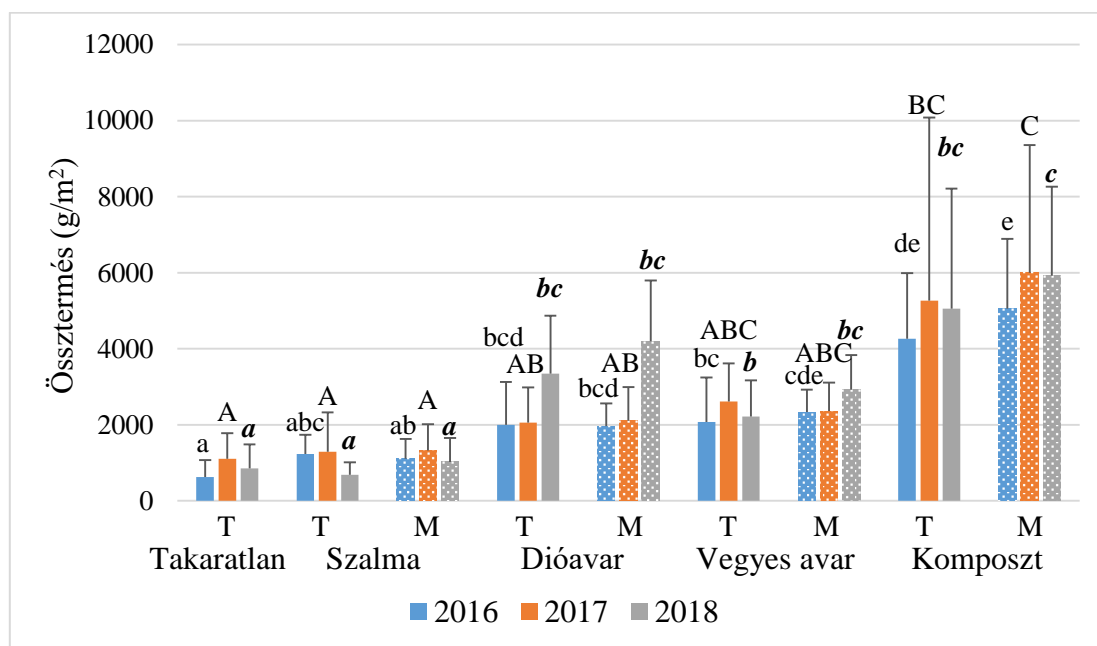
2. táblázat: A vizsgált helyszínek évenként összesített fuzáriumos, fűrt, odvasított és pocokrágott gumóinak tömege az összes termés százalékában a takart (T+) és takaratlan (T-) parcellákban (a többféle módon károsodott gumók tömeg értékei több oszlopban szerepelnek; A szignifikancia-csoportok az azonos években azonos módon károsított, takart, illetve takaratlan parcellákban való termés arányának összehasonlítását mutatj

év	2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	T+	T-	T+	T-	T+	T-	T+	T-	T+	T-	T+	T-
Kárkép												
Fuzáriumos	4,5 % ^a	2,3 % ^a	2,7 % ^a	3,1 % ^a	20,6 % ^a	10,6 % ^a	3,6 % ^a	1,2 % ^a	1,7 % ^a	0,5 % ^a	1,6 % ^a	1,8 % ^a
Fűrt	2,8 % ^a	2,3 % ^a	1,5 % ^a	3,0 % ^a	28,1 % ^a	21,5 % ^a	8,6 % ^a	9,7 % ^a	15,3 % ^a	7,4 % ^a	34,6 % ^a	19,9 % ^a
Odvasított	1,6 % ^a	0,8 % ^a	0,9 % ^a	1,0 % ^a	8,3 % ^a	15,0 % ^a	11,7 % ^a	7,7 % ^a	4,5 % ^a	3,7 % ^a	3,0 % ^a	3,9 % ^a
Pocokrágott	0,0 % ^a	0,0 % ^a	6,6 % ^a	4,2 % ^a	0,4 % ^a	0,0 % ^a	1,7 % ^a	0,6 % ^a	0,4 % ^a	0,2 % ^a	2,6 % ^a	1,6 % ^a

5.2. Szabadföldi talajtakarásos kísérlet (2016–2018)

Az utolsó három kísérleti évben a szabadföldi vizsgálatok már kizárólag az Egyetem Kísérleti Terén lévő mikroparcellákban folytak. Az itt végzett részletesebb vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a hagyományos, talajba vetett kezelések esetében a komposztos parcellák évenkénti össztermése mindhárom évben fölülmúlta a kontroll parcellákét, ahogy a dióavar és vegyesavar termésmennyisége - a 2017-es év kivételével - szintén felülmúlta azt, azonban a szalma egyik évben sem különbözött a kontrolltól (32. ábra). A komposzt 2016-ban a két avartakarásnál is több termést adott. A két avartakarás termésmennyisége egyik évben sem különbözött a másiktól. A szalma termésmennyisége 2016-ban és 2017-ben nem különbözött a kétféle avartakarástól, 2018-ban viszont kevesebb burgonya termett a szalmás, parcellákban.

A vetésmód (hagyományosan a talajba, vagy talajfelszínre a mulcs alá) hatását vizsgálva megállapítottuk, hogy a takaróanyag kezeléseken belül nem befolyásolta az össztermések évenkénti alakulását. Egyik évben, egyik takaróanyag esetében sem volt mérhető különbség az össztermésben a vetésmódból adódóan (9.2.2. melléklet).



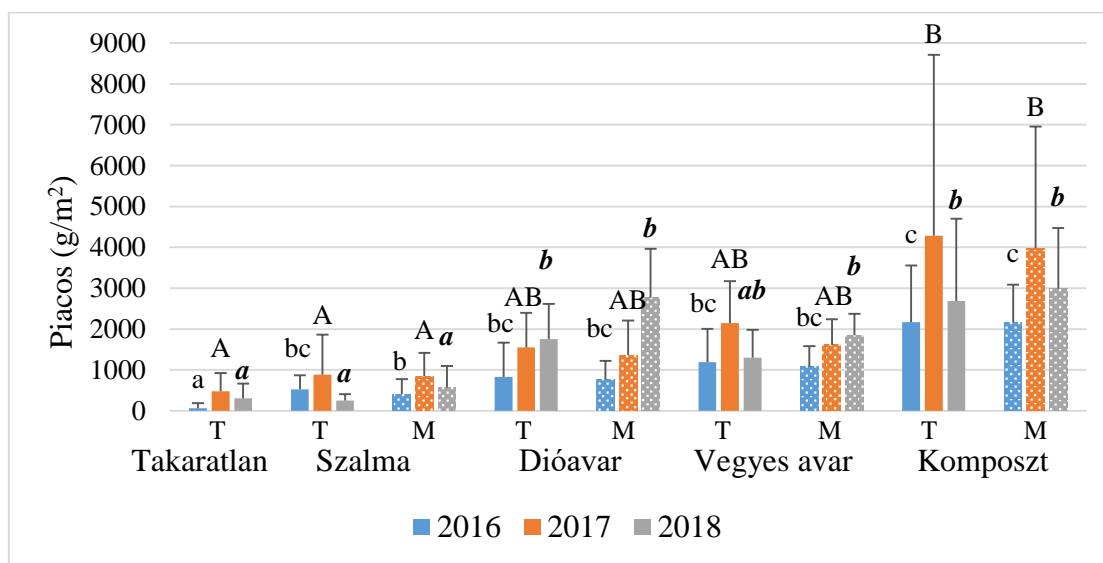
32. ábra: Burgonya évenkénti össztermése (g/m²) takaróanyagoként és vetésmódonként (T: talajba vetés, M: mulcs alá, talajfelszínre vetés). A betűjelek különbözősége a szignifikáns különbséget jelöli az éveken belül (2016–2018).

A károsításoktól mentes, 50g feletti, piacos gumókat vizsgálva az összterméséhez hasonló eredményeket kaptunk (33. ábra). A hagyományos, talajba vetett kezelésekben 2017-ben a komposzt ép gumókihozatala múlta fölül egyedül a kontroll parcellákét. Ebben az évben a dió- és vegyestakarás

nem különbözött egymástól a szalmától és a kontrolltól, ahogyan a komposzt sem különbözött a két avartakarástól. 2016-ban és 2018-ban, a dióavár, a vegyesavár és a komposzt mulcsos parcellák is több piacos gumót adtak, mint a kontroll. A szalma és a kontroll parcellák között 2016-ban volt, a többi két évben nem volt különbség a piacképes gumók tekintetében.

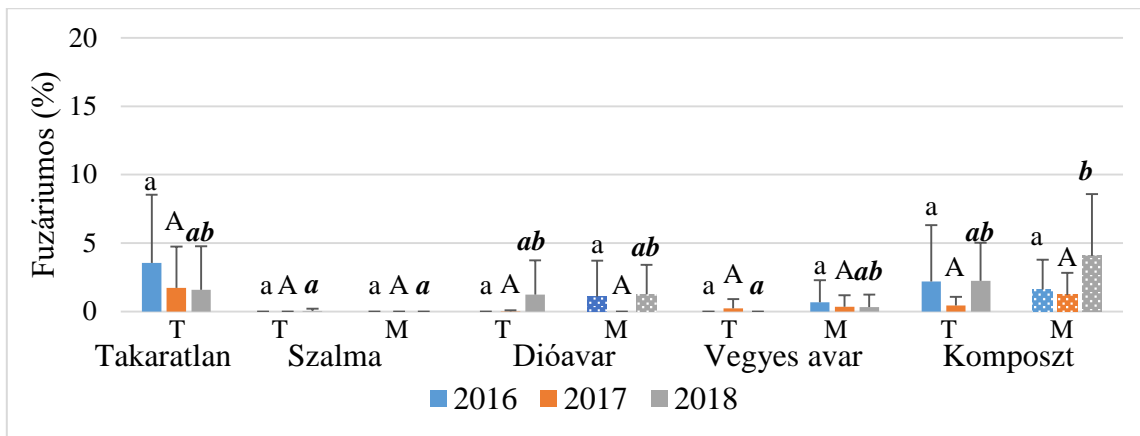
A komposzttal takart parcellákban mindhárom évben több piacos gumó termett, mint a kontroll parcellákban, emellett a szalma mulcsos parcelláknál is több piacos gumót adott a 2017 és 2018-as években. A két avartakarás ép gumókihozatala egyik évben sem különbözött a másiktól. 2016-ban és 2017-ben mindkét avartakarás, 2018-ban pedig a dióavár ép gumókihozatala meghaladta a szalmamulcsos parcellákét. Az avartakarások és a komposzt között egyik évben sem volt statisztikai különbség. A kontrollal összevetve az avartakarások 2016-ban több piacos gumót adtak, 2017-ben nem volt statisztikai különbség, 2018-ban pedig a dióavár takarás piacos gumóinak tömege haladta meg a kontroll parcellákét.

A vetésmód egyik évben, egyik takaróanyag esetében sem befolyásolta a burgonya piacképes gumókihozatalát.



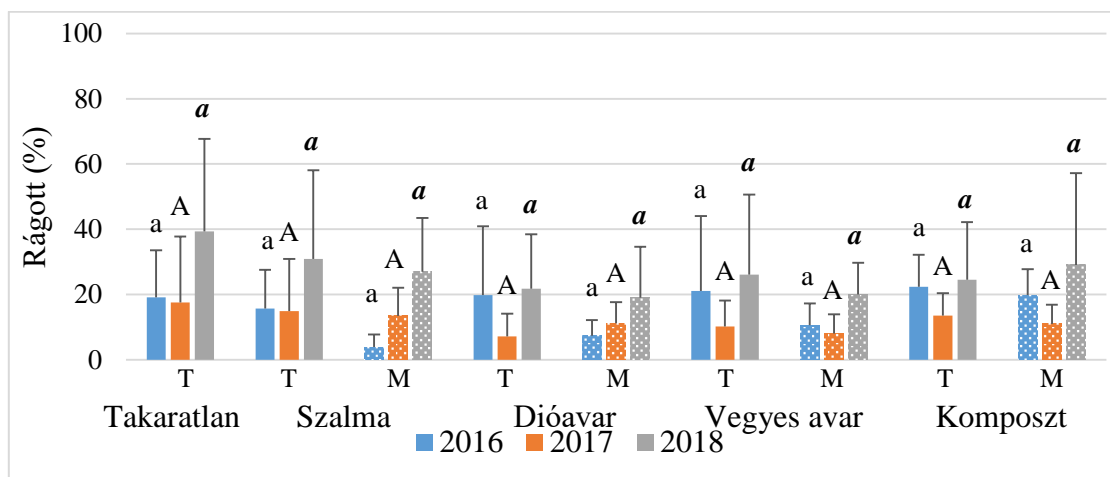
33. ábra: Piacos, 50g feletti ép burgonya évenkénti össztermése (g/m²) takaróanyagonként és vetésmódonként (T: talajba vetés, M: mulcs alá, talajfelszínre vetés). A betűjelek különbözősége a szignifikáns különbséget jelöli az éveken belül (2016–2018).

A fuzáriumos gumókat vizsgálva egyik kísérleti évben, egyik takaróanyag, vagy vetésmód esetében sem találtunk különbséget, egyedül a 2018-as év, komposzt takarás, mulcs alá vetett kezeléseiben volt eltérés. Itt nagyobb volt a fuzáriumos gumók száma, az összes többi takaróanyag és vetésmód kombinációhoz viszonyítva. (34. ábra).



34. ábra: Fuzáriumos gumók megoszlása az adott év (2016–2018) össztermésének százalékában a különböző takaróanyagok és két féle vetésmód mellett (T: talajba vetés, M: mulcs alá, talajfelszínre vetés). A betűjelek különbözősége a szignifikáns különbséget jelölik az éveken belül.

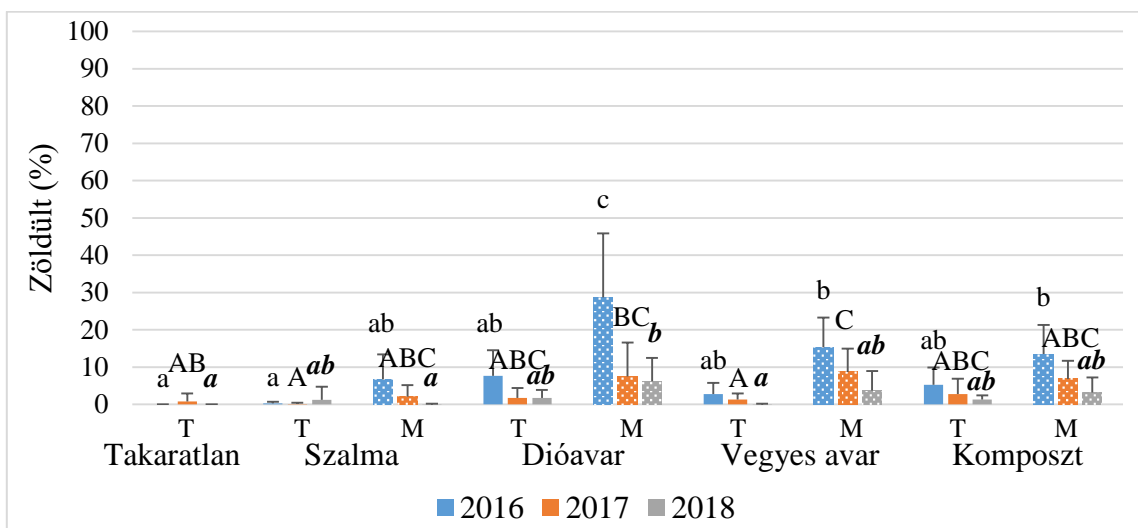
Talajlakó kártevők által károsított (rágott) gumókat vizsgálva egyik kísérleti évben sem találtunk szignifikáns különbséget a vizsgált takaróanyagok és a kétféle vetésmód között (35. ábra).



35. ábra: A kártevők által károsított (rágott) gumók megoszlása az adott év (2016–2018) össztermésének százalékában a különböző takaróanyagok és két féle vetésmód mellett (T: talajba vetés, M: mulcs alá, talajfelszínre vetés). A betűjelek különbözősége a szignifikáns különbséget jelöli az éveken belül

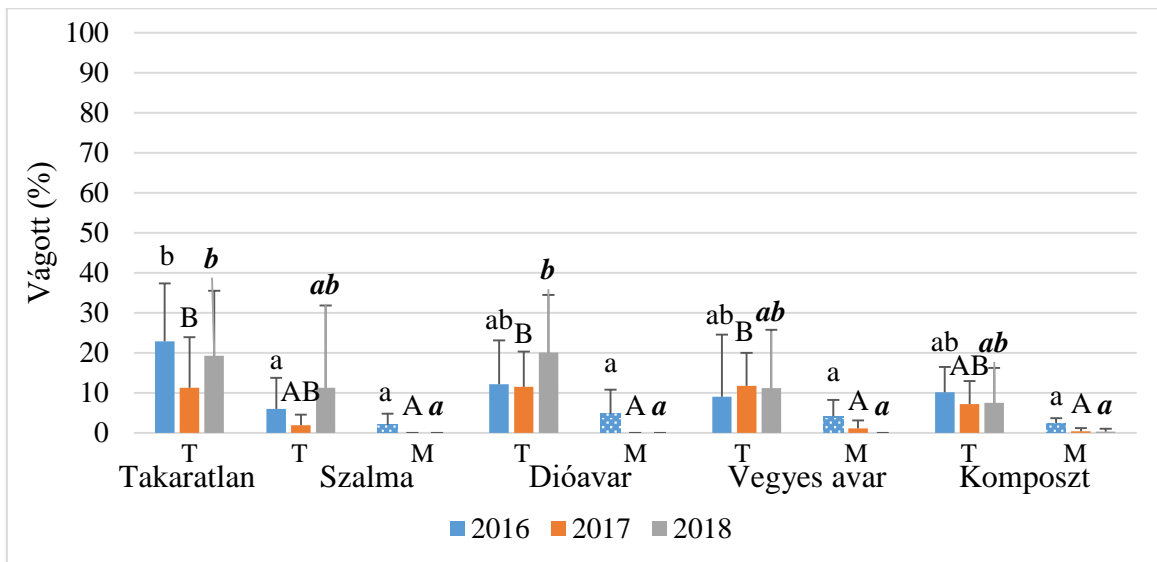
A zöldült gumók arányában szintén nem volt különbség az egyes éveken belül a takaróanyagok vagy a kontroll kezelések között a hagyományos (talajba) vetés esetében (36. ábra). A talajfelszínre, mulcs alá való vetésmódból viszont két jellemző különbség adódott. Az egyik, hogy több volt a zöldült gumó a mulcs alá vetett kezeléseiben. 2016-ban a dió mulcs, a vegyes avar és a komposzt takarás mulcs alá vetett kezeléseiben statisztikailag nagyobb volt a zöldült gumók száma, mint a kontrollban. 2017-ben a dió- és vegyes avar mulcs alá vetett parcelláiban volt szignifikánsan több a zöldült gumó, mint a kontroll kezelésnél. 2018-ban a dió mulcs talajfelszínre, mulcs alá vetett parcelláiban volt a több a zöldült gumó. 2016-ban a dióavarral 2017-ben pedig a vegyes avarral takart

parcellák talajfelszínre, mulcs alá vetett kezeléseiben szignifikánsan több volt a zöldült gumó, mint a két takarás talajba vetett kezeléseiben.



36. ábra: Zöldült gumók megoszlása az adott év (2016–2018) össztermésének százalékában a különböző takaróanyagok és két féle vetésmód mellett (T: talajba vetés, M: mulcs alá, talajfelszínre vetés). A betűjelek különbözősége a szignifikáns különbséget jelöli az éveken belül.

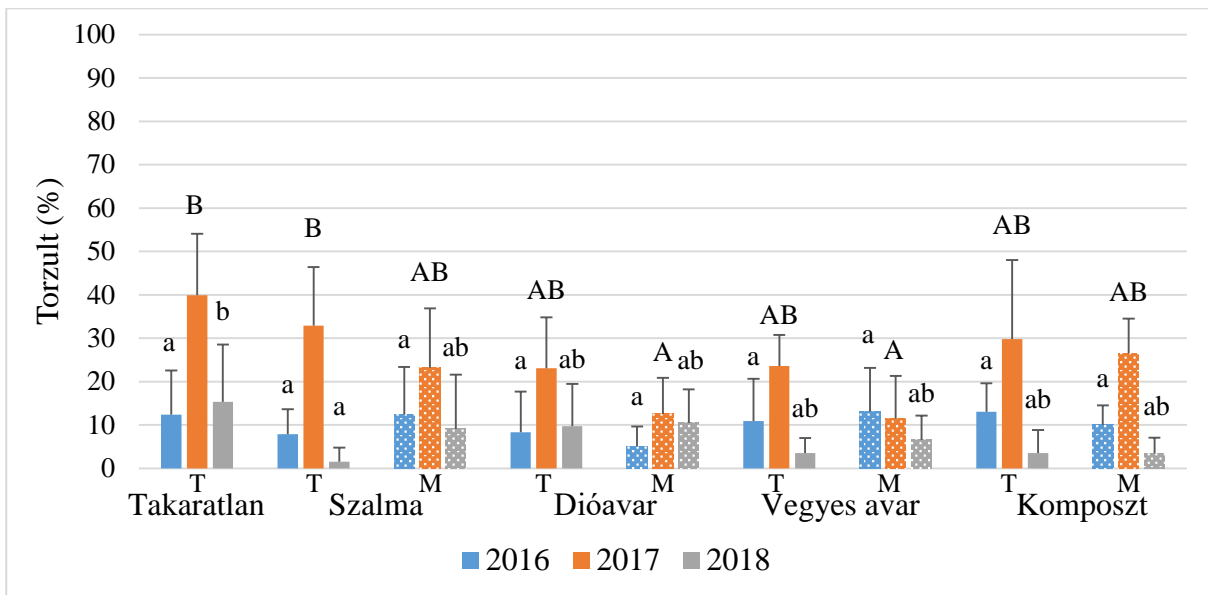
A mulcs alá vetés hatással volt a felszedés során, talajművelő eszköz által megsértett gumók számára (37. ábra). 2016-ban vágott gumóból szignifikánsan több volt a takaratlan kontrollban, mint az összes takaróanyag talajfelszínre, mulcs alá vetett kezeléseiben. 2017-ben a kontroll, a talajba vetett dió- és vegyes avar takarású parcellák vágott gumótömege is meghaladta az összes takaróanyag mulcs alá vetett, vágott gumóinak tömegét. 2018-ban pedig a takaratlan kontroll és a diómulcs talajba vetett kezelése eredményezett több vágott gumót, szemben az összes takaróanyag mulcs alá vetett kezelésével. A vágott gumók esetében a takaróanyag kezeléseken belül is mutatkozott statisztikai különbség. 2017-ben a két avartakarás esetében a talajba vetés növelte a vágott gumók arányát a talajfelszínre, mulcs alá vetett kezeléseikhez képest. 2018-ban a dióvar talajba vetett kezeléseiben volt több a vágott gumó a dióavár talajfelszínre vetett kezeléseikhez képest. A takaróanyagok talajba vetett kezelése között szintén nem mutatkozott statisztikai eltérés, eltekintve egyetlen alkalomtól, mikor 2016-ban a szalmatakarás alatt kevesebb volt a vágott gumó, mint a kontrollban.



