



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

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

DOI: 10.54598/005480

Doktori értekezés tézisei

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

Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Kertészeti Csoport

Dr. Turóczy György

Egyetemi docens, PhD

MATE, Növényvédelmi Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

Tartalom

1. Bevezetés	2
1.1. Célkitűzés	2
2. Anyag és módszer.....	3
2.1. Szabadszántó talajtakarásos kísérletek (2013–2018).....	3
2.2. In vivo és in vitro mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálatok (2016–2018)	5
2.3. Szabadszántó ázók <i>Fusarium solani</i> micélium- és burgonyafogyasztása	5
3. Eredmények és azok megbeszélése	6
3.1. Szabadszántó talajtakarásos kísérletek (2013–2018).....	6
3.2. In vivo és in vitro mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálatok (2016–2018)	11
3.3. Szabadszántó ázók <i>Fusarium solani</i> micélium- és burgonyafogyasztása	12
4. Következtetések és javaslatok	13
4.1. Szabadszántó talajtakarásos kísérletek (2013–2018).....	13
4.2. In vivo és in vitro mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálatok (2016–2018)	13
4.3. Szabadszántó ázók <i>Fusarium solani</i> micélium- és burgonyafogyasztása	14
5. Új tudományos eredmények	15
6. Publikációk	15

1. Bevezetés

Napjainkban a talajt egyre inkább elismerik mint fontos, lassan megújuló természeti értéket. Védelme és megfelelő kezelése egyre nagyobb figyelmet kap (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 (Bharati et al., 2020; Nowroz et al., 2021).

A burgonya (*Solanum tuberosum* L.) a legjelentősebb nem gabonaféle élelmisznövényünk (Zhang et al., 2016). Termesztéstechnológiájába könnyen és eredményesen beilleszthető a talajtakarásos művelésmód, melynek hatására szignifikáns termésnövelés érhető el (Li et al., 2018; Wang et al., 2019).

A burgonya talajtakarásával foglalkozó kutatások között azonban csupán elvétve szerepel olyan, mely vizsgálná a különböző szerves takaróanyagok burgonya talajlakó kártevőinek és kórokozóinak előfordulására, vagy gumókárosítására gyakorolt hatásait.

A lombhullató fák lehullott lombja, mely leginkább hasonlít az erdők avarjához, és nagy mennyiségben áll rendelkezésünkre a kertekben, egy kevésbé vizsgált takaróanyag, jellemzően nem használják talajtakarásra, a diófa levelét pedig még komposztálásra sem, csak a szervezett gyűjtéseknek köszönhetően elvitetik.

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.

Az évek alatt az alapkísérlet egyes elemei leszűkültek, másokat viszont bővítettünk mind szabadföldi, mind laboratóriumi kísérletekkel és vizsgálatokkal.

1.1. Célkitűzés

Munkám fő célja annak megállapítása volt, hogy a talajtakarás – számtalan ismert előnye mellett – jelent-e növényvédelmi kockázatot, megfelelően alkalmazva mérsékli-e a kártevők, és kórokozók károsítását. Külön kutatást igényelt annak megvizsgálása, hogy mely szerves talajtakaróanyagok, és milyen vetésmód mellett növelik leginkább a burgonya termés mennyiségét és ép gumókihozatalát, valamint milyen szerep jut ebben a termesztési rendszerben a hasznos mikroorganizmusok, illetve a szabadföldi kísérletek során a szerves anyaggal takart parcellákban nagy faj-, és egyedszámban megjelenő lebontó szervezetek számára, melyek növényvédelmi megítélése nem egységes. Céлом volt továbbá, hogy a szintén megosztó dióavar talajtakaróként történő

alkalmazásáról 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, diómentes vegyes avar és lakossági eredetű komposzt)
- vetésmódok (talajba 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.) tesztnövény segítségével.

