

TARTÓS SZENNYVÍZISZAP KIHELYEZÉS HATÁSA A TALAJ SZÉNFORGALMÁRA

CSÁNYI KATALIN, PÁLFFY BENJÁMIN, LADÁNYI ZSUZSANNA,
BARTA KÁROLY, FARSANG ANDREA

Szegedi Tudományegyetem, Földrajzi és Földtudományi Intézet, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

Absztrakt

Az intenzív mezőgazdasági művelés a talaj szerves szén raktárainak csökkenésével járhat együtt. A szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználása a talajok szerves anyag és tápanyag utánpótlásának egyik eszköze lehet, azonban a környezeti hatásai még nem teljeskörűen ismertek. Több hazai és nemzetközi kutatás vizsgálta a kihelyezett iszapok környezeti kockázatait (pl. nehézfém dúsulás, mobilizálható elemtartalom, patogén mikroorganizmusok, élelmiszerbiztonság szempontjából kiemelt jelentőségű mikroba-csoportok). A jelen tanulmány a szén-forgalomban bekövetkező változásokat elemzi és azon kérdésekre keresi a választ, hogy hogyan befolyásolja a talaj C-forgalmát a tartós szennyvíziszap kihelyezés, valamint milyen vizsgálati módszerek állnak rendelkezésre a C-forgalom mérésére. Továbbá egy újkígyósi mintaterületen indult mérési kampány kezdeti lépéseit és tervezett módszereit mutatja be.

1. Bevezetés

Az egyre növekvő mennyiségű üvegházgáz a légkörben (különösen a szenet is tartalmazó szén-dioxid és metán) főként az emberi tevékenységek következménye, és a klímaváltozásban is jelentős szerepet játszik. Az antropogén szén kibocsátását az óceánok, a vegetáció és a talaj, mint a szén-dioxid nyelői egyensúlyozzák. A talajok a légkörhöz képest háromszor annyi szenet (2400 és 800 Gt, Jobbágy and Jackson 2000) tárolnak szerves anyagok formájában. A talajok, mint forrás és nyelő is megjelennek a szén-körforgásban, melynek mértékét a talajtulajdonságok, a klíma és a tájhasználat is befolyásolják. A lebomlás sebessége szerint három koncepcionális szén-raktár van a talajban (von Lützetow et al 2008). A leginstabilabbnak tekinthető raktár forgalma napoktól évekig mérhető, míg a szervesanyag bomlási termékeiből álló köztes raktárt néhány évtől évtizedes időintervallum jellemzi. Ezen két raktár alapját a növényi, állati, bakteriális és gomba maradványok szolgáltatják. A stabil szervesanyag készletet évtizedektől évszázadokig terjedő időskála jellemzi, és itt már a szerves anyag aggregátumokban vagy az ásványok felületén adszorbeálva található. A szén-raktárak változását abiotikus és biotikus mechanizmusok vezérik. A nemzetközi „4/1000 kezdeményezés” (Természetkímélő mezőgazdasági eljárásokkal a klímaváltozás ellen) a köztes és stabil szénraktár méretének növelésére törekszik, hogy maximalizálható legyen a további szénraktárak fenntarthatósága, azaz maximalizálható legyen a talajban lévő C tartózkodási ideje (Dignac et al. 2017). A tájhasználat-változás és az intenzív mezőgazdasági művelés a talaj szerves szén raktárainak csökkenésével járhat együtt. A szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználása a talajok szerves anyag és tápanyag utánpótlásának egyik eszköze lehet, azonban a környezeti hatásai még nem teljeskörűen ismertek.

2. szennyvíziszap mezőgazdasági kihelyezésének környezeti hatása

A települési szennyvíziszapok közvetlenül és kezelés után is felhasználhatók a szervesanyag- és tápanyag visszapótlásra, melynek feltételeit hazánkban az 50/2001. (IV.3.) Kormányrendelet, valamint a 36/2006. (V. 18.) FVM rendelet szabályozza. Az iszap elhelyezésére és hasznosítására számos lehetőség ismert (pl. felületi öntözőtelepek, faültetvények, árokrendszer, talajba injektálás, érlelt iszap komposztálás utáni felhasználás), azonban éppen a kedvező beltartalom miatt is világtendencia, hogy ennek a viszonylag nagy mennyiségű anyag fogadására elsősorban a mezőgazdaság a legalkalmasabb (Füleki 2011). A szennyvíziszapok és szennyvíziszap komposztok a hasznosításuk során fontos makro- és mikrotápelemeket szolgáltatnak a növények számára, ezen túl növelhetik a talajok szerves anyag tartalmát, adszorpciós kapacitását, javíthatják annak fizikai tulajdonságait, valamint kedvezően módosíthatják a talajok vízgazdálkodását is. A mezőgazdasági szektorban az iszap felhasználása nagymértékben eltér az EU-s tagállamokban. Néhány EU-15 országban (pl. Dánia, Franciaország, Írország, Spanyolország, Egyesült Királyság) a keletkező települési szennyvíziszap több, mint a felét a mezőgazdaságban hasznosítják, de például az EU27 tagállamai közül egyáltalán nincsen mezőgazdasági felhasználás Románia, Hollandia, Görögország, Szlovénia és Szlovákia esetében (Lamastra et al. 2018).