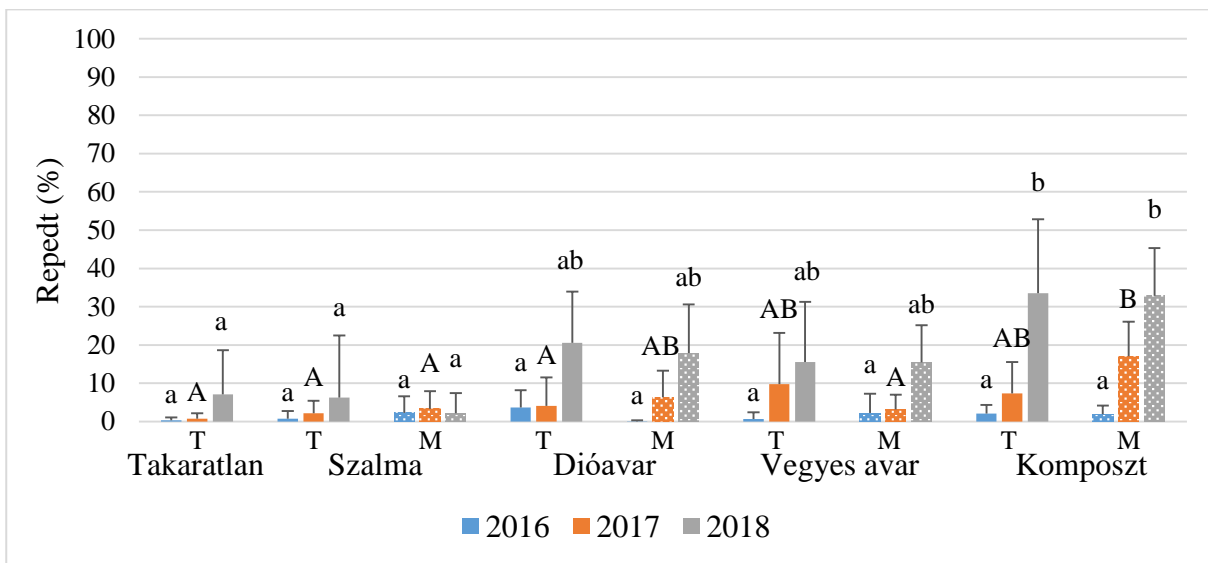
37. ábra: Vágott gumók megoszlása az adott év (2016–2018) össztermésének százalékában a különböző takaróanyagok és két féle vetésmód mellett (T: talajba vetés, M: mulcs alá, talajfelszínre vetés). A betűjelek különbözősége a szignifikáns különbséget jelöli az éveken belül.

A torzult gumók mennyisége a talajba vetett kezeléseken belül a 2016-os és 2017-es évben nem különbözött a takaróanyagok között. 2018-ban a kontroll parcellákban több volt a torzult gumó, mint a szalma alatt (38. ábra). A talajfelszínre, mulcs alá vetés 2017-ben a dió- és vegyes avartakarás esetén szignifikánsan csökkentette a torzult gumók mennyiségét. A takaróanyagokon belül a vetésmódnak ez esetben sem volt kimutatható hatása.

A repedt gumókat vizsgálva a talajba vetett kezeléseken belül a 2016-ban és 2017-ben nem volt különbség a takaróanyag kezelése között a kontrollal összevetve sem, 2018-ban viszont a komposzt mulcsos parcellákban több repedt gumó volt, mint a szalma mulcsos és a takaratlan parcellákban (39. ábra). A vetésmódnak az egyes takaróanyag kezeléseken belül egyik évben sem volt kimutatható hatása a gumórepedésre.



38. ábra: Torzult gumók megoszlása az adott év (2016–2018) össztermésének százalékában a különböző takaróanyagok és két féle vetésmód mellett (T: talajba vetés, M: mulcs alá, talajfelszínre vetés). A betűjelek különbözősége a szignifikáns különbséget jelöli az éveken belül.



39. ábra: Repedt gumók megoszlása az adott év (2016–2018) össztermésének százalékában a különböző takaróanyagok és két féle vetésmód mellett (T: talajba vetés, M: mulcs alá, talajfelszínre vetés). A betűjelek különbözősége a szignifikáns különbséget jelöli az éveken belül.

Külön megvizsgálva a biotikus-, az abiotikus-, valamint a mindkét kártól mentes gumókihozatait takaróanyagként és vetésmódonként nem állapítottunk meg következetes statisztikai különbséget (9.2.3., 9.2.4., 9.2.5. melléklet).

5.3. *In vivo* mikroorganizmus-kísérletek (2016–2018)

A kísérlet felszámolása során nem találtunk *M. anisopliae* által fertőzött pajoregyedeket (sem más fertőzött kártevőegyedet), így a gumókon lévő rágáskár alapján mértük a mikroorganizmus hatékonyságot.

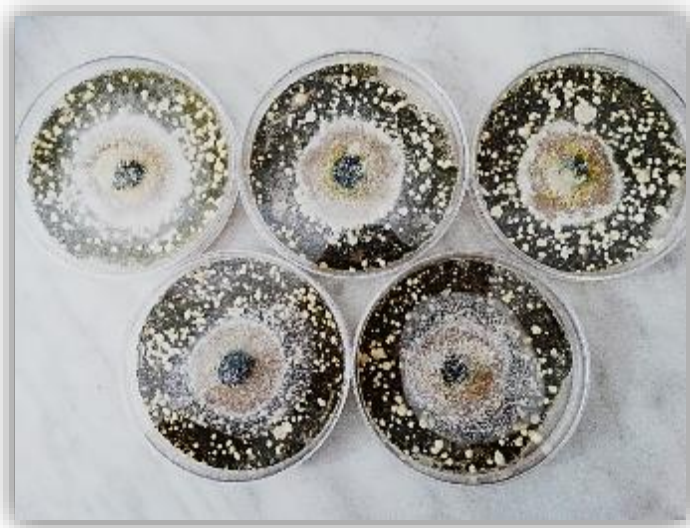
A szabadföldi kísérletben a betakarításkor egyesével megvizsgált gumókon sem a rágás, sem a fuzáriumos betegség (*Fusarium* sp.) általi károsodásra, sem a bokronkénti termésmennyiségre nem volt szignifikáns hatása egyik évben, egyik mikroorganizmus-kezelésnek, vagy azok kombinációjának sem (3. táblázat).

3. táblázat: Egytényezős varianciaanalízis p-értékei mikrobiológiai csávázás hatásának vizsgálatokor évenként és takarástípusonként. Csávázási kezelések 2016-ban és 2017-ben: K, T, S, T+S; 2018-ban: K, T, M, T+M; K: kontroll, T: *T. asperellum*, S: Symbivit (*Glomus* spp.), M: *M. anisopliae*

Év	Takarás	Összesített termésmennyiség	Biotikusan ép termésmennyiség	Fuzárium skálaátlag	Rágás skálaátlag
2016	Takaratlan	0,784	0,814	0,349	0,561
	Szalma	0,503	0,640	n.é.	n.é.
	Dió	0,385	0,570	0,467	0,514
	Vegyes	0,995	0,924	0,531	0,656
	Komposzt	0,927	0,979	0,697	0,812
2017	Takaratlan	0,721	0,891	0,910	0,467
	Szalma	0,647	0,666	n.é.	0,399
	Dió	0,976	0,943	0,399	0,455
	Vegyes	0,789	0,590	0,393	0,488
	Komposzt	0,852	0,724	0,567	0,433
2018	Takaratlan	0,613	0,603	0,246	0,633
	Szalma	0,199	0,185	0,399	n.é.
	Dió	0,916	0,445	0,137	0,399
	Vegyes	0,457	0,904	0,399	0,399
	Komposzt	0,791	0,910	0,350	0,053

5.4. *In vitro* mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálat

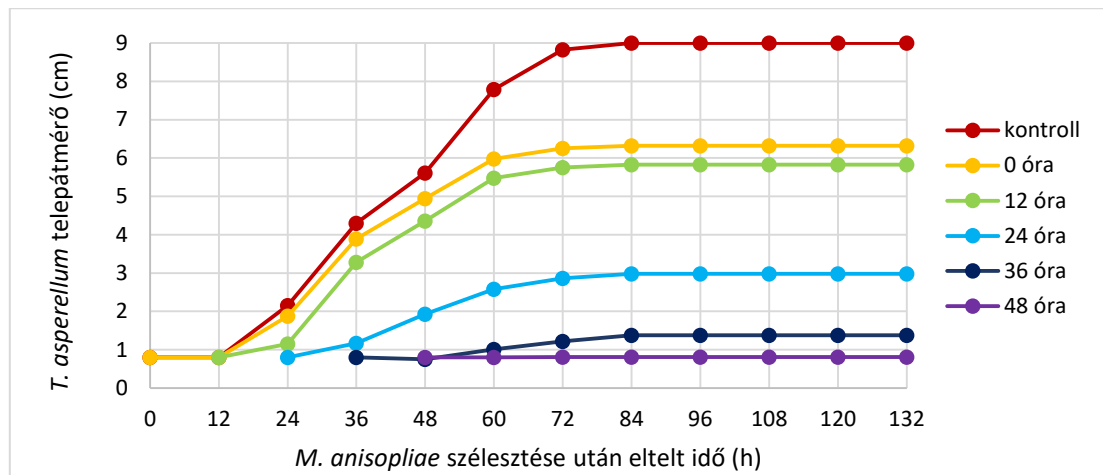
Az előkísérlet során megállapítottuk, hogy az antagonista *T. asperellum* az első négy napon (2 és 4 napos *M. anisopliae* telepre oltva) növekedésnek indult, és elnyomta az entomopatogén *M. anisopliae* gombát (40. ábra), de a későbbi ráoltásoknál (6-8-10. napos *M. anisopliae* telepre oltva) a *T. asperellum* már nem indult növekedésnek.



40. ábra: PDA táptalajon szélesztett *M. anisopliae* gomba telepre két nappal később ráhelyezett *T. asperellum* gátló hatása (Gödöllő, 2018)

A második kísérletnél a legintenzívebb *T. asperellum* telepnövekedést a *M. anisopliae* nélküli *T. asperellum* kontroll mutatta. A *M. anisopliae* jelenléte mellett a *T. asperellum* akkor növekedett legnagyobb mértékben, amikor egyszerre került a táptalajra a *M. anisopliae* gombával. Minél több időbeli előnyt biztosítottunk a *M. anisopliae* számára, egyre kevésbé növekedett a *T. asperellum* telepátmérője. A 48 órával előbb szélesztett *M. anisopliae* mellett pedig már egyáltalán nem mutatott telepnövekedést (41. és 42. ábra).

A *T. asperellum* kontroll telepátmérőjének növekedése 84 óra elteltével érte el a maximumát, vagyis teljesen kitöltötte a rendelkezésére álló 9 cm-es Petri-csészét. Amikor a *M. anisopliae* gombával egy időben kerültek a táptalajra, a *T. asperellum* telepátmérőjének növekedése szintén 84 óra elteltével stagnált. Azokban az esetekben, mikor már időbeli hátránnyal indult a *M. anisopliae* gombához képest, nem csak kevésbé intenzíven nőtt, de hamarabb abba is maradt a telepnövekedése.



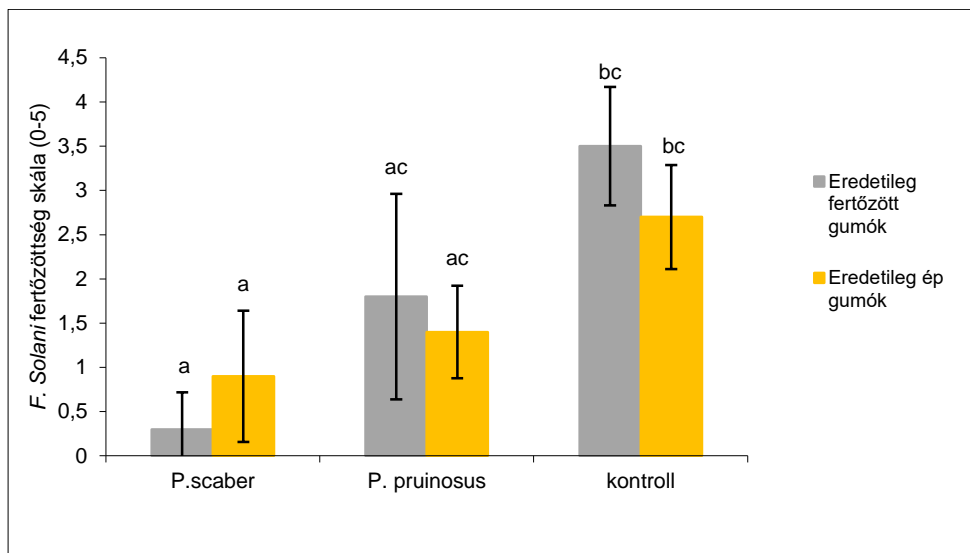
41. ábra: A *T. asperellum* fejlődésdinamikája a *M. anisopliae* spóráival szélesztett táptalajon a szélesztés és a ráoltás között eltelt idő függvényében (kontroll: *T. asperellum* önmagában; lehetséges maximális telepméret: 9 cm)

Oltások után eltelt idő (h)	<i>T. asperellum</i> kontroll	<i>M. anisopliae</i> kontroll	A1	B1	C1	D1	E1
0							
12							
24							
36							
48							
60							

42. ábra: A *T. asperellum* telepmérete növekedése 12 órás időeltolásokkal ráoltva *M. anisopliae* telepre paradicsom táptalajon (A1: egyidejűleg oltva a két gomba, B1: 12 óra előny a *M. anisopliae* számára; C1: 24 óra előny a *M. anisopliae* számára; D1: 36 óra előny a *M. anisopliae* számára; E1: 48 óra előny a *M. anisopliae* számára)

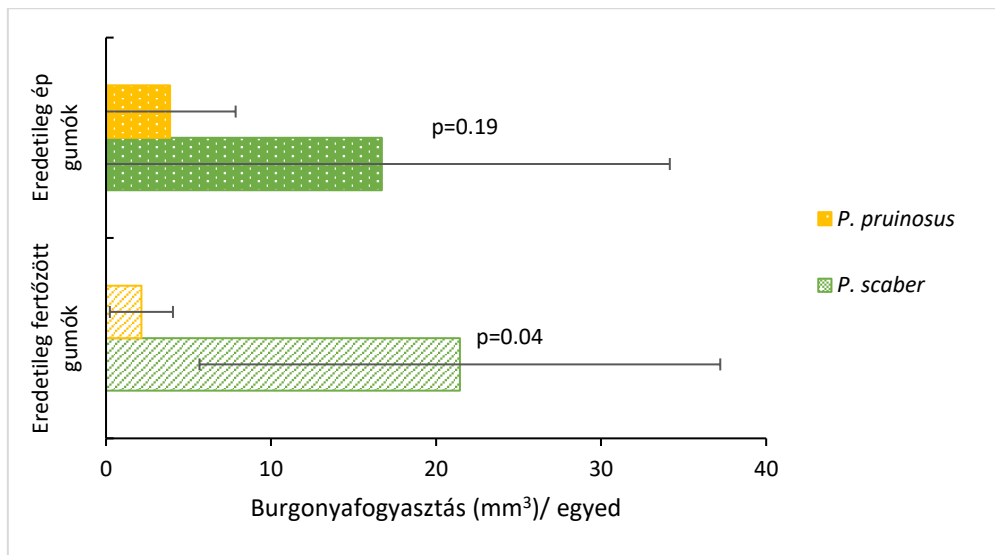
5.5. Ászkarák kórokozó- és burgonyafogyasztásának vizsgálata

Mindkét ászkafaj jelenléte mellett csökkentet a *Fusarium solani*-fertőzés a kontrollhoz képest a kísérlet elején ép gumók és a mesterségesen fertőzött gumók esetében is, ám ez a különbség csak az érdes pinceászka esetében volt szignifikáns (43. ábra.).



43. ábra: *Fusarium solani* fertőzöttség alakulása a gombával mesterségesen fertőzött és nem fertőzött burgonyagumókon ászkarák (*Porcellionides pruinosis* és *Porcellio scaber*) jelenléte mellett és anélkül. Az azonos betűvel jelölt adatok között nincs szignifikáns különbség.

A nagyobb termetű *P. scaber* egyedek egyenként átlagosan szignifikánsan több burgonyát fogyasztottak a mesterségesen fertőzött gumók közül a kísérlet alatt, mint a *P. pruinosis* egyedek (44. ábra). Az eredetileg ép gumók fogyasztásában nem volt különbség a két ászkafaj között. Megállapítottuk, hogy a kísérlet során az ászkarák burgonyafogyasztását nem befolyásolta, hogy a gumó a kísérlet elején mesterségesen fertőzött volt-e, vagy sem. Nem találtunk különbséget az eredetileg ép és a fertőzött gumók fogyasztásában.



44. ábra: *Porcellionides pruinosus* és *Porcellio scaber* burgonyafogyasztásának (mm³) alakulása a *Fusarium solani*-val mesterségesen fertőzött és nem fertőzött gumókon.

A két burgonyafajta között nem volt különbség sem a fuzáriumfertőzöttségben, sem pedig az ászkák burgonyafogyasztásában (P= 0,733).

6. Következtetések és a javaslatok

A hazai és nemzetközi szakirodalom feldolgozása során nem találtunk a miénkhez hasonló kutatást, amelyben a vegyes- vagy dióavar, vagy lakossági eredetű komposzt, illetve az eltérő vetésmódok hatását vizsgálnák a burgonya hozamára, illetve a talajlakó kártevőkre, kórokozókra. Az általunk vizsgált mikroorganizmusok közös alkalmazásának hatása a burgonya hozamára és ép gumókihozatalára kevés kutatás tárgyát képezi, ahogyan az ászkarákok *Fusarium solani* kórokozófogyasztásában és burgonyán való terjesztésében betöltött szerepének vizsgálata. Ezért az összehasonlítás más kísérletekkel csak néhány esetre korlátozódik.

6.1. Szabadföldi talajtakarásos kísérletek (2013–2018)

A különböző szerves anyagokkal való talajtakarásnak a burgonya össztermésére és az ép gumókihozatalára gyakorolt hatása hasonlóan alakult a kísérlet hat éve során. Ahogyan nőtt az össztermés, úgy nőtt arányaiban annak ép gumókihozatala is. Ezzel szemben a károsított gumók száma nem változott, még az utolsó négy év alatt sem, mikor szignifikánsan több volt a takart parcellák össztermése a kontrollnál. Tehát a talajtakarás pozitív hatással volt a burgonya termésmennyiségére, de nem növelte a károsított gumók tömegarányát.

A burgonya talajtakarásával foglalkozó tanulmányok döntő többsége is arról számol be, hogy szerves takarással szignifikánsan kimutatható termésmenővelés érhető el burgonyában (Li et al., 2018; Wang et al., 2019). Menedéket nyújt a természetes ellenségeknek (Brust, 1994; Dudás et al., 2016), elősegíti a mikrobiális növekedést (Bharati et al., 2020), sőt bizonyos betegségek, például az PYV vírus előfordulását (Saucke et Döring, 2004), a *Phytophthora infestans* fertőzöttségét (Dvořák et al., 2010), a varas gumók számát is csökkenti (Majumder et al., 2016).

Mahmood et al. (2002), valamint Momirovic et al. (1997) hasonló megállapítást tett, miszerint a kísérleteink során is több helyszínen használt fűnyesedék pozitív hatással volt a burgonya gumóhozamára.

Kísérleteinkkel párhuzamosan megfigyeltük (2016–2018), hogy a talajnedvesség-tartalom értéke a takart parcellák alatt jellemzően nagyobb volt, mint a takaratlan parcellákban (9.2.6. melléklet), hasonlóan mások megfigyeléseihez (Mutetwa et Mtaita, 2014; Pinamonti, 1998; Radics, 2002). A burgonya kifejezetten érzékeny a talaj-víz viszonyokra (Steduto et al., 2012; Wellings, 1973), a virágzás és gumóképződés időszakában a vízhiány akár 50%-os terméskiesést is okozhat (Somos, 1983). Így tehát levonhatjuk a következtetést, hogy a kísérleteinkben megfigyelt termésmenővekedésben valószínűleg nagy szerep jutott a takarás talajnedvességre gyakorolt pozitív hatásának. Fontos szerepe lehetett továbbá a takarásnak a talajhőmérséklet csökkentésében is, hiszen

a burgonya rendkívül magas víz- (öntözési-) igénye sok esetben inkább a gyakori vízkezelés hűsítő hatásának tudható be, mint a talaj-nedvesség-stressz iránti érzékenységnek (Burgers et Nel, 1984). Amint a talaj hőmérséklete 20°C fölé emelkedik, a gumók légzésének sebessége a gumófejlődés árán növekszik (Yamaguchi et al., 1964).

Nem elhanyagolható tény az sem, Magyarországon a csapadék évi mennyisége és megoszlása nem elegendő a legtöbb zöldségfaj termesztéséhez (Somos, 1975). Így biztonságosan csak öntözéssel, vagy alternatív megoldásokkal (pl: talaj takarása) természetű többek között a burgonya.

Tapasztaltuk továbbá a takarás Radics (2002) által is megfogalmazott pozitív hatását, miszerint a mulcsozás esős időben is lehetővé teszi az emberek munkáját azáltal, hogy a fedetlen talajon kialakuló sárképződéssel szemben a takart parcellák járhatóak maradnak.

Kísérleteink során a gumókártétel részaránya nem volt magasabb a takart parcellákban. Ez ellentmond a szakirodalomban többek által is megfogalmazottaknak, miszerint a talajtakarás növényvédelmi problémákat okozhat (Kader et al., 2017; Radics, 2002; Kader et al., 2017).