2. Anyag és módszer

2.1. Szabadföldi talajtakarásos kísérletek (2013–2018)

A szabadföldi burgonyaparcellák kísérlet beállításai, azok főbb változói az 1. táblázatban kerültek összefoglalásra. Ahogyan szűkült a kísérleti helyszínek száma és a parcellák nagysága az évek alatt, úgy nőtt az ismétlésszám. Csökkent a kísérletbe vont burgonyafajták száma és nőtt a vizsgált takaróanyagok köre, valamint kiegészült a kétféle vetésmóddal és mikroorganizmus-kezelésekkel. A kísérletek során monokultúras burgonyatermesztés folyt, öntözés és tápanyag utánpótlás nélkül. A szükség szerinti gyomlálást kézzel végeztük. Kísérleteinkkel a konyhakerti, házi kerti burgonyatermesztést modelleztük.

A kísérlet első három évében a hazai nemesítésű burgonyafajták fémzárolt vetőgumóit 10-15 cm mélyre, egymástól 20-25 cm távolságra, 90 vagy 70 cm-es sorközzel sorokba vetettük, majd bakhátat készítettünk. A későbbi három évben mikroparcellákat (2×2 m) alakítottunk ki (egy bokor/m²). Itt a gumókat hagyományos, 10-15 cm mélyen a talajba vetettük, vagy a talaj felszínére helyeztük és mulccsal befedtük (15-20 cm vastagon).

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

év	Helyszín	Terület nagyság (m ²)	Elővetemény	Ismétlés-szám	Burgonyafajta	Takaró-anyag	Vetés-mód	Mikroorga-nizmus 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
2016	Gödöllő (MATE)	288	Burgonya	8	Démon, Hópehely	Szalma, Dióavar, Vegyesavar, Komposzt	Talajba/ Talaj-felszínre	Mikorrhiza, <i>T. asperellum</i>
2017	Gödöllő (MATE)	288	Burgonya	8	Démon	Szalma, Dióavar, Vegyesavar, Komposzt	Talajba/ Talaj-felszínre	Mikorrhiza, <i>T. asperellum</i>
2018	Gödöllő (MATE)	288	Burgonya	8	Démon	Szalma, Dióavar, Vegyesavar, Komposzt	Talajba/ Talaj-felszínre	<i>M. anisopliae</i> , <i>T. asperellum</i>

A talajtakaráshoz szükséges szerves anyagot minden helyszínen a lehető legegyszerűbb és legéletszerűbb módon gyűjtöttük. A levágott fűvet (*Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Festuca ovina*, *Agrostis capillaris*) a kísérleti parcellákat közvetlenül körülvevő területekről, a vegyes avart alkotó levelek (*Platanus x acerifolia*, *Quercus robur*, *Acer campestre*) az egyetem parkosított területeiről, a diólevelet külön zsákolva gödöllői magánkertekből gyűjtöttük. A búzaszalma szintén Gödöllőről, termelőtől származott. A komposzt pedig kommunális és háztartási zöldhulladékból készült termék volt.

Az összefüggő takarást ültetés előtt végeztük 15–20 cm-es mulcsréteggel. 2013–2015-ben a sorok felét mulcsoztuk, a másik fele takaratlan kontroll volt. 2016–2018-ban a takaróanyagok és a vetésmódok elrendezése a mikroparcellákban véletlenszerű blokk elrendezést követett.

A burgonyagumók felszedése kézzel történt. Megmértük a gumók súlyát, és egyenként megvizsgáltuk a sérült gumókat. Az adatok elemzéséhez Microsoft Excelt használtunk. A kezeléseket egytényezős varianciaanalízissel és Tukey-féle post hoc teszttel hasonlítottuk össze SPSS statisztikai szoftverrel. A 2016–2018-as elemzésekhez az össztermés esetén az adatokat logaritmikusan transzformáltuk ($\ln(X+1)$), a gumók kártételének arányánál pedig arkusz szinusz transzformációt alkalmaztunk.

2.2. In vivo és in vitro mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálatok (2016–2018)

A szabadföldi mikroorganizmus kísérlet során a 72db mikroparcella mindegyikében a négy burgonyanövény egyikét ültetéskor mikorrhiza (Symbivit), a másikat *Trichoderma asperellum*, a harmadikat mindkettő gombával egyszerre, a negyediket pedig egyikkel sem (kontroll) kezeltük. Hasonló elrendezésben 2018-ban *T. asperellum* és *Metarhizium anisopliae* gomba szuszpenzióval csáváztuk ültetés előtt a burgonyagumókat.

