

ÉLELMISZERIPARI SZENNYVÍZ MIKROHULLÁMÚ KEZELÉSE

KOVÁCS RÓBERTNÉ¹ – KESZTHELYI-SZABÓ GÁBOR²

Összefoglalás

A nagy szerves anyag tartalmú anyagok anaerob fermentációját megelőzően a lebontás hatékonyságának és sebességének növelése érdekében különböző előkezeléseket alkalmaznak. A mikrohullámú kezelés azon túl, hogy az anyagot egyenletesen, belülről melegíti, abban is eltér a hagyományos hőkezelési technikáktól, hogy energiája módosíthatja a biológiai szerkezetet, roncsolhatja a sejtmembránokat, illetve a molekulák közötti kötéseket, ezzel növelve a biológiailag lebontható szerves anyagok mennyiségét. Vizsgálataink során élelmiszeripari szennyvizek előkezelését végeztük el különböző kezelési paraméterek mellett. A kezelő berendezéshez kapcsolt változó elektromos paramétereket mérő egység és a korábban kidolgozott számítási metódusok alapján meghatároztuk az anyag dielektromos tulajdonságait.

¹Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Műszaki Intézet, 6724 Szeged, Mars tér 7.

²Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Folyamatmérnöki Intézet, 6724 Szeged, Moszkvai krt. 9.

Microwave treatment of wastewater *Kovács Róbertné – Keszthelyi-Szabó Gábor*

Summary

A large variety of pretreatments of organic materials are used for improving the efficiency and speed of anaerobic digestion. Thermal, chemical, ultrasonic and thermochemical pretreatments can be used. Thermal treatments are able to positively influence the biodegradable without the addition of other chemicals. In addition to heating the materials consistently electromagnetic treatment can disrupt cell membrane and change biological structure increasing degradability. In our studies we were carried out pre-treatment of food industrial waste water in different flow and amount of energy supplied. Dielectric parameters of the material were determined by methods elaborated earlier based on the changing electric parameters measured by the unit attached to the pretreating system. Changes of biodegradability and energy efficiency of it are affected by the changes of the dielectric parameters.

Bevezetés

Az mikrohullámú sugárzás a speciális molekulaszintű melegítő hatásának, az alkalmazása során szükséges alacsonyabb aktivációs energiának, a növekvő reakciósebességnek, az energetikailag hatékonyabb folyamatoknak, valamint a kisebb méretű berendezéseknek köszönhetően igen nagy figyelmet vívott ki az ipar és a tudomány különböző területein. (S.W. Kingman, 1998) Ahhoz azonban, hogy megfelelően alkalmazni tudjuk akár önálló, akár kapcsolt kezelések esetén, nagyon fontos megismernünk a mikrohullám különböző anyagokra gyakorolt hatását.

Egy vezetőben folyó áram (vagyis mozgó töltések) vezető környezetében mágneses mezőt hoz létre. Elektromos és mágneses teret azonban nem csak töltések, illetve áramok képesek létrehozni, hanem az időben változó elektromos mező mágneses mezőt, míg az időben változó mágneses mező elektromos mezőt indukál. Mivel a két mező egymásra kölcsönösen hathat, közös néven elektromágneses mezőnek nevezzük őket. Az elektromágneses sugárzás spektrumában 300 MHz - 300 GHz frekvencia között, viszonylag nagy hullámhosszal

rendelkező hullámok a mikrohullámok. A mikrohullám fotonjai viszonylag alacsony energiával (0,125 kJ/mol) rendelkeznek a kémiai kötések energiájához; képest, így közvetlenül a mikrohullám nem befolyásolja a molekuláris szerkezetet. Szintén nem képes megváltoztatni az atomok körüli és az atomok közötti elektronszerkezetet, de kölcsönhatásba léphet vele. A kémiai reakciókat azonban gyorsíthatjuk: az elektromágneses sugárzás a poláros molekulákban szelektíven nyelődik el, míg az apoláros molekulák közömbösek az elektromágneses sugárzással szemben. A mikrohullám alkalmazása nagyon gyakran alapul azon, hogy a különböző anyagokkal különböző módon lép kölcsönhatásba, vagyis különböző módon polarizálja azokat.

