



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI
EGYETEM

**KOMMUNÁLIS SZENNYVÍZISZAP
KOMPOSZT MEZŐGAZDASÁGI
HASZNOSÍTÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE
TARTAMKÍSÉRLETBEN**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

DOI: 10.54598/001540

TOMÓCSIK ATTILA

Gödöllő

2021

A doktori iskola

megnevezése: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Környezettudományi Doktori Iskola

tudományága: Környezettudomány

vezetője: Csákiné Dr. Michéli Erika

egyetemi tanár

MATE, Szent István Campus,

Környezettudományi Intézet

Témavezető: Dr. Füleky György †

professzor emeritus

MATE, Szent István Campus,

Környezettudományi Intézet

Az iskolavezető jóváhagyása

A témavezető jóváhagyása

Tartalomjegyzék

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK	4
2. ANYAG ÉS MÓDSZER	6
2.1. A kísérlet elrendezése	6
2.2. A kísérlet terület talaja	7
2.3. Kísérletben alkalmazott tesztnövények	8
2.4. A kísérleti terület éghajlati viszonyai a vizsgált időszakban	9
2.5. A komposztkeverék vizsgálati paraméterei	9
2.6. Mintavételek módszere és időpontjai	10
2.7. Talaj- és növénymintákból elvégzett vizsgálatok	11
2.8. Alkalmazott statisztikai módszerek	11
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	13
4.1. Talaj fizikai tulajdonságainak változása 2007-2013 között	13
4.2. Tesztnövények elemtartalmának és termésmennyiségének változása 2007-2013 között	19
4.3. Talaj fizikai tulajdonságai és a tesztnövények termésmennyisége közötti kapcsolat vizsgálat eredményei 2007-2013 között	23
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	27
6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	29
5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK	31

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

A hazai tápanyag-utánpótlás szintje messze elmarad a '70-80-as évekhez képest. Jelenleg 110-120 kg/ha tápanyag kerül ki átlagosan hazánkban a megművelt területekre. Ez hozzájárul a talajok tápanyagtartalmának csökkenéséhez, ezt még inkább fokozza az input anyag árak fokozatos emelkedése, így a gazdálkodók nagy többsége jórészt, csak egyoldalú, beszűkült tápanyag kijuttatást (elsősorban nitrogén) végez.

Az előbbi feltevés igazolására és a kommunális eredetű szennyvíziszap komposzt felhasználását tervező gazdálkodókban felmerülő kétségek eloszlatására fontos a szennyvíziszap komposztok hosszú távú vizsgálata. Amennyiben az eredmények igazolják, a szennyvíziszap komposzt pozitív hatását a talaj kémiai tulajdonságaira és a termesztett növények minőségi paramétereire, abban az esetben nyugodtan alkalmazhatjuk / alkalmazhatjuk ezeket a készítményeket a talajainkból hiányzó makro-, és mikroelemek és legfőbbképpen a hiányzó szerves anyag utánpótlására.

Munkámat a Debreceni Egyetem AKIT Nyíregyházi Kutatóintézetében Magyarországon egyedülálló módon a komposztált szennyvíziszapra, mint táp- és szervesanyag-forrásra alapozott tartamkísérletben folytattam, ahol a szennyvíziszap komposzt tartamhatására vonatkozó kérdéseket elemeztem. Szántóföldi felhasználás során a szennyvíziszap komposzt, talajra és növényekre gyakorolt hatást tanulmányoztam.

Dolgozatom megírásával a következő kérdésekre kerestem a válaszokat:

- A több éven keresztül alkalmazott kommunális eredetű szennyvíziszap komposzt kezelés milyen mértékben befolyásolja az alkalmazott tesztnövények termésmennyiségét.
- Szántóföldi parcellakísérletben a vizsgált talajkémiai tulajdonságok közül a hosszú távú komposzt kezelés hogyan hat ezen paraméterekre.
- A szennyvíziszap komposzt kezelés miként befolyásolja a talajkémiai tulajdonságok és a tesztnövények terméseredményei közötti kapcsolatot.
- A talajra gyakorolt hatása mellett milyen hatással van a rendszeres komposzt kijuttatás a növények elemtartalmára.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A kísérlet elrendezése

A kisparcellás kísérlet a DE AKIT Nyíregyházi Kutatóintézet 0414/a Hrsz-ú tábláján kapott helyet, amelynek GPS koordinátái a következők: N; 47°98'69, E; 21°70'23. A kísérletet 2003 tavaszán állítottuk be a Nyírségvíz ZRt-vel közösen kidolgozott NYÍRKOMPOSZT korlátozásmentesen felhasználható komposztkészítmény felhasználásával. Magyarországon, egyedülálló módon a komposztált szennyvíziszapra, mint táp- és szervesanyag forrásra alapozott tartamkísérletként tartjuk fenn a területet, ahol a szennyvíziszap komposztot az istállótrágyához hasonlóan három évenként juttatjuk ki a területre.

A kísérlet tervezése során négy kezelést alakítottunk ki, öt blokkban, ahol minden egyes blokkban háromévente 0, 9, 18 és 27 t/ha dózisnak megfelelő szennyvíziszap komposztot szórtunk ki, majd a komposztot a talajba közép mély (20-25 cm) szántással bedolgoztuk. A kísérletben zöldborsó (*Pisum sativum* L.), tritikálé (x *Triticosecale* X *Wittmack*) és kukorica (*Zea mays* L.) tesztnövények kiterített vetésforgóban követték egymást. Egy blokk elrendezését az 1. ábrán mutatom be.

19 m	Zöldborsó	Tritikálé	Kukorica	Kontroll
				9 t/ha
				18 t/ha
				27 t/ha
	12 m			

1. ábra. A szennyvíziszap komposzt dózisok és a tesztnövények elrendezése egy blokkban.

A több alkalommal (2006, 2009 és 2012-ben) kijuttatott korlátozásmentesen felhasználható termésmenvelő anyag (NYÍRKOMPOSZT) összetétele a következőképpen alakult: 40% sz.a. szennyvíziszap, 25% sz.a. szalma, 30% sz.a. riolit, 5% sz.a. bentonit. A komposzt kijuttatása minden alkalommal a betakarítás után történt, melyet megelőzött a szennyvíziszap komposzt minőségi paramétereinek vizsgálata. A tesztnövények közül a zöldborsó és kukorica szármaradványa a talajba bedolgozásra került, míg a tritikálé szalma, minden évben lehordásra került a kísérleti parcellák területéről.

2.2. A kísérlet terület talaja

A kísérleti terület talaja a kötöttség értéke alapján homok fizikai féleségbe sorolható, kémhatása savanyú, humusz- és foszfortartalma közepes, káliumtartalma jó (Makádi et al. 2008). Az előbbi megállapításokat alátámasztják a következő paraméterek, pH(H₂O) - 6,20; pH(KCl) - 5,31; humusz - 0,90%; NO₃-N - 9,6 mg/kg; P₂O₅ - 240,1; K₂O - 183,3 mg/kg. A kísérleti időszak folyamán talajszelvény gödröt is ástunk, amelynek vizsgálata alapján

megállapítottuk, hogy a talaj 40 cm-es rétege alatt számos kovárvány csík található. Így a terület talajtípusa kovárványos barna erdő talaj.