A szennyvíziszap minősége településként változhat, köszönhetően a helyi adottságoknak és az alkalmazott tisztítási technológiának, melyek alapvetően befolyásolják a későbbi felhasználási módot. Míg a szennyvíziszap felhasználása a benne található tápanyagok, nyomelemek, ásványi és szerves anyagok miatt a talaj és a mezőgazdasági termelés számára hasznos, a szennyezőanyag tartalom (pl. nehézfémek, szerves vegyületek) és a patogének miatt akár jelentős egészségügyi kockázattal is járhat. A kommunális szennyvíziszapban detektált leggyakoribb szerves vegyületek közé tartoznak, például a poliaromás szénhidrogének (PAH), a poliklórozott bifenilek (PCB), poliklórozott dibenzo-dioxinok és -furánok (PCDD/F). Az iszap biológiai stabilizálása történhet aerob, valamint anaerob körülmények között különböző hőmérsékleten (komposzt-készítés, iszaprohasztás).

A szennyvíziszapok szárazanyagának jelentős része, közel 30-60%-a szerves anyag. A szennyvíziszap és az istállótrágya szerves anyagának a talajra gyakorolt tartós hatása nem különbözik lényegesen. A biológiailag kezelt iszapok szárazanyagra vetített nitrogén tartalma 2-3%, míg foszfortartalma 1-2% körül alakul, amely megfelel az érett szerves trágya makrotápelem mennyiségeinek (Tamás, Blaskó 2008). Magyarországi talajvizsgálatok is igazolták (Ravasz 1981, Ferencz és Zvada 1984, Vermes 2005), hogy a szennyvíziszap hatására a talaj szerves anyag tartalma jelentősen nő. A talajba vitt szerves anyagok növelik a víztartó képességet, mely hozzájárul a vízhiány idején tapasztalt növényzeti károk mérsékléséhez és az

erózió mértékének csökkenéséhez is. A szennyvíziszapokban lévő tápanyagok formáját és felvehetőségét nagymértékben meghatározza az alkalmazott kezelés típusa is. A kijuttatott nitrogén és foszfor tartalom az iszapelhelyezés lényeges tényezői, melyek mennyiségét úgy kell meghatározni, hogy azok ne indukáljanak eutrofizációs folyamatokat, illetve környezetszennyezést.

A szennyvíziszapok mezőgazdasági hasznosításának legfontosabb korlátozó tényezői azok nehézfém-tartalma (Vermes 1997, Kocsis 2011). A települési szennyvíz összetételének köszönhetően elkerülhetetlen, hogy az iszapba nehézfém kerüljön, s a talajra való kihelyezés után eljusson a táplálékláncba. A nehézfémekkel nem, vagy csak igen kis mértékben szennyezett iszapokkal végzett kísérletekben káros nehézfém felhalmozódást a talajban nem tudtak kimutatni (Tamás és Filep 1995; Simon et al. 2000; Kádár és Morvai 2008), azonban nagyobb nehézfém-tartalmú iszapterhelés hatására a talaj felső művelt rétegében csaknem minden nehézfém esetében feldúsulás volt tapasztalható. A talajokban viszonylag jól megkötődhet a Fe, Pb, Hg, Al, Ti, Cr(III), Ag, Au, Sn, Si, As és Zr, melyek kevésbé jutnak a növényi hajtásba, ill. a talajvizekbe. A növényben felhalmozódhat azonban a Zn, Cd és Mn (savanyú közegben), ill. a B, Se és Mo (meszes közegben, meszes talajon). A hazai vizsgálatok szerint a szennyvíziszapokban elsősorban a Zn, Cr, Mn, Pb fordul elő, mint szennyező forrás, de az iszap-elhelyezési előírásokat betartva hosszabb ideig tartó iszapelhelyezés sem eredményez káros méretű nehézfém-felhalmozódást a talajokban (Tamás és Filep 1995).

