

MIKROHULLÁMÚ ELŐKEZELÉS HATÁSA A TEJIPARI SZENNYVÍZISZAPOK BIOGÁZTERMELÉSÉRE

THE EFFECT OF MICROWAVE PRE-TREATMENT ON BIOGAS PRODUCT OF DAIRY SLUDGE

Beszédes Sándor¹, László Zsuzsanna¹, Kertész Szabolcs¹, Hodúr Cecília¹, Kiricsi Imre², Szabó Gábor¹

¹SZTE Mérnöki Kar Gépészeti és Folyamatmérnöki Intézet, 6725 Szeged, Moszkvai krt 5-7.

²SZTE TTIK, Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék, 6720 Szeged, Rerrich B. tér 1.

Tel.: 62/546-030, E-mail.: beszedes@mk.u-szeged.hu

ÖSSZEFOGLALÓ

Az élelmiszeriparon belül a tejipar az egyik legnagyobb vízfelhasználó és ezáltal az egyik legnagyobb szennyvíztermelő ágazat.. A víztisztítási technológiák fejlődésével a szennyezőanyagok egyre tökéletesebb elválasztása vált lehetővé, de ez egyben a szennyvíziszap produkció növekedését okozta. A feldolgozott alapanyag jellegéből adódóan a keletkező iszap szerves anyagokban gazdag és ezáltal anaerob fermentációs eljárással biogáz állítható elő belőle. A munkánk során a különböző fajlagos teljesítményszintű mikrohullámú előkezelések biogáztermelésre gyakorolt hatását vizsgáltuk tejipari szennyvíziszap esetében. Az eredményeink alapján látható, hogy a mikrohullámú előkezelés a biogázkihozatalt növeli, de a termelődött biogáz mennyiségén kívül az energiaigényt is figyelembe véve nem a nagy teljesítményszintű mikrohullámú kezelések ajánlhatóak.

SUMMARY

From many branches of food industry the dairy industry has a large-scale technological and cleaning water demand. The dairy industry has a large waste water product also the development of waste water management technologies increases the mass of produced sewage sludge is also increased. Sludge originated from dairy processing is rich in different organic matters because of this it is suitable as a raw material of biogas production by applied anaerobic fermentation processes. The dairy sludge is often less degradable microorganisms because of resistant component. The aim of our work was to investigate the effect of microwave pretreatment on the biogas product applied different microwave power level. Our results show that the enhancing of microwave power level caused increasing in biogas production, but from energetically aspect the higher level microwave pretreatment were less efficient.

1. BEVEZETÉS

A szennyvíztisztítási technológiák során keletkező a vízfázistól elválasztott szilárdfázist nevezik szennyvíziszapnak. Az egyre növekvő csatornázás és szennyvíztisztítás következtében a szennyvíziszapok mennyisége világszerte növekszik, így elhelyezése egyre több problémát okoz. A deponálás és égetés mellett kézenfekvő lenne az iszapok mezőgazdasági hasznosítása, de a kommunális és egyes ipari szennyvizekből keletkező iszapok esetében a fertőzésveszély és a mérgező vegyületek jelenléte ezt nem teszi lehetővé. A nagy vízfelhasználású iparágak esetében, mint például a tejipar, egyre nagyobb arányban végeznek szennyvíz előtisztítást, ezért jelentős mértékben megnőtt a veszélyes hulladékként kezelendő szennyvíziszap mennyisége. Az ipari kémiai víztisztítási eljárások alkalmazása és a

fokozódó higiéniai előírások miatti nagy mosó és fertőtlenítőszer felhasználás következtében a tejiparban keletkező szennyvíziszap a nagy szervesanyag terhelése mellett aerob és anaerob úton is nehezen bontható, vagy gyakorlatilag bonthatatlan vegyületekben dúsul. A jelenlegi hulladékszegény technológiákra és biomassza felhasználásra való törekvések, és a világméretűvé váló energiaellátási problémák miatt a biohajtóanyagok mellett a biogáz előállítás és optimalizálása kerül előtérbe.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A szennyvíziszapok esetében a különböző termikus és oxidációs eljárások előkezelésként való alkalmazása nagymértékben javítja a víztelenítési eljárások hatékonyságát, valamint az anaerob lebontás mértékét, vagyis növeli a biogázkitermelés hatékonyságát (Neyens, Baeyens, 2003). A hagyományos termikus eljárások helyett napjainkban igen széleskörűen alkalmazzák a mikrohullámú energiaközlést. A mikrohullámú technika legfőbb előnyei közé tartozik az igen gyors felmelegítés, a térfogategységbe vihető nagy energiaáram, a többkomponensű rendszerek esetében, a szelektív melegítés jelensége (Jones et al., 2002). Ezek a tulajdonságok tették lehetővé a gyorsmelegítésre, sterilizálásra vagy roncsolási célokra történő felhasználását.