2.3. Kísérletben alkalmazott tesztnövények

A kísérleti területen alkalmazott tesztnövények termesztéstechnológiai elemeit az 1. táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat. A szennyvíziszap komposzt kísérlet tesztnövényeinek agrotechnológiai műveletei

növény faj	kukorica MV NK 333 MTC	zöldborsó Zeusz	tritikálé Dusi	kukorica MV NK 333 MTC	zöldborsó Zeusz	tritikálé Dusi
év	2006			2007		
munkaművelet						
vetőágykészítés				x	x	
vetés (tavasszal)				x	x	
növényvédelem				x	x	
betakarítás				x	x	x
szárzúzás				x		x
társászás				x	x	x
komposzt kijuttatás	x	x	x			
szántás	x	x	x	x	x	x
vetőágykészítés						x
vetés (ősszel)			x			x
növény faj	kukorica MV NK 333 MTC	zöldborsó Zeusz	tritikálé Dusi	kukorica MV NK 333 MTC	zöldborsó Zeusz	tritikálé Dusi
év	2008			2009		
munkaművelet						
vetőágykészítés	x	x		x	x	
vetés (tavasszal)	x	x		x	x	
növényvédelem	x	x		x	x	
betakarítás	x	x	x	x	x	x
szárzúzás	x		x	x		x
társászás	x	x	x	x	x	x
komposzt kijuttatás				x	x	x
szántás	x	x	x	x	x	x
vetőágykészítés			x			x
vetés (ősszel)			x			x
növény faj	kukorica MV NK 333 MTC	zöldborsó Zita	tritikálé Titán	kukorica MV NK 333 MTC	zöldborsó Zita	tritikálé Titán
év	2010			2011		
munkaművelet						
vetőágykészítés	x	x		x	x	
vetés (tavasszal)	x	x		x	x	
növényvédelem	x	x		x	x	
betakarítás	x	x	x	x	x	x
szárzúzás	x		x	x		x
társászás	x	x	x	x	x	x
komposzt kijuttatás						
szántás	x	x	x	x	x	x
vetőágykészítés			x			x
vetés (ősszel)			x			x
növény faj	kukorica MV NK 333 MTC	zöldborsó Zita	tritikálé Szabolcs	kukorica MV NK 333 MTC	zöldborsó Zita	tritikálé Titán
év	2012			2013		
munkaművelet						
vetőágykészítés	x	x		x	x	
vetés (tavasszal)	x	x		x	x	
növényvédelem	x	x		x	x	
betakarítás	x	x	x	x	x	x
szárzúzás	x		x	x		x
társászás	x	x	x	x	x	x
komposzt kijuttatás	x	x	x			
szántás			x			x
vetőágykészítés			x			x
vetés (ősszel)			x			x

2.4. A kísérleti terület éghajlati viszonyai a vizsgált időszakban

A bemutatott időszakban átlagos csapadékmennyiség hullott, a 2007-ben 532 mm, 2008-ban 561 mm és 2009-ben 624 mm. Kiemelkedő mennyiség esett 2010-ben (995 mm). Az Alföld ezen részére jellemző csapadék hullott 2011-ben (454 mm), majd ezt követően 2012-ben igen kevés csapadékot mérhettünk (382 mm). A 2013. év ismét az átlagnak megfelelő (485 mm) csapadékot hozott.

2007-ben a sokévi átlaghoz viszonyítva melegebb volt a tavasz és a nyár, viszont szeptembertől hűvösebb volt az idő az ilyenkor megszokottakhoz képest. 2008-ban minden hónapban magasabbak voltak a közép hőmérsékletek. 2009 áprilisában 4,2 °C-kal volt magasabb a havi átlaghőmérséklet.

2010 egy átlagos évnek számított a hőmérsékleti értékeket figyelembe véve. Ehhez képest melegebb idő volt 2011-ben. Az elmúlt 112 év második legmelegebb nyara volt a 2012-es nyár. A 2013-as év nem sokkal maradt el a 2012-ben mért hőmérsékletektől (TOMÓCSIK, et al., 2016).

2.5. A komposztkeverék vizsgálati paramétere

A szennyvíziszap komposzt összetételét a jelenleg érvényben lévő 36/2006. (V. 18.) FVM rendelet komposztokra vonatkozó határértékeinek betartásával állítottuk össze. A 2. táblázatban közlöm a vizsgált időszak alatt 3 alkalommal kijuttatott Nyírkomposzt vizsgálati eredményeit.

2. táblázat. A kijuttatott komposzt vizsgálati eredményei a kijuttatás éveiben

Paraméter	Kiszórás évei		
	2006	2009	2012
pH (H ₂ O)	7,13	n.m.	7,18
pH (KCl)	n.m.	6,36	n.m.
Szárazanyagtartalom [m/m% eredeti anyag]	58,49	45,88	n.m.
Szervesanyag tartalom [m/m% szárazanyag]	25,67	20,60	27,63
Vízben oldható összes só [m/m% szárazanyag]	3,75	3,02	2,15
Összes N-tartalom [m/m% szárazanyag]	1,09	1,15	1,26
Összes P ₂ O ₅ -tartalom [m/m% szárazanyag]	2,47	2,71	1,04
Összes K ₂ O-tartalom [m/m% szárazanyag]	0,56	0,47	0,27
Összes Mg-tartalom [m/m% szárazanyag]	0,53	0,32	0,43
As [mg/kg]	8,13	18,71	9,44
Cd [mg/kg]	1,41	0,74	1,60
Co [mg/kg]	5,47	2,92	3,65
Cr [mg/kg]	25,70	11,17	12,67
Cu [mg/kg]	93,50	110,00	124,67
Hg [mg/kg]	0,84	0,76	<1,00
Ni [mg/kg]	31,10	9,46	8,06
Pb [mg/kg]	38,10	16,04	24,50
Se [mg/kg]	0,58	0,07	<1,00

2.6. Mintavételek módszere és időpontjai

A vizsgált talajtulajdonságok mérése a talajmintákat a szántott (0–30 cm-es) és a mélyebb (30-60 cm) rétegből gyűjtöttük, tesztnövényenként és komposzt dózisonként, öt leszúrásból szedett pontmintából képeztünk egy átlagmintát. Majd, műanyag vödörben homogenizáltuk a pontmintákat és kódszámokkal és belső címkével ellátott nejlon zacskóba gyűjtöttük a talajmintákat.

A talajmintavétel minden évben szeptemberben történt a betakarítás után az esedékes komposzt kijuttatás előtt. A vizsgálatok előtt a talajmintákat 2 mm-es szitán átszitáltuk és légszáraz állapotban tároltuk. 2011-ben nem történt meg a talajminták vizsgálata a szennyvíziszap komposztos kísérletből.

A szennyvíziszap komposzt tesztnövények termésmennyiségére gyakorolt hatásának értékeléséhez megmértük a begyűjtött magmennyiséget (komposztdózisonként, minden parcellából, a zöldborsóból és a tritikáléból 4x1 m²-ről, a kukoricából 4x1 folyóméterről történő kézi betakarítás, majd feldolgozás, tisztítás után), majd a kapott eredményekből számítottuk a hektáronkénti termésmennyiséget (t/ha).