A szennyvizek és szennyvíziszapok kolloidális méretű szerves komponenseket tartalmaznak, melyek a talajba kerülve megnövelik a talajrendszer aktív felületét, ahol a mikrobiális folyamatok végbemennek, és a tápanyagforrásokban gazdag környezet optimális feltételeket biztosít a mikroorganizmusok szaporodásához (Kádár 2013). A szennyvíziszapok szakszerű mezőgazdasági alkalmazása esetén tehát pozitív hatást gyakorolhatnak a talajbiológiai életre, amely lényeges termékenységének fokozásában (Uri et al. (2005). Azonban nagy tömegben kerülhetnek a talajba különböző állati és humánpatogén fajok is a szennyvíziszappal, melyeket (mivel a talajban nincsenek megélézésük alapfeltételei) a talajmikrobák kiszorítanak; fennmaradásuk időtartama az ökológiai feltételektől és a mikrobák fiziológiai és biokémiai sajátosságaitól függ.

A szennyvíziszap kihelyezés továbbá javíthatja a talaj fizikai tulajdonságait is (porozitás, szerkezet, tehát a légjárhatóság). A fizikai talajtulajdonságok meghatározzák a talajban végbemenő kémiai és biológiai folyamatokat (adszorpció, oxidáció és redukció, anyagtranszport, biológiai aktivitás, elemforgalom) és ezen keresztül a talaj szennyezéssel szembeni viselkedését is (Kádár 2013). A megfelelő talajfizikai szerkezet, valamint a lebontási folyamatok eredményeképpen a szennyvíziszap kihelyezést követően növekvő talajlégzés tapasztalható (bár a szerves szén mineralizációja csökkenhet, ha az iszap nagy mennyiségű nehézfémet tartalmaz) (Szili-Kovács 1980).

3. A talajlégzés vizsgálati módszerei

A talajlégzés, vagyis a szén-dioxid talajból légkörbe áramlása a földi anyagforgalom egyik legfontosabb komponense, és elsősorban a talajban zajló mikrobiális lebontó folyamatok, a növényi gyökerek respirációjának, valamint a talaj makro- és mezofauna széndioxid kibocsátásának a következménye. A talajlégzés intenzitásának meghatározása többek között nagyléptékű szénforgalmi vizsgálatok bemeneti adatait képezhetik, hozzájárulhatnak szénmérlegek készítéséhez, szükségesek a globális klímaváltozás-modellek kialakításához, és az ezzel kapcsolatos predikciók megtételéhez is (Lelleiné Kovács 2011). A mért talajlégzés-adatok elemzése segítségével jobban értelmezhetővé válik a talajlégzés környezeti változókra adott válasza, a nagyobb időbeli felbontású méréseket pedig (a napi változékonyság megfigyelése mellett) a hatótényezőkre adott esetenkénti gyors válaszok is indokolják.

A talajok CO₂ kibocsátásának mérésére többféle terepi és laboratóriumi módszer is alkalmazható. A terepi módszerek alkalmazásánál az időjárás és a talaj nedvességtartalma, valamint a hőmérséklet befolyásolhatja a mérési eredményeket, míg a laborban kontrolált körülmények között történik a vizsgálat (habár itt a bolygatott minták esetében szintén más gáz kicserélődés is tapasztalható a terepi viszonyokhoz képest). A mérési módszerek közül a legelterjedtebbek a terepen és a laborban is használatos gázcseremérő kamrák. A terepen vagy laboratóriumban alkalmazott közvetlen szén-dioxid mérési módszerek: gázelektrodos mérési technika (oxigénelektroddal), alkáli abszorpció technika statikus kamra csatlakoztatásával, gázkromatográfia statikus kamrával, infravörös gázanalizátor (IRGA) statikus vagy dinamikus zárt rendszerű kamrával, infravörös gázanalizátor (IRGA) nyílt rendszerű kamrával. A direkt mérési módszerek mellett rendelkezésre állnak továbbá távérzékelési és modellezési módszerek is (pl. eddy-kovarianciás technika, termális távérzékelés) (Lelleiné Kovács 2011). Továbbá biológiai megközelítésben a talajban lakó baktériumflóra alapján, talajfizikai megközelítésben pedig a talajszerkezet fizikai paramétereiből is becsülhető a talajlégzés mértéke.

4. Talajlégzés vizsgálatok az Újkígyósi mintaterületen

2018 folyamán kezdtük el vizsgálni Újkígyós határában egy tartós szennyvíziszap komposzt kihelyezéssel érintett mintaterületen a talaj toxikus elem-, tápanyag- és baktériumösszetétel-tartalmát, valamint a kihelyezéshez köthető változások azonosítását. A főbb talajtani paraméterek vizsgálata a nehézfémeknél a cink, réz és kadmium esetében mutatott magasabb értékeket, de összehasonlítva a kezelés előtti állapotokhoz, a nehézfém-terhelés számottevő növekedése nem azonosítható (Pálffy et al. 2018). A bakteriológiai vizsgálatok a baktériumszám és kis mértékben az enzimaktivitás növekedését mutatták (Kézér 2018).