A mikrohullámú sugárzás 2,45 GHz frekvencián oszcillál, vagyis a töltések közel 5 billió alkalommal váltanak polaritást másodpercenként, ami nagyon kedvező az anyagok melegítése szempontjából. A mikrohullámú sugárzás speciálisan a víz molekulák saját frekvenciájához van hangolva, ezzel maximalizálva a kölcsönhatás mértékét.

A polarizáció folyamata különböző részfolyamatokból áll: elektromos polarizáció, atom vagy ion polarizáció, orientációs polarizáció, tértöltéses polarizáció (töltésugrásos polarizáció vagy határfelületi polarizáció). A polarizáció során az anyag dipólmomentumra tesz szert. A dipólusok folyamatosan rotációs mozgást végeznek, próbálnak alkalmazkodni a gyorsan változó elektromos térhez, ami energiaátadást eredményez. A másik módja az energiaátadásnak az ionos vezetés, amely akkor lehetséges, ha a kezelt anyagban ionok találhatóak.

A hagyományos és a mikrohullámú melegítés között az a legszembevetőbb különbség, hogy a hagyományos eljárások esetén a hő az anyagon kívülről érkezik, és először a felületet melegíti fel, majd bejut az anyag belsejébe, mikrohullámú melegítés esetén azonban a hő az anyagon belül keletkezik, és annak egészét melegíti, ezzel elkerülve a felület túlmelegedését.

A nagy szervesanyag tartalommal rendelkező kommunális, illetve az ipar különböző területeiről származó szennyvizek kezelése esetén is előnyösen alkalmazható. Alkalmazásával hatékonyan távolítható el a szennyvizekből a különböző környezetre káros anyag, például az illó szerves vegyületek, színezékek, ammónia (L. Lin et al., 2009.), nitrogén, fenolos vegyületek, kőolaj. Ezen túlmenően az előkezelés hatására az anaerob fermentáció során nagyobb mennyiségű biogáz nyerhető ki. (Beszédes et al., 2011.)

Anyag és módszer

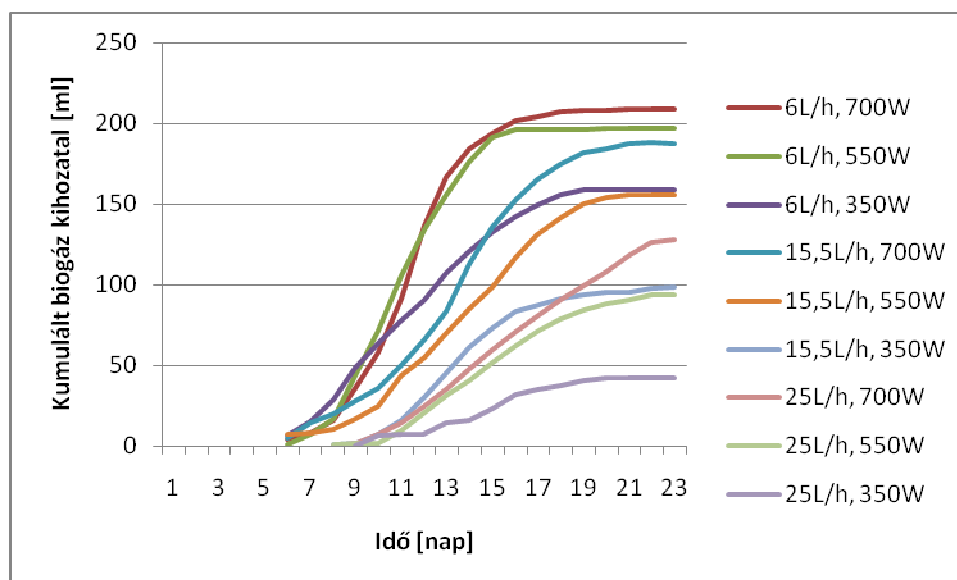
A Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Karán található folyamatos anyagtovábbítású mikrohullámú kezelőberendezésben kezelt tejipari szennyvíz egy szegedi tejipari vállalattól származik. A kezelőberendezésen az anyagot egy perisztaltikus szivattyú juttatja keresztül, melynek fordulatszámával a kívánt térfogatáram állítható. A mikrohullámú kezelés egy üregezonátorban történik, ebben az anyag egy spirálisan elhelyezett tefloncsőben halad végig. A rezonátorhoz csőtápvonalon csatlakozó 2,45GHz frekvencián működő vízhűtéses magnetron teljesítménye állítható. A szennyvíz kezelése 3 különböző térfogatáram, és három különböző magnetron teljesítmény mellett történt, amely paraméterek az 1. táblázatban láthatóak. A kezelési idő a térfogatáram változtatásával változott, a felhasznált energiát pedig a magnetron teljesítmény és a kezelési idő szorzataként számítottuk ki.