2.7. Talaj- és növénymintákból elvégzett vizsgálatok

A talajkémiai vizsgálatokat a Debreceni Egyetem MÉK Agrárműszerközpont Laboratóriuma végezte el, a következő szabványoknak megfelelően: **pH(KCl)** – MSZ08-0206-2:1978; **pH(H₂O)** – MSZ-08-0206-2:1978; **humusz(%)** – MSZ-08-0210:1977; **AL-oldható P₂O₅** (mg/kg) – MSZ 20135:1999; **AL-oldható K₂O** (mg/kg) – MSZ 20135:1999; **KCl EDTA-oldható Cu** (mg/kg) – MSZ 20135:1999; **KCl EDTA-oldható Zn** (mg/kg) – MSZ 20135:1999; a talaj **összes Cu** (mg/kg) mennyisége – MSZ 20135:1999; a talaj **összes Zn** (mg/kg) mennyisége – MSZ 20135:1999; A **növényekben mért összes Zn** (mg/kg) meghatározását az MSZ-08-1783-33:1985 és **növényekben mért összes Cu** meghatározását az MSZ-08-1783-34:1985 szabványoknak megfelelően szintén a Debreceni Egyetem MÉK Agrárműszerközpont Laboratóriumában végezték el.

2.8. Alkalmazott statisztikai módszerek

A kapott adatok kiértékeléshez IBM SPSS Statistics 21.0 programcsomagot használtam. A kezelések hatását többtényezős varianciaanalízissel vizsgáltam. A kezeléscsoportok közötti különbségek kimutatására Tukey-tesztet használtam, az eltérő csoportok jelzésére az abc betűvel végeztem. A kezeléshatások

vizsgálatát 95%-os ($p \leq 0,05$) valószínűségi szinten hajtottam végre. A talaj kémiai tulajdonságok és a tesztnövények termésmennyiségei közötti összefüggések szorosságának és irányának leírására Pearson's-féle korrelációs számítást végeztem (SAJTOS, és MITEV, 2007).

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A következőkben a statisztikai módszerekkel kiértékelt eredményeimet mutatom be, ahol a szennyvíziszap komposzt hatását vizsgáltam a talaj kémiai tulajdonságaira [pH(H₂O), pH(KCl), Al-oldható P₂O₅, Al-oldható K₂O, humusz%,, összes réz(Cu) mg/kg, összes cink(Zn)], talajban és a teszt növényekben mért elemtartalomra és a teszt növények termésmennyiségére. Az eredmények alapján a talaj-növény rendszerben végbemenő változásokat követtem az alkalmazott anyag és annak kijutatott dózisa alapján.

4.1. Talaj fizikai tulajdonságainak változása 2007-2013 között

A talajtulajdonságokat figyelembe véve a kémhatás érteke a semleges tartomány környékén a legkedvezőbb tartomány. Savanyú kémhatás esetén csökken a növények számára fontos tápelemek felvehetősége, viszont a toxikus és potenciálisan toxikus elemek nagy része könnyen felvehetővé válik ebben a tartományban.

A kísérleti terület felső, szántott (0-30 cm) rétegéből vett talajminták kálium kloridos kémhatására {pH(KCl)} az általam vizsgált évek közül, négy évben pozitív hatást gyakorolt a komposzt kezelés. A 2009-től 2013-ig terjedő időszakban is a kontrollhoz viszonyítva magasabb kémhatást tapasztaltam a kezelt parcellák talajában és a különböző mennyiségű komposztok között statisztikailag is igazolható különbséget figyeltem meg.

A háromévenként kijutatott komposzt készítmény, jelentős hatással volt a kezelt terület talajának kémhatására, mivel a kontroll parcellákban a pH 4-es érték alá csökkent a bemutatott időszak végére.

A vizsgált terület talajának mélyebb (30-60 cm) rétegéből származó minták pH(KCl) eredményei alapján a 2007-2008-as években a komposztkezelések hatására a kontrollhoz viszonyítva kismértékű emelkedést tapasztaltam a pH(KCl) értékében. A 2009 évtől kezdve az utolsó bemutatott évig (2013-ig) a 27 t/ha-os dózis átlageredményei voltak a legnagyobbak.

A kísérlet kezdetekor (2003-ban) vizsgáltam a talaj vizes {pH(H₂O)} kémhatását (6,20), amely a bemutatott időszak alatt a kontroll parcellákban csökkent, és ez a csökkenés 2013-ig tovább erősödött, tehát a műtrágyázás nélküli termesztés mellett is homoktalaj kémhatásának csökkenését tapasztaltam. A kezeletlen területhez viszonyítva statisztikailag igazolható pozitív hatást figyelhettem meg, a 2008, 2010, 2012 és 2013-as években mindhárom dózisonál. A háromévenként (2006, 2009 és 2012-ben) kijutatott komposzt nem emelte meg kiugróan a talaj vizes kémhatásának értékét. Hasonlóan a kálium-kloridos kémhatás értékéhez, folyamatosan közelített a semleges értékhez.

A vizsgált terület 30-60 cm-es rétegéből szedett talajminták pH(H₂O) eredményeit megvizsgálva a nagyobb (18 és 27 t/ha) komposzt mennyiségek eredményeztek statisztikailag bizonyítható kezelés hatást 2010-ben és 2012-ben. Mindhárom dózis, csak a 2013-as évben tudott ilyen eredményt elérni. A vizsgált időszak alatt a kémhatás nem változott olyan mértékben, mint amit a szántott talajrétegben tapasztaltam.

A szántott talajréteg szerves anyag tartalmának eredményeit megvizsgálva, magasabb értékeket tapasztaltam a komposzt kezelés eredménye következtében, de a kapott eredmények között matematikailag nem igazolható a kezelés hatás 2008 és 2009-ben. Az utolsó két vizsgált évben (2012-2013), mindegyik parcellában

növekedett a humusz-tartalom a komposzt kezelések eredménye képen. A legnagyobb dózis (27 t/ha) 2012-es év, míg a 18 t/ha-os dózis 2013-as év átlagadatai között mutattak statisztikailag igazolt kezelés hatást.

A 2006-os évben történt komposztkijuttatás hatására, 2007-ben az átlag szervesanyag-tartalom a kontroll területhez hasonló volt mindhárom kezelésben. A következő vizsgált évben (2008) az átlagértékek esetén a kontrollhoz viszonyítva minden kezelésben nagyobb szervesanyag-tartalmat mértem. 2009-ben az előző évhez hasonló tendenciát figyelhettem meg az eredmények átlag értékeinek elemzésekor. A következő megfigyelési évben (2010) a 9 t/ha-os kezelés eredményezte a legnagyobb szerves-anyag tartalom növekedést, de a másik két dózis hatására is növekedet a vizsgált paraméter. 2012-ben a 9 és 27 t/ha-os adagok hatására magasabb értékeket tapasztaltam a szervesanyag-tartalom vizsgálata során a kontroll területhez viszonyítva. Az utolsó vizsgált időpontban (2013) mindhárom kezelt területből vett átlagminták szervesanyag-tartalma növekedését eredményezték a szennyvíziszap komposzt kezeléseik.