2.1. Felhasznált anyagok

A biogáztermelés céljára felhasznált tejipari szennyvíziszap a Sole-Mizo ZRt szegedi telephelyéről származott, az átlagos nedvességtartalma 58,2 tömeg % volt.

A szennyvíziszap minták beoltására a Hódmezővásárhelyi Városi Szennyvíztisztító üzem biogázreaktorából származó anaerob iszapot használtunk 10% koncentrációban. A kezeléseket, és a beoltások után az optimális gázkihozatal érdekében a minták pH-ját 0,1n HCl-oldattal 7,2 értékre, a szárazanyag tartalmat 6 tömeg %-ra állítottuk be.

2.2. Mikrohullámú kezelések

A mikrohullámú kezeléseket Labotron 500 típusú professzionális mikrohullámú kezelőberendezésben végeztük. A berendezésben található magnetron 2,45 GHz frekvencián folyamatos és tetszőlegesen beállítható időprogramozóval szakaszos üzemmódban 500 W illetve 250 W teljesítményt ad le. A kezelendő mintában az egyenletes mikrohullámú energiaabszorpciót egy forgótányér biztosítja. A minták víztartalomcsökkenésének elkerülése érdekében a kezelőedényekre üvegtetőt helyeztem. A kezeléseket mindkét magnetron-teljesítménynél 5 és 10 percig végeztük.

2.3. Biogázkihozatal vizsgálata

A szennyvíziszapok biogáz hozamának mérésére BOI OxiTop PM típusú 12 férőhelyes palackos anaerob fermentoregységet használtunk. A biogáz kihozatali vizsgálatokat 30°C-on végeztük termosztált körülmények között.

A mikrohullámú kezelések energiahatékonyságának becslésére az anaerob fermentáció során keletkező metán fűtőértékének és a mikrohullámú magnetron által az elektromos hálózathoz felvett energia értékének a különbségét használtuk:

$$\text{Energiahatékonyság} = V_{\text{metán}} \times c_{\text{égéshő(metán)}} - P_{\text{magnetron}} \times \tau_{\text{kezelés}}$$

2.4. Biológiai bonthatóság meghatározása

Az iszapok biológiai bonthatóságának jellemzését a biológiai úton bontható szervesanyag-tartalom (biológiai oxigénigény, BOI) és a kémiai módszerrel meghatározható szervesanyag-tartalom (kémiai oxigénigény, KOI) viszonyából számított százalékos értékkel fejeztük ki.

$$\text{Biológiai bonthatóság} = \frac{\text{BOI [mg/l]}}{\text{KOI [mg/l]}} \times 100 [\%]$$

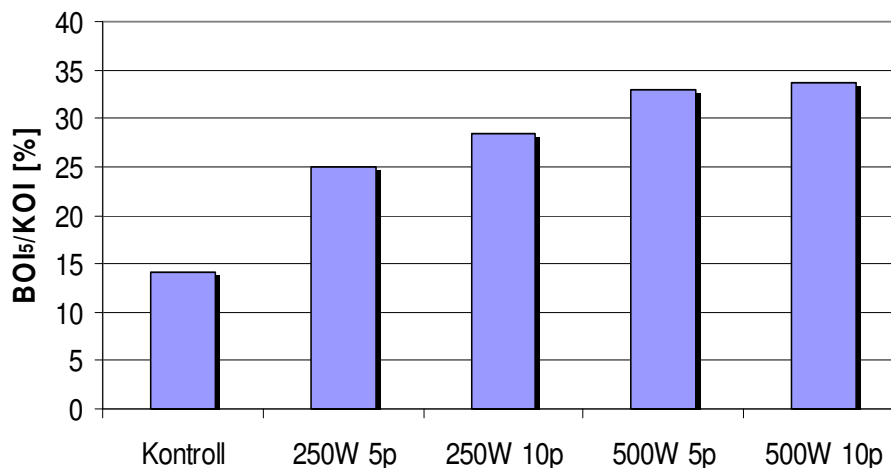
A biológiai oxigénigényt mérését egy respirometriás elven alapuló hat férőhelyes mérőegység (Lovibond BOI OxiDirect mérőrendszer) segítségével végeztük, állandó 20°C-os hőmérsékleten 5 napig. A összehasonlíthatóság érdekében a méréseknél BOI Seed standard mikrobakészítményt használtunk.

