

Hígtrágya komplex baktérium-kezelésének hatása egyes beltartalmi és ökotoxikológiai tulajdonságokra

^{1,2*}PORDÁN-HÁBER Dóra, ¹SZAKÁL Pál, ^{1,2}GUBÓ Eduárd, ³RÁCZ Orsolya Réka,
³TERDIK Krisztina Mónika, ^{1,3}PLUTZER Judit

¹Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar,
Mosonmagyaróvár, Magyarország; ²reAgro Kutató és Fejlesztő Kft. Győrújbarát,
Magyarország; ³Nemzeti Népegészségügyi Központ, Budapest, Magyarország

(Beérkezett: 2022.09.19.; Elfogadva: 2022.11.24.)
(Online megjelent: 2022.11.29.)

Bevezetés

A hígtrágya az almozás nélküli állattartás jellegzetes, folyékony halmazállapotú mellékterméke, amely állati bélsárból, vizeletből, elcsurgó ivó- és technológiai vízből, valamint kis mennyiségben egyéb hulladék anyagokból áll (VERMES, 2005).

Egy tanulmány szerint 1,4 milliárd tonna állati eredetű trágya termelődött csak az Európai Unió országokban (EC, 2014), melyből hazánkban évente 15 millió m³ keletkezik (BALOG, 2000; HARTMAN et al., 2001). Alapvető összetétele alapján a hígtrágya nem tekinthető szennyvíznek, értékes trágyaanyag a tápanyagtartalma miatt (RAFAI, 2003). A világon legelterjedtebb hasznosítási módja a termőföldre való kijuttatás (BEUSEN et al., 2008), azonban környezetszennyezővé válhat, ha nem ellenőrzött körülmények között juttatják ki. Kezelése és felhasználása a mennyisége miatt jelent gondot. Felhasználatlanul szennyezheti a levegőt, a vizet és fertőzési veszélyt jelent (SCHMIDT, 2011). Bár a hígtrágya növényi tápanyag-tartalma magas, nemcsak a növények tápanyag-ellátása szempontjából fontos elemeket tartalmaz, hanem olyan elemeket is, amelyeknek jelenléte a növények és a talaj számára is toxikusak lehetnek (KELESSIDIS és STASINAKIS, 2012; JENKINSON, 1991; DAS et al., 2021). Az eddig ismert szennyező anyagok a lemosó és technológiai vizek, az állatgyógyászati készítményekből visszamaradó ösztrogénhatású vegyületek, antibiotikumok, antiparazitikumok, gyulladáscsökkentő készítmények metabolitjai, melyek a trágyákban majd a talajban és a növényekben tovább perzisztálhatnak és jelentős környezeti kockázattal járhatnak (GUBÓ et al., 2019; ALDUINA, 2020; KÜMMERER, 2003; KUMAR et al., 2012). Meg kell tehát keresni azokat a megoldásokat, amelyek a hígtrágya környezetkímélő kezelését, hasznosítását biztosítják (KOC SIS, 2011; ZONG et al., 2020). Napjainkban a trágyagazdálkodás komoly problémájává vált, hogy egyes régiókban, az állattartó telepek földrajzi koncentrációja miatt kialakultak olyan területek melyek túlterheltek már a szerves trágyaanyagokban, míg más területeken éppen a trágyaanyag hiánya okoz problémát, amit a szállítás magas ára nem tud hatékonyan és hosszútávon megoldani (DUMONT et al., 2019). Az éghajlatváltozás és a körforgásos gazdaság kontextusában a megoldást abban lehet látni, hogy olyan állati trágya alapú műtrágyákat állítsanak

*Levelező szerző: PORDÁN-HÁBER DÓRA, Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Kar, Vízgazdálkodási és Természeti Ökoszisztémák Tanszék, 9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.
E-mail: pordanhaberdora@sze.hu

elő, amelyek vonzóak a heterogén anyagok használatától vonakodó gazdálkodók számára is. Így a feldolgozás során az ismert szennyezőanyagok redukálása vagy eltávolítása is megoldódna, ami rendkívül fontos az élelmezésbiztonság és a környezettudatosság szempontjából (PAZSICZKI et al., 2014).

A trágya feldolgozása különböző folyamatok láncolatát foglalja magában, beleértve a trágya gyűjtését, tárolását, kezelését és hasznosítását.

A hítrágya tárolására vonatkozó jogszabályok tartalma a hazai gyakorlatban legelterjedtebb földmedencés tárolási mód szivárgásmentességére korlátozódik (PAZSICZKI, 2006). A hítrágya-kijuttatáshoz a talajvédelmi hatóság engedélye szükséges. Az engedélyezés alapja a hítrágyaöntözést megalapozó talajvédelmi terv. A talajvédelmi tervben kell meghatározni a hítrágya terhelés mértékét, különös tekintettel a nitrogén, foszfor és kálium kijuttatás mennyiségére. Javaslatokat kell kidolgozni a hítrágyaöntözés esetleges káros hatásainak elkerülése érdekében. Továbbá a hítrágya felhasználását a talajtani és domborzati tényezők is meghatározzák, azaz milyen termőréteg és talajvízszint esetén engedélyezett a kijuttatás, valamint az év milyen időzakaiban tilos illetve milyen időjárás mellett lehetséges. Lakott területen és a vízbázisok hidrogeológiai védőterületén külön jogszabály rendelkezései szerint használható fel.

A hítrágya termőföldre történő kijuttatásánál mindig figyelembe kell venni a tápanyag elérhetőségét, a tápanyagok egyensúlyát, a talaj kilúgozását és lefolyását, valamint a kórokozók átvitelének kockázatát (JØRGENSEN et al., 2009; WAJID et al., 2020; ZHANG et al., 2015). A bioremediáció definíció szerint élő szervezetek, növények vagy mikroorganizmusok felhasználását jelenti a környezeti szennyeződések kevésbé mérgező formákká történő lebontására. A biotechnológia egyik ága, amely felel minden olyan folyamatért, amely hozzájárul a szennyezett tér egészének vagy egy részének helyreállításához, élő organizmusok felhasználásával (ATLAS, 1981). A szennyező vegyületeket az élő szervezetek olyan reakciók révén alakítják át, amelyek anyagcsere-folyamataik részeként mennek végbe. Egy vegyület biológiai lebomlása gyakran több szervezet tevékenységének eredménye. Amikor specifikus tenyésztett mikroorganizmusokat importálnak egy szennyezett helyre, talajba, vízbe a szennyező anyagok lebomlásának fokozása érdekében, akkor bioaugmentációnak nevezett folyamatot alkalmaznak (VIDALI, 2001). A fenti technikák jellemzően gazdaságosabbak, mint a termikus és fizikai-kémiai kármentesítés, például az égetés (CHO et al., 2000; KORDA et al., 1997).