A mélyebb rétegből vett talajminták szervesanyag-tartalom adatait kiértékelve megállapítottam, hogy ebben a talajrétegben is emelkedett a szervesanyag-tartalom, de kisebb mértékben, mint a művelt rétegben. A bemutatott időszak elején (2007-ben), a komposzt kijuttatását követően, közel azonos eredményeket kaptam a kontroll és a kezelt területek talajából gyűjtött átlagmintákban. Statisztikailag igazolható kezeléshatást nem tudtam kimutatni ebben az évben. Ugyanilyen megállapításra jutottam az eredmények átlagértékeinek vizsgálata során. A következő évben (2008-ban), emelkedést figyeltem meg mindegyik parcellában. Az átlagértékek közül a két nagyobb adag (18 és 27 t/ha) esetében tapasztaltam nagyobb értékeket a legkisebb (9 t/ha) dózishoz viszonyítva, viszont

mindhárom kezeléshez képeset a kontroll parcellák átlag eredményei nagyobbak voltak. 2009-ben az előző évben tapasztalt emelkedéshez képest nem volt számottevő a növekedés és két kezelésben (18 t/ha és 27 t/ha parcellákban) csökkent a szervesanyag-tartalom. A kijuttatást követő évben (2010) a talaj mélyebb (30-60 cm-es) rétegében a 9 t/ha-os kezelés kivételével csökkent a szervesanyag-tartalom az előző évhez viszonyítva. 2012-ben a komposztot nem kapott parcellákban mért szervesanyag-tartalom közel azonos volt a komposztos kezelésekből kapott értékéhez. A következő évben (2013) a különböző dózisok nem emelték meg a vizsgált talajtulajdonság értékét ebben az évben.

A kísérleti terület felső (0-30 cm) talajrétegből szedett talajminták felvehető foszfortartalom értéke arányosan növekedett a kijuttatott szennyvíziszap komposzt dózisaival a 2008-2013 között. Az említett időszakban a talaj AL-oldható foszfortartalma a közepes és jó ellátottsági szintről az igen jó ellátottsági szintre emelkedett a szennyvíziszap komposzt adagok hatására. A 2006. évi kijuttatást követően - átlagértékeket figyelembe véve - 2007-ben a 9 t/ha-os kezelés hatására növekedett jelentősebben a felvehető foszfortartalom. A másik két dózis hatására csak kisebb emelkedést tapasztaltam a vizsgált értékben a kontrollhoz viszonyítva. 2008-ban szintén mindhárom kezelés hatására átlagértékben nőtt az AL-P₂O₅-tartalma. Ebben az évben a kijuttatott dózisok növekedésével megegyező irányban emelkedett a vizsgált talajkémiai tulajdonság értéke.

A kontroll területhez viszonyítva matematikai módszerrel is igazolható kezeléshatást a 18 és 27 t/ha-os komposzt kezeléseknél eredményeztek. A következő évben (2009) a 27 t/ha-os adag

hatására több, mint 2,5x emelkedést tapasztaltam az eredményekben, a kezeletlen területhez viszonyítva, amely statisztikailag igazolható pozitív hatást mutatott. A 9 t/ha-os dózis eredményeképpen, közel 50%-kal és a 18 t/ha-os komposzt mennyiség 90%-kal növelte az AL-P₂O₅-tartalmat a talajban. A dolgozatomban bemutatott további évek (2010, 2012 és 2013) átlageredményeit értékelve hasonló tendenciát figyeltem meg. Az előzőekben felsorolt mindhárom évben a legmagasabb adag (27 t/ha) hatására statisztikailag igazolható emelkedést mértem a talaj AL-oldható foszfor tartalom alakulásában.

A kísérleti terület talajának mélyebb (30-60 cm) rétegéből vett minták AL-oldható P₂O₅ tartalmának átlagértékeinek eredményeit elemezve 2007-ben a kezelések közül a 27 t/ha komposzt adag javított a vizsgált talajkémiai tulajdonságon. A másik két dózis parcella talajából közel azonos adatokat mértem, amelyek alatta maradtak a kezeletlen területről mért eredményeknek. 2008-ban a 18 és 27 t/ha-os dózisok emelni tudták az AL-oldható foszfortartalom átlag értékét a kontroll területhez viszonyítva. A legkisebb komposzt mennyiséget (9 t/ha) kapott parcellákban mért eredmények kis mértékben maradtak el a komposztot nem kapott parcellákban mért adatoktól. A következő vizsgálati évben (2009) mindegyik kezelés növelte a vizsgált paramétert a kezeletlen területhez viszonyítva. 2010-ben és 2013-ban is hasonló trendet figyeltem meg a komposzt kijuttatás hatásaként. 2012-ben az AL-oldható P₂O₅ tartalom átlagértékek közül a 18 t/ha-os dózis statisztikailag igazolható növekedést eredményezett.

Kísérleti terület AL-oldható káliumtartalmának ellátottsági szintje 2007-ben a jó és igen jó kategóriákba volt sorolható. 2007 és 2012

között a komposztkezelések hatására nem emelkedett a talaj kálium-tartalma. A kiindulási évhez viszonyítva minden alkalmazott dózisban és a kontroll parcellában is jelentős csökkenést tapasztaltam. Ezen tendencia, csak a 2013-as évben mutatott pozitív változást. A mélyebb rétegből szedett talajminták AL-oldható kálium-tartaloma az alacsonyabb mennyiségi szintről indult és a vizsgálati évek végére lecsökkent, nem tudta megemelni a szennyvíziszap komposzt kezelés ezen vizsgálati paraméterét.

A komposzttal kijuttatott Cu átlagos mennyisége 2006-ban: 1,68 kg/ 1 tonna komposztban; 2009-ben: 1,98 kg/ 1 tonna komposztban; 2012-ben: 2,24 kg/1 tonna komposztban. A szennyvíziszap komposzt rendszeres (háromévenkénti) kijuttatásának eredményeképpen a vizsgált időszak végére növekedést tapasztaltam a talaj szántott rétegében.

A kísérleti terület talajának mélyebb (30-60 cm) talajrétegből származó talajminták eredményei alapján a szántott réteghez nagyon hasonló következtetést vonhatok le ebben az esetben is.

A szántott talajrétegben a komposztkezelések 2010-ben növelték a talaj felvehető Cu mennyiségét. Ekkor a kontrollhoz viszonyítva mindhárom dózis pozitív hatást eredményezett a bemutatott mikro elem mennyiségében. A következő években ismét alacsonyabb értékeket tapasztaltam. A szennyvíziszap komposzt tartamkísérlet mélyebb talajrétegében (30-60 cm) a felső réteghez hasonló eredményeket tapasztaltam a kezelések hatására a felvehető Cu-tartalomban.

A rézhez hasonlóan, a cink esetében is tapasztaltam kezeléshatást a vizsgált szántott és a mélyebb talajsíntben. 2009-ben a

kontrollhoz viszonyítva nagyobb értékeket kaptam a kezelt területeken. Hasonló tendenciát figyeltem meg a következő vizsgálati évben (2010) is. 2012-ben a 9 t/ha-os kezelésben mértem a legkisebb Zn mennyiséget. Statisztikailag igazolható különbséget ebben az évben a kontrollhoz viszonyítva a 18 és 27 t/ha-os kezelésekben figyeltem meg. Az utolsó bemutatott évben (2013), a kezeletlen parcellákból származó minták adták a legmagasabb értéket, a többi kezelt területről kisebb adatokat kaptam. A homoktalajokra jellemző, alacsony koncentrációkat mértem a felvehető cinktartalom esetében is, melyen a szennyvíziszap komposzt kijuttatása kis mértékben változtatni tudott.

