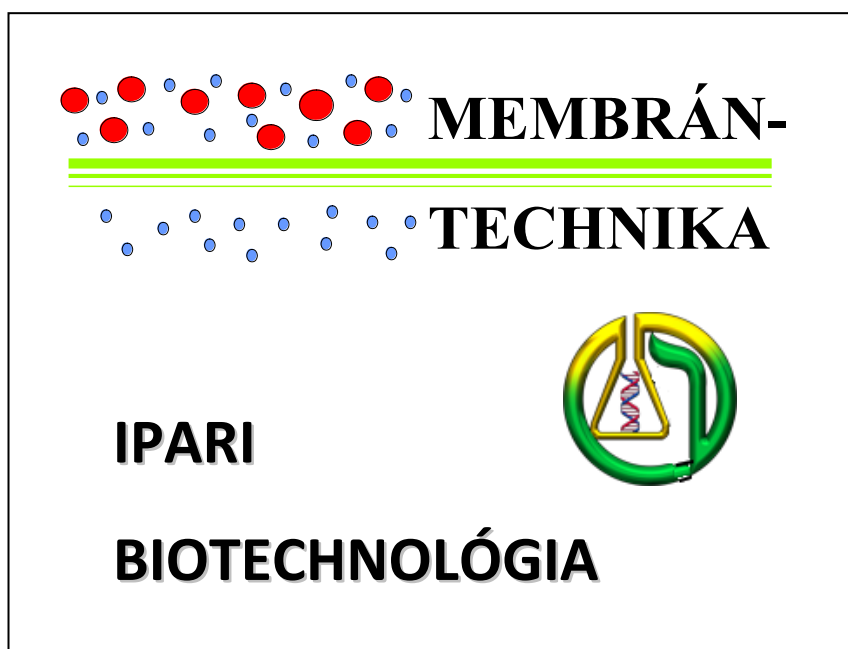




III. évfolyam 3. szám

2012. szeptember

MEMBRÁNTECHNIKA ÉS IPARI BIOTECHNOLÓGIA

**A Magyar Kémikusok Egyesülete
Membrántechnikai Szakosztályának kiadványa
ISSN 2061-6392**

Felelős szerkesztő: Bélafiné Dr. Bakó Katalin
Pannon Egyetem
Biomérnöki, Membrántechnológiai és
Energetikai Kutató Intézet
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
Tel.: 88-624 726
Fax: 88-624 292
E-mail: bako@almos.uni-pannon.hu

A szerkesztőbizottság tagjai:
a MKE Membrántechnikai Szakosztály vezetősége:
Békássyné Dr. Molnár Erika, Dr. Mizsey Péter,
Dr. Hodúr Cecília, Dr. Vatai Gyula; valamint
Dr. Gubicza László (lektor) és Vajda Balázs (asszisztens)

Megjelenik: negyedévente, 300 példányban

Előfizetési díja: évi 1 500 Ft

Megrendelhető: MKE Membrántechnikai Szakosztály
1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 1- 201 6883
Fax: 1- 201 8056

TARTALOM

oldal

Szigeti M.G., Bélafiné Bakó K., Nemestóthy N.: Ozmotikus membrán bioreaktorok alkalmazása a szennyvíztisztítás területén	30
Fonalférgek a tengerentúlról – konferencia beszámoló	40
Közelgő membrános konferenciák, kurzusok	42

Ozmotikus membrán bioreaktorok alkalmazása a szennyvíztisztítás területén

Szigeti Márton Géza, Bélafiné Bakó Katalin, Nemestóthy Nándor
*Pannon Egyetem, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatóintézet
H-8200, Veszprém, Egyetem u. 10., Hungary*