Vizsgálatainkhoz hasonlóan azonban mások sem tapasztalták a fentebb írtakat. Dvořák, et al. (2010) kísérletében a talajtakarás a termésmennyiség növelése mellett szintén nem növelte a károsított gumók számát, sőt 8,2%-kal csökkentette a *Phytophthora infestans*-fertőzöttségét a kontrollkezeléshez (takarás nélkül) képest. Ez valószínűleg a burgonya számára évről évre kedvezőbb környezet kialakulásának köszönhető, melyben nagy lehet a szerepe a talajtakarásnak. Az egészséges talajközösségek változatos gomba- és baktériumfajokkal rendelkeznek. Ezek a hasznos fajok pedig addig tudják visszaszorítani a kórokozókat, amíg a talajviszonyok optimálisak számukra és a szintén jelen lévő opportunistá patogén mikrobák az egészséges talajokban inaktívak maradnak (Chalker-Scott, 2007).

A burgonya betegségekkel szembeni ellenállóságát fokozzák még a különböző mikro- és makroelemek (Szalay, 1999; Horváth, 1997; Gyúrós, 1994), melyek elérhetősége és koncentrációja megnő talajtakarás hatására (Broschat 2007; Fan et al., 2011), hiszen csökken a könnyen oldódó tápanyagok (pl. nitrát) mélyebb rétegekbe mosódása (Döring et al., 2005; Mohácsy et al., 1965; Radics, 2002; Ramirez et al., 2022).

Kísérleteinket kiegészítő talajvizsgálatok is ezt bizonyítják. A bomlási folyamat során a talaj élővilágának fragmentációs és lebontó aktivitása révén a hozzáadott mulcsozó anyagokból egyre több foszfor és egyéb tápanyag vált elérhetővé a takart parcellákban (9.2.7. melléklet).

A hat év során egy helyszínen figyeltünk meg jelentősebb rágcsálókártételt, melyre Makkai (2008) és Mohácsy et al. (1965) is felhívja a figyelmet, mint a takarás lehetséges kedvezőtlen velejárójára. A rágcsálókár valószínűleg a nagyecseri burgonyaparcella vizes élőhelyhez való

közelségében keresendő, hiszen megfigyeléseink alapján a rágáskárt okozó kártevő, a kószapocok (*Arvicola terrestris*) kifejezetten kedveli az ilyen élőhelyeket.

6.2. Szabadföldi talajtakarásos kísérlet (2016–2018)

A takaróanyagokat külön is vizsgáló három év során várakozásainkkal és számos korábbi kísérlet eredményeivel (Brust, 1994; Chang, et al., 2019; Gent, et al., 1999; Kar et Kumar, 2007; Zehnder et Hough-Goldstein, 1990) ellentétben a szalma össztermésre gyakorolt pozitív hatása nem volt statisztikailag kimutatható. A szalmamulcsos parcellák össztermése egyik évben sem különbözött a kontrolltól, ahogyan Edwards et al. (2000b) és LaMondia et al. (1999) kísérleteiben sem. Bár a talajszerkezetre és talajvesztés csökkentésére kifejtett hatását sikerült bizonyítaniuk, termésmenvelő hatása nem volt szignifikáns (Edwards et al., 2000a).

Kísérleteink során nem tapasztaltuk a nitrogén hiány tüneteit a szalmatakarásos parcellákban lévő burgonyanövényeken, de megállapítottuk, hogy a takaróanyagok között többnyire a legmagasabb széntartalmú takarónövény, a szalma termésmennyisége volt a legalacsonyabb. Ezt akár a talajtakarás kedvezőtlen hatásaként említett pentozánhatás (Radics, 2002; Makkai, 2008; Mohácsy et al., 1965) is okozhatta. Ez összecseng a kapott terméseredményekkel, miszerint a komposzt alatt termelt a legtöbb burgonya, hiszen az plusz tápanyagtartalma révén kompenzálta a pentozánhatás következtében fellépő nitrogénelvonást és terméseszköket. Esetünkben azonban nem beszélhetünk terméseszkökről, hiszen a szalma terméseredményei nem maradtak el a takaratlan parcellákétól. Niggli et al. (1990) is hasonló megfigyeléseket tettek, mely során megállapították, hogy bár a talajtakaró alatt mért nitrogénszint alacsonyabb volt, a levelekben és a termésben mégsem mutatkozott nitrogénhiány vagy termésvesztés a kontrollal összevetve.

A dióavarral szembeni negatív sztereotípiákat (Ercisli et al., 2005; Gencsi et Vancsura, 1992) sikerült cáfolnunk azáltal, hogy kimutattuk, a dióavar burgonyában egyértelműen kedvezőbb hatású takaróanyag, mint a szalma, és semmivel sem marad el a diómentes vegyes avartól. Ezt megerősíti a témában végzett többi kutatás, miszerint a diólevél értékes biomasszává alakul át, így kifejezetten elősegíti a növények növekedését (Kovács, 2000; Ruszkai, 2011; Tirczka, et al., 2014). Petrikovszki (2022) talajtakarásos paradicsomkísérlete során szintén nem tapasztalta a dióavar allelopatikus hatását, sőt hozzánk hasonlóan megállapította, hogy a dióavarral takart parcellák termésmennyisége ugyancsak meghaladja a szalmával takart és kontrollparcellák paradicsomtermését.

Az európai lombhullató fajok leveléből álló vegyesavar takarás alig képi kutatás tárgyát, melyben a talajtakaróként betöltött szerepét vizsgálják burgonyában. Ez azért is meglepő, mert vizsgálatainkban kifejezetten kedvező hatású takaróanyagként szerepelt, termésmennyisége rendre fölülmulta a takaratlan parcellákét és volt, hogy a szalmával takart parcellák termésmennyiségét is.

Nem csak termésmennyiségre gyakorolt hatása hasonló a szalmához, de szintén könnyen hozzáférhető takaróanyag, hatalmas mennyiségben keletkezik évről évre, valamint a takaróanyagok közül ez a legtermészetesebb olyan szempontból, hogy az erdők avartakarójához leginkább hasonló szerepet tölt be. Ezt bizonyítja az a tény is, hogy a kiegészítő kísérletekben a takaróanyagok között a legnagyobb biológiai aktivitás a kétféle avartakarás alatt volt mérhető (9.2.8. melléklet). Dudás (2018) szabadföldi burgonyakísérleteiben az avar mulcsos parcellák gumókihozatala ugyancsak meghaladta a takaratlan parcellákét. Kimutatta, hogy a vegyes avar talajtakaró alkalmazása kevesebb odvasított gumót eredményez, mint a szénmulcs és a kontroll kezelések. Ezzel ellentétben nem állapítottunk meg ilyen jellegű különbséget a vizsgált takaróanyagok és az avar mulcsok között.

A vizsgált takaróanyagok közül a komposzt bizonyult a legjobbnak a burgonya termésmennyiségére gyakorolt hatás szempontjából. Ez minden bizonnyal plusz tápanyagtartalmának köszönhető, hiszen a kísérletek során nem használtunk semmilyen tápanyagutánpótlást. A kiegészítő vizsgálatok során a komposzt esetében volt a legmagasabb a talaj teljes nitrogén- és foszfortartalma, valamint könnyen elérhető kálium (K_2O) tartalma (9.2.7. melléklet), melyek így leginkább a komposzt takarásban növelték a burgonya hozamát.

Összességében elmondható tehát, hogy bár a kísérletek során nem volt mindig következetes különbség a takaróanyagok termésmennyiségében, de kialakult egy tendencia, miszerint az évek során a komposzttal takart parcellákban termelt a legtöbb burgonya, ezt követte a dióavár és vegyesavár, melyek nem különböztek egymástól, végül pedig a szalma, mely egyik évben sem különbözött a kontrolltól. Petrikovszki (2022) paradicsom tesztnövényel folytatott kísérletei alapján ugyanaz a sorrend alakult ki, mint a burgonya esetében, vagyis a termésmennyiség szempontjából a legkedvezőbb takaróanyag a komposzt, majd a dióavár, a vegyesavár, végül a szalma volt.

Hasonlóak voltak megfigyeléseink mikor a burgonya ép gumóhozatalát vizsgáltuk takaróanyagoként. A változó eredményekből szintén kirajzolódott egy tendencia, mely szerint a komposzt növelte leginkább a károsításoktól mentes, 50g feletti gumók arányát. Ezt a két avartakarás követte, végül pedig a szalma.

LaMondia és társai kísérletében (1999) a szalma a *Verticillium dahliae* és a *Pratylenchus penetrans* károsítókra szintén nem volt hatással, ám a kimerült gombakomposzt csökkentette azok kártételt. Megfigyeléseink szerint azonban sem a kártevők, sem a kórokozók károsításában nem volt kimutatható különbség a különböző takaróanyagok alatt (a kontrollal összevetve sem). Egyedül a komposzt mulcs csökkentette szignifikánsan a *F. solani*-fertőzés mértékét a többi takaróanyaghoz képest a 2018-as évben. Itt a talajfelszínre, mulcs alá vetett gumók kezeléseit vetettük össze egymással, ahol a komposzt esetében volt egyedül különbség.

Majumder és munkatársai (2016) kísérletében a szalma mulcs alatt kevesebb volt a varas és zöldült gumók száma a kontroll kezelésekhez képest. Kísérleteink során azonban sem a zöldült, sem egyéb biotikus kárképben nem találtunk következetes különbséget a takaróanyag kezelése között. Döring et al. (2005) ezt azzal magyarázza, hogy ha nem kellő vastagságú a takaróanyag, úgy a kedvező hatások sem figyelhetők meg. Valószínűleg ez a magyarázata a kísérleteink során várt hatások elmaradásának is, így ennek érdekében érdemes lenne növelni a kijuttatott takaróanyagok mennyiségét.

Nem csak a takaróanyag vastagága, hanem a kijuttatás ideje is döntő jelentőségű lehet. A legtöbb esetben a talajfelszín takarása vetést követően történik, az első hajtások megjelenését, vagy a töltögetést követően. Néhány kísérletben azonban 30 (Chawla et al., 2009), 35 (Majumder et al., 2016) vagy akár 50 nap (Goel et al., 2020) is eltelt a talaj takarásáig. De még az ilyen esetekben is pozitívan növelte a termést a talajtakarás. Amikor viszont a takaróanyagot 2-3 héttel a kijuttatás után a talajba dolgozták a termésmenővelő hatás már nem volt statisztikailag kimutatható (Döring et al., 2005). A vetés előtt kijuttatott és a burgonya felszedéséig a területen hagyott kísérletek esetében a termésmenővelés kivétel nélkül szignifikáns volt (Farrag et al., 2016; Kumar et al., 2018; Pathak et al., 2021; Abd El-Wahed et al., 2020 b). Kísérleteink során mi is hasonlóan jártunk el, sőt, a takaróanyagot minden év őszén a parcellákban hagytuk és tavasszal csak megújítottuk, pótoltuk azt. Az ily módon kijuttatott takaróanyag termésmenővelő hatását pedig szintén sikerült megállapítanunk.

A kétféle vetésmód szintén egy különlegessége a dolgozatnak, burgonyában alig, a talajlakó kártevők és talajeredetű kórokozók károsítására kifejtett hatását pedig ezidáig nem vizsgálták.

Adamchuk és társai (2016) kifejezetten a burgonya mulcs alá való vetését vizsgálva 30–40%-al magasabb terméstről számolt be a talajfelszínre vetett kezeléseknél a kontrollal összevetve (5–20 cm mélyen talajbavetett gumók). A talajtakarás mellett a konzerváló talajművelés (no tillage) bevezetése egyes tapasztalatok szerint szignifikánsan növeli a burgonya termését (Hou et Li, 2019; Ramírez et al., 2022), valamint javítja annak minőségét (Sarangi et al., 2020). Hou és Li (2018) kísérleteiben a legmagasabb átlagos burgonyagumó-hozamot és piacképes gumómennyiséget a szalmatakaróval kombinált altalajozás és a talajművelés nélküli szalmatakaró kombinációja esetén kapták. Szignifikánsan magasabb termést kaptak, mint a hagyományos talajművelésnél, talajtakarás nélkül. Kísérleteink során viszont a talajbavetés elhagyása (csak mulcs alá vetés) egyik takaróanyag esetében sem hozott változást sem az össztermésben, sem pedig a károsított gumók tömegében.

A torzult gumók leginkább a nem megfelelő talajszerkezet miatt alakulnak ki, a gumók repedéséért pedig az egyenlőtlen nedvességviszonyok a felelősek. A kapott eredményekben ugyanakkor nem mindig figyelhetők meg ezt a következetességet, miszerint a torzult gumókból a

kontroll illetve a takarások talajba vetett kezeléseiben, repedt gumókból pedig a mulcs alá vetett kezeléseknél volt több.

A vetésmód vizsgálatoknál a talajbavetés elhagyása növelte a zöldült gumók számát egyes kezeléseknél, de az a takaróanyagok gondosabb terítésével, vagy pótlásával könnyen orvosolható. A módszernek köszönhetően csökkent viszont a vágott gumók száma, ami esztétikai problémákon túl azért is fontos, mert a tárolás során a sebzések utat nyithatnak számos károsítónak (pl. *Fusarium* fajoknak).

Azt a következtetést is levonhatjuk, hogy a talajbavetés, majd pedig a felszedés munkaigénye is megspórolható a termés mennyiségének csökkenése, vagy minőségének romlása nélkül. Sarangi et al. (2020) is megállapította, hogy akár 27%-kal csökken a burgonya termesztési költsége a zéró talajművelésnek köszönhetően a hagyományos, intenzív bakhátvetéses burgonyatelepítéshez képest.

Az, hogy kísérleteink során nem figyeltünk meg termésmenyekekedést a minimális művelésű parcellákban valószínűleg azzal magyarázható, hogy az egy tartós és hosszútávú folyamat, míg a talaj a takarás és minimális művelés hatására megfelelő állapotba kerül. Tény, hogy az intenzív talajművelés gyorsan rontja a talaj fizikai állapotát (Bauer és Black, 1981; Chan és Mead, 1989), így annak elhagyásával a talajfizikai paraméterek és a talajélet javulása várható.

A talaj mulcsozásának kedvező hatásai csak akkor érvényesülhetnek, ha a talajtakarást a megfelelő módon, a megfelelő anyaggal és a megfelelő időben végezzük. Fontos figyelembe venni azt is, hogy az adott éghajlaton mi a fő célja a talajtakarásnak.

Vizsgálataink során kapott eredmények és megfigyelések alapján javasoljuk a szerves mulcsanyagok, különösen a komposzt, dióavár és vegyesavár használatát burgonyában, mert a termés növelése mellett nem növelik a károsított gumók tömegét.

6.3. *In vivo* mikroorganizmus kísérletek (2016–2018)

A *Trichoderma asperellum* és mikorrhiza gombákat tartalmazó készítmény (Symbivit) hatását vizsgálva burgonya termésmennyiségére és károsítóira szignifikáns hatást nem tudtunk kimutatni. Ngakou et al. (2011) szintén nem kapott szignifikáns eltérést, mikor a *Metarhizium anisopliae*-vel és/vagy termésfokozó mikroorganizmusokkal (mikorrhiza) kezelt borsón vizsgálta azok hatását a fehérjetartalomra, a vízfelvevő képességre, vagy a termés minőségére. A mikroorganizmusok virágtripszre (*Megalurothrips sjostedti*) gyakorolt hatását vizsgálva azonban kimutatták, hogy a mikorrhiza-*Rhizobium*-*Metarhizium* kombinált kijuttatása során a lárvák és imágók száma csökkent, ahogyan a mikorrhiza-*Rhizobium* és *M. anisopliae* kezelés esetében is. A borsó szemtermés-vesztése minden kezeléskor csökkent a kontrollhoz képest (Ngakou et al., 2008).

A *T. asperellum* és *M. anisopliae* gombákkal folytatott kísérletünkben szintén nem okozott szignifikáns hatást egyik mikrobiológiai kezelés sem a burgonyaparcellákon sem a termést, sem a vizsgált talajlakó károsítókat tekintve. Krauss et al. (2004) kísérleteiben a *M. anisopliae* és *T. asperellum* közös alkalmazása során a biokontroll hatékonyság szintén nem változott.

Boček et al. (2010) talajtakaró anyag (búzaszalma) és két biofungicid (Supresivit - *Trichoderma harzianum* Rifai aggr., Polyversum - *Pythium oligandrum* Drechs.) hatásait vizsgálva megállapították, hogy bár a két készítmény csökkentette a szamóca gyökérrothadás mértékét és a szürkepenésszel fertőzött bogyók számát, de a különbség itt sem volt szignifikáns a kezeletlen kontrollhoz képest.

Lacey et al. (2011) eredményei szerint a *M. anisopliae* kezelés ugyan nem befolyásolta a burgonya termésmennyiségét, de határozottan csökkentette a burgonya-levélbolha (*Bactericera cockerelli*) tojások és nimfák számát.

Mindezek alapján érdemes lenne a jövőben megvizsgálnunk a mikrobiológiai kezelések hatását burgonyában többek között a szívókártevőkre (pl. levéltetvekre, kabócákra) is.

Fenn áll annak a lehetősége, hogy a kísérletben használt takaróanyagok, illetve a belőlük kimosódott, kioldódott vegyületek befolyásolták a mikroorganizmusok tevékenységét. Közülük kiemelkedik a dióavár, a vegyesavár és a komposzt, melyek az évek során rendre a legkedvezőbbnek bizonyultak a bokronkénti termésmennyiség szempontjából. Laborkísérletben Petrikovszki et al. (2019) megállapították, hogy az általunk is használt dióavár, vegyesavár és komposzt vizes kivonatai nem korlátozták sem a *M. anisopliae* sem pedig a *T. asperellum* gombák növekedését, vagyis a várt hatáskülönbség jelen kísérletben tapasztalt elmaradása nem magyarázható azzal, hogy ezen takaróanyagok ne lennének kedvezőek a két vizsgált fakultatív endobionta szervezet számára. Ezt támasztja alá az a tény is, hogy a takaratlan kontrollban sem találtunk különbséget a mikroorganizmus-kezelések hatásai között.

Az általunk használt takaróanyagok közül a komposzt összetétele és lehetséges hatása a leginkább változatos. A komposzt *Trichoderma* fajokra gyakorolt hatását López-Mondéjar et al. (2011) úgy figyelték meg, hogy kifejezetten felerősíti a *Trichoderma* hatását, ezért az antagonista mikroorganizmust a komposztba belekeverve juttatták ki, és így tudták a csíranövényeket hatékony védelemben részesíteni. Sundram (2013) a pálmafa betegségeit vizsgáló kísérletben szintén szerves takaróanyagot használt a *Trichoderma* hordozóanyagként, mégpedig a pálmaolaj előállításánál keletkező hulladékból képzett mulcsot. Ez a mulcsanyag a mi kísérletünkhöz hasonlóan a talaj felszínére került, de már eleve a mikroorganizmussal keverten. Itt a szerves takaróanyaggal való kontaktus előnyösen befolyásolta a *Trichoderma* által kiváltott fungicidhatást.

Mivel a jelen kísérletünkben a takaróanyagok sem káros, sem pozitív hatással nem voltak a vizsgált mikroorganizmusokra és mivel a mikroorganizmusok kijuttatáskor biztosan életképesek voltak, ezért a várt hatás elmaradásának a magyarázata a talajban keresendő. A *M. anisopliae* amerikai cukorrépa-légy (*Tetanops myopaeformis*) elleni sikeres alkalmazásának lehetőségeit vizsgálva Jaronski et al. (2005) megfigyelték, hogy az ökológiai tényezők közül a talaj nedvességtartalmának és hőmérsékletének van döntő szerepe. Mivel szabadföldi kísérleteink során egyik évben sem alkalmaztunk öntözést a burgonyaparcellákban, így fenn áll a lehetősége, hogy nem biztosítottunk megfelelő környezetet a kijuttatott mikroorganizmusok számára. Mivel a takarások alatt nagyobb volt a talaj nedvességtartalma, mint a takaratlan parcellákban (9.2.6. melléklet), így ott, bár megfelelő volt a talajnedvesség számukra, mégsem tapasztaltuk növényvédelmi vagy termésnövelő hatásukat. Emellett Milner et al. (2003) a hosszú tartamú kísérleteikben úgy tapasztalták, hogy a leesett csapadék és a talaj típusa elhanyagolható mértékben befolyásolta a különböző *M. anisopliae* izolátumokat tartalmazó készítmények talajban való fennmaradását.

Míg a talaj sterilizálása növeli az endofita mikroorganizmusok kolonizációjának kiszámíthatóságát, addig a természetes mikrobiológiai körülmények bizonytalanabbá teszik a *Beauveria bassiana* és a *M. anisopliae* hatását, mint azt Parsa et al. (2018) is tapasztalták. Eddigi kísérleteink során megfigyeltük, hogy a több éve szervesanyaggal takart talajban a burgonya termésátlagos évről évre nő, valamint a többéves burgonya monokultúra ellenére a gumót károsító kórokozók és kártevők kártételi szintje évről évre csökken. Ez felveti a hipotézist, miszerint a takaróréteg alatt a talaj mikroflórájának gazdagodásával nő annak szuppresszivitása is.

Amennyiben a talaj szuppresszivitására vonatkozó feltételezésünk igaz, úgy a *M. anisopliae* és a *T. asperellum* együttes alkalmazását talajtakarással kombináltan elsősorban elszegényedett mikroflórájú területen ajánljuk, mert ott várhatóan nagyobb hatással lennének a növény növekedésére, valamint annak károsítóira. Hasonló gondolat fogalmazódott meg Harman et al. (2004) munkájában: ők a *Trichoderma* fajok alkalmazását javasolják a szennyezett, mezőgazdasági és környezeti szempontból gyengébbnek tekinthető talajok javítására.

Akello et Sikora (2012) ugyanennek a két fajnak az izolátumát is használta babnövények csávázására. Mind a két izolátum feltűnően sikeresen, 80% feletti értékben kolonizálta a tenyészedényben fejlődő tesztnövények gyökereit. Lopez et Orduz (2003) laboratóriumi illetve szabadföldi vizsgálatai során azt a megállapítást tették, hogy a csak *Metarhizium*-mal és a mindkét gombával egyszerre kezelt kártevők pusztulása egyaránt 100% volt, a csak *Trichoderma*-val kezeltké pedig 80%. A két gomba együttes alkalmazása eredményesebbnek bizonyultak a pirimiphos methyl (60% mortalitás) kezelésnél.

Vagyis az általunk választott két mikroorganizmus igen erős növekedési eréllyel és endofita képességgel rendelkezik. Kísérletünkben tehát olyan mikroorganizmusokat választottunk, melyeknek nagy a növényvédelmi potenciálja, vagyis érdemes további vizsgálatokat is végezni a természetes környezetben való növényvédelmi célú felhasználás hatékonyságának növelése, valamint együttes alkalmazhatóságuk lehetőségeinek felderítése érdekében.