A talaj felső rétegében mért összes Zn-tartalom alakulása az első vizsgálati évben (2007), a kontroll parcellában mértem magasabb értékeket a kísérletben szereplő többi parcellához viszonyítva. 2008-ban a vizsgált paraméter emelkedett mindegyik kezelésben és a kontrollban is. A talaj felső rétegében 2009-ben a 9 és 18 t/ha-os kezelésekben közel azonos Zn-koncentrációt mértem, a 27 t/ha-os komposzt adagnál kaptam valamivel magasabb koncentrációt. Az újratezelést követően megmaradt az előző évi trend, a két alacsonyabb adag esetén hasonló, míg a nagy dózis esetében magas koncentrációkat mértem 2010-ben. A következő két bemutatott évnél (2012 és 2013) is megfigyelhettem ezeket a változásokat. 2013-ban statisztikailag igazolható különbséget tudunk kimutatni a kontroll parcella és a kezelt parcellák között.

4.2. Tesztnövények elemtartalmának és termésmennyiségének változása 2007-2013 között

A tesztnövények közül a zöldborsó magjában mért Cu-koncentráció 2007-ben a kontroll parcellából mértem a legmagasabb

koncentrációt a három kezeléshez viszonyítva. A következő évben (2008) csökkenést tapasztaltam és hasonló eredményt kaptam mindegyik parcellából. A zöldborsó mag Cu mennyisége a 2009-ben kiszórt szennyvíziszap komposzt kezelés hatására megemelkedett a 2010-es év vizsgálati eredményei alapján. 2012-ben közel azonos mérési adatokat kaptam. 2013-ban csökkenést tapasztaltam az előző évhez viszonyítva, de az adott éven belül vizsgálva az eredményeket a kontroll parcellában volt a legkisebb a Cu-koncentrációja.

A tritikálé mag Cu mennyisége mindkét komposzt kiszórást (2009 és 2012) követően emelkedett a kezelések hatására.

Kukorica magban mért Cu-koncentráció növekedést a 2012-es évben történt kijuttatás után történt vizsgálati eredmények mutatnak. Statisztikailag igazolható kezeléshatást nem tapasztaltam a Cu-koncentráció vizsgálataim folyamán.

A szennyvíziszap komposzt kísérletben alkalmazott tesztnövények szemtermésében mért Zn-koncentráció változása a zöldborsó magjában mért adatok alapján, 2007-ben és 2008-ban a 2006-os kezelést követően közel azonos értéket mutattak. Ezt követően a kezelt parcellákban termelt növények magjában 2009-ben a 27 t/ha-os kezelésben, a kiszórást követően 2010-ben a 18 és 27 t/ha-os parcellákban 2012-ben és 2013-ban mindhárom dózis esetében nagyobbak voltak a kontroll területen termesztett növények magjában mért adatokhoz viszonyítva. A bemutatott évek közül zöldborsónál 2013-ban tudtam statisztikailag igazolható kezeléshatást kimutatni a kontroll és a kezelt területek között.

A tritikálé mag Zn-koncentrációja mindhárom kiszórást követő évben emelkedett a komposzt kezeléseknél. Statisztikailag igazolható kezeléshatást nem tapasztaltam a bemutatott években.

A kukorica tesztnövény esetében 2009-ben kevés mintaszám következtében nem végeztem statisztikai számításokat. 2010-ben a két nagyobb adag hatására tapasztaltam magasabb Zn-koncentrációt. 2012-ben és 2013-ban mindhárom dózis Zn mennyiségének emelkedését eredményezte a kukorica szemtermésében.

Az első három (2007-2009) évében kismértékű termésnövekedést eredményezett a szennyvíziszap komposzt kijuttatása a kezelt parcellákban a kontroll parcellához viszonyítva. 2009-ben a 18 és 27 t/ha dózissal kezelt parcellákban termett többet a tritikálé a kezeletlen területhez képest. Ebben az időszakban nem tudtam statisztikai módszerekkel igazolni a kezelés átlagok közötti különbségeket. 2010-ben mindhárom kezelt parcellában nagyobb termést mértem, a kontroll területekhez viszonyítva. Az eredmények közül a 27 t/ha-os komposztmennyiséget tartalmazó parcella és a komposztot nem kapott terület között szignifikáns kezeléshatást mutattam ki a terméseredményekben.

2011-ben és 2012-ben a tesztnövény terméseredménye nagyobb volt a szennyvíziszap komposzt dózisok hatására a kezeletlen parcellához képest. Ezekben az években a két nagyobb dózisban (18 és 27 t/ha) termett tritikálé mennyisége meghaladta a kontroll területeken termett mennyiséget. Több mint 50%-os termésnövekedést tapasztaltam ezekben az években az említett kezelések hatására, mely statisztikai módszerekkel is igazolható volt. A 2013-as év arányaiban hasonló eredményeket mutat a 2010-es év eredményeihez mind a termésmennyiségben, mind a kezelések közötti eredményeinek összefüggésében, viszont a termésmennyiség minden parcellában alatta volt az előző években (2011, 2012) mértéknek.

A kukorica termésmennyisége 2007-ben a kezelések hatására nem emelkedett, a kontroll területről nagyobb termést takarítottam be, mint a szennyvíziszap komposzttal kezelt területekről. A következő évben (2008) mindhárom komposzt dózis hatására statisztikailag igazoltan növekedett a betakarított kukorica mennyisége a kezeletlen parcellához képest. 2009-ben, a 18 és 27 t/ha adagok eredményeztek szignifikáns termésmennyiség emelkedést. Ebben a tenyészidőszakban a 9 t/ha-os parcellában termett a legkevesebbet a kukorica. A következő két évben (2010-2011) ismételten a két nagyobb (18 és 27 t/ha) dózis statisztikailag igazolható pozitív hatást fejtett ki a kukorica hozamára. Több mint 50%-kal növekedett, a termés mennyisége. 2012-ben közel azonos volt a kukoricatermés, a kezeletlen és a kezelt parcellákban. Ebben az évben nem tapasztaltam szignifikáns különbséget.

Az utolsó évben (2013) a kontrollhoz viszonyítva mindegyik parcellában nőtt a termésmennyiség. A legnagyobb adagot (27 t/ha) tartalmazó parcella és a szennyvíziszap komposztot nem kapott terület között statisztikailag igazolt ez a termésmennyiség növekedés.

A vizsgált évek közül a 2007-2008 és a 2011-2013-as tenyészidőszakban a kontroll és a kezelt parcellákból betakarított zöldborsó magmennyiségek között statisztikailag igazolható kezelés hatást nem tudtam igazolni. A zöldborsó hozama 2010-ben statisztikailag növekedett a szennyvíziszap komposzt kijutás eredményeképpen. Ekkor a 9 t/ha 30%-kal, 18 t/ha 38%-kal és a 27 t/ha 23%-kal több termést eredményezett a kontroll parcellához viszonyítva.