1. Bevezetés

Jelentős környezet-egészségügyi problémát jelentenek a kezelt, valamint kezeletlen kommunális szennyvizekben széles skálán jelen levő szerves szennyező anyagok (*Ternes és mtsi., 2004*). Habár a szennyezők nagy része intakt marad, világszerte egyre nagyobb az egyetértés a tudományos szakértők, valamint a vízegészségügyi hatóságok között abban, hogy a környezet védelme érdekében indokolt ezen komponensek optimalizált eltávolítása a szennyvízkezelés során. Elfogadott tény, hogy a szennyvíz hagyományos és nem konvencionális kezelése nem hatékony számos szerves szennyező eltávolításában (*Ternes és mtsi., 2004*). Az igény egy eredményes kezelési eljárásra számos tudományos befektetést indukált, a kutatások célja egy olyan új technológia kifejlesztése, ami kommunális szennyvízből jó minőségű elfolyó kezelt szennyvizet biztosít, különösen a szerves szennyező anyagok eltávolítására nézve (*Cartinella és mtsi., 2006; László Zs. és mtsi., 2007; Shannon és mtsi., 2008; Bernabeu és mtsi., 2011; Li és mtsi., 2011; Patterson és mtsi., 2011*).

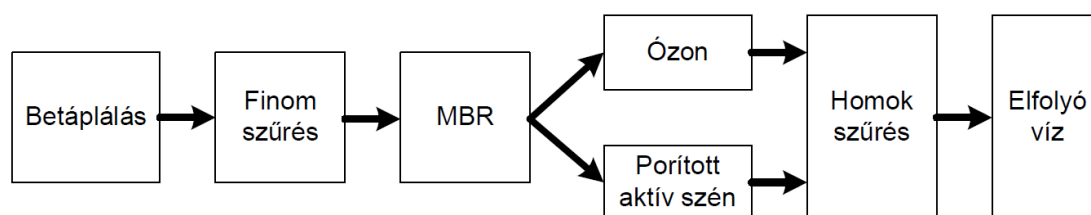
A membrán bioreaktor rendszerek (MBR) olyan membrán szeparációs egységek, melyben egy időben játszódnak le biológiai folyamatok és szeparációs művelet (*Bélafiné Bakó K., 2002*). A membrán szeparáció folyadék halmazállapot mellett gázhalmazállapotú elválasztások során is igen hatékony, így a téma tárgyát képező szennyvíztisztításon túl a levegőtisztaság-védelem területén is felhasználható (*Békássyné Molnár E. és mtsi.*). A membrános műveletekkel a szennyvíztisztítás területén az 1970-es években kezdtek el foglalkozni, de magas beruházási költségük, és nagy energiafogyasztásuk miatt nem váltották be a feljuk támasztott igényeket. Az 1980-as években megjelentek az ún. második generációs modulokba épített membránok, melyek a permeátumot vákuum segítségével állították elő. Ezek a membránok jellemzően a reaktortérbe bemerülő modulok voltak, működésük már jóval kisebb energiát igényelt köszönhetően a levegőbuborékok áramlásának (*Bélafiné Bakó K. és mtsi., 2005*).

A membrános műveletek során a legnagyobb gondot a membránok eltömődése (fouling) okozza, ám a kutatások során megállapították, hogy a szennyvíz-technológiai műveleteknek, illetve a szennyvíz biológiai, és fizikai-kémiai jellemzőinek köszönhetően a fouling kezelhető (*Cui és mtsi., 2003*). További megoldást jelent, ha nem csak a membrán felületén lévő levegőbuborékokat, hanem a membránokat (kapillárisokat) magukat is mozgatják, mely elősegíti a membrán felületére tapadt részecskék leválását (*Bouhabila és mtsi., 2001*).