A laborkísérlet során a mikroorganizmusok közös alkalmazhatóságát, valamint dominanciaviszonyát vizsgálva időbeli (12, 24, 36, 48, 50 óra) előnyt biztosítottunk a *M. anisopliae* számára a fejlődéshez, mielőtt ráoltottuk az intenzívebb növekedésű *T. asperellum* gombát. Az 5 ismétlésben beállított kísérlet során a gombák telepátmérőjének növekedését figyeltük meg a Petri-csészék táptalaján.

2.3. Szárazföldi ászkarákok *Fusarium solani* micélium- és burgonyafogyasztása

A szabadföldi kísérlet során a takart parcellákban nagy számban megjelenő ászkarákok szerepének vizsgálatára beállított kísérlethez műanyag dobozokba helyeztünk egy mesterségesen *Fusarium solani* kórokozóval fertőzött és egy egészséges burgonyagumót. A dobozok harmadába *Porcellio scaber* egyedet, a dobozok másik harmadába pedig *Porcellionides pruinosus* egyedet

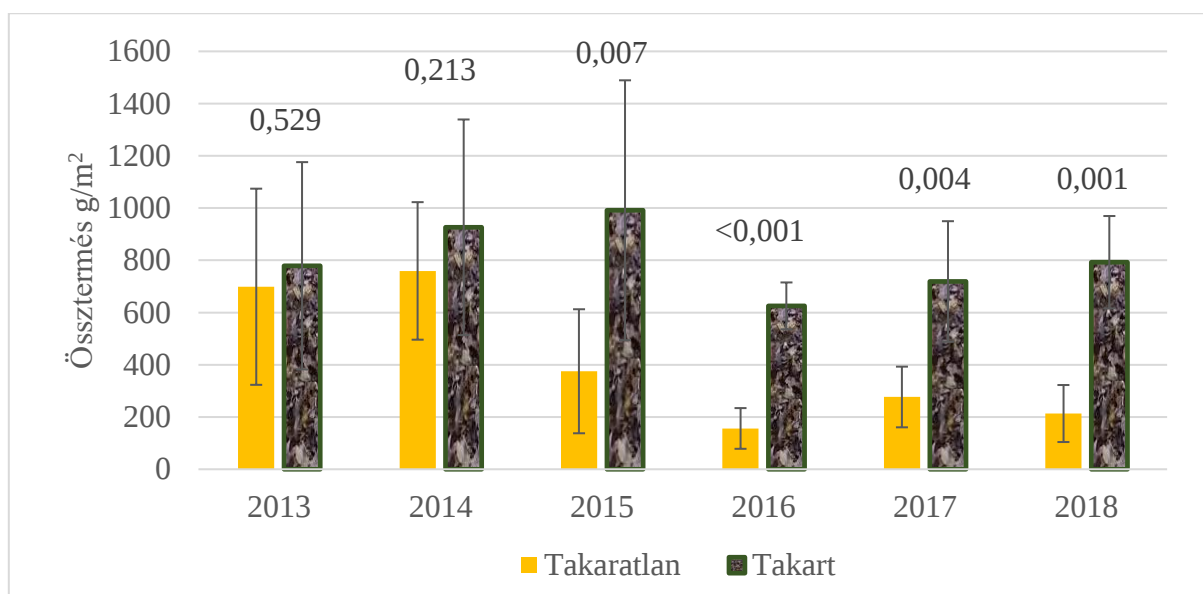
helyeztünk. A további dobozok az ászkarák mentes kontroll kezelések voltak. A kísérlet két burgonyafajtaival, 10 ismétlésben, 10 napig zajlott.

3. Eredmények és azok megbeszélése

3.1. 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 termésnövelő hatása, de a többi négy évben szignifikánsan több burgonya termett a mulcsozott parcellákban (1. ábra).