4.3. Talaj fizikai tulajdonságai és a tesztnövények termésmennyisége közötti kapcsolat vizsgálat eredményei 2007-2013 között

2007-ben a tritikálé termésmennyisége és a talaj kálium-tartalma között pozitív korrelációt tapasztaltam a 9 és 27 t/ha-os kezelésekben és a kontroll parcellában. Hasonlóan pozitív előjellel rendelkező összefüggést figyelhetem meg a humusz mennyiség esetében a 18 t/ha-os komposztadagot tartalmazó kezelésben is.

A kukorica termésmennyisége és a kloridos és vizes kémhatás között pozitív lineáris kapcsolatot tapasztaltam a kontroll kezelésben. Negatív előjellel jelzett kölcsönhatást figyeltem meg a humusz mennyisége esetében a két nagyobb 18 és 27 t/ha) komposztdózisnál. A többi vizsgált talajkémiai tulajdonság és a kukorica termésmennyisége között nem találtam kapcsolatot 2007-ben.

A legkisebb dózis (9 t/ha) esetében a zöldborsó termésmennyisége és a kísérleti terület talajának pH(KCl) és pH(H₂O) értékei között pozitív kapcsolatot figyeltem meg ebben az évben. Ugyancsak plusz előjelű az összefüggés a foszfor tartalom és a tesztnövény termésmennyisége esetében a 27 t/ha-os parcellában. Ebben az évben nem tapasztaltam kölcsönhatást a bemutatott paraméterek és a tesztnövények között.

A tritikálé termésmennyisége és a talaj kémhatásai {pH(H₂O), pH(KCl)} között negatív korrelációt figyeltem meg a 18 t/ha kezelés eredményeképpen, 2008-ban. Hasonló kapcsolatot állapítottam meg a kálium-kloridos kémhatás és a tritikálé terméseredménye között a 9 t/ha dózis esetében.

2008-ban a kukorica terméseredmény esetében, csak a kálium-tartalommal összevetve tapasztaltam pozitív kapcsolatot a 27 t/ha-os dózisban. A zöldborsó termésmennyisége a vizes kémhatással mutatott pozitív korrelációt a 9 és 18 t/ha-os kezelésekben. Szintén pozitív összefüggést figyeltem meg a zöldborsó terméseredménye és a K_2O -tartalom között a 18 t/ha-os kezelés hatására. A bemutatott évben (2008) a további vizsgált paraméterek között nem tapasztaltam statisztikai összefüggést.

2009-ben a zöldborsó terméseredményei és a vizsgált paraméterek között nem tudtam kimutatni korrelációs összefüggéseket. A tritikálé termésmennyisége és a talaj kálium-tartalma között pozitív lineáris kapcsolatot figyeltem meg a kontroll, 18 és 27 t/ha adagokat kapott parcellákban. Hasonlóan kedvező eredményt mutatott a talaj összes cink-tartalma és a tritikálé termés adatai a kontroll területeken.

A kukorica termésennyiségére negatívan hatott a talaj Zn- és a humusz mennyisége a kezeletlen parcellákban. Ugyancsak kedvezőtlenül befolyásolta az előbb említett tesztnövény termését ebben az évben a humusz és a kálium-tartalom alakulása a 18 t/ha-os dózis hatására.

A kukorica termésmennyiségénél kedvezőnek bizonyult a 9 t/ha adag a talaj foszfor tartalma esetében. A további számítások nem mutattak lineáris kapcsolatot a tesztnövények és a vizsgált paraméterek között.

2010-ben a talaj P_2O_5 és a cink-tartalma valamint a tritikálé terméseredménye között figyeltem meg pozitív korrelációt a 18 t/ha-

os kezelésben. Hasonló eredményt kaptam a Zn-tartalom és a tesztnövény termésmennyisége között a kontroll területről.

Ebben az évben (2010) a kukorica termésére negatívan hatott a talaj kémhatása {pH(H₂O), pH(KCl)} mindhárom (9, 18 és 27 t/ha) komposzt adag esetében. Ezen tesztnövény termésmennyiségére kedvező hatást gyakorolt a talaj kálium-tartalma a 18 t/ha-os kezelésben és a talajban található összes Zn mennyisége a 27 t/ha-os parcellában. Harmadik tesztnövény (zöldborsó) terméseredményeivel kapcsolatban ugyancsak negatív kölcsönhatást mutattam ki mindkét vizsgált talajkémhatás esetében a 18 t/ha-os dózisonál és a talaj foszfor-tartalom esetében a hektáronként 9 tonna komposzt keveréket tartalmazó parcelláknál. A termésmennyiségek és a többi vizsgált paraméter között nem tapasztaltam statisztikailag igazolható összefüggést.

A tritikálé terméseredményeire nem gyakoroltak hatást a talajkémiai tulajdonságok 2012-ben. A kukorica termésmennyisége és a talaj kémhatása {pH(H₂O), pH(KCl)} között negatív korrelációt tapasztaltam a 18 t/ha-os kezelés esetén. Ugyancsak ilyen irányú kapcsolatot figyelhettem meg a talaj foszfor tartalom és az említett tesztnövény terméseredménye között. A talajban található réz és cink mennyisége is kedvezőtlenül hatott a kukorica szemtermés mennyiségére a legnagyobb adagú (27 t/ha) komposztkezelésben.

A zöldborsó terméseredménye és a talaj P₂O₅-tartalom, valamint a talaj Cu mennyisége között pozitív összefüggést mutattam ki. Az előbbit 9 t/ha-os, az utóbbit a kontroll parcellákban mért eredmények alapján. Negatívan hatott a tesztnövény szemtermés mennyiségére a talaj kálium-tartalma és a réz mennyisége a 9 tonna komposzt keveréket tartalmazó területeken. A bemutatott talajkémiai

tulajdonságok és a tesztnövények terméseredményei között ebben az évben nem tapasztaltam további korrelációs összefüggést.

Az utolsó vizsgálati évben (2013), a tritikálé terméseredménye és a vizsgált talajkémiai tulajdonságok között csak pozitív korrelációs összefüggéseket tapasztaltam. Kedvezően hatott a kloridos és vizes kémhatás, a foszfor-és a kálium mennyisége a 9 t/ha-os kezelésben és a két makro elem a 18 t/ha dózissal kezelt területeken is. A K_2O -tartalom még a 27 tonna komposzt adag esetében is hatott a tesztnövény szemtermés mennyiségére.

A kukorica esetében, csak a legnagyobb (27 t/ha) dózisonál tapasztaltam pozitív kölcsönhatást a talaj cink tartalma és a tesztnövény terméseredménye között. Negatívan befolyásolta a szemtermés mennyiségét a talaj kémhatása a 18 és 27 t/ha-os kezelésekben és szintén kedvezőtlenül hatott a talaj kálium tartalma a 18 t/ha adag esetében a tesztnövényre.

A talaj kémhatása hátrányosan hatott a zöldborsó szemtermés eredményére a 18 t/ha-os kezelésekben. Ebben az évben nem volt kedvező a talaj cink-tartalma a tesztnövény termésmennyiségére a kontroll kezelésben.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az értekezésem vizsgálatainak elsődleges célja az volt, hogy bebizonyítsam a kommunális eredetű szennyvíziszap komposzt tápanyag-utánpótlási célú felhasználási hatását a talaj kémiai tulajdonságaira és a termesztett növényekre vonatkozóan. A vizsgálati időszak hét évében, szántóföldi nagyparcellás kísérlet segítségével követtem figyelemmel a talajfizikai tulajdonságokban, a tesztnövények elemtartalmában, valamint termésmennyiségében bekövetkező változásokat.