2. Membrán bioreaktorok

A napjainkban működő MBR rendszerek potenciális alternatívái lehetnek a konvencionális, eleven iszapos (CAS) eljárásnak (*Guo és mtsi., 2008; Sahar és mtsi., 2011*). Összehasonlítva a hagyományos CAS rendszerekkel az MBR rendszerek jóval hatékonyabbak, mivel a berendezések kisebb méretűek, jobb minőségű elfolyó permeátum tisztaságot tudnak biztosítani (*Judd, 2008*), számos nehezen lebomló hidrofób szerves szennyező anyagoknál jobb eltávolítási hatékonyságot mutatnak (*De Wever és mtsi., 2007*), továbbá jóval magasabb folyadékba szuszpendált szemcsetartalom (MLSS) mellett képesek működni. A szisztematikus MBR kísérletek során bebizonyosodott, hogy a hidrofób szerves szennyező anyagok abszorbeálódnak a szuszpendált szemcsék felületén, a membránok visszatartásának hatására megnő a komponensek tartózkodási ideje a reaktorban, mely nagyobb eltávolítási hatékonyságot eredményez (*Tadkaew és mtsi., 2011*), azonban a jelenlegi MBR összeállítások egyelőre nem hatékonyak bizonyos hidrofil szennyező anyagok eltávolításában. Az MBR rendszerek nagy pórusméretű membránokat használnak (mikroszűrő, vagy ultraszűrő), melyek jó hatásfokkal képesek visszatartani a részecskéket, és vele együtt néhány patogén ágenszt, azonban nem képesek a kis molekulaméretű szerves komponensek visszatartására (*Visvanathan és mtsi., 2011*). Ezen elemek retenciós ideje megegyezik a hidraulikus retenciós idővel, ami általában nagyon rövid egy általános MBR folyamat során.

A németországi Wiesbaden-ben található szennyvíztisztító telep a szivattyúházból történő lecsatlakozás után kiépített MBR rendszerrel sikerrel végzett ipari méretekben kísérleteket a 1. ábrán látható folyamat szerint. A kísérleteikkel kifejezetten az ellenálló poláros szennyező anyagok lebontását célozták meg, mint pl. a komoly problémát okozó diclofenac is (*Knepper és mtsi., 2006*). A rendszerhez a Microdin-Nadir GmbH által forgalmazott BIO-CEL[®] MBR membrán modult, illetve különböző membrán prototípusokat alkalmaztak.



1. ábra A németországi Wiesbaden szennyvíztisztító MBR rendszerének folyamatábrája

Az ipari méretű kísérletek során is a laboratóriumi vizsgálatok során tapasztalt eredményekre jutottak, miszerint az MBR rendszerrel végzett szennyvíztisztítás hatékonyabbak, mint a hagyományos aktív iszapos szennyvíztisztítási technológiák az olyan ellenálló szerves anyagok elbontását tekintve, mint a gyógyszerhatóanyagok, vagy a növényvédő szerek. A hidraulikus retenciós idők tekintetében igen széles időskálán mozogtak, amely időintervallumban már figyelembe vehetők az olyan hatások, mint a baktériumok adaptálódása az adott környezethez, valamint a szubsztrát-terhelés vizsgálata.

Intenzív kutatások folynak nanoszűrő (NF), valamint fordított ozmózis (RO) membránok, illetve azok kapcsolt (NF/RO) alkalmazásával kapcsolatban a szennyvíz szerves szennyező komponenseinek eltávolításának intenzifikálása céljából (*C. Bellona és mtsi., 2007; K.O. Agenson és mtsi., 2009; Y. Yoon és mtsi., 2005*). A szennyező komponensek szeparációja az NF/RO membránok esetében alapvetően méret kizárásos elven történik. A töltött szerves anyag és a negatívan töltött membrán felület között létrejövő elektrosztatikus interakció során a hidrofób szennyező adszorbeálódik, majd átdiffundál az RO és az NF membránon kisebb mértékű visszatartást szenvedve, mint a kizárólag méretkizárásos elven működő membránok esetén (*L.D. Nghiem és mtsi., 2004*). Qin és kutatócsoportja (*Qin és mtsi., 2006*) sikeresen hajtott végre félüzemi méretű berendezéssel öt hónapon keresztül MBR-RO rendszerrel végzett szennyvíztisztítási kísérletet nagy tisztaságú vizet előállítva különös tekintettel a TOC, NO_3^- , és NH_4^+ tartalomra vonatkozóan. Az MBR-RO kapcsolt rendszereknél az is bebizonyosodott, hogy a bioreaktorral kiegészített membránok kevésbé hajlamosak az eltömődésre (*A.M. Comerton és mtsi., 2005*), de mindezen jó eredmények mellett a fent említett rendszerek a kis molekulaméretű szerves szennyező komponensek eltávolítására nem alkalmasak.