A kémiai oxigénigényt egy KOI meghatározására kifejlesztett fotométerrel (Lovibond, PC Checkit) kálium-bikromátos tesztküveták segítségével mértük 2 órás 180°C-os előroncsolást követően.

3. EREDMÉNYEK

3.1. Biológiai bonthatóság változása mikrohullámú előkezelés hatására

A biológiai bonthatóságot jellemző paraméterek közül a kémiai oxigénigény szignifikánsan nem változott, azonban a biológiai oxigénigény, az előkezelést nem kapott kontrollmintákhoz képest, a kezelési időt, és az alkalmazott mikrohullámú teljesítményt növelve, fokozott mértékben, növekedett. A kisebb mikrohullámú teljesítményszint esetében a kezelési idő növelése növeli a biológiai bonthatóságot, a nagyobb teljesítménynél a kezelési idő 5 percről 10 percre való növelése nem okoz számottevő változást a biológiai bonthatóság értékében (1. ábra).



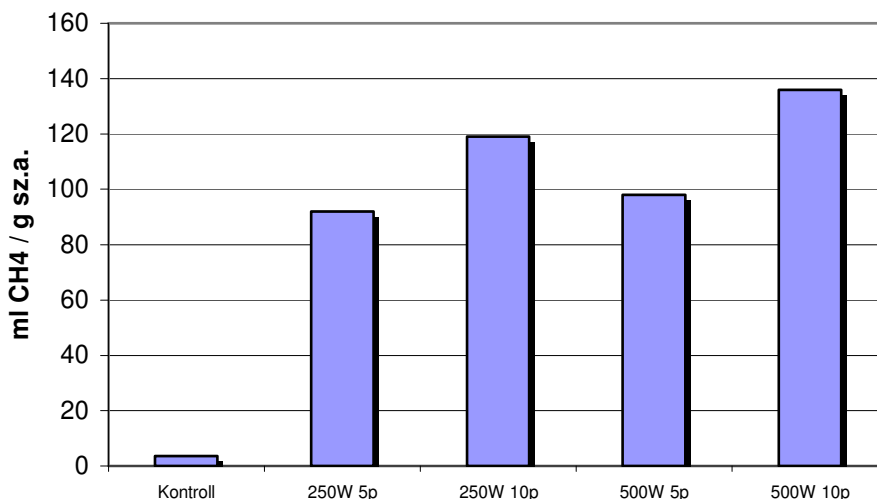
1. ábra: Biológiai bonthatóság változása mikrohullámú előkezeléseket követően

A biológiai bonthatóság változását nem a KOI értékének csökkenése, hanem a BOI értékének a növekedése, vagyis a kezelések hatására biológiai úton lebonthatóvá váló vegyületek mennyiségének növekedése okozza.

3.2. Mikrohullámú előkezelések hatása a biogázhozamra

Az iszap előkezelés nélküli biogázhozama, a benne lévő nehezen bontható vegyületek és a szennyvízkezelésből visszamaradó vegyszermaradványok hatása miatt max. 2-3 ml/g a szárazanyag tartalomra vonatkoztatva.

A mikrohullámú kezelések a biogázképződést egyértelműen fokozzák (2. ábra). A biogáztermelődés fokozódásának oka, hogy a mikrohullám hatására a biológiai lebontásnak ellenálló szerves anyagok, az intenzív felmelegedés és sejtszerkezet feltáródása révén az anaerob mikroorganizmusok számára könnyebben lebonthatóvá válnak (Climent et al, 2007)