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

Hasonló eredményeket kaptunk, mikor az ép gumók évenkénti össztermését vizsgáltuk. Az első két évében nem volt kimutatható különbség a takart és takaratlan kezelések között, de a többi négy évben szignifikánsan több volt a mulcsozott parcellákban ép gumókihozatala.

A károsítások típusát és mértékét vizsgálva (2. táblázat) megállapítottuk, hogy a hat év során a vizsgált talajlakó kártevők és kórokozók (fuzáriumos rothadás, fűrés, odvasítás, pocokrágás) gumókárosítása 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 gumóinak tömege károsításonként az össztermés 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 mutatják).

év	2013		2014		2015		2016		2017		2018	
Kárkép	T+	T-	T+	T-	T+	T-	T+	T-	T+	T-	T+	T-
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
Fúrt	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

A takaróanyagokat és vetésmódokat külön vizsgáló három kísérleti év során (3. táblázat) a talajba vetett kezelések esetében a komposztos parcellák évenkénti össztermése mindhárom évben fölülmulta a kontroll parcellákét, ahogy a dióavar és vegyes avar termésmennyisége (a 2017-es év kivételével). A szalmamulcsos parcellák termésmennyisége egyik évben sem különbözött a kontrolltól. 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) a takaróanyag kezeléseken belül nem befolyásolta az össztermés évenkénti alakulását.

A károsításoktól mentes, 50g feletti, piacos gumókat vizsgálva a talajba vetett kezelésekben, 2017-ben a komposzt ép gumókihozatala fölül múlta a kontroll parcellákét. Ebben az évben a dió- és vegyes takarás piacos termése nem különbözött egymástól, a szalmától és a kontrolltól, ahogyan a komposzté sem különbözött a két avartakarásától. 2016-ban és 2018-ban, a dióavar, a vegyes avar és a komposzt mulcsos parcellák is több piacos gumót adtak, mint a kontroll. A szalmamulcsos és a kontroll parcellák között 2016-ban volt, a többi két évben nem volt különbség a piacképes gumók tekintetében. A dióvar, a vegyes avar és a komposzt mulcsos parcellák ép gumókihozatala egyik évben sem különbözött a másiktól. A vetésmód egyik évben, egyik takaróanyag kezelésen belül sem befolyásolta statisztikailag a burgonya piacképes gumókihozatalát

3. táblázat: 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	mértékegység	ANOVA	ANOVA	Kontroll	Szalma		Dióavar		Vegyes avar		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	526 ^{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

A fuzáriumos gumók arányát vizsgálva egyik kísérleti évben, egyik takaróanyag, vagy vetésmód esetében sem találtunk szignifikáns különbséget, egyedül a 2018-as év, komposzt takarás, mulcs alá vetett kezeléseiben volt nagyobb a fuzáriumos gumók száma, az összes többi takaróanyag és vetésmód kombinációhoz viszonyítva. A kétféle vetésmód között egyik kísérleti évben sem volt szignifikáns különbség kimutatható a vizsgált takaróanyagok között a talajlakó kártevők által károsított (rágott) gumók tekintetében.

A zöldült gumók arányában szintén nem volt különbség az egyes éveken belül a takaróanyagok vagy a kontroll kezelések között a hagyományos (talajba) vetés esetében. 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 avar takarás talajba vetett kezeléseiben.

Másrészt a mulcs alá vetés hatással volt a felszedés során, talajművelő eszköz által megsértett gumók számára. 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 dióavar talajfelszínre vetett kezeléseihez 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.

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. A talajfelszínre, mulcs alá vetés 2017-ben a dió- és vegyes avartakarás esetén szignifikánsan csökkentette a torzult gumók mennyiségét.

A repedt gumókat vizsgálva a talajba vetett kezelések esetén 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. A vetésmódnak az egyes takaróanyag kezeléseken belül egyik évben sem volt kimutatható hatása a gumórepedésre.