A biológiai hítrágyakezelés olyan alternatíva, amely lehetőséget kínál a mérgező szennyező anyagok természetes biológiai aktivitással történő megsemmisítésére (CHANTIGNY et al., 2004). A hítrágyakezeléshez általában olyan baktériumtörzseket vagy azok keverékét használják melyek aerob, anaerob vagy fakultatív módon termelnek a szerves anyagok lebontásához szükséges enzimeket. A szerves anyagok átalakulása bonyolult lebontó és építő (szintetizáló) mikrobiális folyamatok összessége, és a kapcsolódó biokémiai reakciók következménye. A lebontás során a mikrobák a szerves vegyületeket kisebb egységekre szabdaltják, ill. széndioxiddá és vízzé alakítják. Az anaerob folyamatok a medencefenéken mennek végbe, mint a biológiai metántermelés és a denitrifikáció. A fakultatív aerob organizmusok melyek folytatják a már előbontott szerves anyagok és gázok bontását,

a medence közepső részében élnek. Az aerob mikroorganizmusok az elbontás végső stádiumában vesznek részt, a medence néhány cm-es felső rétegeiben, oxigéndús környezetben, elbontják a maradék szerves anyagot és a rossz szagú gázokat (hidrogén szulfid, ammónia stb.) (KOC SIS, 2011).

Kutatásunk célja az volt, hogy átfogó képet kapjunk egy 0–6 hónapos korcsoportú, szarvasmarha állomány hígtrágyájának alapvető beltartalmi tulajdonságairól, illetve ezen tulajdonságok toxikológiai és analitikai változásairól egy 3 hónapig tartó baktériumos hígtrágyakezelési ciklus alatt. Vizsgálataink kiterjedtek a hígtrágya minták ösztrogén és ösztrogénhatású anyagok tartalmának, a hígtrágya talajra gyakorolt toxikusságának megfigyelésére, az esetleges vízi bemosódás során érzékeny szervezetek, mint a zöldalgák növekedésgátlásának vizsgálatára, békalencsék szaporodásgátlására. Továbbá kiterjedtek az általános kémiai összegparaméterekre, és a Magyarországon gyakori szántóföldi, mezőgazdasági növények szár- és gyökérfejlődésére.

Anyag és módszer

A kísérletet a Hunland Veal Farm Kft. által üzemeltetett, Bugyi községben található, 4800 férőhelyes szarvasmarha borjúnevelő telepén végeztük, 0–6 hónapos korcsoportú állatoknál. A tartástechnológia zárt, automatikus szellőztető berendezéssel ellátott épületben történik. Az állatok 8–10 fős csoportokban, kordonokkal elválasztva, rácspadozaton vannak elhelyezve. A hígtrágya a padló szelvényei között tud lefolyni szekciónként (kb. 180–200 állat) egy aknába. A vizsgálat kezdetekor az újonnan épült telep egy, még használatba nem vett istállóját jelöltük ki vizsgálati területnek (továbbiakban 7. szekció). Az első állomány betelepítésekor a Hunland Veal Farm Kft. termelésvezetőjével egyeztetve, a vizsgálatra alkalmas karámban, a hígtrágya kezelési tervet szigorúan követtük, az aknát ez idő alatt nem ürítették.

1. táblázat
Mintavételi időpontok

Mintavételi száma és elnevezése (1)	Mintavétel ideje (2)
Kezelés előtt (1.) (a)	2020.10.08.
Kezelés közben (2.) (b)	2020.11.25. – 48. nap
Kezelés után (3.) (c)	2021.01.11. – 95. nap

A hígtrágya kezelés lényege, hogy a tableta formában rendelkezésünkre álló baktérium törzseket a BioAmp adagolórendszer, a tartályában felszaporította, és 24 óránként a kb. 30 trillió CFU mennyiségű baktérium elegyet a kijelölt helyre adagolta. A gyakorlatban ezt úgy végeztük el, hogy a BioAmp adagolórendszer által termelt baktériumos elegyet 24 óránként egy 1 m³-es tartályba engedték melyben 900 liter víz volt és minden héten adtunk hozzá egy marék borjúnevelő tápot, amely táplálékul szolgált a baktériumok szaporodásához, majd hetente egy alkalommal ebből a tartályból 40 litert kijuttattunk a 7. szekció hígtrágyatároló aknájába. A

vizsgálati időben 170 borjút láttak el a 7. szekcióban, és végül összesen 300 m³ hígtrágya keletkezett a 95 napos vizsgálati idő alatt. A vizsgálat során 3 időpontban vettünk mintát. Először a tabletták adagolását megelőzően, majd a 48. és végül a 95. napon (1. táblázat). A mintákat mindig a 7. szekció hígtrágya gyűjtő aknájából vettük, 6 különböző pontról, majd a 6 összekevert mintát vizsgáltuk.

A FreeFlow különböző baktériumok és tápanyagok keveréke homogén tablettá formájában, amelyet a BioAmp adagolórendszerrel történő alkalmazásra fejlesztettek ki. Ezek a baktériumok aktiválódnak, mikor a BioAmp szaporító tartályában vízzel keverednek, és a képződött elegyet a gép, a tárolt hígtrágya vizes frakciójához adagolja. A Freeflow tablettá speciálisan kiválasztott, a természetben is előforduló 12 féle talajbaktériumot tartalmaz (2. táblázat). Ezeket a mikroorganizmusokat azért izolálták a környezetből, mert rendkívül hatékonyak azon szerves anyagok lebontásában és szagtalanításában, amelyek az iszapcsatornában, tároló tartályokban és lagúnákban találhatóak. Az iszapot tápanyagként hasznosítva a baktériumok folyékonyabb és homogénebb elegyet hoznak létre, csökkentve az ammónia tartalmat és a kellemetlen szagot. A FreeFlow-ban található mind a 12 törzs 1. rizikócsoportba tartozó baktériumok nagy valószínűséggel nem okoznak humán megbetegedéseket. Minden egyes FreeFlow gyártási tételt az AOAC (Association of Official Analytical Collaboration- Hivatalos Analitikai Módszerek Gyűjteménye) vizsgálati módszereivel tesztelnek, annak bizonyítására, hogy a tabletták nem tartalmaznak patogén *Salmonella sp.*, *Listeria sp.* és *Eschericia coli* baktériumokat.

2. táblázat

A hígtrágya kezelésére szolgáló tablettákban található baktériumtörzsek

Baktérium törzsek (1)	Típus (2)
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Aerob baktérium (a)
<i>Pseudomonas putida</i>	Aerob baktérium (a)
<i>Bacillus subtilis</i> (4féle) (b)	Aerob baktérium (a)
<i>Bacillus licheniformis</i>	Fakultatív anaerob baktérium (c)
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Fakultatív anaerob baktérium (c)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (2 féle) (d)	Fakultatív anaerob baktérium (c)
<i>Bacillus simplex</i> (2 féle) (d)	Fakultatív anaerob baktérium (c)

Az elvégzett vizsgálatok leírása

Analitikai vizsgálatok

Beltartalmi vizsgálatok (kémiai összegparaméterek)

A vizsgálatokat a gyakorlatban is alkalmazott szabványosított hígtrágyavizsgálatnak vetettük alá, amelyek azokat az alapvető kémiai tulajdonságait mutatja meg a hígtrágyának, ami közvetlenül meghatározza a talaj tápanyagkészletét. Az alkalmazott vizsgálatok és a felhasznált szabványok a 3. táblázatban találhatóak.