6.4. *In vitro* mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálat

Lehetségesnek tartottuk, hogy a sokkal intenzívebb növekedésű antagonista nem enged teret a többi mikroorganizmus számára a növekedésre, vagy elnyomja azt. Krauss et al. (2004) is megállapították kísérleteikben a *Metarhizium anisopliae* és *Trichoderma asperellum* közös alkalmazása során, hogy a *Metarhizium*-nak romlott, a *Trichoderma*-nak javult a visszaizolálhatósága.

Mivel a mikorrhiza gomba életmódja gazdanövényhez kötött, így nem tudtuk a Symbivit készítmény és *T. asperellum* kölcsönhatását laboratóriumi körülmények között megvizsgálni. Mivel a burgonyanövény gyökere a tenyészidőszak végére elhal, így annak kolonizáltságát sem lehet megállapítani a kísérletek végén. Laboratóriumi vizsgálatok elvégzésére azonban mind a *T. asperellum*, mind pedig a *M. anisopliae* gomba alkalmas.

Ennek köszönhetően laboratóriumi körülmények között teszteltük, hogy milyen hatással van egymásra a két mikroorganizmus *in vitro* körülmények között. Kísérletünkben azt kívántuk kideríteni, hogy mennyi időbeli előnyt biztosítsunk a *M. anisopliae* számára, hogy az felvegye a versenyt a *T. asperellum* gombával a telepnövekedésben. Az antagonista hatás akkor lépett fel, mikor a *T. asperellum* 48 órán belül került a *M. anisopliae* telepeire. Ha tehát együtt szeretnénk alkalmazni a két mikroorganizmust, akkor időbeli előnyt kell adnunk az entomopatógén számára a fejlődéshez. Amennyiben 48 óra után került az antagonista a *M. anisopliae* telepre, úgy az már nem mutatott telepnövekedést. Ebből az következik, hogy a 48 óránál fejlettebb *M. anisopliae* is antagonista hatással bír a *T. asperellum* gombával szemben. A két hasznos gomba közös alkalmazhatóságának kulcsa tehát, hogy amennyiben időbeli előnyt kívánunk adni a *M. anisopliae* számára a fejlődéshez, úgy az ne haladja meg a 48 órát, mert az negatív hatással lesz a *T. asperellum* fejlődésére.

6.5. Ászkarák kórokozó- és burgonyafogyasztásának vizsgálata

Szabadföldön termelt burgonyán a különböző kártevők okozta rágáskárokról (fűrés, odvasítás stb.) nehéz megállapítani, hogy pontosan melyik kártevő okozta azt. Az is lehetséges, hogy a takaróanyagok nyújtotta kedvező környezetben fellénkült ászkafajok okoztak kártételt.

Mészárosné Póss (2022) megállapította, hogy a kísérleteink során is használt talajtakarás hatására a szárazföldi ászkarákok évről évre nagyobb faj- és egyedszámban jelentek meg a kísérleti

parcellákon, és a szerves talajtakarású burgonyatermesztés kedvez a bolygatást jobban tűrő, generalista ászkafajok (*Armadillidium vulgare*, *Cylisticus convexus*) betelepülésének és felszaporodásának. Kimutatta, hogy a szárazföldi ászkarákok előnyben részesítik a dióavart és vegyes avart a szalma- és komposztmulcshoz, valamint a takaratlan talajfelszínhez képest.

Feltételezzük tehát, hogy az ászkarákat nem a burgonya, mint táplálékforrás, hanem a takaróanyagok nyújtotta számos más alternatív táplálék és búvóhely vonzotta a parcellákba.

Laborkísérletünk során megállapítottuk, hogy az ászkák alternatív táplálék hiányában ugyanúgy fogyasztják az ép és a kórokozóval fertőzött burgonyagumót is. Nem sikerült azonban kimutatni a *Fusarium solani* fertőzés terjedésének megállításában betöltött szerepüket.

Mészárosné Póss et al (2022) kísérletében szintén az ászkarákok *F. solani* terjesztésében betöltött szerepét vizsgálva megállapította, hogy az *Armadillidium vulgare* ászkafaj jelenléte nem növelte, sőt bizonyos esetekben csökkentette a *F. solani* terjedését a mesterségesen fertőzött és egészséges burgonyagumók között.

Feltételezzük tehát, hogy a takarás nyújtotta kedvező környezet és táplálékforrás mellett az ászkarákok nem okoznak kárt a burgonyagumókon, ugyanakkor szerepük lehet a kórokozók bizonyos képleteinek fogyasztásában, ahogyan azt már számos, a témával foglalkozó kutatás is bizonyította (Mészárosné Póss, 2022, Somogyi et al., 2021).

7. Új tudományos eredmények

- 1) A dióavár, a diómentes vegyesavár és a lakossági eredetű komposzt takarás hatását vizsgálva burgonyában elsőként mutattam ki, hogy mind a három takaróanyag pozitív hatással van a termésmennyiségre és az ép gumókihozatalra a szalmához, illetve a takaratlan kontrollhoz képest.
- 2) Kimutattam, hogy a dióavár burgonyatermésre és ép gumókihozatalra gyakorolt hatása nem különbözik a vegyesavárétól, nem tapasztaltam allelopatikus hatást a burgonyán.
- 3) Megállapítottam, hogy a komposzttakarás alatt termett a legtöbb burgonya, ezt követte a dióavár és vegyesavár, a szalma pedig nem növelte a burgonya termésmennyiségét. Az ép gumókihozatalt vizsgálva ugyan ezt a sorrendet állapítottam meg.
- 4) Kétféle vetésmód (talajba, vagy talajfelszíne vetés) talajtakarással kombinált hatásait vizsgálva burgonyában elsőként mutattam ki, hogy sem a burgonya termésmennyiségében, sem az ép gumókihozatalban nem volt különbség a két vetésmód között.
- 5) *Glomus* fajokat tartalmazó Symbivit készítmény, *Metarhizium anisopliae* és a *Trichoderma asperellum* hatását szabadföldön, különböző szervesanyagokkal takart burgonyanövényeken vizsgálva elsőként mutattam ki, hogy sem önmagukban alkalmazva, sem kombináltan (*T. asperellum* és Symbivit; *T. asperellum* és *M. anisopliae*) kijuttatva nem növelték a termésmennyiséget és nem csökkentették a károsított gumók részarányát.
- 6) Laboratóriumi kísérletben megállapítottam, hogy amennyiben időbeli előnyt (12–24 óra) biztosítunk a *M. anisopliae* gomba számára, az képes felvenni a versenyt a *T. asperellum* gombával a telepnövekedésben, így nincsen akadálya közös szabadföldi alkalmazhatóságuknak.

8. Összefoglalás

Napjainkban a talajt egyre inkább elismerik, mint fontos, lassan megújuló természeti értéket, védelme és megfelelő kezelése egyre nagyobb figyelmet kap. A talajtakarás az utóbbi években a talajvédelem egyre népszerűbb eszköze lett.

A burgonya (*Solanum tuberosum* L.), a legjelentősebb nem gabonaféle élelmiszernövény, termesztéstechnológiájába könnyen és eredményesen beilleszthető a talajtakarásos művelésmód, azonban a burgonya talajtakarásával foglalkozó kutatások között nem szerepel olyan, mely vizsgálná a talajtakarás talajlakó kártevők és talajeredetű kórokozók előfordulására, vagy gumókárosítására gyakorolt hatásait.

Jelen munkánk egyik célja volt ezért, hogy házikerti termesztést modellező szabadföldi kísérletben megvizsgáljuk a különböző szerves anyagokkal (szalma, dióavar, vegyesavar, komposzt) történő mulcsozás hatását a burgonya talajlakó kártevőinek és kórokozóinak előfordulására, károsítására és a burgonya termésmennyiségre.

Kisparcellás kísérletünkben a lehetséges takaróanyagok közül a szalmát azért választottuk, mert ismert és közkedvelt takaróanyag. A diólevél allelopatikus hatásáról, komposztálhatóságáról megoszlanak a vélemények, így annak a burgonyára gyakorolt hatását, valamint mulcsként való alkalmazhatóságát kívántuk megvizsgálni. Kevésbé használt takaróanyag a lombhullató fák lombja, mely leginkább hasonlít az erdők avarjához, és nagy mennyiségben áll rendelkezésünkre a kertekben, ennek ellenére jellemzően mégsem használják takarásra. A komposzt plusz tápanyagtartalma és az abban rejlő lehetőségek vizsgálata okán került a vizsgált takaróanyagok közé. Kísérletünkkel a nagy mennyiségben keletkező, de jellemzően ki nem használt, hulladékként kezelt anyagok felhasználására is példát kívántunk mutatni. Ráadásul a burgonya talajtakarásával foglalkozó kísérletek takaróanyagai között sem szerepel a dióavar, vagy lombhullató fák vegyes lombjából álló avartakarás, ahogy a lakossági eredetű komposzt talajtakarás sem.

A talajtakarás alkalmazása egy alternatív burgonyavetési módszert és a talaj bolygatásának elhagyását is lehetővé teszi, mely szintén kevés kutatás tárgyát képezi. Kísérleteinkben kétféle vetésmód termésmennyiségben és a gumókárosításokat mutató ép gumókihozatalban jelentkező hatásait is vizsgáltuk.

Az évek alatt az alapkísérlet egyes elemei leszűkültek, másokat viszont bővítettem mind szabadföldi, mind laboratóriumi kísérletekkel és vizsgálatokkal. A kísérleti helyszínek és a kísérletbe vont burgonyafajták köre szűkült, ugyanakkor további takaróanyagokat valamint mikro- és makroorganizmusokat vontam be a kísérletekbe.

Vizsgálataim során megállapítottam, hogy a hat év vizsgálatai során a szerves talajtakarást kapott parcellák össztermése az első két évben nem tért el a kontrollétól, de az utolsó négy évben a takart parcellák szignifikáns termésnövekedést mutattak. Az első két évben a takart és takaratlan parcellák ép gumókihozatala is megegyezett, azonban a másik négy évben szignifikánsan nagyobb volt a takart parcellák ép gumókihozatala. A különböző károsítások között nem volt szignifikáns különbség a kezelések között az évek folyamán.

A kisparcellás burgonyakísérletek során megállapítottam, hogy a vizsgált takaróanyagok közül a komposzttal takart parcellákban termett a legtöbb burgonya, ezt követte a dióavar és vegyesavar, melyek nem különböztek egymástól, végül pedig a szalma, mely egyik évben sem különbözött a kontrolltól. A takaróanyagok ép gumókihozatalra gyakorolt hatását vizsgálva ugyanezt a sorrendet állapítottam meg. A biotikus és abiotikus károk arányát vizsgálva nem volt kimutatható különbség a takaróanyagok között, vagy a kontrollal összevetve.

A vetésmód (talajba vagy a talajfelszínre a mulcs alá vetés) hatását vizsgálva megállapítottam, hogy az a takaróanyag kezeléseken belül nem befolyásolta az össztermések évenkénti alakulását, ahogyan a piacos (50g feletti, ép gumó), a kórokozó és kártevő által károsított, zöldült, torzult, vagy repedt gumók tömegét sem. A takaróanyagok és vetésmódok együttes hatását nézve a vetésmódból két jellemző különbség adódott. Több volt a zöldült gumó a talajfelszínre, mulcs alá vetett kezeléseknél. A felszedés során, talajművelő eszköz által megsértett gumókból viszont a talajba vetett kezeléseknél volt több.

A szabadföldi kísérlet során alkalmazott mikroorganizmusok (*Glomus* spp., *Trichoderma asperellum*, *Metarhizium anisopliae*, vagy azok és a takaróanyagok kombinációja nem okozott kimutatható változást a gumók rágáskár, vagy a fuzáriumos betegség (*Fusarium* sp.) általi károsodásra. A bokronkénti termésmennyiségre sem volt egyik évben, egyik mikroorganizmus-kezelésnek sem szignifikáns hatása.

Laboratóriumi kísérletben megállapítottam, hogy amennyiben időbeli előnyt (12-24 óra) biztosítunk a *M. anisopliae* gomba számára, az képes felvenni a versenyt az intenzívebb növekedéssű *T. asperellum* gombával. Amennyiben azonban ez az előny meghaladja a 48 órát, úgy nem ad teret a *T. asperellum* számára a növekedésre.

A szabadföldi kísérletek során a takart parcellákban nagy számban megjelenő ászkarákok vizsgálata során megállapítottam, hogy azok alternatív táplálék hiányában okozhatnak rágáskárt burgonyán, de szerepük lehet a *F. solani* fertőzés csökkentésében a takart parcellákban, hiszen fogyasztják a gomba micéliumait.

Javasolom tehát a szerves talajtakarás, különösen a komposzt, dióavar és vegyesavar hosszútávú használatát házikerti burgonyatermesztésben, mert számos kedvező hatásuk mellett

növelik a burgonya termésmennyiségét, ugyanakkor nem növelik a károsított gumók arányát. A talajbavetés elhagyásával és megfelelő vastagságú talajtakarás alkalmazásával pedig a fentebbi előnyökön túl csökkenthetjük a vetés-betakarítás munkaigényét és növelhetjük a vágásmentes ép burgonyakihozataalt.

8. Summary

Nowadays, soil is increasingly recognized as an important, non-renewable natural value, and its protection and proper management are receiving more and more attention. In recent years, mulching has become an increasingly popular tool for soil protection.

Mulch cultivation could be easily and effectively incorporated into the cultivation technology of potato (*Solanum tuberosum* L.), the most important non-cereal food plant. However, there is no research on potato mulching that examines the effects of mulching on the occurrence of soil-dwelling pests and soil-borne pathogens, or tuber damage.

Therefore, one of the goals of our present work has been to examine the effect of mulching with different organic materials (straw, walnut leaves, mixed leaves, compost) on the occurrence and damage of potato soil-dwelling pests and pathogens, and on the yield of potatoes in a field experiment simulating home garden cultivation.

In our small-plot experiment, straw was chosen among the possible cover materials because it is a well-known and popular cover material. Opinions are divided on the allelopathic effect and compostability of the walnut leaf, so we wanted to examine the effect on potatoes and its suitability as a mulch. A less used covering material is the foliage of deciduous trees, which is most similar to the litter of forests, and is available in large quantities in gardens. Despite this fact they are not usually used as mulch material. Compost was included among the tested cover materials due to its additional nutrient content and the examination of its potential. With our experiment, we also wanted to show an example of the use of materials that are produced in large quantities but are typically not used. In addition, the mulching materials used in other potato mulching experiments do not include walnut leaves, or mixed foliage of deciduous trees, as well as residential compost mulch.

The use of mulch makes it possible to use an alternative way of sowing potatoes and the abandonment of tillage, which is also the subject of little research. During our experiments, we also wanted to investigate the effects of two types of sowing methods on crop yield and on the yield of intact tubers showing tuber damage.

During that time, some elements of the basic experiment were narrowed down, while others were expanded with both field and laboratory experiments and tests. The range of experimental sites and potato varieties was narrowed, and additional cover materials and micro- and macro-organisms were included in the experiments.

During the six years of the experiments I found that the plots that received organic mulch showed no difference in yield compared to the control's in the first two years, but in the last four years the yield of mulched plots significantly surpassed the control's. In the first two years, the intact

tuber yield of the covered and uncovered plots was the same, but in the other four years the intact tuber yield of the covered plots was significantly higher. There was no significant difference between the treatments over the years in the various damages.

During the small-plot potato experiments, it emerges that among the examined cover materials, the most potatoes were grown in the plots covered with compost, followed by the walnut leaves and mixed leaves, which did not differ from each other, and finally straw, which did not differ from the control in any year. Examining the effects of covering materials on intact tuber yield, I established almost this order. Examining the ratio of biotic and abiotic damage, no difference could be detected between the cover materials or compared to the control.

Examining the effects of the sowing method (sowing into the soil or on the soil surface under the mulch), I found that the sowing method did not affect the annual development of the total yields within the cover material treatments, as did the marketable (over 50g, intact tuber), the pathogen- and pest-damaged, green, or a mass of distorted or cracked tubers.

Looking at the combined effects of cover materials and sowing methods, two characteristic differences emerged from the sowing method. There were more green tubers in when tubers were planted on the soil surface. On the other hand, there were more tubers damaged by tillage equipment during the picking process in the treatments where tubers were planted in the soil.

The microorganisms (*Glomus* spp., *Trichoderma asperellum*, *Metarhizium anisopliae*) used during the field experiment, or the combination of them and the cover materials, did not cause any detectable changes in damage caused by tuber chewing or fusarium disease (*Fusarium* sp.). None of the microorganism treatments had a significant effect on the yield per bush in any year.

I established in a laboratory experiment that if we provide a time advantage (12-24 hours) for the *M. anisopliae*, it can compete with the more intensively growing *T. asperellum*. However, if this advantage exceeds 48 hours, it does not allow *T. asperellum* to grow.

When examining the large number of isopods that appear in the covered plots in the field experiments, I found that they may cause chewing damage on potatoes in the absence of alternative food, but they could play a role in reducing *F. solani* infection in the covered plots, because they consume the mycelium of the fungus in laboratory conditions.

Therefore, I recommend the long-term use of organic mulches, especially compost, walnut leaves and mixed leaves, in home garden potato cultivation, because in addition to their many beneficial effects, they increase the yield of potatoes, but do not increase the proportion of damaged tubers. In addition to the above advantages, by abandoning sowing in the soil and using mulch of sufficient thickness, we might reduce the work required for planting and harvesting and increase the yield of intact potatoes without cutting damage.

9. Mellékletek

9.1. Irodalomjegyzék

- Abd Allah, M.A.A., Omar, E.H., Eid, S.M., Elsaady, S.A. (2009): Effect of drip irrigation schedules and soil mulching on tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) var. Spunta. *Journal of Agricultural Science Mansoura University*, 34 (6): 7151–7161.
- Abd El-Aziz, M.N., Awad, H.H. (2010): Changes in the haemocytes of *Agrotis ipsilon* larvae (Lepidoptera: Noctuidae) in relation to dimilin and *Bacillus thuringiensis* infections. *Micron*, 41 (3): 203-209.
- Abd El-Wahed, M.H., Al-Omran, A.M., Hegazi, M.M., Ali, M.M., Ibrahim, Y.A.M., EL Sabagh A. (2020): Salt distribution and potato response to irrigation regimes under varying mulching materials. *Plants*, 9 (701): 2–15.
- Adamchuk, V., Prysyzhnyi, V., Ivanovs, S., Bulgakov, V. (2016): Investigations in technological method of growing potatoes under mulch of straw and its effect on the yield. *Engineering for rural development. Jelgava*, 05: 1098–1103.
- Adeniyani, B.O., Ojeniyi, S.O., Awodun, M.A. (2008): Relative Effect of Weed Mulch Types on Soil Properties and Yield of Yam in Southwest Nigeria. *Journal of Soil and Nature*. 2 (3): 01–05.
- Akello, J. and Sikora, R. (2012): Systemic acropetal influence of endophyte seed treatment on *Acyrtosiphon pisum* and *Aphis fabae* offspring development and reproductive fitness. *Biological Control*, 61 (3): 215–221.
- Albrechtova, J., Latr, A., Nedorost, L., Pokluda, R., Posta, K., Miroslav Vosatka, M. (2011): Dual inoculation with mycorrhizal and saprotrophic fungi applicable in sustainable cultivation improves the yield and nutritive value of onion. *The ScientificWorld Journal*, 2012 (2012): 374091.
- Alexa, L., Dér, S. (1999): A komposztálás elméleti és gyakorlati alapjai. *Bio-Szaktanácsadó Bt., Gödöllő*, 136.
- Alfaress, S. (2012): Integrated Pest Management Strategies for a terrestrial isopod, *Armadillidium vulgare*, in no-till soybean production. 73. Kansas State University, Manhattan, Kansas.
- Amer, M.A., Seoud, A.E. (2008): *Mycorrhizal* fungi and *Trichoderma harzianum* as biocontrol agents for suppression of *Rhizoctonia solani* damping-off disease of tomato. *Commun Agric Appl Biol Sci*. 73 (2): 217–32.
- Antal, J. (2000): Növénytermesztők zsebkönyve. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*, 391.
- Augé, R.M., Toler, H.D., Sams, C.E., Nasim, G. (2008): Hydraulic conductance and water potential gradients in squash leaves showing mycorrhiza-induced increases in stomatal conductance. *Mycorrhiza*, 18 (3): 115–121.

- Azcón-Aguilar, C., Barea, J.M. (1996): Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens – An overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza*, 6 (6): 457–464.
- Balázs, S., Mészáros, Z. (1998): Lepkék – Lepidoptera. In: Jensen, G., Mészáros, Z., Sáringer, Gy. (szerk.) (1998): A szántóföldi és kertészeti növények kártevői. Mezőgazda Kiadó, Budapest 630. 297–493.
- Bálint, Gy. (szerk.) (1991): Gyümölcsöskert. Planétás Kiadó, Budapest, 362.
- Balog, E., Hung, B.X., Turóczy, Gy., Kiss, J. (2013): Efficacy of biological control agents for the control of western corn rootworm. *IOBC-WPRS Bulletin*, 90: 33–36.
- Barakat, M.A.S., Abd El-Mageed, T.A., Elsayed, I.N., Semida, W.M. (2020): Effect of soil mulching on growth, productivity, and water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) under deficit irrigation. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 5 (3): 328–336.
- Barman, K.K., Khankhane, P.J., Varshney, J.G. (2008): Effect of mulching on weed infestation and tuber yield of potato in black cotton soil. *Indian Journal of Weed Science*, 40 (3,4): 136–139.
- Bauer, A., Black, A.L. (1981): Soil Carbon, Nitrogen, and Bulk Density Comparisons in Two Cropland Tillage Systems after 25 Years and in Virgin Grassland. *Soil Science Society of America Journal*, 45 (6): 1166–1170.
- Baumgartner, K., Smith, R.F., Bettiga, L. (2005): Weed control and cover crop management affect mycorrhizal colonization of grapevine roots and arbuscular mycorrhizal fungal spore populations in a California vineyard. *Mycorrhiza*, 15 (2): 111–119.
- Begum, M., Saikia, M. (2014): Effect of irrigation and mulching on growth and yield attributes of potato. *Agricultural Science Digest*, 34 (1): 76–78.
- Bernal-Vicente, A., Ros, M., and Pascual, J.A. (2009): Increased effectiveness of the *Trichoderma harzianum* isolate T-78 against *Fusarium* wilt on melon plants under nursery conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89 (5): 827–833.
- Bharati, S., Joshia, B., Dhakala, R., Panerua, S., Dhakalb, S.C., Joshic, K.R. (2020): Effects of different mulching on yield and yield attributes of potato in dadeldhura district, Nepal. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture*, (MJSA) 4 (2): 54–58.
- Bhullar, M.S., Kaur, S., Kaur, T., Jhala, A.J. (2015): Integrated weed management in potato using straw mulch and Atrazine. *Hortechology*, 25 (3): 335–339.
- Bleach, C.M., Cope, R.J., Jones, E.E., Ridgway, H.J., Jaspers, M.V. (2008): Impact of mycorrhizal colonisation on grapevine establishment in *Cylindrocarpon* infested soil. *New Zealand Plant Protection* 61: 311–316.
- Boček, S., Salaš, P., Mokričková, J., Patočková, S., Tvrzníková, M., Sasková, H. (2010): Testing of varieties, mulch materials and biofungicides Supresivit (*Trichoderma harzianum* Rifai aggr.)