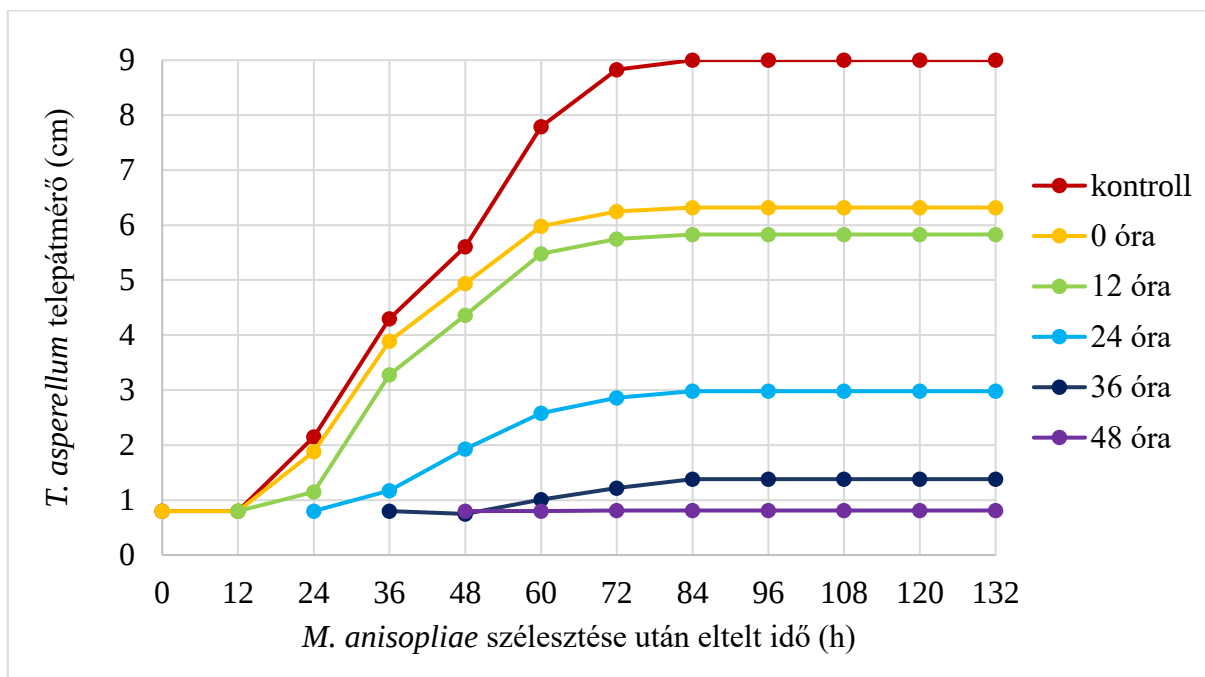
3.2. In vivo és in vitro mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálatok (2016–2018)

A kísérlet felszámolása során nem találtunk *M. anisopliae* által fertőzött pajoregyedeket (sem más fertőzött kártevőegyedet), így a gumókon lévő rágáskár alapján állt 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 egyik takaróanyag esetében sem (4. táblázat).

4. 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

A laboratóriumi mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálat során a legintenzívebb *T. asperellum* telepnyövekedést a *M. anisopliae* nélküli *T. asperellum* kontroll mutatta (2. ábra). 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 telepnyövekedést.



2. 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)

3.3. Szárazföldi ászkarákok *Fusarium solani* micélium- és burgonyafogyasztása

Mindkét ászkafaj jelenléte mellett csökkentet a *F. 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 esetben volt szignifikáns. A nagyobb termetű *P. scaber* egyedek egyedenként átlagosan szignifikánsan több burgonyát fogyasztottak a mesterségesen fertőzött gumók közül a kísérlet alatt, mint a *P. pruinosis* egyedek. Az eredetileg ép gumók fogyasztásában nem volt különbség a két ászkafaj között. Az ászkarákok burgonyafogyasztását nem befolyásolta, hogy a gumó a kísérlet elején mesterségesen fertőzött volt-e, vagy sem. Nem volt statisztikai különbség megállapítható az eredetileg ép és a fertőzött gumók fogyasztásában.