A korlátozásmentesen felhasználható termésmennyelő (NYÍRKOMPOSZT) készítményt háromévente jutattuk ki a kísérleti területre - hasonlóan a szerves trágya gyakorlati kijuttatás módszeréhez.

A talajok kémhatás értékei általában a semleges tartomány környékén a legkedvezőbbek számos tulajdonságot figyelembe véve. A homoktalaj savanyú kémhatása csökkenti a tápelemek felvehetőségét, ezzel szemben a toxikus elemek jelentős részét mobilizálja. Mivel a szennyvíziszap komposzt minden esetben tartalmaz toxikus és potenciálisan toxikus elemeket, ezért a talaj kémhatásának megfelelő szinten tartása, szükség esetén javítása kiemelt feladat. Mivel az alkalmazott komposzt termék kémhatása a semleges tartományban van, ezzel önmagában is alkalmas a talaj kémhatásának növelésére.

A szerves anyagban rendkívül gazdag szennyvíziszap komposzt pozitív hatása az elkövetkező években jelentősen felértékelődhet, mivel a műtrágya gyártás alapanyagai és a késztermék ára is jelentősen megemelkedett, nem beszélve a napjainkban tapasztalható globális ellátási problémákról, így a gazdálkodók keresni fogják az

olcsóbb és jó minőségű, helyben elérhető, tápanyag-utánpótlásra használható készítményeket, trágyázó szereket. Ezen kívül a talajra gyakorolt kedvező hatásáról sem szabad megfeledkeznünk.

A kísérleti eredményeim alapján megállapítható, hogy az egyes növényfajok eltérően reagálnak a szennyvíziszap komposzt kezelésre, amely eredményeket a gyakorlati alkalmazás során figyelembe kell venni mind a vetésforgó tervezésekor, mind a fajválasztáskor. A vizsgálatba vont három tesztnövény közül, a kalászos növényként termesztett tritikálé hozamára hosszútávon kedvező hatást gyakorolt a szennyvíziszap komposztkezelés. A bemutatott időszak (2007-2013) alatt csak egy évben (2009), nem termett többet a növény a 9 t/ha kezelésben. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a nagyobb dózisok közül az egyik évben a 18 t/ha-os a másik évben a 27 t/ha-os parcellák adták a nagyobb magtermést. Kiemelkedő termést mértem az ismételt kiszórások utáni második években, amit a gazdálkodóknak figyelembe kell venni a vetésszerkezet tervezésekor. A kukorica is pozitívan reagált a különböző dózisú komposztkezelésekre a 2008-2013-as időszakban. A zöldborsó termésmennyiségének változása a különböző adagú komposzt kezelések hatására a bemutatott 6 év során igen változó eredményeket mutatott, amelyeket az időjárás változékonysága erősen befolyásolt.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A kommunális eredetű szennyvíziszap komposzt mezőgazdasági felhasználását vizsgáltam szántóföldi parcellás kísérletben a dolgozatom elkészítésének folyamán. Az istállótrágyához hasonlóan három évenként kijuttatott korlátozásmentesen felhasználható terméshozadék készítménynek a talajra- és a termesztett növényre gyakorolt hatását figyeltem meg hét éven keresztül.

Új tudományos megállapításaim a következők:

- Igazoltam, savanyú kovárányos homoktalajon kétszeri 27 t/ha dózisban kijuttatott kommunális eredetű szennyvíziszap komposzt a kukorica tesztnövény termését 25%-al, a tritikálé tesztnövény termését 27%-kal növelte. Legkedvezőbb hatást a kijuttatások utáni második évben jelentkeztek. Ezzel szemben a zöldborsó termésmennyisége nem reagált a szennyvíziszap komposzt rendszeres alkalmazására.
- Kimutattam, hogy a savanyú homoktalajra tervezett szennyvíziszap komposzt hosszú távú és rendszeres kijuttatása folyamatosan emeli a talaj kémhatását. A 27 t/ha-os dózis 7 év alatt 7,23-ra emelte a pH értéket, szemben a kontroll talaj pH 3,63 értékével a talaj felső 0-30 cm-es rétegében.
- Kimutattam, hogy a savanyú homoktalajra tervezett szennyvíziszap komposzt hosszú távú és rendszeres kijuttatása növelte a talaj szervesanyag-tartalmát a felső 0-

30 cm-es rétegben. A 27 t/ha-os komposzt adag 7 év alatt 1,01-ra emelte a talaj szervesanyag-tartalmát, szemben a kontroll talaj 0,78-as értékével.

- Vizsgálataimmal igazoltam, hogy a savanyú kovárványos homoktalajon rendszeresen alkalmazott szennyvíziszap komposzt pozitív hatással volt a talaj szervesanyag-tartalmára a mélyebb 30-60 cm-es talajrétegben is. A 18 és 27 t/ha-os dózis 7 év alatt 0,72-re emelte a talaj humusz(%) mennyiségét, szemben a kontroll talaj 0,65 humusz(%) értékével.
- Bebizonyítottam, hogy a beállított parcellakísérletben a tritikálé termésmennyisége és a talaj felvehető kálium-tartalma pozitív kapcsolatban áll, valamint eredményeim alátámasztják a kukorica terméseredménye és a talaj kémhatása közötti negatív korrelációt.
- Kisparcellás tartamkísérletben bebizonyítottam, hogy a rendszeres szennyvíziszap komposzt kijuttatás savanyú homoktalajon alkalmas a talaj felvehető cinktartalmának növelésére. 4 év alatt a cink-tartalom 15%-kal növekedett.
- Megállapítottam, hogy a savanyú homoktalajon beállított tartamkísérletben a tesztnövények szemtermésében nem halmozódott fel réz és cink. A vizsgálat folyamán a szemtermésekben mért értékek alatta maradtak a szennyezetlen talajon növő növényekre jellemző koncentrációknak.

5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Idegen nyelvű, lektorált tudományos közlemények

- Tomócsik A.** - Orosz V. - Aranyos T. - Makádi M. - Füleky Gy. (2012): Toxic elements in the sewage sludge-soil-plant chain. European Chemical Bulletin 1:(II) ISSN 2063-5346, pp. 480-484.
- Gulyás M. - **Tomócsik A.** - Orosz V. - Makádi M. - Füleky Gy. (2012): Risk of agricultural use of sewage sludge compost and anaerobic digestate. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 47:(2) ISSN-1588-2691. DOI: 10.1556/APhyt.47.2012.2.4. pp. 213-221.
- Aranyos T. - **Tomócsik A.** - Orosz V. - Blaskó L. - Makádi M. (2013): Changes in physical and chemical soil properties after 10 years of compost application. NÖVÉNYTERMELÉS 62: pp. 201-206.
- Tomócsik A.** – Makádi M. – Aranyos T. – Orosz V. – Demeter I. – Füleky Gy. (2014): Effect of long-term sewage sludge compost treatment on the Co, Cu, Ni and Pb content of soil and plant. Hungarian Agricultural Research, 2014/2. HU ISSN 1216-45269, pp. 34-37.
- Makádi M. – Demeter I. – Fehér B. – **Tomócsik A.** (2015): Mitigation the effects of climate change on sandy soils by sewage sludge compost application. NÖVÉNYTERMELÉS 64:(Suppl2) pp. 117-124.
- Tomócsik Attila**, Makádi Marianna, Orosz Viktória, Aranyos Tibor, Demeter Ibolya, Mészáros József, Füleky György (2016): Effect of sewage sludge compost treatment on crop yield. AGROFOR INTERNATIONAL JOURNAL 1:(2) pp. 5-12.
- József Tibor Aranyos, **Attila Tomócsik**, Marianna Makádi, József Mészáros, Lajos Blaskó (2016): Changes in physical properties of sandy soil after long-term compost treatment. INTERNATIONAL AGROPHYSICS 30: pp. 269-274. IF (2015): 1,067