3. táblázat
Beltartalmi vizsgálatok szabvány szerint

Szabványjegyzék száma (1)	Vizsgálat neve (2)
MSZ 260-4:1971 3. fejezet	pH mérés (a)
MSZ EN 27888:1998	Fajlagos elektromos vezetőképesség mérés (b)
MSZ ISO 6060:1991	Kémiai oxigénigény (KOI _k) meghatározása (c)
MSZ 260-11:1971	Nitrát és nitrát-N tartalom meghatározás (d)
MSZ 260-10:1985	Nitrit és nitrit-N tartalom meghatározás (e)
MSZ 260-20:1980	Összes foszfor tartalom meghatározása (f)
MSZ ISO 7150-1:1992	Ammónium és ammónium-N tartalom meghatározása (g)
MSZ 1484-3:2006	Mintaelőkészítés oldott lebegő anyaghoz kötött és összes fémtartalom meghatározásához (h)
EPA 6020B:2014	Elementartalom meghatározása (ICP-MS) (i)
MSZ 260-3:1973 2. fejezet	Összes szárazanyagtartalom és izzítási maradék meghatározása (j)

Ösztrogénhatású anyagok jelenlétének vizsgálata (YES-teszt)

A YES teszt egy riportergén analízis, amelyet alkalmazhatunk a humán ösztrogénreceptor-alfa (hER α) aktiválódásának mérésére ösztrogén hatásokat kiváltó vegyületek jelenlétében. A hígtrágya minták tesztelése 3 napos folyamat. Az első nap a mintát tartalmazó 50 ml-es centrifugacsöveket 4°C-on, 20 percig, 4200 fordulat számon centrifugáltuk, utána 30 ml híg folyadékból vontuk ki az ösztrogénhatású anyagokat szilárd fázisú extrakcióval (SPE). A centrifugálás után a csövek alján maradt iszapból is 2 g-ot kimértünk egy főzőpohárba, így a szilárd és a híg fázisból is egyaránt ki tudtuk mutatni az ösztrogén hatású anyagok mennyiségét. A második napon inkubáltuk az előtenyésztett gombatorzset (*Saccharomyces cerevisiae* BJ 3505) a mintákkal. Az élesztőgomba folyamatosan termeli a humán ösztrogén receptort, ha a humán ösztrogén receptor ösztrogénnel vagy azzal homológ molekulával találkozik, akkor β -galaktozidáz enzimet kezd termelni, amely arányos a sejtbe jutott ösztrogén vagy ösztrogénnel homológ molekula mennyiségével. A harmadik napon a termelődött β -galaktozidáz enzim aktivitását alternatív, sárga színű szubsztrát (CPRG) hozzáadásával mértük, ugyanis reakcióterméke piros, amelyet 580 nm-en, fotométerrel le tudunk olvasni. A kapott adatok felhasználásával (kezdeti és kiindulási élesztőgomba sejtsűrűség, illetve színváltozás 580 nm-en) meghatároztuk a relatív növekedést, az átlagos korrigált abszorbanciát, az indukciós hányadost, a legalacsonyabb hatástalan hígítást (LID), a kimutatási határt (LOD), és mennyiségi meghatározás határának (LOQ) értéket és elemeztük excel tábla és web-en hozzáférhető elisa analyser statisztikai modell segítségével. Az élesztőteszt mennyiségi meghatározásának legalacsonyabb értéke 1 ng l⁻¹ E₂, míg a kimutatási határ 27 pg l⁻¹ volt. A teszt pontosságának és precizitásának meghatározásához 6 vizsgálati lemezen teszteltünk E₂ standardot 2 ng l⁻¹ és 500 ng l⁻¹ közötti koncentrációban. Az eredmény megadása ösztrogén aktivitásban történik, amely

megmutatja, hogy egy vegyi anyag ösztrogén hatása hány ng l⁻¹ 17β-ösztadiol (E2) hormon hatásával egyezik meg.

Toxicitási vizsgálatok

Fitotoxicitási teszt

A vizsgálatot a Microbiotests, Phytotoxkit TK62L toxicitási tesztkészletével végeztük, mely megfelel a ISO 18763 szabványnak. A kutatás céljának megfelelően az intenzív termesztésben használt egy- és kétszikű növényfajok vetőmagját használtuk: olaszperje, tritikálé, fehér mustár, kukorica, és lucerna. A kísérleti talajt a HunLand Veal Farm Kft. borjútelepe mellett elhelyezkedő, intenzív növénytermesztésbe vont területéről vettük, melyen az elmúlt 10 évben nem használtak fel szerves trágyát. A kísérleti talajt 0–30 cm-es mélységből vettük, pH-értéke 6,14, Arany-féle kötöttségi száma 25, humusztartalma 1,4%, vízben oldható összes só tartalma >0,02 m/m%, szénsavas mésztartalma >0,1, és nitrogén-nitrit-nitrát tartalma 9 mg kg⁻¹.

A vizsgálat során 90 cm³ teszttalajt kevertünk össze 30 ml hígtrágyával és annak különböző hígításaival. A vizsgálatot elvégeztük 100×-os, 50×-es, 10×-es, 2×-es hígítási arányban, illetve tömény hígtrágyával, továbbá kontroll vizsgálatként desztillált vízzel. Tálcánként tíz magot helyeztünk el egyenlő távolságra a tesztlemez középső gerincéhez közel; a lemezeket ezután lefedtük, függőlegesen egy tartódobozba helyeztük, és 25°C-on 3 napig inkubáltuk Pol_Eko_Aparatura 4.81 Inkubátorban. Az inkubációs idő letelte után megmértük a gyökerek hosszát, és a növekedésgátlást százalékban számoltuk a kontroll mintához képest. A csíranövekedési teszt akkor tekinthető érvényesnek, ha a csírázási átlag legalább 70%. Az öt növényfajtát, minden hígítási arányban 5×-ös ismétlésben vizsgáltuk. Összesen 450 tálcával és így mintegy 4500 db mag csírázásával végeztük a kísérletet.

Talajtoxicitás vizsgálat

Hulladékkivonatok készítése ökotoxikológiai vizsgálatokhoz:

- MSZ21978-9:1998 Veszélyes hulladékok vizsgálata. Hulladékkivonatok készítése, fizikai, kémiai, és ökotoxikológiai vizsgálatokhoz

Bakterológiai toxikológiai vizsgálatok:

- MSZ21978-30:1988 Veszélyes hulladékok vizsgálata. *Azomonas agilis* (*Azotobacter agile*) teszt
- MSZ21470-88:1993 Környezetvédelmi talajvizsgálatok. *Pseudomonas fluorescens* talajtoxicitási teszt