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

4. Következtetések és javaslatok

A hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintése során nem találtunk hasonló kutatást, amely a vegyes levél és diólevél, illetve a vetésmódok burgonyatermesre, valamint talajlakó kártevőkre és talaj eredetű kórokozókra gyakorolt hatását vizsgálta volna.

4.1. Szabadföldi talajtakarásos kísérletek (2013–2018)

A 6 év vizsgálatai alatt ahogyan nőtt a burgonya össztermés, úgy nőtt arányaiban annak ép gumókihozatala is, a károsított gumók aránya azonban nem változott, még az utolsó négy évben sem, mikor szignifikánsan több volt a takart parcellák össztermése a kontrollnál.

Bár a vizsgált talajtakaró anyagok között nem volt mindig következetes terméskülönbség, az évek során kialakult egy tendencia, miszerint a komposztal mulcsozott parcellákban termett a legtöbb burgonya, ezt követte a dióavar és a vegyes avar, amelyek nem különböztek egymástól, végül a szalma, amely egyik évben sem különbözött a kontrolltól. Kimutattuk, hogy a diólevélből álló avartakarás egyértelműen jobb hatású takaróanyag burgonyában, mint a szalma, és nem marad el a vegyes levelekből álló avartakarástól.

A kártevők és kórokozók károsításában a különböző takaróanyagok alatt nem volt statisztikailag kimutatható különbség. A szakirodalom ezt azzal magyarázza, hogy ha nem kellő vastagságú a takaróanyag, úgy a kedvező hatások sem figyelhetők meg. Ennek érdekében érdemes lenne növelni a kijuttatott takaróanyagok mennyiségét.

A kétféle vetésmód szintén egy különlegessége a dolgozatnak, burgonyában alig, a károsítókra kifejtett hatását pedig ezidáig nem vizsgálták. Bár a talajba vetés elhagyása az össztermésben és a károsított gumók tömegében nem hozott változást, a módszernek köszönhetően csökkent a vágott gumók száma, ami esztétikai problémákon túl a tárolás során a fertőzések minimalizálása miatt is fontos. A mulcs alá való vetés egyes kezeléseknél megnövelte a zöld gumók számát, de az gondosabb takarással könnyen elkerülhető lehet. Levonhatjuk tehát a következtetést, miszerint a talajfelszínre vetés csökkenti a vetés és a felszedés munkaigényét, a termés mennyiségének csökkenése, vagy minőségének romlása nélkül.

4.2. In vivo és in vitro mikroorganizmus kölcsönhatás-vizsgálatok (2016–2018)

A takaróanyagok a kísérletek során sem káros, sem pozitív hatással nem voltak a vizsgált mikroorganizmusokra. A szakirodalomból tudjuk, hogy takaróréteg alatt a talaj mikrobiomjának gazdagodásával nő annak szuppresszivitása is, valamint a természetes mikrobiológiai körülmények bizonytalanabbá teszik a mikroorganizmusok hatását. A várt hatás elmaradásának a magyarázata tehát a talajban keresendő. Amennyiben a talaj szuppresszivitására vonatkozó feltételezés igaz, úgy

a mikroorganizmusok együttes alkalmazását talajtakarással kombináltan elsősorban elszegényedett mikrobiomú területen ajánljuk, mert ott várhatóan nagyobb hatással lennének a növény növekedésére, valamint annak károsítóira.

A laboratóriumi vizsgálat során az volt a hipotézisünk, hogy a sokkal intenzívebb növekedésű antagonista nem enged teret más mikroorganizmus számára a növekedésre. Ez az antagonista hatás akkor lépett fel, mikor a *T. asperellum* 48 órán belül került a *M. anisopliae* spóragyepre. Később azonban a 48 óránál fejlettebb *M. anisopliae* is antagonista hatást mutatott a *T. asperellum* gombával szemben. A két hasznos gomba közös alkalmazhatóságának kulcsa tehát, hogy amennyiben időbeli előnyt kívánunk adni a *M. anisopliae* számára, úgy az ne haladja meg a 48 órát.