- and Polyversum (*Pythium oligandrum* Drechs.) in organic strawberries. Ecofruit, 14th International Conference on Organic Fruit-Growing, 236–241.
- Bocz, E. (1996): Burgonya. In: Szabados, K. (szerk.) (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 887, 574–617.
- Bognár, S. (1979): Kártevők elleni védekezési módszerek. 52-62. In: Bognár, S., Huzián, L. (1979): Növényvédelmi állattan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 557.
- Bognár, S., Huzián, L. (1979): Növényvédelmi állattan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 557.
- Boomgaarden, H., Oftring, B., Ollig, W. (2011): Natur sucht Garten. Eugen Ulmer KG, 137.
- Bouchek-Mechiche, K., Pasco, C., Andrivon, D., Jouan, B. (2000): Differences in host ranges, pathogenicity to potato cultivars and response to soil temperature among *Streptomyces* species causing common and netted scab in France. *Plant Pathology*, 49: 3–10.
- Boyd, A.E.W. (1952): Dry-rot disease of the potato. *Annals of Applied Biology*, 39 (3): 330–338.
- 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
- Broschat, T.K. (2007): Effects of Mulch Type and Fertilizer Placement on Weed Growth and Soil pH and Nutrient Content. *Hortechology*, 17 (2): 174–177.
- Brown, M.W., Tworokski, T. (2004): Pest management benefits of compost mulch in apple orchards. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 103: 465–472.
- Brust, G.E. (1994): Natural enemies in straw mulch reduce Colorado potato beetle populations and damage in potato. *Biological Control*, 4: 163–169.
- Burgers, M.S., Nel, P.C. (1984): Potato irrigation scheduling and straw mulching. *South African Journal of Plant and Soil*, 1 (4): 112–116.
- Calvet, C., Pinochet, J., Hernández-Dorrego, A., Estaún, V., Camprubí, A. (2001): Field microplot performance of the peach-almond hybrid GF-677 after inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi in a replant soil infested with root-knot nematodes *Mycorrhiza*, 10 (6): 295–300.
- Capinera, J. L. (2008): *Encyclopedia of Entomology* (2. kiad.). Heidelberg: Springer Science & Business Media. doi:10.1007/978-1-4020-6359-6
- Carrenho, R., Silva, E.S., Trufem, S.F.B., Bononi, V.L.R. (2001): Successive cultivation of maize and agricultural practices on root colonization, number of spores and species of arbuscular mycorrhizal fungi. *Brazilian Journal of Microbiology*, 32: 262–270.
- Cerdà, A., Rodrigo-Comino, J., Giménez-Morera, A., Keesstra, S.D. (2017): An economic, perception and biophysical approach to the use of oat straw as mulch in Mediterranean rainfed agriculture land. *Ecological Engineering*, 108: 162–171.

- Chae-Young, L., Tae-Jung, K., Guang-Jae, L. (2010): Effects of organic mulching on potato production and weed management. *Korean Journal of Organic Agriculture*, 18 (4): 587–598.
- Chalker-Scott, L. (2007): Impact of Mulches on Landscape Plants and the Environment — A Review. *Journal of Environmental Horticulture*, 25 (4): 239–249.
- Chan, K.Y., Mead, J.A. (1989): Water movement and macroporosity of an Australian Alfisol under different tillage and pasture conditions. *Soil and Tillage Research*, 14 (4): 301–310.
- Chang, L., Han, F., Chai, S., Cheng, H., Yang, D., Chen, Y. (2020): Straw strip mulching affects soil moisture and temperature for potato yield in semiarid regions. *Agronomy Journal*, 2020:1–14.
- Chaudhry, M.R., Malik, A.A., Sidhu, M. (2004): Mulching impact on moisture conservation, soil properties and plant growth. *Pakistan Journal of Water Resources*, 8 (2): 1–8.
- Chawla, A.K., Singh, K.G., Singh, A. (2009): Effect of mulch and drip irrigation on soil hydrothermal regime and potato yield (*Solanum tuberosum* L.). *Agricultural Research Journal, Punjab Agricultural University*, 46 (1–2): 68–71.
- 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.
- Conrath, U., Thulke, O., Katz, V., Schwindling, S., Kohler, A. (2001): Priming as a mechanism in induced systemic resistance of plants. *Eur. J. Plant Pathol.* 107: 113–119.
- Cziklin, M., Horváth, J., Kadlicskó, S., Pintér, Cs., Polgár, Zs., Wolf, I. (2005): A Burgonya védelme, Növényvédelem, 41 (8): 363–389.
- Csonka, D. (2017): Isopoda közösségek szerveződésének ökomorfológiai háttere. PhD Értekezés. Budapest: Állatorvostudományi Egyetem, 135. (forrás: <http://www.huveta.hu/>)
- Darvas, B., Turóczy, Gy., Polgár, A.L. (2008): Mikroorganizmusok ízeltlábúak és fonálférgék ellen. In: Darvas B. (szerk.) (2008): A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon. MTA NKI, Budapest, 256. 78–99.
- Deák, Sz. (2008): Bogyósgyümölcsűek talajigénye és tápanyagszükséglete. *Agrofórum extra*, 24: 13–14.
- Dehariya, K., Shukla, A., Sheikh, I.A., Vyas, D. (2015): *Trichoderma* and arbuscular mycorrhizal fungi based Biocontrol of *Fusarium udum* butler and their growth promotion effects on pigeon pea. *J. Agr. Sci. Tech.* 17: 505–517.
- Dénes, F. (szerk.) (2014): Szamóca-termesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 133.
- Diniz, K.A., Oliveira, J.A., Guimarães, R.M., Carvalho, M.L.M., Machado, J.C. (2006): Incorporation of microorganism, amino acids, micronutrients and growth regulators in lettuce seed through the coating technique. *Revista Brasileira de Sementes*, 28 (3): 37–43.

- Douds, D.D., Galvez, L., Franke-Snyder, M., Reider, C., Drinkwater, L.E. (1997): Effect of compost addition and crop rotation point upon VAM fungi. *Agric. Ecosyst. Environ.* 65 (3): 257–266.
- Douds, D.D., Schenck, N.C. (1990): Increased sporulation of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi by manipulation of nutrient regiments. *Appl. Environ. Microbiol.* 56 (2): 413–418.
- Döring, T., Heimbach, U., Thieme, T., Finckh, M., Saucke H. (2006): Aspects of straw mulching in organic potatoes – I. Effects on microclimate, *Phytophthora infestans*, and *Rhizoctonia solani*. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 58 (3): 73–78.
- Döring, T.F., Brandt, M., Heß, J., Finckh, M.R., Saucke, H. (2005): Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field Crops Research*, 94: 238–249.
- Dudás, P. (2018): Mulcsozott és mulcsozatlan burgonyaparcellák futóbogár- (carabidae), százlábú- (chilopoda), valamint talajlakó kártevő és mikroízeltlábú-együtteseinek összehasonlító vizsgálata. Doktori értekezés. Gödöllő (forrás: <http://real-phd.mtak.hu/>)
- Dudás, P., Gedeon, Cs., Menyhárt, L., Ambrus, G., Tóth, F. (2016): The effect of mulching on the abundance and diversity of ground beetle assemblages in two hungarian potato fields. *Columella – Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3 (1): 45–53.
- Dvořák, P., Hajšlová, J., Hamouz, K., Schulzová, V., Kuchtová, P., Tomášek, J. (2009): Influence of grass mulch application on tubers size and yield of ware potatoes. *Lucrări Științifice*, 51: 1–5.
- Dvořák, P., Kuchtová, P., Tomášek, J. (2013): Response of surface mulching of potato (*Solanum tuberosum*) on SPAD value, Colorado potato beetle and tuber yield. *International Journal of Agriculture & Biology*, 15 (4): 798–800.
- Dvořák, P., Tomášek, J., Hamouz, K. (2010): Cultivation of organic potatoes with the use of mulching materials. *Zeszyty Problemowe Postqpow Nauk Rolniczych*, 557: 95–102.
- Dvořák, P., Tomášek, J., Hamouz, K., Kuchtová, P. (2015): Reply of mulch systems on weeds and yield components in potatoes. *Plant Soil Environ*, 61 (7): 322–327.
- Dvořák, P., Tomášek, J., Kuchtová, P., Hamouz, K., Hajšlová, J., Schulzová, V. (2012): Effect of mulching materials on potato production in different soil-climatic conditions. *Romanian Agricultural Research*, 29: 201–209.
- Edwards, L., Burney, J.R., Richter, G., MacRae, A.H. (2000)b: Evaluation of compost and straw mulching on soil-loss characteristics in erosion plots of potatoes in Prince Edward Island, Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 81: 217–222.
- Edwards, L.M., Volk, A., Burney, J.R. (2000)a: Mulching potatoes: aspects of mulch management systems and soil erosion. *American Journal of Potato Research*, 77: 225–232.

- 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
- Ercisli, S., Esitken, A., Turkkal, C., Orhan, E. (2005): The allelopathic effects of juglone and walnut leaf extracts on yield, growth, chemical and PNE compositions of strawberry cv. Fern. *Plant, Soil and Environment*, 51 (6): 283–287.
- Escande, A.R., Echandi, E. (1991): Protection of potato from *Rhizoctonia* canker with binucleate *Rhizoctonia* fungi. *Plant Pathology*, 40: 197–202.
- Essien, B.A., Essien, J.B., Nwite, J.C., Eke, K.A., Anaele, U.M., Ogbu, J.U. (2009): Effect of organic mulch materials on maize performance and weed growth in the derived savanna of south eastern nigeria. *Niger Agric. J.* 40 (1): 255 – 262.
- Fan, S., Wang, D., Zhang, J., Bai, J., Liu, W., Zhixia, M., Huiyuan, P. (2011): Effects of different cultivation techniques on soil temperature, moisture and potato yield. *Transactions of the Chinese society of Agricultural Engineering*, 27 (11): 216–221.
- Farkas, S., Vadkerti, E. (2001): Somogy megye Isopoda faunája (Isopoda: Oniscididae). *Natura Somogyiensis*, 1: 83–85.
- Farkas, S., Vilisics, F. (2013): Magyarország szárazföldi ászkarák faunájának határozója (Isopoda: Oniscidea). *Natura Somogyiensis*, 23: 89–124.
- Farrag, K., Abdrabbo, M.A.A., Hegab, S.A.M. (2016): Growth and productivity of potato under different irrigation levels and mulch types in the North West of the Nile Delta, Egypt. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 6 (4): 774–786.
- Fătu, C.A., Dinu, M.M., Andrei, A-M. (2018): Susceptibility of some melolonthine scarab species to entomopathogenic fungus *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.). *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, XXII: 42–49.
- Fekete, I. (1974): Titkos kalendárium. In: Csí és más elbeszélések. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest, 189. 181-187.
- Ferron, P. (1981) Pest Control by the Fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. In: Burge, H.D., Ed., *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*, Academic Press, New York, 465–481.
- Fiers, M., Edel-Hermann, V., Chatot, C., Le Hingrat, Y., Alabouvette, C., Steinberg, C. (2012): Potato soil-borne diseases. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 32:93–132.
- Finckh, M.R., Bruns, C., Bacanovic, J., Junge, S., Schmidt, J.H. (2015): Organic potatoes, reduced tillage and mulch. *The Organic Grower*, 33: 20–22.

- Forró, L., Farkas, S. (1998): Checklist, preliminary distribution maps, and bibliography of woodlice in Hungary (Isopoda: Oniscidea). *Miscellanea zoologica hungarica*, 12: 21–44.
- Fraç, M., Michalski, P., Sas-Paszt, L. (2009): The effect of mulch and mycorrhiza on fruit yield and size of three strawberry cultivars. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17 (2): 85–93.
- Francis, R., Read, D.J. (1984): Direct transfer of carbon between plants connected by vesicular–arbuscular mycorrhizal mycelium. *Nature*, 307: 53–56.
- Frank, B.F. (1885): Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. *Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft*, 3: 128–145.
- Füzy, A., Bíró, B., Tóth, T., Hildebrandt, U., Bothe, H. (2008): Drought, but not salinity determines the apparent effectiveness of halophytes colonized by arbuscular mycorrhizal fungi. *Journal of Plant Physiology*, 165 (11): 1181–1192.
- Gachango, E., Kirk, W., Schafer, R., Wharton, P. (2012): Evaluation and comparison of biocontrol and conventional fungicides for control of postharvest potato tuber diseases. *Biol Control*, 63: 115–120.
- Garland, J.A., Seaman, W.L. (1994): Sow bugs and pillbugs. In: Howard, R.J., Garland, J.A., Seaman, W.L. (1994): *Diseases and Pests of Vegetable Crops in Canada*, 1021, 75–76.
- Geboloğlu, N., Sağlam, N. (2002): The effect of different plant spacing and mulching materials on the yield and fruit quality of pickling cucumber. *Acta Horticulturae*, 579: 603–607.
- Gencsi, L., Vancsura, R. (1992): *Dendrológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 728.
- Gere, G. (1956): Erdei avarfogyasztó Diplopoda és Isopoda fajok humifikációs szerepének vizsgálata növénynevelési módszerrel. *Állattani Közlemények*, 45(3-4): 11–18.
- Gildon, A., Tinker, P.B. (1983): Interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection and heavy metals in plants: I. The effects of heavy metals on the development of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *New Phytologist*, 95 (2): 247–261.
- Gilligan, C.A., Bailey, D.J. (1997): Components of pathozone behaviour. *New Phytol* 136: 343–358.
- Glits, M. (1993): Burgonyafélék betegségei. In: Glits, M., Folk, Gy. (szerk.) (1993): *Kertészeti növénykórtan*. Mezőgazda Kiadó, 559, 283–305.
- Goel, L., Shankar, V., Sharma, R.K. (2020): Influence of different organic mulches on soil hydrothermal and plant growth parameters in potato crop (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Agrometeorology*, 22 (1): 56–59.
- Gólya, E. (2004): Korai burgonya. In: Hodossi et al (szerk.) (2004): *Zöldségtermesztés szabadföldön*. Mezőgazda Kiadó, Budapest 355, 159–165.
- Goyer, C., Otrysko, B., Beaulieu, C. (1996): Taxonomic studies on streptomycetes

- causing potato common scab: a review. *Can. J. Plant Pathol.* 18: 107–113.
- Gratwick, M. (1992): Woodlice. In: M. Gratwick, *Crop Pests in the UK*. Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-94-011-1490-5_77
- Greenfield, M., Gomez-Jimenez, M.I., Ortiz, V., Vega, F.E., Kramer, M. and Parsa, S. (2016): *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* endophytically colonize cassava roots following soil drench inoculation. *Biological Control*, 95: 40–48.
- Gudmestad, N.C., Mallik, I., Pasche, J.S., Anderson, N.R., Kinzer, K. (2009): A real-time PCR assay for the detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* based on the cellulase A gene sequence. *Plant Diseases* 93:649–659.
- Gyúros, J. (1994): Korai burgonya. In: Balázs, S. (szerk.) (1994): *Zöldségtermesztők kézikönyve*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 694, 283–288.
- Haltrich, A. (1998): Gerincesek – Vertebrata. In: Jensen, G., Mészáros, Z., Sáringer, Gy.(szerk.) (1998): *A szántóföldi és kertészeti növények kártevői*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 630, 511–523.
- Hammer, Q., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1–9.
- Hammerschmidt, R. (1999): Induced disease resistance: how do induced plants stop pathogens? *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 55 (2): 77–84.
- Hammerschmidt, R., Kuc, J. (2013): *Induced resistance to disease in plants*. Springer Science & Business Media, 182.
- Harman, G.E. (2006): Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp.. *Phytopathology*, 96 (2): 190–194.
- Harman, G.E., Lorito, M. and Lynch, J.M. (2004): Uses of *Trichoderma* spp. to alleviate or remediate soil and water pollution. *Adv Appl Microbiol.* 56: 313–330.
- Hartmann, M., Alexa, L., Dér, S., Schád, P., (2001): *Hulladékok a mezőgazdaságban, az erdőszetben, a gyümölcsösben és a szőlészetben*. Mezőgazdasági szaktudás kiadó, Budapest, 39.
- Hayashida, S., Choi, M.Y., Nanri, N., Yokoyama, M., Uematsu, T. (1989): Control of potato common scab with an antibiotic biofertilizer produced from swine feces containing *Streptomyces albidoflavus* CH-33. *Agricultural and Biological Chemistry*, 53: 349–54.
- Heckman, D.S., Geiser, D.M., Eidell, B.R., Stauffer, R.L., Kardos, N.L., Hedges, S.B. (2001): Molecular Evidence for the Early Colonization of Land by Fungi and Plants. *Science*, 293 (5532): 1129–1133.

- Hernádi, I., Magurno, F., Sasvári, Z., Posta, K. (2012): Mikorrhiza oltóanyag hatása két fűszerpaprika termesztésére és a helyi arbuskuláris mikorrhiza gombaközösségre. *Tájökológiai Lapok*, 10 (2): 305–313.
- Hesen, J.C., Kroesbergen, E. (1960): Mechanical damage to potatoes. I. Offprint of *Eur. Potato Journal*, 3 (1): 30-46.
- Hide, G.A., Hirst, J.M., Stedman, O.J. (1973): Effects of black scurf (*Rhizoctonia solani*) on potatoes. *Ann Appl Biol*, 74:139–148.
- Hluchy, M. (2005): A zöldségfélék kártevői. In: Rod, J., Hluchy, M., Zavadil, K., Prásil, J., Somssich, I., Zacharda, M. (2005): A zöldségfélék betegségei és kártevői. Biocont Laboratory, Kft, Brno, 392.
- Hluchy, M., Ackermann, P., Zacharda, M., Lastuvka, Z., Bagar, M., Jetmarová, E., Vanek, G., Szőke, L., Plísek, B. (2007): A gyümölcsfák és a szőlő betegségei és kártevői. Biocont Laboratory Kft. Brno-Slatina, 498.
- Hofmann, U., Köpfer, P., Werner, A. (2008): Ökológiai szőlőtermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 294.
- Hornok, L. (2001): A zöldség- és fűszernövények részletes bemutatása. In: Nagy, J. (szerk) (2001): *Haszonkert a ház körül, Zöldségtermesztés*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 211, 94–195.
- Hornung, E., Vilisics, F., Sólymos, P. (2009): 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: Lengyel, S., Varga, K., Kosztyi, B. VII. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, program és absztrakt-kötet, 117.
- Horváth, J., Pintér, Cs. (1997): A burgonya betegségei.. In: Glits, M., Horváth, J., Kuroli, G., Petróczy I. (1997): *Növényvédelem*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 661, 193–202.
- Horváth, S. (1997): A vetőburgonya-termesztés agrotechnikai követelményei; *Növényápolás*. In: Sárközi, F. (szerk.) (1997): *Amit a vetőburgonyáról tudni kell...* Agroinform, Budapest, 111, 69–111.
- Hou, X., Li, R. (2018): Potato tuber yields in semi-arid environments are increased by tillage and mulching practices. *Agronomy Journal*, 110 (6): 2641–2651.

- Hou, X., Li, R. (2019): Interactive effects of autumn tillage with mulching on soil temperature, productivity and water use efficiency of rainfed potato in loess plateau of China. *Agricultural Water Management*, 224 (105747): 1–12.
- Ilyas, M., Ayub, G. (2017): Role of planting depth and mulching on growth and yield components of autumn potato crop sown at different dates. *Pure and Applied Biology*, 6 (4):1436–1449.
- Jack, C.V., Brind, W.D., Smith, R. (1955): Commonwealth Bulletin of Soil Science. Mulching Tech. Comm. No. 49
- Jakusovszky, R., Petrikovszki, R., Kiss, L.V., Tóthné Bogdányi, F., Tóth, F., Nagy, P. I. (2019): Dióavar-kivonatok ökotoxikológiai vizsgálata növénykártevő fonálférgeken és más tesztorganizmusokon. *Növényvédelem* 2019, 80 (N. S. 55): 6: 272–281.
- Jaronski, S.T., Grace, J.A., Schlothauer, R. (2005): *Metarhizium anisopliae* for biocontrol of sugar-beet root maggot: constraints and challenges. *Proc 33rd Bienn Mtg Amer Soc Sugar Beet Technol*, 185–187.
- Jeger, M.J., Hide, G.A., van den Boogert, P.H.J.F., Termorshuizen, A.J., van Baarlen, P. (1996): Soilborne fungal pathogens of potato. *Potato Research*, 39: 437–469.
- Kabir, Z., O'Halloran, I.P., Widden, P., Hamel, C. (1998): Vertical distribution of arbuscular mycorrhizal fungi under corn (*Zea mays* L.) in no-tillage and conventional tillage systems. *Mycorrhiza*, 8 (1): 53–55.
- Kader, M.A., Sengeb, M., Mojidc, M.A., Itob, K. (2017): Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment. *Soil & Tillage Research*, 168:155–166.
- Kamle, M., Borah, R., Bora, H., Jaiswal, A.K., Singh, R.K., Kumar, P. (2020): Systemic Acquired Resistance (SAR) and Induced Systemic Resistance (ISR): Role and Mechanism of Action Against Phytopathogens. , *Fungal Biotechnology and Bioengineering, Fungal Biology*, doi:10.1007/978-3-030-41870-0_20
- Kar, G., Kumar, A. (2007): Effects of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India. *Agricultural Water Management*, 94: 109–116.
- Keszthelyi, S. (2016): Szántóföldi növények kártevői. *Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Budapest*, 32–34.
- Khaledian, M.R., Mailhol, J.C., Ruelle, P., Mubarak, I. (2011): Impacts of direct seeding into mulch on the yield, water use efficiency and nitrogen dynamics of corn, sorghum and durum wheat. *Irrigation and Drainage*, 61 (3): 398–409.
- King, R.R., Lawrence, C.H., Calhoun, L.A. (1992): Chemistry of phytotoxins associated with *Streptomyces scabies*, the causal organism of potato scab. *J. Agric. Food Chem.* 40: 834–837.