A biogázhozam mérése BOI OxiTop PM típusú manometrikus elven működő 12 férőhelyes, folyamatosan kevertetett rendszerrel történt. A fermentáció mezofil hőmérséklettartományban (40°C) zajlott. A mérés során a mérőfejek a gáztermeléssel összefüggésben lévő nyomásváltozást regisztrálják 2 órás időközönként. A mérőfejek által rögzített nyomásértékekből, a minta fölött lévő gáztér térfogatának ismeretében számítható ki a keletkező biogáz atmoszferikus nyomásra és 20°C hőmérsékletre normált térfogata.

1. táblázat A kezelési paraméterek

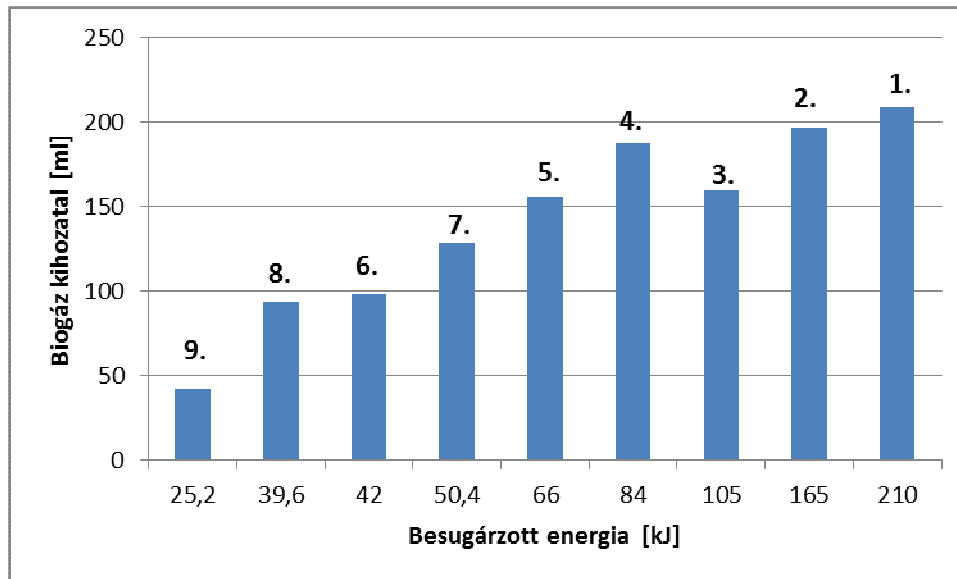
A minta száma	Térfogatáram [l/h]	Magnetron teljesítmény [W]	Kezelési idő [s]	Felhasznált energia [kJ]
1	6	700	300	210
2	6	550	300	165
3	6	350	300	105
4	15,5	700	120	84
5	15,5	550	120	66
6	15,5	350	120	42
7	25	700	72	50,4
8	25	550	72	39,6
9	25	350	72	25,2