Azomonas agilis és Pseudomonas fluorescens talajtoxicitási teszt

Az *Azomonas agilis* és *Pseudomonas fluorescens* testszervezetek szennyeződésre érzékeny talajbaktériumok (GRUIZ et al., 2001). Ezek a baktériumok képesek megkötni a molekuláris nitrogént, ezáltal növelik a talaj termékenységét és serkentik a növények növekedését. Az *Azomonas* fajokat széles körben használják a

mezőgazdaságban, különösen a nitrogéntartalmú biotrágyákban (NEERU, 2000). A *Pseudomonas fluorescens* kommenzális rizoszféra baktériumok, amelyek segítik a növényeket a kulcsfontosságú tápanyagok elérésében, lebontják a szennyező anyagokat és elnyomják a kórokozókat az antibiotikum-termelés révén. A növények tápanyagot biztosítanak ezeknek a szervezeteknek, és megvédik őket a stresszfaktoroktól (PAULSEN et al., 2005). A fenti baktériumok alkalmasak a hulladékban vagy talajban lévő mérgező szerves és szervetlen komponensek talajbaktériumokra kifejtett káros hatásának kimutatására. A hulladék ökotoxikus hatását a tesztbaktérium 28°C hőmérsékleten meghatározott inkubációs idő (48 óra) alatti szaporodása, illetve a szaporodás gátlása alapján értékeltük. A vizsgálatot 2×, 5×, 10× és 25× hígítási arányban végeztük el. A szaporodást vörös szín megjelenése kíséri, amely a táptalajhoz adott trifenil-tetrazoliumklorid dehidrogenáz enzim jelenlétében redukálódott formájától, a trifenil-formazántól származik. Toxikus anyagok jelenlétében a táptalaj elszíneződésének mértéke a szaporodás gátlásával arányosan csökken.

Békalencse növekedésgátlási teszt

A békalencse növekedésgátlási teszteket az OECD 221 (*Lemna sp. Growth Inhibition Test*) alapján végeztük el. Célja a *Lemna gibba* növekedésgátlásának meghatározása volt, különböző hígítású (600×, 550×, 500×, 450×, 400×, 350×, 300×, 250×, 200×, 150×, 100×, 80×, 50×, 30×) hígtrágya minták hatására. Az egyes hígításokat három párhuzamosban állítottuk be. A minták hígítására, valamint kontrollként a tenyésztéshez használt tápoldatot (20×AAP) használtuk. A kristályosító csészékbe 100-100 ml tesztanyag került. A kezdő levélkeszám minden esetben 10 db volt, a tesztnövényeket a szabványban foglaltaknak megfelelően tartott tenyészetből használtuk fel. Az expozíciós időtartam 7 nap, mely során folyamatos 10000 lux intenzitású megvilágítást, illetve 24°C állandó hőmérsékletet (Witeg Labourtechnik GmbH, Witeg WIS-RL rázóinkubátor) alkalmaztunk. Az expozíciós idő letelte után feljegyeztük a levélkeszámokat, valamint hígításonként meghatároztuk a száraz tömeget. A teszt abban az esetben tekinthető megfelelőnek, ha a levélkeszámok duplázódási ideje a kontrollban kevesebb, mint 2,5 nap (60 óra), továbbá a 7 nap alatt hozzávetőlegesen hétszeres a növekedés.

Alga növekedésgátlási teszt

A teszt célja a *Scenedesmus obtusiusculus* zöldalga növekedésgátlásának meghatározása a hígtrágya különböző hígításaiban, a „Veszélyes hulladékok vizsgálata, Algateszt, MSZ 21978/2-86” szabványt alapul véve. A vizsgálatok 250 ml-es Erlenmeyer-lombikokban, 50 ml végtérfogatban folytak. A mintából hígítási sort készítettünk (20×, 40×, 60×, 80×, 100×) és mindegyik hígítást három ismétlésben teszteltük. Negatív kontrollként Zhender-8 tápoldatot használtunk. A mintákat a logaritmus növekedési fázisban (2×10^5 sejt ml⁻¹) (6–8 nap) lévő *Scenedesmus obtusiusculus* sejtenyészettel oltottuk be. Az algasejtek optikai denzitását 665 nm hullámhosszon $OD_{665} = 0,05$ értékre állítottuk be spektrofotométer (Metertech Inc., SP-830 Plus) segítségével. A mintákat 96 órán keresztül folyamatosan ráztattuk (100 min⁻¹) állandó megvilágítás (8500 lux) mellett,

24°C-on (Witeg Labourtechnik GmbH, Witeg WIS-RL rázó inkubátor). Az inkubációs idő elteltével a sejtsűrűség-alapú növekedésgátlást (optikai denzitás 750 nm-en) spektrofotométerrel (Metertech Inc., SP-830 Plus) mértük, a vak oldatokhoz kalibrálva. Ezt a toxicitási tesztet akkor tekintjük érvényesnek, ha az átlagos algasejt-növekedés a negatív kontrollban legalább tízszeres, és a *Scenedesmus obtusiusculus* tenyészet érzékenysége a réz-szulfát referencia oldattal szemben 1–5 mg dm⁻³ tartományba esik (MSZ 21978/-86). Az algateszt eredményeinek értékelése során kiszámoltuk a kontrollhoz viszonyított növekedés gátlást minden hígításban. A kapott eredmények segítségével meghatároztuk a szabványban leírt módszerrel az akut toxicitásának jellemzésére szolgáló, azon határos koncentrációt, amely a mérési végpont 50%-os csökkenését okozza a kezeletlen kontrollhoz képest (EC50).

4. táblázat
Beltartalmi értékek vizsgálatának eredménye

Jellemző (1)	Kezelés előtt (2)	Kezelés közben (3)	Kezelés után (4)
pH	6,78	6,98	6,8
Fajlagos elektromos vezetőképesség (25°C) (µS cm ⁻¹) (a)	18770	24000	20700
KOI _k (mg l ⁻¹) (b)	55000	107000	72200
BOI ₅ (mg l ⁻¹) (c)	13500	15500	31000
Nitrát-nitrogén (mgN l ⁻¹) (d)	0,07	2	0,4
Nitrit-nitrogén (mgN l ⁻¹) (e)	0,003	0,003	0,03
Összes N (számítás) (mgN l ⁻¹) (f)	2400	3950	4240
Ammónia-ammónium-nitrogén (mgN l ⁻¹) (g)	1710	2050	2090
P (mg l ⁻¹)	622	662	645
Na (mg l ⁻¹)	1640	1970	1670
K (mg l ⁻¹)	2220	3090	3190
Mg (mg l ⁻¹)	809	959	835
Ca (mg l ⁻¹)	1670	1840	2120
Összes szárazanyag (105°C) m/m% (h)	5,1	5,2	9,6
Összes szervesanyag m/m%sz.a. (600°C) (i)	76,3	78	79,2
Izzítási maradék (600°C) m/m%sz.a. (j)	23,7	22	20,8
Izzítási veszteség (600°C) m/m%sz.a. (k)	76,3	78	79,2

Eredmények *Analitikai vizsgálatok*

Az analitikai vizsgálatok közül először a beltartalmi értékek vizsgálatát végeztük el, az eredmény a 4. és 5. táblázatban látható.