- King, R.R., Lawrence, C.H., Clark, M.C. (1989): Isolation and characterization of phytotoxins associated with *Streptomyces scabies*. *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 13: 849–850.
- Koski, R., Jacobi, W.R. (2004): Tree pathogen survival in chipped wood mulch. *Journal of Arboriculture* 30 (3): 165-171.
- Kovács, D. (2000): Diófalevélből jó a komposzt. *Biokultúra*, 11 (6): 20–21.
- Kovács, T. (2010): A pattanóbogarak (*Agriotes* spp.) és a drótférgek előrejelzése precíziós módszerekkel. Doktori értekezés, Mosonmagyaróvár, 202.
- Krauss, U., Hidalgo, E., Arroyo, C., Piper, S.R. (2004): Interaction between the entomopathogens *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and *Paecilomyces fumosoroseus* and the mycoparasites *Clonostachys* spp., *Trichoderma harzianum* and *Lecanicillium lecanii*. *Biocontrol Science and Technology*, 14 (4): 331–341.
- Kruppa, J. (szerk.) (1998a): A burgonya és termesztése I. Agroinform Kiadó, Budapest 47.
- Kruppa, J. (szerk.) (1998b): A burgonya és termesztése, II. Agroinform Kiadó, Budapest 76.
- Kruppa, J. (szerk.) (1999): A burgonya és termesztése, III. Agroinform Kiadó, Budapest 145.
- Kumar, D.G., Sachin S. S; Kumar, R. (1990): Importance of mulch in crop production, *Indian Journal of Soil Conservation*, 18: 20–26.
- Kumar, R., Singh, A., Singh, R.K. (2018): Effect of straw mulch on weed population, yield and keeping quality of potato under organic cultivation. *The Pharma Innovation Journal*, 7 (8): 293–297.
- Kumar, S., Thakur, M., Rani, A. (2014): *Trichoderma*: mass production, formulation, quality control, delivery and its scope in commercialization in India for the management of plant diseases. *African Journal of Agricultural Research*, 9 (53): 3838–3852.
- Kuzyakov, Y., Blagodatskay, E. (2015): Microbial hotspots and hot moments in soil: Concept & review. *Soil Biology and Biochemistry*, 83: 184–199.
- Lacey, L., Liu, T.-X, Buchman, J., Munyaneza, J.E., Goolsby, J. and Horton, D.R. (2011): Entomopathogenic fungi (Hypocreales) for control of potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Triozidae) in an area endemic for zebra chip disease of potato. *Biological Control*, 56: 271–278.
- LaMondia, J.A., Gent, M.P.N., Ferrandino, F.J., Elmer, W.H., Stoner, K.A. (1999): Effect of compost amendment or straw mulch on potato early dying disease. *Plant Disease*, 83 (4): 361–366.
- Láng, I., Csete, L., Jolánkai, M. (2007): A globális klímaváltozás: Hazai hatások és válaszok. A VAHAVA Jelentés; Szaktudás: Budapest, 199–202.
- Lansade, M. (1949): Recherches sur la Fusariose ou pourriture sèche de la pomme de terre, *Fusnritiin caeritlettm* (Lib.) Sacc. *Bull. tech. Inform. Ingén. Serv. agric.* 41: 419-432.

- 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
- Lehtonen, M.J., Somervuo, P., Valkonen, J.P.T. (2008): Infection with *Rhizoctonia solani* induces defense genes and systemic resistance in potato sprouts grown without light. *Phytopathology*, 98:1190–1198.
- Leta, A., Selvaraj, T. (2013): Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma* species for the control of onion white rot (*Sclerotium cepivorum* Berk). *J. Plant Pathol Microb.* 4 (1): 159.
- Lewis, D.H. (1987): Evolutionary aspects of mutualistic associations between fungi and photosynthetic organisms. In: Rayner, A. D. M., Brasier, C. M., Moore D. (szerk): *Evolutionary biology of the fungi*. Cambridge University Press, Cambridge, 161–178.
- Leyval, C., Turnau, K., Haselwandter, K. (1997): Effect of heavy metal pollution on mycorrhizal colonization and function, physiological, ecological and applied aspects. *Mycorrhiza*, 7 (3): 139–153.
- Li, Q., Lia, H., Zhanga, L., Zhanga, S., Chen, Y. (2018): Mulching improves yield and water-use efficiency of potato cropping in China: A meta-analysis. *Field Crops Research*, 221: 50–60.
- Lomer, C.J., Bateman, R.P., Johnson, D.L., Langewald, J., Thomas, M. (2001): Biological control of locusts and grasshoppers. *Annu Rev Entomol*, 46: 667–702.
- Loon, L.C., Glick, B.R. (2004): Increased plant fitness by rhizobacteria. In: *Molecular ecotoxicology of plants* (Sandermann H eds.) Springer-Verlag, Berlin: Heidelberg, 177–205.
- Lopez, E., Orduz, S. (2003): *Metarhizium anisopliae* and *Trichoderma viride* for control of nests of the fungus-growing ant, *Atta cephalotes*. *Biological Control* 27 (2): 194–200.
- López-Mondéjar, R., Ros, M., Pascual, J. (2011): Added-value of *Trichoderma* amended compost as biopesticide organic substrates: Alternative to traditional organic substrates. *Acta Horticulturae*, 898: 189–196.
- Lu, H., Xia, Z., Fu, Y., Wang, Q., Xue, J., Chu, J. (2020): Response of soil temperature, moisture, and spring maize (*Zea mays* L.) root/shoot growth to different mulching materials in semi-arid areas of northwest China. *Agronomy*, 10: 453.
- Mahmood, M. M., Farooq, K., Hussain, A., Sher, R. (2002): Effect of mulching on growth and yield on potato crop. *Asian Journal of Plant Sciences*, 1 (2): 132–133.
- Majumder, D.A.N., Nath, S.C., Kabir, M.A., Majumder, S. (2016): Short Communication: Effect of mulching materials on mini-tuber production of potato from in vitro plantlets. *Nusant Ara Bios Cience*, 8 (1): 123–127.

- Makkai, G. (2008): Ökológiai gazdálkodás. Mentor Kiadó, Marosvásárhely, 270.
- Maniania, N., Sithanatham, S., Ekesi, S., AmpongNyarko, K., Baumgärtner, J., Löhr, B., Matoka, C.M. (2003): A field trial of the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae* for control of onion thrips, *Thrips tabaci*. *Crop Protection*, 22 (3): 553–559.
- Manninger, G.A. (1960): Kapásnövényeink kártevői. In: Ubrizsy G. (szerk.) (1960): A növényvédelem gyakorlati kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest 831, 332–350.
- Manrique, L.A. (1995): Mulching in potato systems in the tropics. *Journal of Plant Nutrition*, 18 (4): 593–616.
- 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-Medina, A., Pascual, J. A., Lloret, E., Roldán, A. (2009): Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* and their effects on *Fusarium* wilt in melon plants grown in seedling nurseries. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 89: 1643-1850.
- Mayerm, V., Vejchar, D., Pastorková, L. (2008): Measurement of potato tubers resistance against mechanical loading. *Res. Agr. Eng.*, 54: 22–31.
- Mbagwu, J.S.C. (1991): Influence of different mulch materials on soil temperature, soil water content and yield of three cassava cultivars. *J Sci Food Agric*, 54: 569–511.
- McKenna, F., El-Tarabilyb, K.A., Hardyc, G.E.ST.J., Dell, B. (2001): Novel in vivo use of a polyvalent *Streptomyces* phage to disinfect *Streptomyces scabies*-infected seed potatoes *Plant Pathology*, 50: 666–675.
- Mészárosné Póss, A. (2022): A szárazföldi ászkarákok (Isopoda: Oniscidea) által nyújtott ökoszisztéma- szolgáltatások megítélése. Doktori értekezés. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllői Campus. forrás: <https://uni-mate.hu/>
- Mészárosné Póss, A., Südiné Fehér, A., Tóthné Bogdányi, F., Tóth, F. (2022): The Spread of the Soil-Borne Pathogen *Fusarium solani* in Stored Potato Can Be Controlled by Terrestrial Woodlice (Isopoda: Oniscidea). *Agriculture*, 12 (45): 1–15.
- Meyer, A.H., Botha, A., Valentine, A.J., Archer, E., Louw, P.J.E. (2005): The occurrence and infectivity of arbuscular mycorrhizal fungi in inoculated and uninoculated rhizosphere soils of two-year-old commercial grapevines. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 26. (2.): 90–94.
- Milner, R.J., Samson, P. and Morton, R. (2003): Persistence of conidia of *Metarhizium anisopliae* in sugarcane fields: Effect of isolate and formulation on persistence over 3.5 years. *Biocontrol Science and Technology*, 13 (5): 507–516.

- Mochiah, M.B., Baidoo, P.K., Acheampong, G. (2012): Effects of mulching materials on agronomic characteristics, pests of pepper (*Capsicum annuum* L.) and their natural enemies population. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 3(6): 253–261.
- Mohácsi, M., Porpáczy, A., Kollányi, L., Szilágyi, K., (1965): Szamóca, málna, szeder. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 291.
- Mohr, H.D. (1994): Verteilung und mykorrhizierung der wurzeln von reben und begrünungspflanzen im boden – methodik und anwendungsbeispiele. *Begrünung im Weinbau*. „Förderungsdienst“, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Sonderausgabe, Wien, 60–68.
- Momirovic, N.M., Mišovic, M.M., Brocic, Z.A. (1997): Effect of organic mulch application on the yield of potato seed crop. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 462: 291–296.
- 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
- Mutetwa, M., Mtaita, T. (2014): Effects of mulching and fertilizer sources on growth and yield of onion. *Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences*, 2 (3): 102–106.
- Mycobank (2023): *The MycoBank engine and related databases*. Letöltés dátuma: 2023. 05. 02., forrás: <http://www.mycobank.org>
- Nagy, A., Szarukán, I., Dávid, I. (2013): Kártevő Agriotes (Coleoptera: Elateridae) fajok országos felmérésének eredményei 2010-2013. *Journal of Agricultural Sciences*, 53: 64–70.
- Nagy, I., Petrikovszki R., Tóthné Bogdányi F., Tóth F. (2021): *Metarhizium anisopliae* entomopatogén gombát tartalmazó csalétek fejlesztése, illetve hatásának vizsgálata talajlakó kártevőkre és nem-célszervezetre. *Növényvédelem*, 82 (57): 19–26.
- Nagy, J. (2006): *A zöldségtermesztő mester könyve*. Szaktudás Kiadó Ház, Bp. 228, 125–129.
- Neeno-Eckwall, E.C., Kinkel, L.L., Schottel, J.L. (2001): Competition and antibiosis in the biological control of potato scab. *Canadian Journal of Microbiology*, 47: 332–40.
- Newsham, K. K., Fitter, A. H., Watkinson, A. R. (1995)a: Arbuscular mycorrhiza protect an annual grass from root pathogenic fungi in the field. *Journal of Ecology*, 83: 991–1000.
- Newsham, K. K., Fitter, A. H., Watkinson, A. R. (1995)b: Multi-functionality and biodiversity in arbuscular mycorrhizas. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 407-411.
- Ngakou, A., Tamò, M., Parh, I.A., Nwaga, D., Ntonifor, N.N., Korie, S., Nebane, C.L.N. (2008): Management of cowpea flower thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera, Thripidae), in Cameroon. *Crop Protection*, 27 (3-5): 481–488.

- Ngakou, A., Moctar, M., Njintang, N.Y., Tamò, M. (2011): Cowpea quality seed indicators as influenced by field application of selected biofertilizers and mycoinsecticide in three agroecological zones of Cameroon. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 42 (11): 1276–1288.
- Ngosong, C., Okolle, J.N., Tening, A.S. (2019): Mulching: A sustainable option to improve soil health. Soil Fertility Management for Sustainable Development, doi: 10.1007/978-981-13-5904-0_11
- Niggli, U., Weibel, F.P., Gut, W. (1990): Weed control with organic mulch materials in orchards. Results from 8 year field experiments. Acta Horticulturae, 285: 97–102.
- Nikolaou, N., Angelopoulos, K., Karagiannidis, N. (2003): Effects of drought stress on mycorrhizal and non-mycorrhizal Cabernet Sauvignon grapevine, grafted onto various rootstocks. Exp. Agric., 39 (3): 241–252.
- Nishitani, K. (1979): Adaptability of silver polyethylene mulching for vegetable production in the open fields. Agriculture and Horticulture, 54 (5): 657–662.
- Nowroz, F., Roy, T.S., Haque, M.T., Ferdous, J., Noor, R., Mondal, G.C. (2021): Yield and grading of potato (*Solanum tuberosum* L.) as influenced by different mulch materials. Agrotechniques in Industrial Crops, 1 (1): 1–10.
- Oljača, J., Bročić, Z., Momirović, N., Poštić, D., Pantelić, D., Rudić, J., Momčilović, I. (2018): Effects of cultivar and mulching on the potato yield. Agrofor International Journal, 3 (1): 132–138.
- Orosz P. (2015): Könyv a dióról. <https://dioskonyv.hu/00-00/2.htm> (letöltés dátuma: 2023. 04.20)
- Otártics, M.Zs, Juhász, N., Üst, N., Farkas, S. (2014): Egy heterogén erdőállomány avarlakó szárazföldi ászkarák-közösségeinek (Isopoda: Oniscidea) összehasonlítása - Comparison of litter inhabiting terrestrial isopod (Isopoda: Oniscidea) communities of a heterogenous woodland. Natura Somogyiensis 24: 61–70.
- Pane, C., Piccolo, A., Spaccini, R., Celano, G., Vilecco, D., Zaccardelli, M. (2013): Agricultural waste-based composts exhibiting suppressivity to diseases caused by the phytopathogenic soil-borne fungi *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia minor*. Applied Soil Ecology, 65: 43–51.
- Papp, J. (2003): Talajművelés. In: Papp, J. (szerk.) (2003): Gyümölcsstermesztési alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 472, 320–329.
- Papp, J., Benedek, L. (1999): A szederültetvények művelési rendszere és telepítése. In: Papp, J., Porpáczy, A. (szerk.): Szeder, ribiszke, köszméte, különleges gyümölcsök; Bogyógyümölcsűek II. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 246, 22–25.

- Papp, J., Porpáczy, A. (1990): Szamóca, málna, Bogyósgyümölcsűek I. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 231.
- Papp, O., Jung, Tímea, Drexler, D., (2016): Középkorai burgonyafajták on-farm vizsgálata magyarországi ökológiai gazdaságokban. Letöltés dátuma: 2023. 05. 02, forrás: <http://www.Biokutatas.hu>
- Parsa, S., Ortiz, V., Gomez, M.I., Kramer, M. and Vega, F. (2018): Root environment is a key determinant of fungal entomopathogen endophytism following seed treatment in the common bean, *Phaseolus vulgaris*. *Biological Control*, 116: 74–81.
- Pathak, D., Prakash, V., Singh, S. (2021): Response of weed management practices on yield, nutrients uptake of potato and soil health. *The Pharma Innovation Journal*, 10 (8): 479–481.
- Patil, S.S., Kelkar, T.S., Bhalerao, S.A. (2013): Mulching: A Soil and Water Conservation Practice. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*, 1(3): 26–29.
- Pavlu, L., Kodešova, R., Fer, M., Nikodem, A., Němec, F., Prokeš. R. (2021): The impact of various mulch types on soil properties controlling water regime of the Haplic Fluvisol. *Soil & Tillage Research*, 205: 104748
- Pellegrini, A., Prodorutti, D., Pertot, I. (2014): Use of bark mulch pre-inoculated with *Trichoderma atroviride* to control *Armillaria* root rot. *Crop Protection*, 64:104–109.
- Pérombelon, M.C.M., Kelman, A. (1987): Blackleg and other potato diseases caused by soft rot erwinias: a proposal for a revision of the terminology. *Plant Disease*, 71, 283–5.
- Pérombelon, M.C.M., Salmond, G.P.C. (1980): Ecology of the soft rot erwinias. *Annual Review of Phytopathology*, 18, 361–87.
- Peters, A. (2000): Susceptibility of *Melolontha melolontha* to *Heterorhabditis bacteriophora*, *H. megidis* and *Steinernema glaseri*. *Integrated Control of Soil Pest*, 23 (8): 39–45.
- Petgen, M. (2004): Mykorrhiza-Vorkommen im Weinberg. Wie wirkt sich die Begrünung aus? *Das Deutsche Weinmagazin*, 14 (10): 29–33.
- Petgen, M., Schropp, A., George, E., Römheld, V. (1998): Einfluss unterschiedlicher Inokulationstiefen mit dem arbuskulären Mykorrhizapilz *Glomus mosseae* auf die Mykorrhizierung bei Reben (*Vitis* sp.) in Wurzelbeobachtungskasten. *Vitis*, 37 (3): 99–105.
- Petit, E., Gubler, W.D. (2006): Influence of *Glomus intraradices* on Black Foot Disease caused by *Cylindrocarpon macrodidymum* on *Vitis rupestris* under controlled conditions. *Plant Disease*, 90 (12): 1481–1484.
- Petrikovszki, R. (2022): Különböző talajtakaró anyagok hatása *Meloidogyne incognita* fajra és egyes hasznos fonálféreg szervezetekre. Doktori értekezés. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllői Campus. forrás: <https://uni-mate.hu/>

- Petrikovszki, R., Erdős, E., Tóthné Bogdányi, F., Nagy, P., Tóth, F. (2019): Szerves talajtakaróanyagok vizes kivonatainak hatása fonálféreg-antagonista mikroorganizmusokra és *Meloidogyne incognita* lárvákra in-vitro és in-vivo kísérletekben. *Növényvédelem* 2019, 80 [N. S. 55]: 10: 429–439.
- Pickering, J.S., Kendle, A.D., Hadley, P. (1998): The suitability of composted green waste as an organic mulch: effects on soil moisture retention and surface temperature. *Acta Horticulturae*, 469: 319–324.
- Pieter, A., Kruppa J., Proksza, P.(1998): A burgonya és termesztése (I. rész) Agroinform Kiadó, Kisvárda, 48.
- Pinamonti, F. (1998): Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51: 239–248.
- Pintér, Cs. (1995): Burgonya. In: Horváth J. (szerk.) (1995): Szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 327, 126-165.
- Platt, H.W., Canale, F., Giménez, G. (1993): Effects of tuber-borne inoculum of *Rhizoctonia solani* and fungicidal seed potato treatment of plant growth and *Rhizoctonia* disease in Canada and Uruguay. *American Potato Journal*, 70: 553–559.
- Porpáczy, A. (1999): Ribizsketermesztés. In: Papp, J., Porpáczy, A. (szerk.) (1999): Szeder, ribizske, köszméte, különleges gyümölcsök; Bogyósgyümölcsűek II. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 246, 50–137.
- 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 kisparcellás kísérletben. 63. Növényvédelmi Tudományos Napok, 43
- Powelson, M.L., Johnson, K.B., Rowe, R.C. (1993): Management of diseases caused by soilborne pathogens. In: Rowe RC. (ed) *Potato Health Management*. St Paul, MN, APS Press, 149–156.
- Pozo, M.J., Azcón-Aguilar, C. (2007): Unravelling mycorrhiza-induced resistance. *Current Opinion in Plant Biology*, 10: 393–398.
- Prásil, J., Zavadil, K. (2005): A zöldségfélék termesztése. In: Rod, J., Hluchy, M., Zavadil, K., Prásil, J., Somssich, I., Zacharda, M. (2005): A zöldségfélék betegségei és kártevői. Biocont Laboratory, Kft, Brno, 392.
- Pupalienè, R., Sinkevičienè, A., Jodaugienè, D., Bajorienè, K. (2015): Weed control by organic mulch in organic farming system. 65–86. In: Pilipavičius, V. (Szerk.): *Weed Biology and Control*. InTech: Rijeka, Croatia. 134.
- Pusztai P. (2010): Talajtakarási módszerek összehasonlító értékelése paradicsomtermesztésben. Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 156.

- Radics, L. (2008): Növénytermesztő mester könyve. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 239.
- Radics, L. (szerk.) (2002): Ökológiai gazdálkodás II. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 663.
- Ramírez, D.A., Silva-Díaz, C., Ninanya, J., Carbajal, M., Rinza, J., Kakraliya, S.K., Gatto, M., Kreuze, J. (2022): Potato zero-tillage and mulching is promising in achieving agronomic gain in Asia. *Agronomy*, 12: 1494–1505.
- Ramzan, N., Noreen, N., Perveen, Z., Shahzad, S. (2016): Effect of seed pelleting with biocontrol agents on growth and colonisation of roots of mungbean by root-infecting fungi. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 (11): 3694–3700.
- Rees, H.W., Chow, T.L., Loro, P.J., Lavoie, J., Monteith, J.O., Blaauw, A. (2002): Hay mulching to reduce runoff and soil loss under intensive potato production in northwestern New Brunswick, Canada. *Canadian Journal of Soil Science*, 82: 249–258.
- Rinaudo, V., Barberi, P., Giovannetti, M., van der Heijden, M.G.A. (2010): Mycorrhizal fungi suppress aggressive agricultural weeds. *Plant and Soil*, 333: 7–20.
- Rod, J. (2005): A zöldségfélék betegségei. In: Rod, J., Hluchy, M., Zavadil, K., Prásil, J., Somssich, I., Zacharda, M. (2005): A zöldségfélék betegségei és kártevői. Biocont Laboratory, Kft, Brno, 392.
- Rushton, S.P., Hassal, M. (1983): Food and feeding rates of the terrestrial isopod *Armadillidium vulgare* (Latreille). *Oecologia*, 57: 415–475.
- Ruszkai, Gy. (2011): Komposztáljunk diólevelet! *Biokultúra*, 22 (5): 10–11.
- Sándor, A., Molnár, M. (1984): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme II. Agrárszakoktatási Intézet – Dinasztia Kiadó, Budapest, 210.
- Saranghi, S.K., Maji, B., Sharma, P.C., Digar, S., Mahanta, K.K., Burman, D., Mandal, U.K., Manda, S., Mainuddin, M. (2020): Potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation by zero tillage and paddy straw mulching in the saline soils of the ganges delta. *Potato Research*, 64: 277–305.
- Sáringer, Gy. (1998): Bogarak – Coleoptera. In: Jensen, G., Mészáros, Z., Sáringer, Gy. (szerk.) (1998): A szántóföldi és kertészeti növények kártevői. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 630, 142–295.
- Saska, P. (2008): Granivory in terrestrial isopods. *Ecological Entomology*, 6: 742–747. doi:10.1111/j.1365-2311.2008.01026.x
- Saucke, H., Döring, T.F. (2004): Potato virus Y reduction by straw mulch in organic potatoes. *Annals of Applied Biology*, 144: 347–355.
- Schmiedeknecht, G., Bochow, H., Junge, H. (1998): Use of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent. II. Biological control of potato diseases. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 105: 376–86.

