

Száraz, szakaszos üzemű anaerob kezelés metántermelésének matematikai modellezése

Rózsáné Szűcs Beatrix¹, Tolner László¹, Füleky György¹, Simon Miklós², Czinkota Imre¹

¹Szent István Egyetem, 2100 Gödöllő Páter Károly u. 1.; ²Eötvös József Főiskola, 6500 Baja Bajcsy-Zs. E. u. 14.

Bevezetés

Szennyvíziszap anaerob kezelésére a szennyvíztisztító telepek folyékony, folyamatos üzemű rothasztókat alkalmaznak. Szerves hulladékok rothasztására alkalmazzák a száraz, szakaszos üzemű anaerob kezelést. Feltételezésünk szerint a szennyvíziszap is kezelhető száraz, szakaszos üzemű anaerob kezeléssel. Ez a kezelés egyszerű üzemeltetése és alacsony beruházási költsége miatt a kis- és közepes kapacitású szennyvíztisztító telepek iszapstabilizálási technológiájának egyik alternatívája lehet. Az anaerob lebontás során biogáz keletkezik, melynek metántartalma energetikailag hasznosítható a szennyvíztisztító telepen. A metántermelés hatékonyságát befolyásolják a környezeti feltételek, valamint a lebontást végző anaerob szervezetek (főként metántermelők). A metántermelés kinetikáját befolyásolja az alkalmazott szubsztrát és oltóanyag mennyisége és minősége. Szennyvíziszap száraz, szakaszos üzemű anaerob kezelése során a metántermelés kinetikai paraméterei nem tisztázottak, így célul tűztük ki a metántermelés matematikai modellezését.

Felhasznált anyagok

Vizsgálatainkhoz a Kecskeméti Szennyvíztisztító Telepről származó szennyvíziszapokat használtuk. Szubsztrátként víztelenített főlös és víztelenített kevert iszapot, oltóanyagként víztelenített rothasztott iszapot alkalmaztunk. A felhasznált iszapok anyagjellemzőit mutatja az 1. táblázat.

1. táblázat: A vizsgálathoz használt iszapok anyagjellemzői

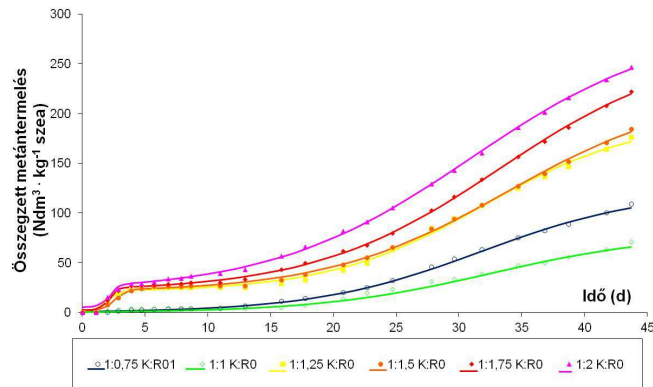
Iszap fajtája	sza (%)	szea (%)	KOI (g kg ⁻¹ sza)	MA (g CH ₄ -KOI g ⁻¹ szea d ⁻¹)
rothasztott iszap R0 (oltóanyag 1.)	16,83	68,02	901	0,0232
kevert iszap K (szubsztrát 1.)	23,86	69,91	1124	-
rothasztott iszap R1 (oltóanyag 2.)	22,99	41,01	477	0,0284
főlös iszap F1 (szubsztrát 2.)	15,25	83,93	1161	-

A kísérlet beállítása

A száraz, szakaszos üzemű kezelés vizsgálatát 6 dm³ összetérfogatú reaktorokkal végeztük, amelyek a pH mérés során kialakuló zavaró hatás (reaktorok megnyitása) csökkentése érdekében 4 db, egyenként 1,5 dm³ térfogatú párhuzamosan kapcsolt reaktorokból álltak. Az alkalmazott reaktorokat mutatja az 1. ábra. Az alkalmazott szubsztrát : oltóanyag arányok (száraz szervesanyagra vonatkoztatva) 1:0,75; 1:1; 1:1,25; 1:1,5; 1:1,75 és 1:2.



1. ábra: Száraz, szakaszos üzemű anaerob reaktorok



2. ábra: Összegzett metántermelés kevert iszap száraz, szakaszos üzemű anaerob kezelése során

2. táblázat: Kinetikai paraméterek kevert iszap vizsgálata során

K:R0 arány	CH ₄ max a (Ndm ³ · kg ⁻¹ szea)	k _a (d ⁻¹)	t _{0a} (d)	CH ₄ max b (Ndm ³ · kg ⁻¹ szea)	k _b (d ⁻¹)	t _{0b} (d)	R ²
1:0,75	-	-	-	122,7	0,1503	31,76	0,9989
1:1	-	-	-	79,07	0,1445	32,56	0,9937
1:1,25	20,41	2,0136	1,99	173,95	0,1613	31,93	0,9976
1:1,5	20,14	2,2593	2,62	202,36	0,1391	33,82	0,9989
1:1,75	21,34	3,2174	2,18	246,70	0,1350	33,23	0,9994
1:2	20,66	3,1105	2,22	269,38	0,1257	30,96	0,9992

Mérési módszer

Az iszapok száraz- (sza) és szervesanyag- (szea) tartalmát, kémiai oxigén igényét (KOI) szabvány szerint határoztuk meg. Az oltóanyag minőségének jellemzésére meghatároztuk a rothasztott iszapok metanogén aktivitását (MA). A vizsgálat során termelődött biogáz mennyiségét Schlumberger „A1” típusú vizes gázórával mértük. A biogáz metántartalmának meghatározását Fisher & Rosemont BINOS 104 típusú precíziós gázlemező berendezéssel végeztük.