A fajlagos elektromos vezetőképesség értékében kiugró változást nem tapasztaltunk a vizsgálat során. A kezelés alatt vett mintában a kémiai oxigénigény értéke kiugróan magas volt, mely a kezelés végére 33%-kal csökkent. A biológiai oxigénigény a kezelés végén megemelkedett kezelés közbeni értékhez viszonyítva 200%-kal. A pH és az összes szervesanyag tartalomban nem találtunk jelentős változást, azonban az összes szárazanyag tartalom 46%-kal nőtt a kezelés végére. Az összes nitrogén, az ammónia-ammónium-nitrogén, a kálium és a kalcium szint egyenletesen növekedett, míg a foszfor, nátrium és magnézium szint nagyságrendileg stagnált. A nitrát-nitrogén értéke a kezelés kezdeti fázisához képest huszonnyolcszorosára nőtt a második mintavétel idejére, majd ötödére csökkent a kezelés végére. A nitrit-nitrogén a kezelés végére emelkedett meg, az addigi stagnáló mennyiségének a tízszeresére.

5. táblázat

A beltartalmi vizsgálat kezeletlen hígtrágya értékeihez viszonyított tendenciái

Jellemző (1)	Kezelés közben (3)	Kezelés után (4)
pH	103%	100%
Fajlagos elektromos vezetőképesség (25°C) ($\mu\text{S cm}^{-1}$) (a)	128%	110%
KOI _k (mg l ⁻¹) (b)	195%	131%
BOI ₅ (mg l ⁻¹) (c)	115%	230%
Nitrát-nitrogén (mgN l ⁻¹) (d)	2857%	571%
Nitrit-nitrogén (mgN l ⁻¹) (e)	100%	1000%
Összes N (számítás) (mgN l ⁻¹) (f)	165%	177%
Ammónia-ammónium-nitrogén (mgN l ⁻¹) (g)	120%	122%
P (mg l ⁻¹)	106%	104%
Na (mg l ⁻¹)	120%	102%
K (mg l ⁻¹)	139%	144%
Mg (mg l ⁻¹)	119%	103%
Ca (mg l ⁻¹)	110%	127%
Összes szárazanyag (105°C) m/m% (h)	102%	188%
Izzítási veszteség (600°C) m/m%sz.a. (k)	102%	104%

Az analitikai vizsgálatokon belül ezt követően az ösztrogénhatást vizsgáltuk, ennek eredményét a 6. táblázat tartalmazza.

6. táblázat
Folyékony és iszap minta ösztrogénhatásának összehasonlítása

	Folyékony frakció EEQ értéke (ng l ⁻¹) (1)	Izap frakció EEQ értéke (ng l ⁻¹) (2)
Kezelés előtt (a)	2980,00	5271,00
Kezelés közben (b)	3781,00	6924,00
Kezelés után (c)	3135,00	6626,00

A tömény minták ösztrogénhatású anyag tartalma meghaladta a kimutatási határt. A tízszeres hígítás volt, ahol már minden minta értékelhető eredményt mutatott. Az ötezszeres hígítás a legalacsonyabb (=LID) hígítás, ahol már nem mutattak a minták pozitív eredményt.

Az eredményekből jól látható, hogy a hígtrágya iszap részében minden esetben magasabb volt az ösztrogénaktivitás mértéke, mint a folyékony részben, de összességében nézve az ösztrogénhatás jelentősen nem változott.

Toxicitási vizsgálatok

A toxicitási vizsgálatok közül először a fitotoxicitási tesztet végeztük el, ennek eredményeit a 7. táblázat mutatja.

7. táblázat
Kontrolltól való eltérések összesített %-os eltérésének kimutatása

	Kezelés előtt (1)					Kezelés közben (2)					Kezelés után (3)				
	1x	2x	10x	50x	100x	1x	2x	10x	50x	100x	1x	2x	10x	50x	100x
Hígítás (a)															
Kukorica (b)	56%	93%*	97%*	99%*	137%	47%	58%	118%	116%	173%	38%	67%	211%	249%	345%
Tritikálé (c)	29%	68%	110%	194%	115%	7%	40%	128%	192%	142%	24%	64%	110%	177%	232%
Fehér mustár (d)	1%	2%	80%	130%	74%	0%	10%	85%	170%	89%	0%	0%	39%	56%	182%
Lucerna (e)	2%	15%	85%	119%	30%	0%	1%	106%	126%	125%	0%	0%	29%	78%	133%
Olasz-perje (f)	6%	70%	149%	99%*	109%	1%	77%	300%	265%	225%	0%	64%	174%	305%	254%

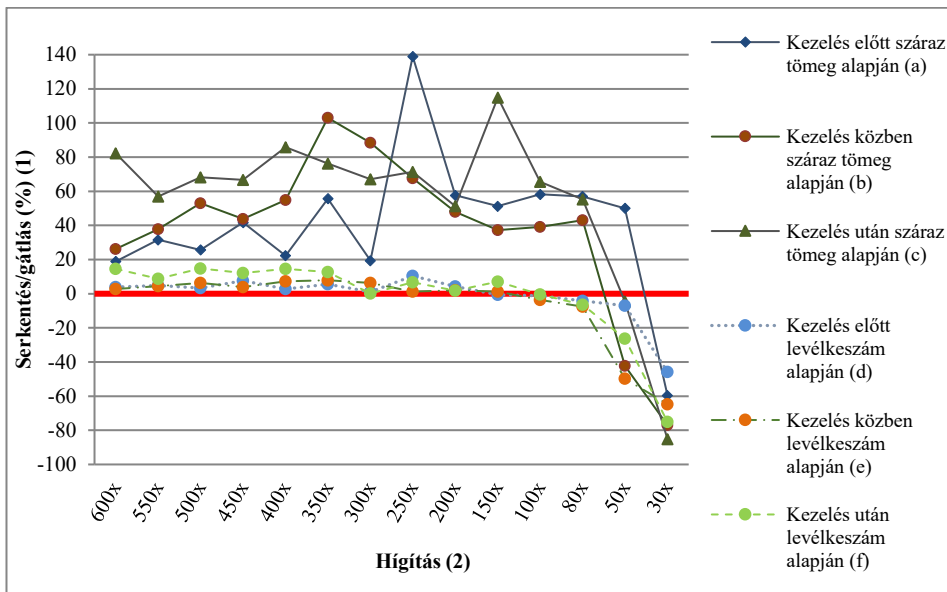
A 7. táblázat a kontroll vizsgálatához viszonyított százalékos eltérést mutatja. A kontroll vizsgálatot (melyet hígtrágya nélkül desztillált vízzel végeztünk), tekintjük jelen táblázatban 100%-nak. A vizsgált növények mindegyikénél megfigyelhető, mind a szárhosszok, mind a gyökerek általános fejlődésének javulása a hígítással és

a hígrágya kezeléssel párhuzamosan is. A hígrágya gátló tulajdonsága megfelelő hígítás esetén nem érvényesül, melyet NOEC (Non Observed Effects Concentration) a mérhető hatás nélküli legnagyobb koncentrációban is meghatároztunk, a csillaggal jelölt értékekben. Ezen esetekben a gátlás a kontrollhoz képest nem volt jelen vagy 10% alatti értéket mutatott.

Ezt követően elvégeztük a talajtoxicitási vizsgálatot is, az eredményeket a 8. táblázatban összegeztük.