- 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
- Scholte, K., Lootsma, M. (1998): Effect of farmyard manure and green manure crops on populations of mycophagous soil fauna and *Rhizoctonia* stem canker of potato. *Pedobiologia* 42: 223–231.
- Schreiner, R.P. (2003): Mycorrhizal colonization of grapevine rootstocks under field conditions. *Am. J. Enol. Vitis*, 54 (3):143–149.
- Schreiner, R.P. (2005): Mycorrhizas and mineral acquisition in grapevines. In: Christensen, LP., Smart, D.R. (2005): *Proceedings of the Soil Environment and Vine Mineral Nutrition Symposium*. American Society for Enology and Viticulture, Davis, 159, 49–60.
- Schreiner, R.P., Koide, R.T. (1993): Antifungal compounds from the roots of mycotrophic and non-mycotrophic plant species. *New Phytol.*, 123: 99–105.
- Schreiner, R.P., Linderman, R.G. (2005): Mycorrhizal colonization in dryland vineyards of the Willamette Valley, Oregon, *Small Fruits Review*, 4 (3): 41–55.
- Schubert, A., Cravero, M.C. (1985): Occurrence and infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in north-western Italy vineyards. *Vitis*, 24: 129–138.
- Sekhon, K.S., Kaura, A., Thamana, S., Sidhua, A.S., Garga, N., Choudhary, O.P., Buttarc, G.S., Chawla, N. (2020): Irrigation water quality and mulching effects on tuber yield and soil properties in potato (*Solanum tuberosum* L.) under semi-arid conditions of Indian Punjab. *Field Crops Research*, 247 (107544): 1–11.
- Shah, S.S.H., Hassan, A., Ghafoor A., Bakhsh, A. (2013): Soil physical characteristics and yield of wheat and maize as affected by mulching materials and sowing methods. *Soil and Environment*, 32 (1): 14–21.
- Sieverding, E. (1991): Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. *Deutsche gesellschaft für technische zusammenarbeit*, Esborn, 371.
- Simon, T. (1979): Zárwatermők – Angiospermatophyta. In: Hortobágyi, T. (szerk.) (1979): *Növényrendszertan*. Tankönyvkiadó, Budapest. 754, 430–675.
- Smith, S.E., Gianinazzi-Pearson, V., Koide, R.T., Cairney, J.W.G. (1994): Nutrient transport in mycorrhizas: structure, physiology and consequences for efficiency of the symbiosis. *Plant Soil*, 159 (1): 103–113.
- Smith, S.E., Read, D.J. (1997): *Mycorrhizal Symbiosis*. 2nd ed. Academic Press, London, 605.
- Smith, S.E., Read, D.J. (2008): *Mycorrhizal Symbiosis*. 3rd ed. Academic Press, Elsevier. New York, London, Burlington, San Diego, 787.
- Soltész, M. (szerk.) (1997): *Integrált gyümölcstermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 843.

- Somogyi, E., Petrikovszki, R., Tóthné Bogdányi, F., Tóth, F. (2021): Kertészeti gyökérgubacs-fonálféreg által károsított uborkagyökerek ártalmatlanítása komposztlakó ászkarákkal. *Növényvédelem*, 82 (5): 208–217.
- Somos, A. (1975): *Zöldségtermesztés*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 556.
- Somos, A. (1983): *Zöldségtermesztés*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 588.
- Spoel, S.H., Dong, X., (2012): How do plants achieve immunity? Defense without specialized immune cells. *Nat. Rev. Immunol.* 12: 89–100.
- Steduto, P.; Hsiao, T.C.; Fereres, E.; Raes, D. (2012): *Crop Yield Response to Water*; FAO, Irrigation and drainage paper; FAO: Rome, Italy, 66: 184–188.
- Stephan, D., Schmitt, A., Carvalho, S.M., Seddon, B., Koch, E. (2005): Evaluation of biocontrol preparations and plant extracts for the control of *Phytophthora infestans* on potato leaves. *Eur J Plant Pathol*, 112: 235–246.
- Stirling, G.R., Halpin, N.V., Bell, M.J. (2011): A surface mulch of crop residues enhances suppressiveness to plant parasitic nematodes in sugarcane soils. *Nematropica*, 41: 109–121.
- Sun, J.-Z., Fuxa, J.R., Richter, A., Ring, D. (2008): Interactions of *Metarhizium anisoplae* and tree-based mulches in repellence and mycoses against *Coptotermes formosanus*, *Environmental Entomology*, 37 (3): 755–763.
- Sundram, S. (2013): The effects of *Trichoderma* in surface mulches supplemented with conidial drenches in the disease development of Ganoderma basal stem rot in oil palm. *Journal of Oil Palm Research*, 25 (3): 314–325.
- Südiné Fehér, A., Zalai, M., Turóczi, Gy., Tóth, F. (2023): Six-year results on the effect of organic mulching on potato yield and tuber damages. *Plant, Soil and Environment*,
- Szalay, A. (1999): *Bevezetés a burgonyatermesztésbe*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 128.
- Szili-Kovács, T., Takács, T. (2008): A talajminőség mikrobiológiai indikációja: lehetőségek és korlátok. In Simon, L. (Szerk.), *Talajtani Vándorgyűlés*. Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza, 321–328.
- Szőke, L. (2004): *Bioszőlő, biobor; ökológiai szőlőtermesztés és borászat*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 193.
- Tamás, E. (2008): *Biokertészkedés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 162.
- Thomson, L.J., Hoffmann, A.A. (2007): Effects of ground cover (straw and compost) on the abundance of natural enemies and soil macro invertebrates in vineyards. *Agricultural and Forest Entomology*, 9: 173–179.

- Tirczka, I., Hayes, M. (2012). Különböző érettségű és dózisú diólevél és vegyes gyümölcslomb komposzt hatása mustár (*Sinapis alba*) tesztnövény csírázására. Tájökológiai Lapok, 10 (2): 419–426.
- Tirczka, I., Molnár, E., Prokaj, E. (2014): Diólevél komposzt hatása római saláta növekedésére, Kertgazdaság, 46 (4): 55–66.
- 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.
- 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.
- Tsrer, L. (2010): Biology, Epidemiology and Management of *Rhizoctonia solani* on Potato. Journal of Phytopathology, 158:649–658.
- Tsvetkov, I., Dzhabazova, T., Kondakova, V., Batchvarova, R. (2014): Mycorrhizal fungi *Glomus* spp. and *Trichoderma* spp. in viticulture. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 20 (4): 849–855.
- Tuitert, G., Szczech, M., Bollen, G.J. (1998): Suppression of *Rhizoctonia solani* in potting mixtures amended with compost made from organic household waste. Phytopathology 88: 764–773.
- Turóczi Gy. (2008): Biológiai védekezés növényi kórokozókkal szemben. 100-151. In: Darvas B. (szerk.) (2008): A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon. MTA NKI, Budapest, 256.
- Turóczi, Gy., Vajna, L. and Bratek, Z. (1994): More *Trichoderma* species from Hungary. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 29 (3-4): 259–271.
- Uwah, D.F., Iwo, G.A. (2011): Effectiveness of organic mulch on the productivity of maize (*Zea mays* L.) and weed growth. The Journal of Animal & Plant Sciences, 21 (3): 525–530.
- Uzoma, K.C., Onwuka, B.M. (2018): Effects of organic mulch materials on soil surface evaporation. Notulae Scientia Biologicae, 10 (3):387–391.
- 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., 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., 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

- Walters, D., Fountaine, J. (2009): Practical application of induced resistance to plant diseases: an appraisal of effectiveness under field conditions. *J. Agric. Sci.* 147: 523–535.
- Walters, D.R., Ratsep, J., Havis, N.D. (2013): Controlling crop diseases using induced resistance: challenges for the future. *J. Exp. Bot.* 64: 1263–1280.
- Wang, L., Coulter, J.A., Palta, J.A., Xie, J., Luo, Z., Li L., Carberry, P., Li Q., Deng, X. (2019): Mulching-induced changes in tuber yield and nitrogen use efficiency in potato in China: a Meta-Analysis. *Agronomy*, 9 (793): 1–14.
- Warburg, M.R. (1987): Isopods and Their Terrestrial Environment. *Advances in Ecological Research*, 17: 187–242.
- Wekesa, V.W., Knapp, M., Maniania, N.K. and Boga, H.I. (2006): Effects of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on mortality, fecundity and egg fertility of *Tetranychus evansi*. *Journal of Applied Entomology*, 130 (3): 155–159.
- Wellings, L.W. (1973): The effect of irrigation on the yield and quality of maincrop potatoes. *Exp. Husb.* 24: 54–69.
- Whitworth, R.J., Sloderbeck, P.E., Davis, H. (2008): *Pillbugs*. Manhattan, Kansas, USA: Kansas State University.
- WoRMS. (2021): *World Register of Marine Species*. Letöltés dátuma: 2021. 10 14, forrás: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=146505>
- Xing, Z., Toner, P., Chow, L., Rees, H. W., Li, S., Meng, F. (2012): Effects of hay mulch on soil properties and potato tuber yield under irrigation and nonirrigation in New Brunswick, Canada. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 138: 703–714.
- Yamaguchi, M., Timm, H., Spurr, A.R. (1964): Effect of soil temperature on growth and nutrition of potato plants and tuberization, composition and periderm structure of tubers. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 84: 412–423.
- Z. Kiss, L. (2001): Gyümölcsfajták1. Almatermésűek és bogyósok; Alma, körte, birs, naspolya, köszméte, áfonya, bodza, josta, szamóca, málna, ribiszke, szedermálna, szeder. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 111.
- 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
- Zayton, A.M., Guirguis, A.E., Allam, K.H.A. (2015): Effect on mulching type and duration on the productivity and water use efficiency of potato. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, Mansoura University*, 6 (6): 719–733.

- Zehnder, G.W., Hough-Goldstein, J. (1990): Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) population development and effects on yield of potatoes with and without straw mulch. *Journal of Economic Entomology*, 83 (5): 1982–1987.
- Zhang, D.Q., Mu, T.H., Sun, H.N. (2016): Domestic and abroad research progress of potato tuber-specific storage protein patatin. *Scientia Agricultura Sinica*, 49: 1746–1756.
- Zimmer, M., Danko, J. P., Pennings, S. C., Danford, A. R., Carefoot, T. H., Ziegler, A., Uglow, R. F. (2002): Cellulose digestion and phenol oxidation in coastal isopods (Crustacea: Isopoda). *Marine Biology*, 140: 1207–1213. doi:10.1007/s00227-002-0800-2
- 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
- Zimmerman, G. (2007): Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Sci Technol*, 17: 879–920.
- Zimmermann, G. (1993): The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potential as a biocontrol agent. *Pesticide Science*, 37 (4): 375–379.

Internetes hivatkozások

- http1: https://inspection.canada.ca/food-safety-for-industry/archived-food-guidance/fresh-fruits-and-vegetables/quality-inspection/vegetable-inspection_manuals/potatoes/eng (megtekintés dátuma: 2023.08.29.)
- http2: <http://www.solanum.hu/fajtaleirasok/> (megtekintés dátuma: 2023.05.19.)
- http3: <http://www.burgonyakutatas.hu/burgonyafajtak/> (megtekintés dátuma: 2023.05.19.)
- http4: <https://burgonyainfo.hu/sarpo-mira/> (megtekintés dátuma: 2023.05.19.)

9.2. További mellékletek

9.2.1. melléklet: Kísérletbe vont burgonyafajták

Balatoni rózsza

Korai tenyészidejű fajta. Sötét rózsza héjú, ovális alakú, sárga húsú, nagy gumójú burgonyafajta. Szárazanyag-tartalma közepes (19-20%). Bőtermő, 8-10 db-os kötésszámmal. Korai tenyészideje ellenére hosszú nyugalmi idejű, jól tárolható. Alaktartása és stressztűrő-képessége jó. Hajtatásra, szabadföldi fóliás termesztésre és nyári vetésű burgonyatermesztésre is ajánlott. „B” főzési típusú, nem lisztes, finom hússzerkezetű fajta. Általános hasznosítási célú, kiváló ízű étkezési burgonya.

Ellenálló a burgonya Y, X, A vírusokkal, valamint a burgonyarákkal szemben. Lombfitoftórával szemben közepesen fogékony. Gumóvarasodással, valamint a burgonya fonálféreg Ro1 és Ro4 rasszával szemben rezisztens ([http2](#)).

Démon

Középkorai tenyészidejű, hosszú nyugalmi idejű, könnyen tárolható, télálló fajta. Bőtermő (50-60t/ha-t), kiegyenlített gumóméretű, kiváló áru-kihozatali aránnyal ([http3](#)). Állami minősítésének éve 2009 ([http2](#)).

A hazai piaci elvárásoknak megfelelő sötét rózsza héjú, sárga húsú fajta. Gumója nagyméretű, ovális alakú. “B” főzési típusba tartozó, általános célú, kiváló ízű étkezési burgonya. A gumó szárazanyag-tartalma közepes, 19-20%. Erős szárú, magas lombozatú növény, közepes méretű, sötétzöld levelekkel ([http3](#)). Virágzata közepesen dús, halványlila színű ([http2](#)).

Magas fokon rezisztens a burgonya Y, A vírusokkal és a levélsodródás vírussal szemben. Burgonyarak, gumóvarasodás, valamint a burgonya fonálféreg Ro1 és Ro4 rasszával szemben is ellenálló, lomb fitoftórára közepesen fogékony. Leromlásra nem hajlamos, vetőgumója több éven át visszavethető ([http3](#)).

Hópehely

Középkorai tenyészidejű, hosszú nyugalmi idejű, jól tárolható burgonyafajta. Bőtermő (60-80 t/ha) rendkívüli termésstabilitású ([http3](#)).

A gumó héja halványrózsaszínbe hajló sárga színű, húsa fehér. Nagy-középnagy méretű gumói kerek-ovál alakúak. “B” főzési típusba tartozó, általános célú étkezési burgonya. A gumó szárazanyag-tartalma közepes, 19-20% ([http3](#)). Héjszíne miatt kevésbé piacos, de rendkívül ízletes

fajta. Kiskertek egyik legkedveltebb fajtája (http2). Lombozata közepes méretű, kevés vastag szárral, ovális, közép zöld, nagy levélkéekkel, virágai fehér színűek (http3).

Magas fokozatú rezisztens a burgonya Y, X, A vírusal szemben, a levélsodródás vírussal szemben pedig jó szántóföldi rezisztenciával rendelkezik. Lombfitoftórával és gumóvarasodással szemben közepesen ellenálló. A burgonya fonálféreg Ro1 és Ro4 rasszával rezisztens. Gumóit magasan köti (http3), ezért fokozottan kell ügyelni a mélyebb vetésre, magasabb bakhát, vagy talajtakaró kialakítására a zöldülés elkerülésére érdekében.

Katica

Fényes rózsza héjú, sárga húsú, ovális alakú, közepes gumóméretű, középkorai fajta. Bőtermő (60-80 t/ha), gumókötés száma 14-16 db/tő. Kiváló alaktartó és stressztűrő képességű, leromlásra nem hajlamos. Gumóéletlen hibáktól mentes. Közepes nyugalmi idejű, de jól tárolható. Kiváló árukihozatali arányú. Kiegyenlített, közepes gumómérettel bír. Szárazanyag-tartalma közepes (19-20%). Erős lombozatú, közepes méretű, sötétzöld levelekkel.

„B” főzési típusú, nem lisztes, finom hús szerkezetű fajta. Általános hasznosítási célú. kiváló ízű étkezési burgonya. Nyers és főzési szürkületől mentes.

Ellenálló a burgonya Y, A vírusokkal, valamint a burgonyarákkal szemben. Lombfitoftórával szemben közepesen fogékony. Gumóvarasodással szemben közepesen ellenálló. A burgonya fonálféreg Ro1 és Ro4 rasszával szemben rezisztens (http3).

Sárpo Mira

A sárvári burgonyanemesítő dinasztia által létrehozott Sárpo Mira (Sárpo = Sárvári potato) kiváló tulajdonságainak köszönhetően biotermesztésre alkalmas fajta (http4).

Középkései érésű, bőtermő fajta, kiváló sütési és főzési tulajdonságokkal rendelkezik. Felálló növekedési jellegű, magas, szárleveles típusú burgonyafajta. Levelei közepesen szélesek, közép zöld színűek enyhén fényes felülettel. Virága halványrózsaszín. Gumója ovális, nagyra nő, héja rózsaszín, húsa krémszínű.

Magas fokú rezisztenciával rendelkezik a PLRV, PVX, PVA, PVY vírusokkal és a fitoftórával szemben (világon egyedülállóan magas horizontális rezisztencia). Mindez lehetővé teszi a gombabetegségekkel szembeni permetezés teljes elhagyását. A mechanikai behatásokat nagyon jól tűri, szürke-foltosodásra nem hajlamos. Jól tárolható, különösen hosszú nyugalmi idejű fajta (érdemes vetés előtt 30-40 napig érdemes előhajtani a gumókat). Meleg-tárolással, és a fényen történő előhajtással korai (nem primőr) termesztésre is alkalmas lehet (Sárvári, 2010).

White Lady

Középkorai tenyészidejű étkezési burgonya, az állami minősítést 1994-ben kapta meg. Bőtermő, hosszú nyugalmi idejű, jó tárolható fajta, rezisztencia tulajdonságai révén organikus termesztésre is kiválóan alkalmas (http3).

Gumója kerek-ovál alakú, világossárga héjú és húsú, középnagy, sekélyen ülő rügyekkel. Szárazanyagtartalma 20-21% (Horváth, 1997). Konyhai felhasználás szerinti "B" főzési típusú, különösen jó ízű étkezési burgonya (http3). Minden célra felhasználható, a gumóhús szürkülésre nem érzékeny (Horváth, 1997). Közepesen erős szárú növény, világoszöld, nagy levélkével. Virágzata dús, nagy, fehér, jó illatú (http3).

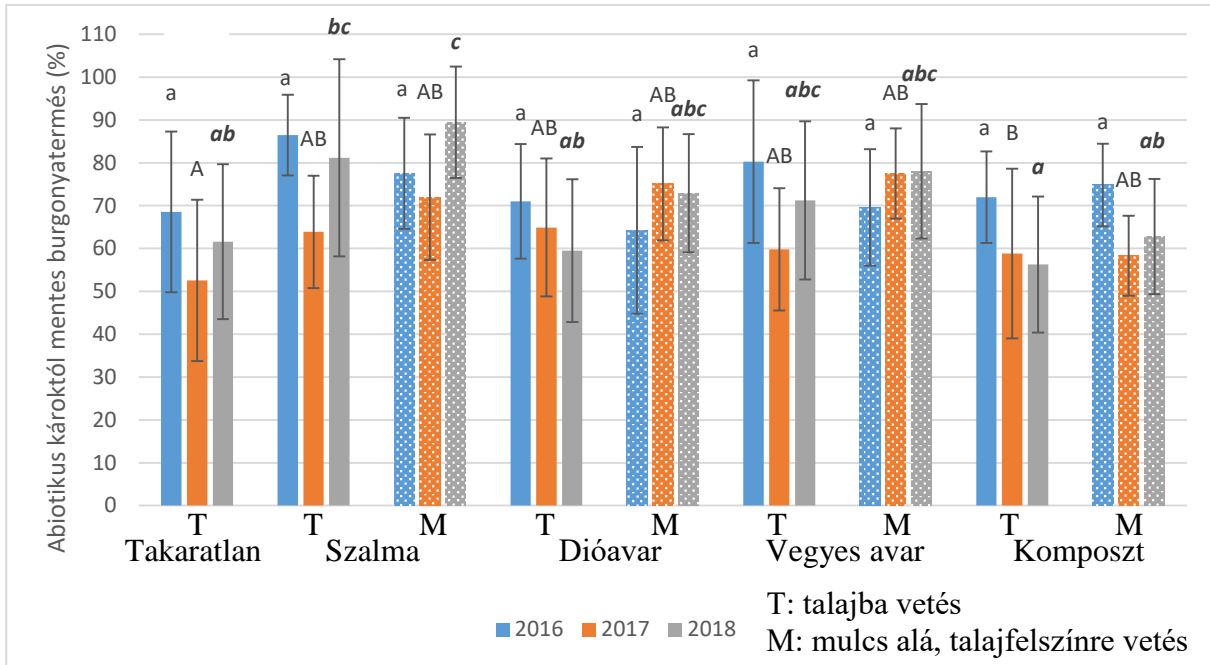
Magas fokozatú rezisztens a burgonya Y, X, A vírusokkal és a lombfityósítójával szemben, a levélsodródás vírussal szemben pedig jó szántóföldi rezisztenciát mutat. Gumóvarasodással, valamint a burgonya fonálféreg Ro1 és Ro4 rasszával szemben ellenálló (http3).

9.2.2. melléklet: A különböző takaróanyagok és vetésmódok hatása a vizsgált változókra szabadföldi burgonyakísérletben (2016–2018)

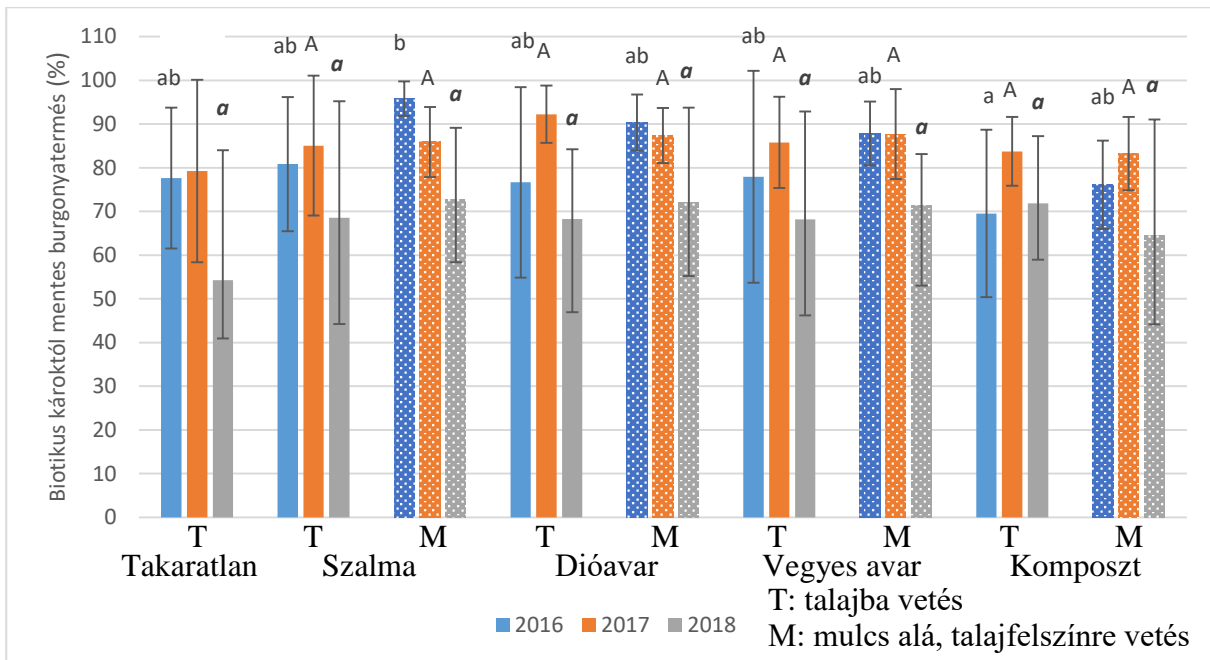
Az azonos betűvel jelölt adatok között nincs szignifikáns különbség az egyes éveken belül; azok a p értékek vannak dőltté formázva, melyek kisebbek 0,05-nél.