Magyar nyelvű, lektorált tudományos közlemények

- Tomócsik Attila**, Füleky György, Aranyos Tibor József, Makádi Marianna (2016): Kommunális szennyvíziszap-komposzt hatása a tritikálé, a kukorica és a borsó termés hozamára

tartamkísérletben. NÖVÉNYTERMELÉS 65:(4) pp. 103-118.

Fehér Bernadett, **Tomócsik Attila**, Demeter Ibolya, Aranyos Tibor József, Makádi Marianna (2016): Rendszeres szennyvíziszap komposzt alkalmazásának hatása a talaj szervesanyag-tartalmára. NÖVÉNYTERMELÉS 65:(2) pp. 7-20.

Idegen nyelvű konferencia kiadványok

Makádi M. - Bogdányi ZS. - **Tomócsik A.** - Márton Á.(2004): Studying the effect of composted sewage sludge on three soil types. 3rd International Symposium „Prospects for the 3rd Millenium Agriculture”, Kolozsvár. Buletin USAMV-CN, 60/2004, pp.428. ISSN 1454-2382.

Tomócsik A. - Makádi M. - Orosz V. - Aranyos T. - Füleky Gy. (2012): Changes in soil chemical properties after the second application of composted sewage sludge. In: Senesi N (szerk.). EUROSIL 2012 - 4th International Congress of the European Confederation of Soil Science Societies. Konferencia helye, ideje: Bari, Olaszország, 2012.06.02-2012.06.06. Bari. pp. 1345.

Tomócsik A. - Makádi M. - Orosz V. - Aranyos T. - Füleky Gy. (2013): Using of organic wastes for regular nutrient supply. In: BCD 2013 Biochars, Composts and Digestates. Production, Characterization, Regulation, Marketing, Uses and Environmental Impact. Konferencia helye, ideje: Bari, Olaszország, 2013.10.17-2013.10.20. Bari: pp. 216.

Makádi M. - Berényi-Üveges J. – **Tomócsik A.** – Gulyás M. – Szegi T. (2013): The effects of ingestates compositions on the quality of liquid digestates. In: BCD 2013 Biochars, Composts and Digestates. Production, Characterization, Regulation, Marketing, Uses and Environmental Impact. Konferencia helye, ideje: Bari, Olaszország, 2013.10.17-2013.10.20. Bari: pp. 190.

Tomócsik A. - Makádi M. - Orosz V. - Mészáros J. - Füleky György (2014): Effect of sewage sludge compost application on the potential toxic elements of soil and plant in 2009-2012. 9th International Scientific Conference ORBIT2014. World's Largest Scientific International Conference on Organic Resources, Hungary, 26-28. June Gödöllő. Oral presentation, pp. 40.

- Makádi M. - **Tomócsik A.** - Aranyos T. - Demeter I. - Szegi T. - Boros N. - Fehér B. (2014): Increasing the organic matter content of sandy soils using sewage sludge compost. 9th International Scientific Conference ORBIT2014. World's Largest Scientific International Conference on Organic Resources, Hungary, 26-28. June Gödöllő. Oral presentation, pp. 45. 2 pont
- Aranyos T. - **Tomócsik A.** - Orosz V. - Makádi M. - Blaskó L. (2014): Soil physical measurements in a long-term sewage sludge compost experiment. 9th International Scientific Conference ORBIT2014. World's Largest Scientific International Conference on Organic Resources, Hungary, 26-28. June Gödöllő. Poster abstract, pp. 10.

Magyar nyelvű konferencia kiadvány

- Tomócsik A.** - Makádi M. - Orosz V. - Márton Á. (2008): Szennyvíziszap komposzt többszöri tápanyag-utánpótlásra történő hasznosításának hatása a toxikus elem tartalomra. Talajtani Vándorgyűlés Nyíregyháza, 2008. május 28-29. p.42.
- Tomócsik A.** - Makádi M. - Orosz V. - Szegi T. - Nagy I. (2010): Domborzat és szennyvíziszap komposzt kezelés hatása a talaj kémiai tulajdonságaira. In: Farsang A, Ladányi Zs, Puskás I (szerk.). Talajaink a változó természeti és társadalmi hatások között Talajtani vándorgyűlés 2010: Absztrakt kötet és program. 52 p. Konferencia helye, ideje: Szeged, Magyarország, 2010.09.03-2010.09.04. Szeged: p. 52.
- Aranyos T. - Makádi M. - **Tomócsik A.** - Blaskó L. (2012): Szennyvíziszap komposzttal kezelt nyírségi homoktalaj fizikai tulajdonságainak vizsgálata. In: Bertóti Réka Diána, Dobos Endre (szerk.). Talajtani Vándorgyűlés: talajtan a mezőgazdaság, a vidékfejlesztés és a környezetgazdálkodás szolgálatában. 76 p. Konferencia helye, ideje: Miskolc, Magyarország, 2012.08.23-2012.08.25. Miskolc: Z-Press Kiadó, p. 34.
- Tomócsik A.** - Makádi M. - Orosz V. - Aranyos T. - Füleky Gy. - Mészáros J. (2014): A homoktalaj kémiai tulajdonságainak változása szennyvíziszap komposzt kezelés hatására 2009-2012 között. In: Sisák István, Homor Anna, Hernádi Hilda (szerk.). Talajtani Vándorgyűlés „A talajok térbeli változatossága, elméleti és gyakorlati vonatkozások” Keszthely, 2014. szeptember 4-6. Absztrakt kiadvány, p. 153

- Aranyos T. J. - Makádi M. - **Tomócsik A.** Blaskó L. (2014): Kovárványos barna erdőtalaj fizikai tulajdonságainak vizsgálata komposztkezelés hatására. In: Sisák István, Homor Anna, Hernádi Hilda (szerk.). Talajtani Vándorgyűlés „A talajok térbeli változatossága, elméleti és gyakorlati vonatkozások” Keszthely, 2014. szeptember 4-6. Absztrakt kiadvány, p. 92.
- Makádi M. - Aranyos T. - Demeter I. - Fehér B. - **Tomócsik A.** (2015): Invertáz és kataláz aktivitás kapcsolata a talaj toxikus elemtartalmával 11 évi rendszeres szennyvíziszap komposzt alkalmazás után. V. Ökotoxikológiai Konferencia, Budapest, 2015. november 20. Előadás és poszter kötet, ISBN 978-963-89452-5-9. pp. 23.

További publikációim megtalálhatók az MTMT oldalán az alábbi linken:

<https://m2.mtmt.hu/frontend/#view/Publication/SmartQuery/1127>

/