Statistikai adatkezelés

A metántermelést száraz, szakaszos üzemű anaerob kezelésnél logisztikus függvénykapcsolattal jellemezhetjük:

$$CH_4\% = CH_{4\max} / (1 + e^{-k(t-t_0)})$$

A szubsztrát minőség változása (nagyobb könnyen bontható szerves anyag) esetén két egymást követő folyamat összegeként írható le a metántermelés:

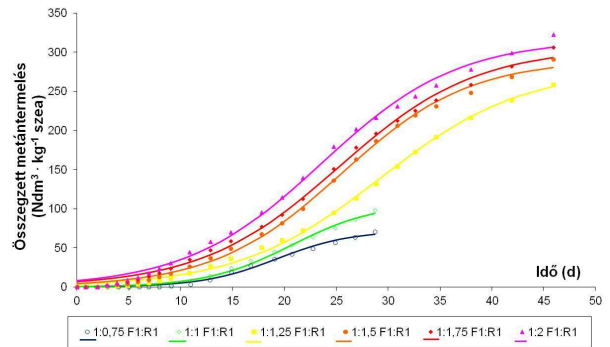
$$CH_4\% = CH_{4\max a} / (1 + e^{-k_a(t-t_0)}) + CH_{4\max b} / (1 + e^{-k_b(t-t_0)})$$

A függvények illesztését a Windows alatt futó Origin 8.0 programcsomaggal végeztük.

Eredmények és értékelésük

A kevert iszappal végzett vizsgálat eredményeit mutatja a 2. ábra, a reakciókinetikai paramétereket a 2. táblázat. Az ábrán láthatjuk, hogy az oltóanyag arány növekedésével a metántermelés nő. 1:0,75 és 1:1 szubsztrát : oltóanyag arány esetén logisztikus függvénykapcsolattal jellemezhető a metántermelés. 1:1,25 és nagyobb keverési arányoknál a lebontási folyamat első két napjában is tapasztalunk egy metántermelési csúcsot, mely az 5. napot követően csökken. Ez a kevert iszapban lévő könnyen bontható szerves anyag jelenlétére, valamint az anaerob lebontást végző más mikroorganizmus populációkra utal. Alacsonyabb (1:0,75; 1:1) oltóanyag arányoknál a felhalmozódó zsírsavak gátolják a metántermelők aktivitását, mely metántermelésben is megnyilvánul.

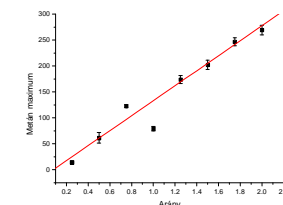
A főlös iszap kezelése során (3. ábra és 3. táblázat) nem tapasztaltuk a vizsgálat első napjaiban jelentkező magasabb metántermelést. A metántermelés ugyancsak az oltóanyag mennyiségével növekszik.



3. ábra: Összegzett metántermelés főlös iszap száraz, szakaszos üzemű anaerob kezelése során

3. táblázat: Kinetikai paraméterek főlös iszap vizsgálata során

F1:R1	CH ₄ max a (Ndm ³ · kg ⁻¹ szea)	k _a (d ⁻¹)	t _{0a} (d)	R ²
1:0,75	72,12	0,2800	19,30	0,9926
1:1	107,63	0,2435	20,72	0,9933
1:1,25	278,94	0,1455	29,29	0,9979
1:1,5	290,53	0,1626	25,53	0,9978
1:1,75	306,10	0,1510	25,24	0,9965
1:2	316,57	0,1527	23,61	0,9954



4. ábra: Kevert iszap anaerob kezelése során az összes metántermelés és a szubsztrát:oltóanyag kapcsolata

$$R = 0,92998$$

$$CH_{4\max} = -11,4 + 144,6 \cdot \text{oltóanyag arány}$$

Összefoglalás

Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a szennyvíziszap kezelhető száraz, szakaszos üzemű anaerob technológiával. Az iszap minősége, az iszapban lévő könnyen bontható szervesanyag-tartalom meghatározza az anaerob folyamat jellegét. Kevert iszap kezelése során a sebesség-ido összefüggés kettő lokális maximumot is mutatott. Az összegzett metántermelési adatok időben több lépcsős monoton növekedő görbét rajzoltak ki. Mérésünk kiértékelésére többtagú összetett logisztikus függvényt dolgoztunk ki. A nem lineáris regresszióval illesztett összetett függvényünk jól illeszkedett a mérési eredményeinkre.

Információ:

rozsane.szucs.beatrix@mkk.szie.hu