A kutatás folytatásaként egy EGM-5 hordozható, nagy pontosságú szén-dioxid mérő műszer kerül beszerzésre, mellyel a szennyvíziszap mezőgazdasági kihelyezésének hatását vizsgáljuk a talaj CO₂ forgalmára. A műszer a talaj nedvességtartalmát és a talajlevegő oxigéntartalmának mérését lehetővé tevő, illetve PAR (Photosynthetically Active Radiation) mérésére alkalmas szenzorral is rendelkezik, valamint egy műanyag kamra teszi lehetővé a talajból kibocsátott (illetve az alacsony vegetáció által kibocsátott) szén-dioxid pontos és gyors mérését. Az eszközzel a talaj nedvességtartalma és a talajhőmérséklet is mérhető.

A méréseket különböző talajtípuson, kezelt és kezeletlen területeken is tervezzük kivitelezni, valamint a vizsgálatokat mikroklíma mérésekkel egészítjük ki, mely adatok egy szénmegkötés-modell bemeneti paramétereit képezhetik.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az EFOP-3.6.2-16-2017-00010 Fenntartható nyersanyag-gazdálkodás tematikus hálózat fejlesztése – RING 2017 projekt támogatásával valósul meg.

5. Irodalomjegyzék

- Dignac M-F, Derrien D., Barré P, Barot S, Cécillon L. et al. 2017. Increasing soil carbon storage: mechanisms, effects of agricultural practices and proxies. A review. *Agron. Sustain. Dev.* (2017) 37.pp. 14
- Füleki Gy. 2011. Talajtan, talajvédelem. Környezetmérnöki Tudástár 3. Kötet. (<http://mkweb.uni-pannon.hu/tudastar/anyagok/03-Talajtan-talajvedelem.pdf>)
- Jobbágy E.G., Jackson R.B. 2000. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecol Appl* 10. pp. 423–436.
- Kádár I. 2013. Szennyvizek, iszapok, komposztok, szerves trágyák a talajtermékenység szolgálatában – MTA TAKI Budapest p. 347
- Kádár I., Morvai B. 2007. Ipari-kommunális szennyvíziszap-terhelés hatásának vizsgálata tenyészedény-kísérletben. *Agrokémia és Talajtan* 56/2. pp. 333-352.
- Kézér A. 2018. Szennyvíziszap-kihelyezés hatása a talaj nehézfém-tartalmára és baktériumösszetételére. Diplomamunka. Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék. p 64.
- Kocsis I. 2011. Hígtrágya és szennyvíziszap kezelés. SZIE. p. 93
- Lamastra L., Suciú N. A., Trevisan M. 2018. Sewage sludge for sustainable agriculture: contaminants' contents and potential use as fertilizer. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 5:10. DOI: 10.1186/s40538-018-0122-3
- Lelleiné Kovács E. 2011. Talajlégzés vizsgálata a kiskunsági homoki erdőssztyepp ökoszisztémában. Doktori (Ph.D.) értekezés. Eötvös Loránd Tudományegyetem. p. 94
- Pálffy B., Farsang A, Kézér A., Barta K., Csányi K., Ladányi Zs. 2018. Tartós szennyvíziszap kihelyezés hatása a talaj tápanyag-, toxikus elem-összetételére, valamint a baktériumaktivitásra. Talajtani Vándorgyűlés Program és Absztrakt füzet, 2018. augusztus 29 – szeptember 1. Pécs. pp. 96-97.
- Simon L., Prokisch J., Győri Z. 2000. Szennyvíziszap komposzt hatása a kukorica nehézfém-akkumulációjára. *Agrokémia és Talajtan* 49:(1-2). pp. 247-256.
- Szili-Kovács T. 1980. A szennyvíziszap-elhelyezés talajmikrobiológiai problémái. *Agrokémia és Talajtan* 34. pp. 486-493.
- Tamás J., Filep Gy. 1995. Nehézfémforgalom vizsgálata a szennyvíziszapokkal terhelt mezőgazdasági területeken – *Agrokémia és Talajtan* 44/3-4 pp. 419-427.
- Uri Zs., Lukácsné Veres E., Kátai J., Simon L. 2005. Különböző módon előkezelt szennyvíziszapok hatása a talaj mikroorganizmusaira és enzimaktivitására – *Agrokémia és Talajtan* 54/3-4 pp. 439-450.
- Vermes L. 1997. Vízgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Bp. p. 462
- Vermes L. 2005. Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás, Mezőgazda Kiadó, pp. 143-168.