4.3. Szárazföldi ászkarákok *Fusarium solani* micélium- és burgonyafogyasztása

A laborkísérlet során megállapítottuk az ászkarákok *Fusarium solani* fertőzés terjedésének megállításában betöltött szerepüket, valamint kimutattuk, hogy alternatív táplálék hiányában fogyasztják az ép- és a kórokozóval fertőzött burgonyagumót is. Feltételezzük, hogy nagyobb egyedszámuk a takart parcellákban nem a burgonya, hanem a takaróanyagok nyújtotta számos más alternatív táplálék és búvóhely miatt volt magasabb. Ilyen környezetben valószínűleg nem okoznak kárt a burgonyagumókon, ugyanakkor szerepük lehet a kórokozók bizonyos képleteinek fogyasztásában, ahogyan azt már számos, a témával foglalkozó kutatás is bizonyította.

4.4. Javaslatok

Javasolom a szerves talajtakarás, különösen a komposzt, dióavar és vegyes avar hosszú távú 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 burgonyakihozatazt.

5. Új tudományos eredmények

- 1) A dióavar, a diómentes vegyes avar 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 dióavar burgonyatermésre, és ép gumókihozatalra gyakorolt hatása nem különbözik a vegyes avarétól, nem tapasztaltam allelopatikus hatást a burgonyán.
- 3) Megállapítottam, hogy a komposzttakarás alatt termett a legtöbb burgonya, ezt követte a dióavar és vegyesavar, 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 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.

6. Publikációk

Idegen nyelvű, lektorált, tudományos folyóiratban megjelent közlemények:

- Mészárosné Póss A., **Südiné Fehér A.**, Póss A., Turóczi Gy., 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 (1): 45.
- **Südiné Fehér A.**, Turóczi Gy., Tóth F. (2023): Potato (*Solanum tuberosum* L.) Soil Covering with Organic Matter: Results and Knowledge gap. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, befogadva.
- **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*, benyújtva.

Magyar nyelvű, lektorált, tudományos folyóiratban megjelent közlemények:

- **Fehér Anikó**, Ambrus G., Turóczi Gy., Tóth F. (2016): Szerves talajtakarás hatásának vizsgálata a burgonyagumót károsító kártevők és kórokozók jelenlétére illetve kártételére. *Növényvédelem*, 77 (52) 7: 339–343.
- **Fehér A.**, Póss A., Turóczi Gy., Tóth F. (2017): Különböző szerves talajtakaró anyagok talajlakó károsítókra gyakorolt hatásának vizsgálata burgonya tesztnövény segítségével. *Növényvédelem*, 78 (53) 9: 399–404.
- **Südiné Fehér A.**, Erdős E., Tóthné Bogdányi F., Turóczi Gy., Tóth F. (2019): *Metarhizium anisopliae* és *Trichoderma asperellum* kölcsönhatásának vizsgálata laboratóriumi és szabadföldi körülmények között. *Növényvédelem*, 80 (55) 7: 295–303.

Egyéb értékelhető folyóiratcikk:

- **Südiné Fehér A.** (2018): Mikorrhiza: miként lehet hasznos a biológiai növényvédelemben? *Agrofórum Online*
- **Südiné Fehér A.** (2018): Miből lesz a cserebogár és miből a rózsabogár? *Agrofórum Online*
- **Südiné Fehér A.**, Mészárosné Póss A., Turóczi Gy., Tóth F. (2017): Termésnövelés és károsítók elleni védekezés burgonyában szerves talajtakaró anyagokkal. *Biokultúra* 28 (5): 14–15.
- **Südiné Fehér A.**, Turóczi Gy., Tóth F. (2019): Jó, ha takarjuk a talajt. *Kertészet és Szőlészet*, 2019 (68) 8: 10–11.
- Tóth F., **Südiné Fehér A.** (2022): Szerves talajtakarással az ép bioburgonyaért, avagy átállás forgatás nélküli talajművelésre a biokertészetben. *Agrofórum: a növényvédők és növénytermesztők havilapja*, 2022 (33) 1: 90–92.