8. táblázat
Talajtoxicitási vizsgálat eredményei

	Hígítási arány (1)	Kezelés előtt (2)	Kezelés közben (3)	Kezelés után (4)
<i>Azomonas agilis</i>	2x	+++	+++	---
	5x	+++	+++	---
	10x	±±±	---	---
	25x	---	---	---
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2x	+++	+++	±±±
	5x	±±±	±±±	---
	10x	---	---	---
	25x	---	---	---



1. ábra
Békalencse növekedésgátlási teszt eredménye

A hígtrágya mintákkal elvégzett bakterológiai-toxikológiai vizsgálatok – *Azomonas agilis* (*Azotobacter agilis*) teszt, *Pseudomonas fluorescens* teszt – eredményei a 225/2015. (VII.7) Korm. rendelet 2. melléklet 3. pontja szerinti határértéket figyelembe véve kifogásolható mértékű ökotoxikus gátlást nem jeleztek a 8. táblázat eredményei alapján. A minták egyedi ökotoxicitását értékelve megállapítható, hogy a hígtrágya gátló hatása a kezeletlen mintához képest a kezelés végére lecsökkent. Három hónap kezelés után a *Pseudomonas* teszt 2×-es hígításban csak gyenge gátlást mutatott.

9. táblázat
Hígtrágya minták alga növekedésgátlási tesztjének eredménye

Minta megnevezése (1)	Koncentráció (hígítás) (2)	Növekedésgátlás (3)
	-	-
Kezeletlen hígtrágya minta (a)	20×	94,73%*
	40×	40,28%*
	60×	24,11%*
	80×	22,74%*
	100×	10,42%*
	dil TL ₅₀ 36,3×	
	-	-
Kezelés közben vett hígtrágya minta (b)	20×	93,53%*
	40×	50,53%*
	60×	20,00%*
	80×	7,19%*
	100×	9,18%*
	dil TL ₅₀ 39,8×	
	-	-
Kezelés végén vett hígtrágya minta (c)	10×	93,46%*
	20×	97,59%*
	30×	81,60%*
	40×	46,37%*
	50×	44,39%*
	dil TL ₅₀ 38,5×	

*Eredmény megadása: Százalékos gátlás (szaporodás) a negatív kontrollhoz viszonyítva. dil TL₅₀ érték meghatározása Probit analízis módszerrel.

A harmadik toxicitási vizsgálat a békalencse növekedésgátlási vizsgálat volt, melynek eredményeit az 1. ábra mutatja be.

Az 1. ábrán láthatóak a békalencse növekedésgátlási teszt eredményei, a kontrollhoz viszonyított levélkeszám, valamint száraz tömeg alapján. A serkentést kiváltó hígítások adatai a pozitív értékek, míg a gátlást kiváltó hígításokat negatív értékekkel jelöltük. Összességében elmondható, hogy 150× hígítás fölött megszűnik a hígtrágya gátló hatása mindhárom alkalommal vett minta esetében. Továbbá megállapítható, hogy 400× hígítástól a kezelés után vett minta serkentő hatása a legnagyobb. A száraz tömeg esetében több helyen sokkal magasabb a serkentés mértéke, mint a levélkeszámok alapján. Ez abból adódhat, hogy azokban a hígításokban sokkal vastagabbak és nagyobbak voltak a levelek a kontrollhoz képest.

A következő és egyben utolsó toxicitási vizsgálat az alga növekedésgátlási teszt volt, aminek eredményei a 9. táblázatban láthatók.

A 9. táblázatban látható toxicitási értékek alapján elmondható, hogy a hígtrágya gátló hatása a három hónapos kezelés után sem csökkent jelentős mértékben a kezeletlen mintához képest.

Az eredmények értékelése

A tudományos kutatások a mezőgazdaságban már jelentős mértékben térnek ki a szennyezés visszaszorítására. A talaj és vízbázisok szennyezőanyagainak vizsgálatát általános környezetvédelmi gyakorlatnak tekintjük. Azonban ezen vizsgálatok nem térnek ki a talajt terhelő egyéb szennyezőanyagok expozíciójára. A földekre kijuttatott műtrágyaféléket annak tudatában választják ki a gazdák, hogy ismerik a talaj tulajdonságait, és annak hiányosságait igyekeznek a megfelelően választott műtrágyával pótolni. Azonban a hígtrágya esetén nem ismerjük ilyen pontossággal a trágya tulajdonságait. A hígtrágya beltartalmi értékmérő tulajdonságai függenek az állattartás technológiájától, az állategészségügyi kezelésektől (mint ivarzást segítő készítmények), az antibiotikumoktól, gyulladáscsökkentőktől és a hígtrágyakezelés minőségétől is. Ezen kezeléseket felett nem hunyhatunk szemet, hiszen megváltoztatja a kijuttatás után a talajtani jellemzőket, mind a vegyületek akkumulációja, mind pedig a mikrobiális tevékenységekre gyakorolt hatása által.

A nemzetközi kutatások tekintetében, nem találtunk hasonló vizsgálatot, amelyben a kezeletlen és a kezelt hígtrágya mintákat ilyen toxikológiai mátrixban vizsgálták volna. Kutatásunkat igyekeztük úgy felépíteni, hogy átfogó képet kapjunk a hígtrágyában jelen lévő szennyezőanyagokról. A vizsgálatok alatt 3 mintavételi időben mértük a hígtrágya tulajdonságait így folyamatként értelmezhetjük a végbemenő változásokat a tablettá formájában adagolt baktériumtörzsekkel való kezelés során. A trágyában jelenlevő és a kezelés során képződő komponensek additív, antagonisták és szinergista hatással is lehetnek egymásra, így növelhetik, vagy éppen csökkenthetik egymás környezetre gyakorolt hatását.

A beltartalmi értékek esetében, a kezelés előtt vett hígtrágyamintát tekintettük a kontrollvizsgálatnak. Így a kezelés alatt a nitrogén formák vonatkozásában kiugró emelkedést tapasztalhatunk. A kezelés előtt vett mintákhoz képest még a biológiai oxigénigény mértéke és a szárazanyagtartalom nőtt meg számottevően. Mindegyik

mért változás leginkább a nitrogénvegyületek bontásában szerepet játszó törzsek intenzív tevékenységéből adódik.

Az ösztrogén hatás mértékében nincsen jelentős eltérés, az eredmények alapján a baktériumtörzsek nem képesek bontani az ösztrogénhatású anyagokat a hígtrágyában.

A fitotoxicitási vizsgálat során azt tapasztaltuk, hogy a minimum 50×-es, de biztonságosan 100× hígításban minden növényfajánál intenzívebb lett a gyökér- és szárnövekedése a kezelés előtt vett mintához képest, a hígtrágyakezelés a csírázást és növekedést pozitívan befolyásolta

A talajtoxicitási vizsgálat során kiderült, hogy a legmagasabb vizsgált 25× hígításban, már a kezelés előtt sem mutatott a minta gátlást, sem az *Azomonas agilis*, sem a *Pseudomonas fluorescens* talajbaktériumokat illetően. Három hónap kezelés után a teszt 2×-es hígításban mutatott csak gyenge gátlást, ami azt jelzi, hogy a hígtrágya kezelés előnyösnek mondható a talajbaktériumok tevékenységére nézve.