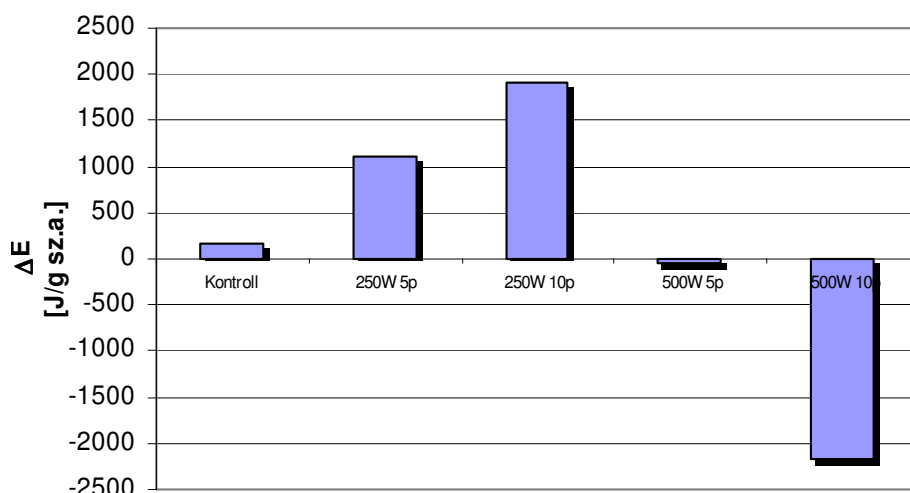
2. ábra: Mikrohullámú kezelés hatása a biogáztermelődésre

A biogázhozamot tekintve megállapítható, hogy az anyagba bevitt teljesítménynél a beviteli teljesítményszint nagysága nem elhanyagolható, vagyis a fele akkora teljesítményszint, de kétszeres kezelési idő alkalmazásának hatása nem ekvivalens a kétszeres teljesítményszint és feleakkora kezelési idő hatásával.

3.3. A mikrohullámú előkezelések energiahatékonysága

A biogáz és metántermelődés vizsgálatától eltérően az energetikai szempontokat is figyelembe véve már nem a nagyobb mikrohullámú teljesítményszintű kezelések az optimálisak. A nagyobb teljesítményszintek esetében a kitermelhető biogáz és metántartalom magasabb, de a kezelésekhez felhasznált energia is lényegesen nagyobb.

A nagyobb teljesítményszintű mikrohullámmal nyert biogáz többletből származó fűtőérték növekedést meghaladja a mikrohullámú kezelések során felhasznált energia (3. ábra).



3. ábra: Mikrohullámú kezelések energiahatékonysága

$$(\Delta E = E_{\text{biogáz}} - E_{\text{Mikro}})$$

Az előkezelés nélküli kontrollmintához viszonyítva a biogáztermelődést, látható, hogy a kisebb teljesítményű kezelések ajánlhatóak, mert ezek hoznak jelentősebb mértékű energiatöbbletet. A 250 W- on végzett kezeléseknél a kezelési idő 5 percről 10 percre történő növelése a biogázhozam fokozása mellett az energiahatékonyságot is javítja.

4. AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE, JAVASLATOK

A mikrohullámú energiaközlésnek a tejipari szennyvíziszapra gyakorolt hatását tekintve a mérési eredményeink alapján látszik, hogy a kezelések az iszapban található szerves anyagok aerob bonthatóságát egyértelműen növelik.

Az általunk vizsgált, tejiparból származó, szennyvíziszap előkezelések nélküli biogáz hozama csekély, a mikrohullámú előkezelések biogáz termelődésre gyakorolt hatását vizsgálva összességében elmondható, hogy a biogáz kihazatalt jelentősen (kezelési körülményektől függően 8-13-szorosára) növelik.

A biogáz termelődésének vizsgálatán túl az energetikai szempontokat is figyelembe véve azonban már nem a nagyobb mikrohullámú teljesítményszintű kezelések az optimálisak. A nagyobb teljesítményszintek esetében a kitermelhető biogáz és metántartalom magasabb, de a kezelésekhez felhasznált energia is lényegesen nagyobb. Az általunk végzett kezelések közül a 250W-on 10 percgig végzett előkezelés volt energiahatékonyság szempontjából a leginkább megfelelő.

5. IRODALOM

- 1) Climent, L., Ferrer, I., Baeza M., Artola A., Vázquez F., Font X. (2007) Effect of thermal and mechanical pretreatments of secondary sludge on biogas production under thermophilic conditions *Chemical Engineering Journal* pp. 273-278.
- 2) Jones, D. A., Lelyveld, T. P., Mavrofidis, S. D., Kingman, S. W., Miles, N. J. (2002): Microwave heating applications in environmental engineering. *Resources, Conservation and Recycling*, pp. 75-90
- 3) Neyens E., Baeyens J. (2003): A review of thermal sludge pre-treatment processes to improve dewaterability. *Journal of Hazardous Materials* pp. 51-67.