Eredmények és értékelésük



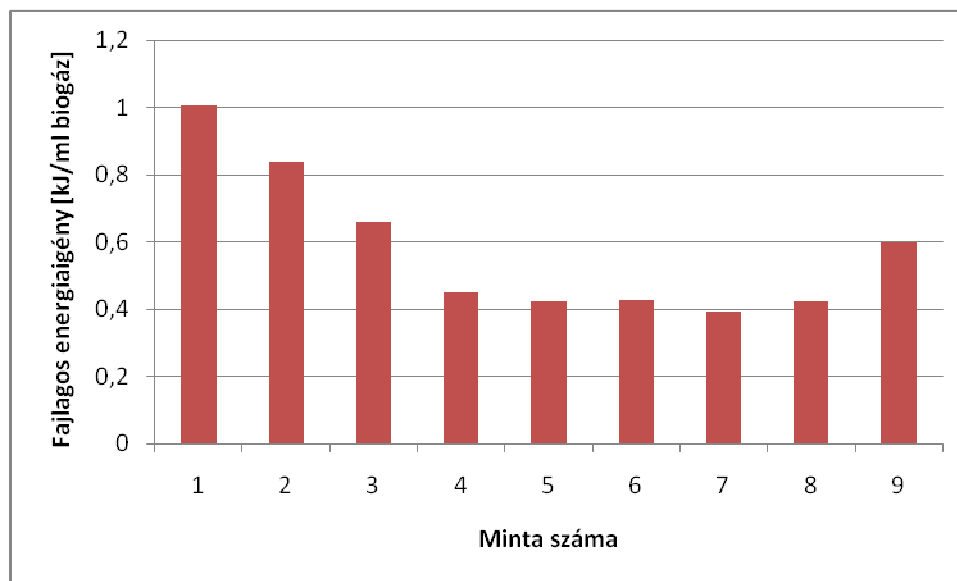
1. ábra Kumulatív biogáz kihozatal a lebontási idő függvényében (100ml kezelt szennyvíz+10ml oltóiszap)

Az 1. ábrán látható, hogy a különböző kezelési paraméterek különböző biogázkihozatalt eredményeztek. A legkisebb és legnagyobb biogáz mennyiség között az eltérés több, mint négyszeres volt. A kezelés paramétereinek beállítás befolyásolja a kezelési idő és a besugárzott energia értékét. A 2. ábrán a besugárzott energia függvényében láthatjuk a biogázkihozatalt. Jól látható, hogy egyetlen beállítástól eltekintve (3. minta, 6l/h térfogatáram, 350W magnetron teljesítmény) a növekvő besugárzott energia, növekvő biogázkihozatalt eredményez.



2. ábra biogáz kihozatal a besugárzott energia függvényében

A 3. ábrán a fajlagos energiaigényt tüntettük fel, vagyis a besugárzott energia és a termelődött biogáz mennyiségének hányadosát. Ebben az esetben a kisebb értékek jelentik a kedvezőbb kezelési kondíciókat. A 4-8. minták esetén közel azonos eredményt kaptunk.



3. ábra Fajlagos energiaigény különböző kezelési paraméterek esetén
(A minták száma megegyezik az 1. táblázat adataival)

Összefoglalás

A tejipari szennyvíz anaerob fermentációját jelentősen befolyásolták a mikrohullámú előkezelés során beállított kezelési paraméterek. A legtöbb esetben a nagyobb besugárzott energia esetén a biogázkihozatal értékei is magasabb eredményt mutattak. A biogázkihozatal és a fajlagos energiaigény eredményei nem ugyanazon minták esetén voltak a legkedvezőbbek. A szennyvízkezelés esetén tehát a megfelelő célok kijelölése után van lehetőség a kezelési paraméter-együttes optimálására.

Felhasznált irodalom

Beszédes, S., László, ZS., Horváth H. ZS., Szabó G., Hodúr C. (2011): Comparison of the effects of microwave irradiation with different intensities on the biodegradability of sludge from the dairy- and meat-industry. *BioresourceTechnology* , 102, pp.: 814-821

Beszédes S., Ludányi L., Koltai A., Szabó G.(2011): Toroid-rezonátor fejlesztése szennyvíziszapok mikrohullámú kondicionálásra (Development of toroidcavityresonatorformicrowaveconditioning of wastewatersludge). 7. Magyar Szárítási Szimpózium Összefoglalói. 2011.04.07-08., pp.: 12-13.

K.E. Haque, Microwave energy for mineral treatment processes—a brief review, *Int. J. Miner. Process.* 57 (1999) 1–24.

L. Lin, S. Yuan, J. Chen, Z. Xu, X. Lu, Removal of ammonia nitrogen in wastewater by microwave radiation, *J. Hazard. Mater.* 161 (2009) 1063–1068.

S.W. Kingman, N.A. Rowson, Microwave treatment of minerals-a review, *Miner. Eng.* 11 (1998) 1081–1087.