év	Változók	mérték- egység	ANOVA	ANOVA	Kontroll	Szalma		Dióavár		Vegyesavár		Komposzt	
			F	p	T	T	M	T	M	T	M	T	M
2016	Összes	g	14,932	0,000	625 ^a	1231 ^{abc}	1109 ^{ab}	1995 ^{bcd}	1961 ^{bcd}	2072 ^{bc}	2334 ^{cde}	4260 ^{de}	5055 ^e
	Piacos	g	14,011	0,000	63 ^a	52 ^{bc}	406 ^b	835 ^{bc}	768 ^{bc}	1193 ^{bc}	1074 ^{bc}	2170 ^c	2171 ^c
	Fuzáriumos	%	2,013	0,059	3,6	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,7	2,2	1,6
	Rágott	%	1,957	0,067	19,2	15,8	3,9	19,8	7,4	21,1	10,6	22,4	19,8
	Zöldült	%	10,360	0,000	0,0 ^a	0,3 ^a	6,7 ^{ab}	7,7 ^{ab}	28,7 ^c	2,8 ^{ab}	15,3 ^b	5,2 ^{ab}	13,5 ^b
	Vágott	%	4,124	0,001	22,8 ^b	5,9 ^a	2,0 ^a	12,1 ^{ab}	4,8 ^a	9,0 ^{ab}	4,1 ^a	10,2 ^{ab}	2,4 ^a
	Torzult	%	0,888	0,532	12,4	7,9	12,4	8,3	5,1	10,9	13,2	13,1	10,1
	Repedt	%	1,214	0,305	0,3	0,7	2,3	3,7	0,1	0,6	2,2	2,1	1,9
2017	Összes	g	7,967	0,000	1107 ^a	1287 ^a	1326 ^a	2057 ^{ab}	2106 ^{ab}	2611 ^{abc}	2358 ^{abc}	5269 ^{bc}	5998 ^c
	Piacos	g	4,824	0,000	478 ^a	887 ^a	849 ^a	1550 ^{ab}	1363 ^{ab}	2150 ^{ab}	1616 ^{ab}	4287 ^b	3980 ^b
	Fuzáriumos	%	2,067	0,053	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,4	1,2
	Rágott	%	0,803	0,602	17,6	14,9	13,5	7,2	11,2	10,2	8,1	13,6	11,0
	Zöldült	%	4,024	0,001	0,8 ^{ab}	0,1 ^a	2,1 ^{abc}	1,8 ^{abc}	7,5 ^{bc}	1,3 ^{ab}	8,7 ^c	2,8 ^{abc}	6,9 ^{abc}
	Vágott	%	5,758	0,000	11,3 ^b	1,9 ^{ab}	0,0 ^a	11,5 ^b	0,0 ^a	11,7 ^b	1,0 ^a	7,2 ^{ab}	0,4 ^a
	Torzult	%	4,423	0,000	39,9 ^b	32,9 ^b	23,2 ^{ab}	23,0 ^{ab}	12,5 ^a	23,6 ^{ab}	11,5 ^a	29,8 ^{ab}	26,5 ^{ab}
	Repedt	%	3,703	0,001	0,8 ^a	2,1 ^a	3,3 ^a	4,1 ^a	6,4 ^{ab}	9,8 ^{ab}	3,2 ^a	7,4 ^{ab}	17,1 ^b
2018	Összes	g	16,924	0,000	854 ^a	686 ^a	1024 ^a	3346 ^{bc}	4197 ^{bc}	2213 ^b	2924 ^{bc}	5054 ^{bc}	5924 ^c
	Piacos	g	8,463	0,000	308 ^a	254 ^a	569 ^a	1752 ^b	2764 ^b	1300 ^{ab}	1851 ^b	2685 ^b	2994 ^b
	Fuzáriumos	%	2,587	0,016	1,6 ^{ab}	0,1 ^a	0,0 ^a	1,2 ^{ab}	1,3 ^{ab}	0,0 ^a	0,3 ^{ab}	2,2 ^{ab}	4,1 ^b
	Rágott	%	0,729	0,665	39,4	30,9	27,0	21,8	19,0	26,1	20,0	24,5	29,1
	Zöldült	%	3,062	0,006	0,0 ^a	1,3 ^{ab}	0,0 ^a	1,7 ^{ab}	6,2 ^b	0,1 ^a	3,8 ^{ab}	1,3 ^{ab}	3,2 ^{ab}
	Vágott	%	3,959	0,001	19,3 ^b	11,3 ^{ab}	0,0 ^a	20,0 ^b	0,0 ^a	11,2 ^{ab}	0,0 ^a	7,5 ^{ab}	0,3 ^a
	Torzult	%	2,461	0,022	15,3 ^b	1,5 ^a	9,1 ^{ab}	9,7 ^{ab}	10,5 ^{ab}	3,5 ^{ab}	6,6 ^{ab}	3,5 ^{ab}	3,5 ^{ab}
	Repedt	%	5,344	0,000	7,1 ^a	6,3 ^a	2,2 ^a	20,6 ^{ab}	17,9 ^{ab}	15,6 ^{ab}	15,4 ^{ab}	33,5 ^b	32,9 ^b

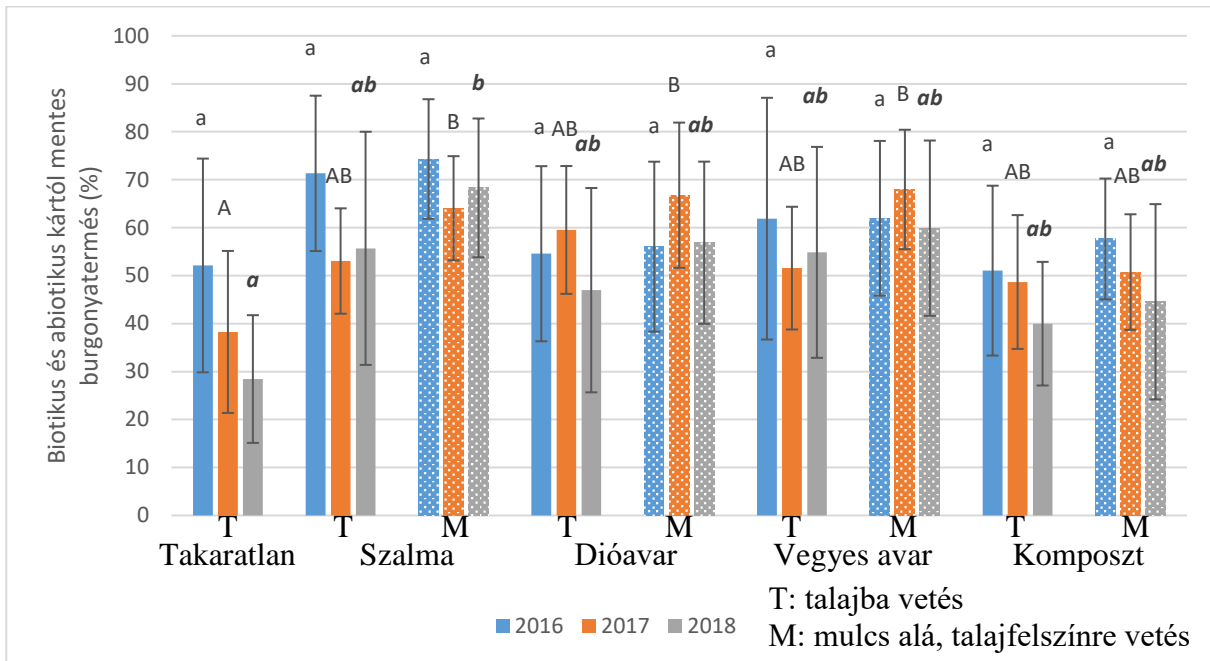
9.2.3. melléklet: Abiotikus kártól mentes évenkénti burgonya össztermés takarásonként és vetésmódonként



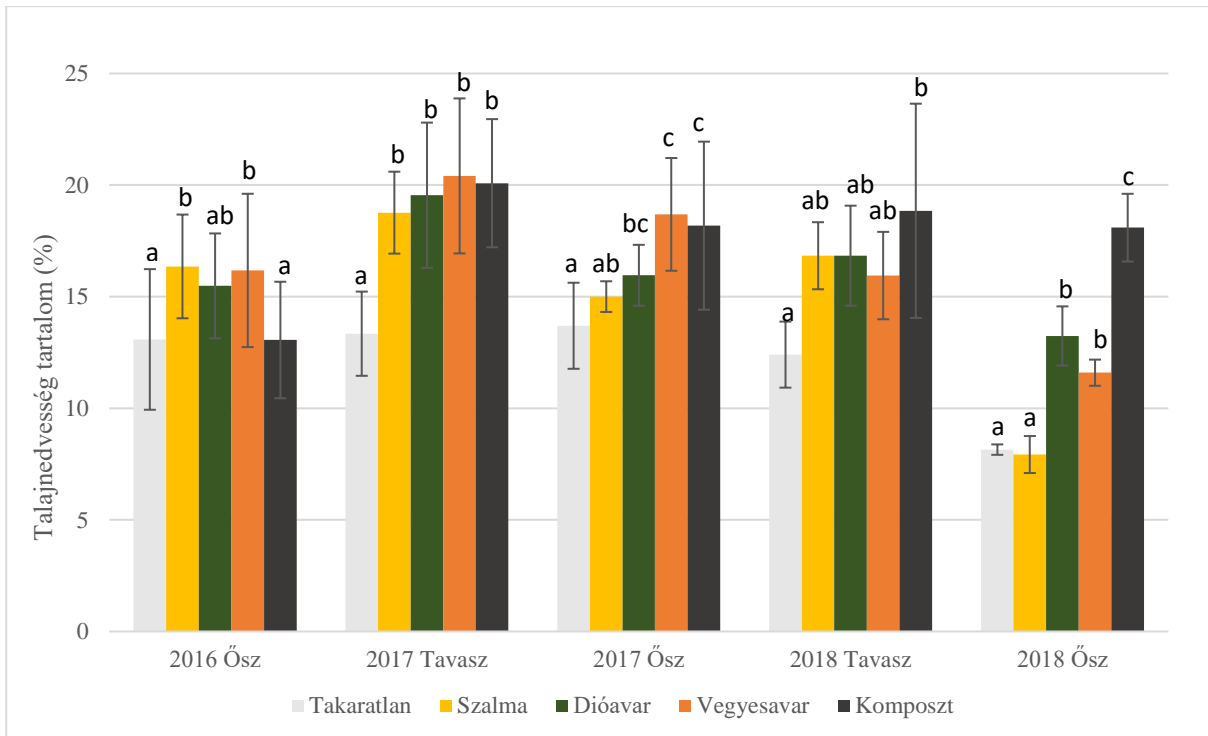
9.2.4. melléklet: Biotikus kártól mentes évenkénti burgonya össztermés takarásonként és vetésmódonként



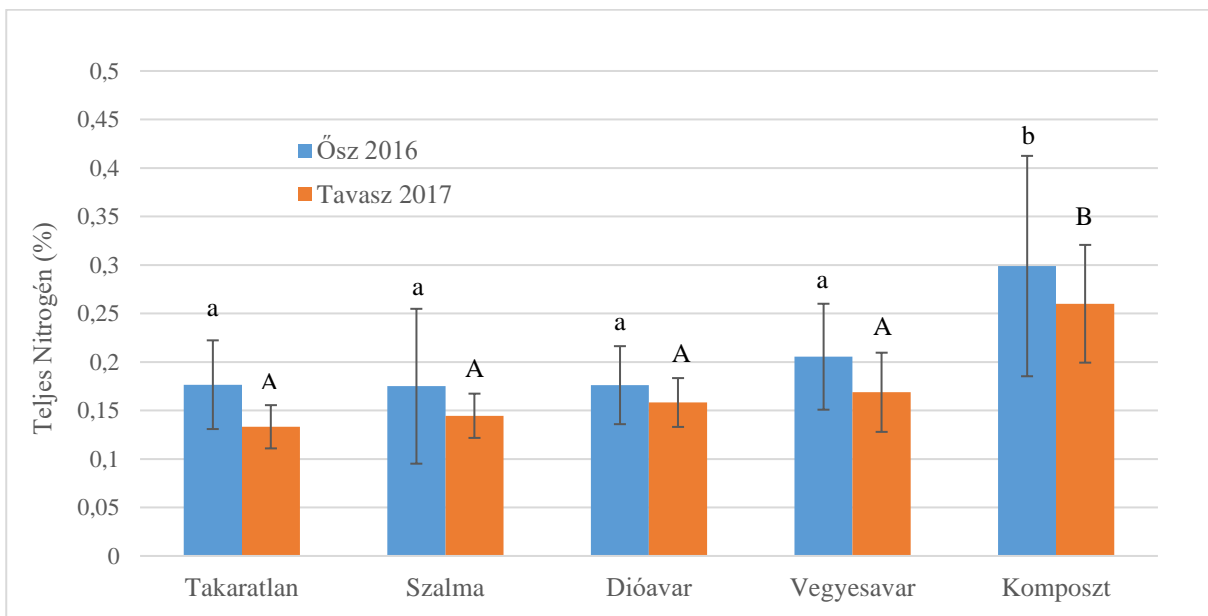
9.2.5. melléklet: Biotikus és abiotikus kártól mentes évenkénti burgonya össztermés takarásoként és vetésmódonként

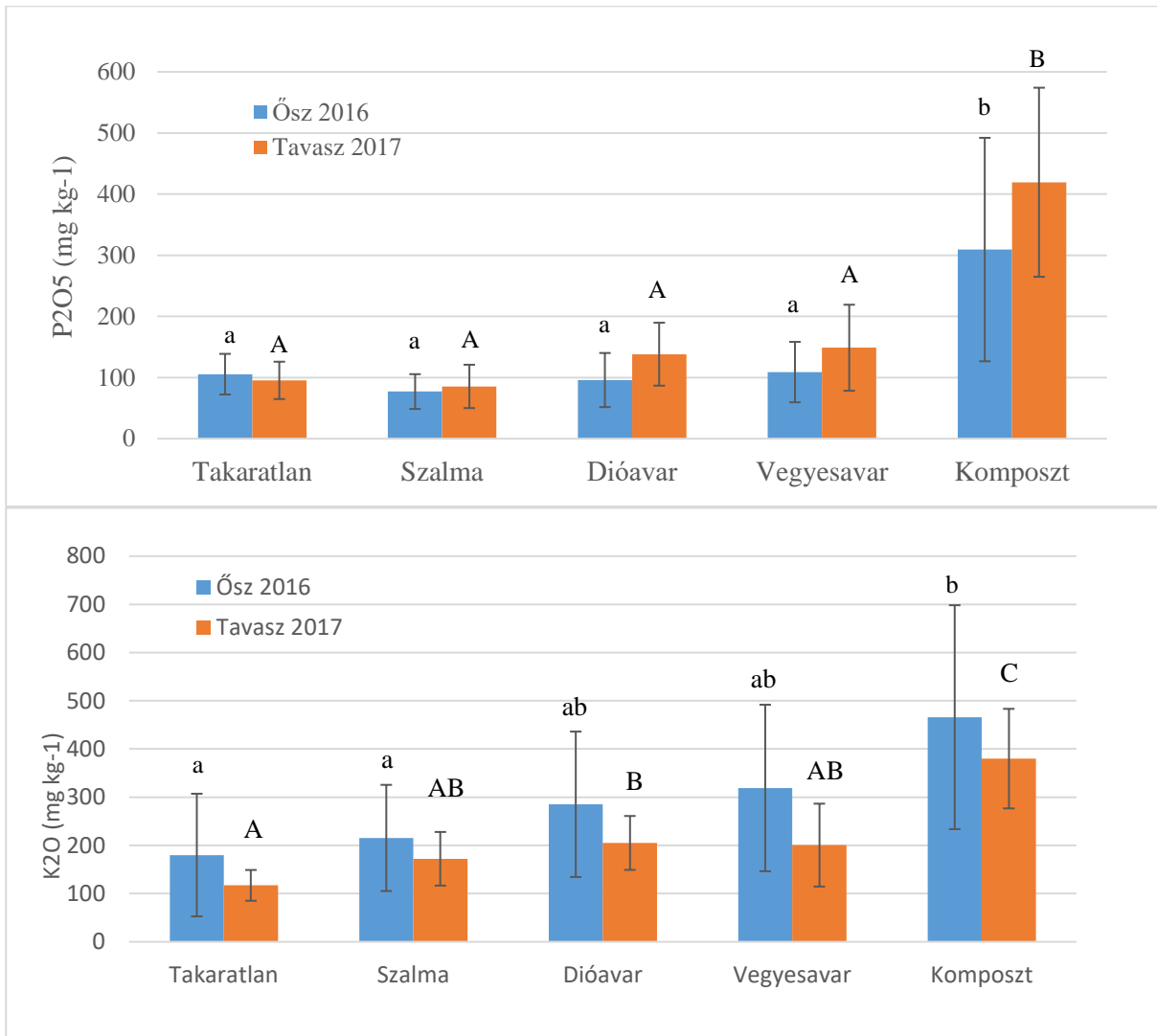


9.2.6. melléklet: Talajnedvesség tartalom

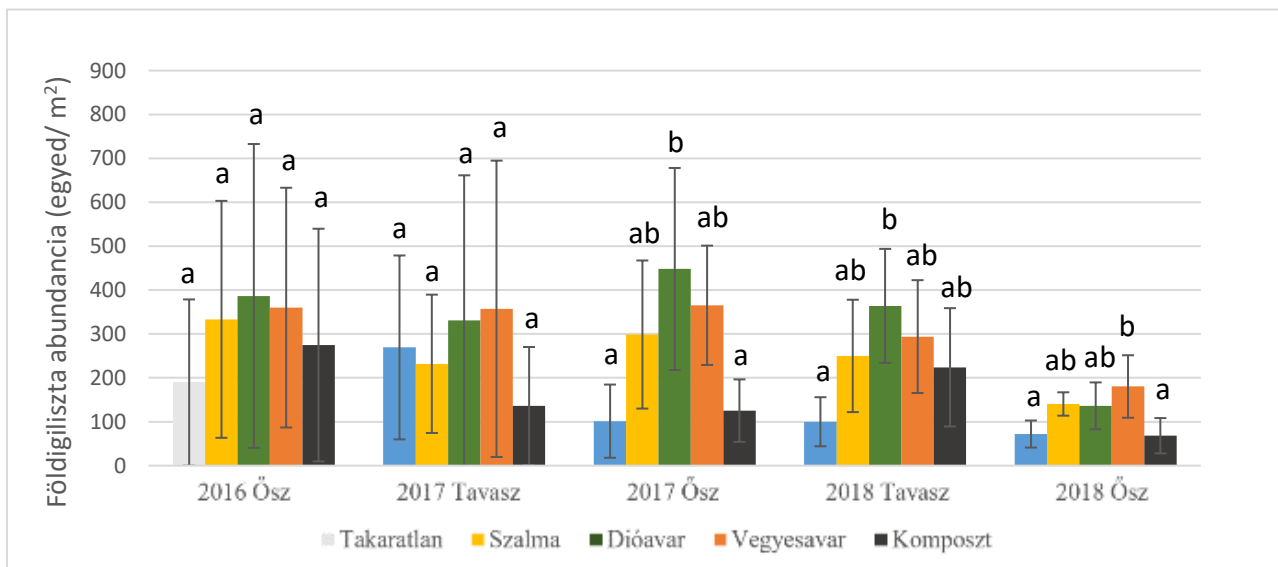


9.2.7. melléklet: Talaj N, P, K tartalom





9.2.8. melléklet: Talaj biológiai aktivitás



10. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni konzulenseimnek, Dr. Tóth Ferencnek, és Dr. Turóczy Györgynek a dolgozat készítése folyamán nyújtott segítségét, tanácsait, és hogy, mindvégig önzetlen támogatásukkal segítették munkámat. Külön köszönöm Dr. Tóth Ferencnek a kísérletek és az adatfeldolgozás során nyújtott segítségét, a terepi beszélgetéseket, melyek nem csupán a szakmai életben mutattak utat.

Köszönöm szüleimnek, testvéremnek, gyermekeimnek és legfőképpen férjemnek a kísérletek és a dolgozat írása közben nyújtott segítséget és kitartó támogatást.

Külön köszönöm akkori doktorandusz társaimnak, Mészárosné Póss Anettnek, Boziné Pullai Krisztinának, Petrikovszki Renátának, Pratik Doshinak, valamint Putnoky Csicsó Barnának közvetlenségüket, segítségüket és a sok örömteli emléket, melyet közösen eltöltött éveink során éltünk meg, valamint külön hálával tartozom az itt kötött barátságokért is.

Köszönet illeti Dr. Simon Barbarát és Dr. Zalai Mihályt a kísérletek és a közös publikációk elkészítésében vállalt szerepükért és segítségükért.

Köszönöm a MATE Növényvédelmi Intézet dolgozóinak, különösen Szócs Tündér Ilonának és Lénárt Zoltánné Katalinnak a technikai segítségnyújtást és végtelen kedvességüket.

A terepi és laborkísérletek során segítségemre volt még Ambrus Gergely, Balázs Nóra, Erdős Eszter, Knáb László, Marton Gergely, Nagy Ádám, Plangár Nóra, Szegedi Áron Mátyás, Tóth Rozália, Treutz Zsófia, Veréb Marietta, Vincze Gábor és Zanker Angéla. Precíz és odaadó segítségüket ezúton is szeretném megköszönni.

Köszönöm továbbá mindenkinek, aki valamilyen formában hozzájárult dolgozatom elkészítéséhez.