Idegen nyelvű konferenciakiadványban megjelent összefoglalók:

- **Fehér A.**, Póss A., Turóczi Gy., Tóth F. (2017): The effect of two isopod species (*Porcellionides Pruinosus* and *Porcellio Scaber*) on *Fusarium solani* infection, and their damage to potato in laboratory experiment. *10th International Symposium on the Biology of Terrestrial Isopods*. Abstracts.

Magyar nyelvű konferenciakiadványban megjelent összefoglalók:

- Balázs N., Mészárosné Póss A., **Südiné Fehér A.**, Turóczi Gy., Tóth F. (2018): Szárazföldi ászkarákok (*Porcellionides Pruinosus*, *Porcellio Scaber*) kórokozó-fogyasztásának vizsgálata laboratóriumi körülmények között. . In: Haltrich A., Varga Á. (szerk.): *64. Növényvédelmi Tudományos Napok*, posztterek, 105.

- **Fehér A.**, Ambrus G., Turóczy Gy., Tóth F. (2016): Szerves talajtakarás hatása a burgonyagumó egyes károsítóira és a termésmennyiségre. In: Horváth J, Haltrich A, Molnár J. (szerk): 62. *Növényvédelmi Tudományos Napok*, Előadások összefoglalói, 101, 96.
- **Fehér A.**, Ambrus G., Turóczy Gy., Tóth F. (2016): Szerves talajtakarás hatása a burgonyagumó egyes károsítóira és a termésmennyiségre. *NATURA 2000 területek természetvédelmi vizsgálatai, élőhelykezelései, fenntartási tapasztalatai a „Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében III.”* Absztraktkötet, 40.
- **Fehér A.**, Póss A., Turóczy Gy., Tóth F. (2017): Különböző szerves talajtakaró anyagok talajlakó kártevőkre gyakorolt hatásának vizsgálata burgonya tesztnövény segítségével. In: Horváth J., Haltrich A., Molnár J. (szerk.): 63. *Növényvédelmi Tudományos Napok*, Előadások összefoglalói, 110. 45.
- **Fehér A.**, Tóth F. (2017): A szerves talajtakarás növénytermesztési és növényvédelmi előnyei. *Országos fenntarthatósági Szakmai Nap 2017. UNI-NKE.*
- Putnoki Csicsó Barna, **Fehér Anikó**, Petrikovszki Renáta, Póss Anett és Tóth Ferenc (2016): Szerves talajtakarás hatása bagolylepke hernyók (*Lepidoptera, Noctuidae*) kártételére paradicsomban és burgonyában. *A Magyar Tudomány Napja Erdélyben, Agrártudományi Szakosztály XII. Konferenciája*, 22–23.
- **Südiné Fehér A.** (2018): Szerves talajtakaró anyagok, különböző mikro- és makroorganizmusok, valamint ezek kombinációinak hatása a burgonya ép gumókihozatalára és talajlakó károsítóira. In: Áldorfa György (szerk). (2018): SZIE Kiváló Tehetségei Konferencia Előadásainak Összefoglaló Kiadványa, 157. 103.
- **Südiné Fehér A.**, Erdős E., Turóczy Gy. És Tóth F. (2019): *Metarhizium anisopliae* és *Trichoderma asperellum* kölcsönhatásának vizsgálata laboratóriumi és szabadföldi körülmények között. In: Haltrich A., Varga Á. (szerk.): 65. *Növényvédelmi Tudományos Napok*, Előadások összefoglalói, 108. 38.
- Tóth F., Ambrus G., Balog A., Boziné Pullai K., Dudás P., Lakiné Sasvári Z., Mészárosné Póss A., Nagy P., Petrikovszki R., Putnoky Csicsó B., Simon B., **Südiné Fehér A.**, Turóczy Gy., Zalai M. (2018): A talajtakarás egyes növényvédelmi vonatkozásainak vizsgálata. In: Haltrich A., Varga Á. (szerk.): 64. *Növényvédelmi Tudományos Napok*, Előadások összefoglalói, 105.