A békalencse vizsgálat során összességében elmondható, hogy 150× hígítás fölött megszűnik a hígtrágya gátló hatása mindhárom alkalommal vett minta esetében. Továbbá megállapítható, hogy 400× hígítástól a kezelés után vett minta serkentő hatása a legnagyobb. Az alga növekedésgátlási vizsgálat esetén az $dil TL_{50}$ értéke nem változott számottevően a vizsgálat idő során, a minták alga növekedésére gyakorolt gátló hatása mindhárom mintavételi időben mérhető volt. A hígtrágyakezelés nem volt hatással a vízi ökoszisztéma növényi szervezeteinek növekedésére és az esetleges eutrofizáció mértékére.

Következtetések

Összességében elmondhatjuk, hogy a hígtrágya kezelés pozitív hatással volt a csírázásra és a talajbaktériumok tevékenységére, azonban az ösztrogénhatású anyagok lebontásában nem játszik szerepet. Az esetleges vízi bemosódás vagy vízszennyezés esetén a vízi növények szaporodására kifejtett hatása sem változik a kezeletlen hígtrágyához képest.

Összefoglalás

Kutatásunk témája az NCH Magyarország Kft. által forgalmazott baktériumos hígtrágyakezelési rendszer összehasonlító ökotoxikológiai vizsgálata. A kísérletet egy szarvasmarha borjúnevelő telepen végeztük 0–6 hónapos korcsoportú szekcióban. A tablettá formában rendelkezésünkre álló baktérium törzseket egy tartályban felszaporítottuk és hetente adagoltuk az aknában összegyűlő hígtrágyához. A kezelés célja volt, hogy a baktériumok elősegítsék a trágya homogenizációját, a szagcsökkentést és a szerves szennyeződések lebontását. Az ökotoxikológiai vizsgálatokat a trágyakezelés előtt, alatt és után, három mintavételi időben végeztük el.

A kutatásunk eredményeként elmondhatjuk, hogy a hígtrágyakezelés során a beltartalmi értékek jelentősen növekedtek, főként a nitrogénformák, a biológiai oxigénigény és a szárazanyagtartalom. Az ösztrogén hatás megléte számottevő

maradt a kezelés végére is. A fitotoxicitási vizsgálat alapján mindegyik növény, szár- és gyökérmövekedésére pozitív hatással volt a trágyakezelés. A talajtoxicitási teszt eredménye bizonyította, hogy magasabb hígítás mellett veszi el a kezeletlen hígrágya az érzékeny baktériumok életvékenységére is kiterjedő gátló hatását. A békalencse vizsgálat során összességében elmondható, hogy 150× hígítás fölött megszűnik a hígrágya gátló hatása mindhárom alkalommal vett minta esetében. Az alga növekedésgátlására a hígrágya stagnáló-gátló tendenciát mutatott a kezelés alatt.

Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a vizsgált hígrágyakezelési módszer a homogenitás, szagtalanítás és a szerves anyagok bontása során eredményes volt. Azonban javasolt magasabb hígítási arányban vagy magas talajvíztartalom mellett kijuttatni a földekre. A hormonhatású anyagok eltávolítására vonatkozólag további vizsgálatok szükségesek, melyek alapján majd javaslatokat lehet kidolgozni a gazdák számára.

Kulcsszavak: hígrágya, biológiai hígrágyakezelés, ökotoxikológia

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Nemzeti Tehetség Program támogatásával valósult meg az NTP-SZKOLL-19-0053 pályázat keretében.

Irodalomjegyzék

- ALDUINA, R., 2020. Antibiotics and environment. *Antibiotics*. **9**. (4) 202.
- ATLAS, R.M., 1981. Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: an environmental perspective. *Microbiol Review*. **45**. 180–209.
- BALOG, K., 2000. Kevesebbet és ártalmatlanabbat. Magyar Mezőgazdaság Kft., Budapest.
- BEUSEN, A.H.W., BOUWMAN, A.F., HEUBERGER, P.S.C., VAN DRECHT, G., VAN DER HOEK K.W., 2008. Bottom-up uncertainty estimates of global ammonia emissions from global agricultural production systems. *Atmospheric Environment*. **42**. 6067–6077.
- CHO, YG., RHEE, SK., LEE, ST. 2000. Effect of soil moisture on bioremediation of chlorophenol-contaminated soil. *Biotechnology Letters*. **22**. 915–919.
- CHANTIGNY, M.H., ANGERS, D.A., MORVAN, T., POMAR, C., 2004. Dynamics of pig slurry nitrogen in soil and plant as determined with ¹⁵N. *Soil Science Society of America Journal*. **68**. 637.
- DAS, S. K., GHOSH, G. K., AVASTHE, R., KUNDU, M. C., CHOUDHURY, B. U., BARUAH, K., & LAMA, A., 2021. Innovative biochar and organic manure co-composting technology for yield maximization in maize-black gram cropping system. *Biomass Conversion and Biorefinery*.

- DUMONT, B., J. RYSCHAWY, M., DURU, M., BENOIT, V., CHATELLIER, L., DELABY, C., DONNARS, P., DUPRAZ, S., LEMAUVIE, L., LAVENANT, B., MÉDA, D., VOLLET, R., SABATIER, 2019. Review: associations among goods, impacts and ecosystem services provided by livestock farming. *Animal*. **13**. 1773–1784.
- EC, 2014, European Council Collection and Analysis of Data for the Control of Emissions from the Spreading of Manure - Final Report European Commission (DG Environment)
- GRUIZ K., HORVÁTH B., MOLNÁR M., 2001. Környezettoxikológia. BME, Budapest.
- GUBÓ E., SZAKÁL P., PLUTZER J., 2019. Ösztrogének és ösztrogénhatású anyagok a növénytermesztésben. *Agrokémia és Talajtan*. **68**. 385–401.
- JENKINSON, D.S., 1991. The Rothamsted long-term experiments: are they still of use? *Agronomy Journal*. **83**. 2–10.
- JØRGENSEN, K., JENSEN, L.S., 2009. Chemical and biochemical variation in animal manure solids separated using different commercial separation technologies. *Bioresource Technology*. **12**. 3088–3096.
- HARTMAN, M., ALEXA, L., DÉR, S., SCHÁD, P., 2001. Hulladékok a mezőgazdaságban, az erdészetben, a gyümölcsösben, és a szőlészetben. Szaktudás, Budapest. pp. 85–317.
- KORDA, A., SANTAS P., TENENTE A., SANTAS R., 1997. Petroleum hydrocarbon bioremediation: sampling and analytical techniques, in situ treatments and commercial microorganisms currently used. *Applied Microbiology and Biotechnology*. **48**. 677–686.
- KOCSIS, I., 2011. Hígrágya és szennyvíziszap kezelés. Szent István Egyetem, Budapest.
- KUMAR R.R., LEE J.T., CHO J.Y., 2012. Fate, occurrence, and toxicity of veterinary antibiotics in environment. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. **55**. 701–709.
- KÜMMERER K., 2003. Significance of antibiotics in the environment. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. **52**. 5–7.
- KELESSIDIS, A., STASINAKIS, A.S., 2012. Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries. *Waste Management*. **32**. 1186–1195.
- MSZ 21978/2-86 számú szabvány, Veszélyes hulladékok vizsgálata – Algateszt. Magyar Szabványkönyvtár
- NEERU N., 2000. *Azotobacter* in sustainable agriculture. CBS Publishers and Distributors. pp. 1–12.
- PAZSICZKI, I., BAK J., 2014. Trágyatermelés, trágyatárolás tehenészetekben. *Agronapló*. **2**. 107–110.
- PAZSICZKI, I., 2006. Hígrágya-tárolási szabályok és a tárolók megoldásai. I. Agrárágazat. 2006. **4**. 64–65.
- PAULSEN I.T., 2005. Complete genome sequence of the plant commensal *Pseudomonas fluorescens* Pf-5. *Nature Biotechnology*. **23**. (7) 873–878.

- PRADO J., RIBEIRO H., ALVARENGA P., FANGUEIRO D., 2022. A step towards the production of manure-based fertilizers: Disclosing the effects of animal species and slurry treatment on their nutrients content and availability. *Journal of Cleaner Production*. **337**. 130369.
- RAFAI, P., 2003. *Állathigiénia*. Agroinform Kiadó, Budapest. pp. 106–161.
- SCHMIDT, J., 2011. *Földműveléstan*. Mezőgazda Kiadó, Debrecen.
- VIDALI, M., 2001. Bioremediation. An overview. *Pure and Applied Chemistry*. **73**. 1163–1172.
- VERMES, L., 2005. *Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- ZONG L., XIAO W., 2020. Manure treatment and utilization in production systems. In BAZER, F.W., LAMB, G.C., WU, G. (eds.) *Animal Agriculture*. Academic Press, London. pp. 455–467.
- ZHANG, S.L., LI, Z.J., LIU, J.M., LI, Q.H., YANG, X.Y., 2015. Long-term effects of straw and manure on crop micronutrient nutrition under a wheat-maize cropping system. *Journal of Plant Nutrition*. **38**. 742–753.
- WAJID, K., AHMAD, K., KHAN, Z.I., NADEEM, M., BASHIR, H., CHEN, F., UGULU, I. 2020. Effect of organic manure and mineral fertilizers on bioaccumulation and translocation of trace metals in maize. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. **104**. 649–657.

The effect of complex bacterial treatment of slurry on content and ecotoxicological properties

^{1,2}Dóra PORDÁN-HÁBER, ¹Pál SZAKÁL, ^{1,2}Eduárd GUBÓ, ³Orsolya Réka RÁCZ,
³Krisztina Mónika TERDIK, ^{1,3}Judit PLUTZER

¹Faculty of Albert Kázmér, Széchenyi István University, Mosonmagyaróvár, Hungary; ²reAgro Research and Development Ltd. Győrújbarát, Hungary; ³National Public Health Center, Budapest, Hungary

Summary

The subject of our research is the comparative ecotoxicological examination of the bacterial slurry treatment system distributed by NCH Magyarország Kft. The experiment was carried out on a cattle calf rearing farm, in the 0–6 months age group section. The bacterial strains available in tablet form were multiplied in a container and added weekly to the slurry collected in the shaft. The purpose of bacteria treatment was to promote homogenization of the manure, reduce odors, and break down organic impurities. The ecotoxicological tests were carried out before, during and after the manure treatment at three sampling times.

As a result of our research, it has been revealed that during the slurry treatment, the internal content values increased significantly, mostly the nitrogen forms, the biological oxygen demand and the dry matter content. The presence of the estrogenic effect remained considerable even at the end of the treatment. Based on the

phytotoxicity test, the fertilizer treatment had a positive effect on the stem and root growth of each plant. The results of the soil toxicity test proved that untreated slurry loses its inhibitory effect on the vital activity of sensitive bacteria at higher dilutions. The common duckweed test revealed that above 150× dilution, the inhibitory effect of the slurry ceases in the samples at all three sampling times. In order to inhibit the growth of algae, the liquid fertilizer showed a stagnant-inhibiting tendency during the treatment.

Based on our results, we came to the conclusion that the bacterial slurry treatment system was effective in terms of homogeneity, deodorization and decomposition of organic matter. However, it is recommended to apply it to the fields at a higher dilution rate or with a high soil water content. Further studies are needed regarding the removal of substances with hormonal effects, based on which recommendations can be developed for farmers.

Keywords: slurry, biological slurry-treatments, ecotoxicology

Tables and Figures

Figure 1. Duckweed growth inhibition test result; (1) Stimulation / inhibition; (2) Dilution (a) Based on dry weight before treatment; (b) Based on dry weight during treatment; (c) Based on dry weight after treatment; (d) Based on leaf number before treatment; (e) Based on leaf number during treatment; (f) Based on leaf number after treatment

Table 1. Sampling dates (1) Sampling number and name; (2) Date of sampling; (a) Before treatment; (b) During treatment; (c) After treatment

Table 2. Bacterial strains found in tablets for the treatment of liquid manure; (1) Bacterial strains; (2) Type; (a) Aerobic bacteria; (b) 4 types; (c) Facultative anaerobic bacteria; (d) 2 types

Table 3. Content tests according to standards; (1) Number of the Standards; sludge (2) name of examination; (a) pH measurement; (b) Specific electrical conductivity measurement; (c) Determination of chemical oxygen demand (COD); (d) Determination of nitrate and nitrate-N content; (e) Determination of nitrite and nitrite-N content; (f) Determination of total phosphorus content; (g) Determination of ammonium and ammonium-N content; (h) Sample preparation for determination of dissolved suspended solids and total metal content; (i) Determination of element content (ICP-MS); (j) Determination of total dry matter content and annealing residue

Table 4. The result of the examination of content values; (1) characteristic; (2) before treatment; (3) during treatment; (4) after treatment; (a) Specific electrical conductivity (25°C); (b) Dichromate oxygen consumption COD; (c) Biochemical oxygen demand BOD₅; (d) Nitrate nitrogen; (e) Nitrite nitrogen; (f) Total N (calculation); (g) Ammoniacal ammonium nitrogen; (h) Total dry matter (105°C); (i) Total organic matter (600°C); (j) Annealing residue (600°C); (k) Annealing loss (600°C)

Table 5. The tendencies of the content compared to the values of untreated slurry; See notes of *Table 4*

Table 6. Comparison of the estrogenic effect of liquid and sludge samples; (1) EEQ value of liquid fraction; (2) EEQ value of sludge fraction; (a) before treatment; (b) during treatment; (c) after treatment

Table 7. Cumulative deviation from control in %; (1) before treatment; (2) during treatment; (3) after treatment; (a) Dilution; (b) Corn; (c) Triticale; (d) White mustard; (e) Lucerne; (f) Italian rye-grass

Table 8. Soil toxicity test results; (1) Dilution; (2) before treatment; (3) during treatment; (4) after treatment

Table 9. Results of the algae growth inhibition test of slurry samples; (1) Sample; (2) Dilution; (3) Growth inhibition; (a) untreated slurry sample; (b) sample during treatment; (c) sample after the treatment; (*) Results: Percentage of inhibition (proliferation) compared to the negative control. Determination of the dil TL50 value using the Probit analysis method.

Open Access nyilatkozat: A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID_1)