3. Forward ozmózis

A forward ozmózis (FO) egy másik feltörekvőben lévő szennyvízkezelési technológia, mely számos kutatás tárgyát képezte az elmúlt években (*Cath és mtsi., 2006; Cath és mtsi., 2010; Wei és mtsi., 2011; Chung és mtsi., kiadás alatt*). Az FO folyamat során a koncentrált

sóoldatból a membrán permeátum oldalán nagy ozmotikus nyomást hoz létre, melynek hatására a víz a betáplálási oldalról a tömény sóoldatba vándorol. Tisztított víz előállítása céljából, valamint az FO folyamatoknál az ozmotikus ágens újrakoncentrálására fordított ozmózis, vagy membrán desztilláció használható. Ezt a kis energiaigényű folyamat-együttest sikeresen mutatták be ammónium-bikarbonát, mint ozmotikus ágens alkalmazásakor (McCutcheon és mtsi., 2005; McCutcheon és mtsi., 2006). Közepes hőmérsékleten (kb. 60 °C) az ammónium-bikarbonát ammóniára, és széndioxid gázokra bomlik, mely elválasztható a tisztított víztől, és visszaforgatható, mint ozmotikus ágens. Az FO rendszerek gyakorlatilag nulla (vagy igen kis) hidraulikus nyomáson működnek, ennek eredményeképpen kisebb a membrán eltömődésére való hajlama, és az esetleges eltömődések is jobban kezelhetők, mint a nyomással üzemeltetett membrán folyamatok során (Lee és mtsi., 2010). Az FO rendszer alkalmas továbbá számos szerves szennyeződés eltávolítására, melyek a hagyományos víz, és szennyvíztisztítási műveletek során nehézséget okoznak, habár a módszer részletes kidolgozása még folyamatban van (Cartinella és mtsi., 2006; Cath és mtsi., 2010).

4. Ozmotikus membrán bioreaktor

Az ozmotikus membrán bioreaktor (OMBR) egy olyan újszerű koncepció, mely kombinálja az eleven iszapos kezelést az FO membrán szeparációval (Cornelissen és mtsi., 2008; Achilli és mtsi., 2009; Qin és mtsi., 2009). Az OMBR rendszer megtartja az előnyeit mind az MBR, mind az FO technológiáknak. Az FO rendszerek hatékonyan képesek visszatartani a kisméretű, ellenálló szerves szennyeződéseket a biológiai reaktorban, ezért jelentősen megnövelik azok tartózkodási idejét, és megkönnyítik a biodegradációt. A három közlemény adatainak, információinak felhasználásával az OMBR rendszert ausztrál kutatók tesztelték „valódi” szennyvíz segítségével (Alturki és mtsi., 2012), különös tekintettel a kis molekulatömegű szerves komponensek eltávolítására. Bebizonyosodott, hogy az OMBR rendszer egyszerű és elegáns technológiai megoldás jó minőségű kifolyó víz előállítására, víz újrahasznosítására, illetve érzékeny környezeti területek mentesítésére. Mindazonáltal az OMBR koncepció még gyermekcipőben jár.

5. Membránok és kísérleti körülmények

Az FO membránoknak egyedi a fizikai karakterisztikája más vékony film kompozit-, általánosan használt nanoszűrő-, vagy fordított ozmózis membránokhoz képest. Habár az információk a használt membránokról igencsak limitáltak, annyi ismert, hogy az FO

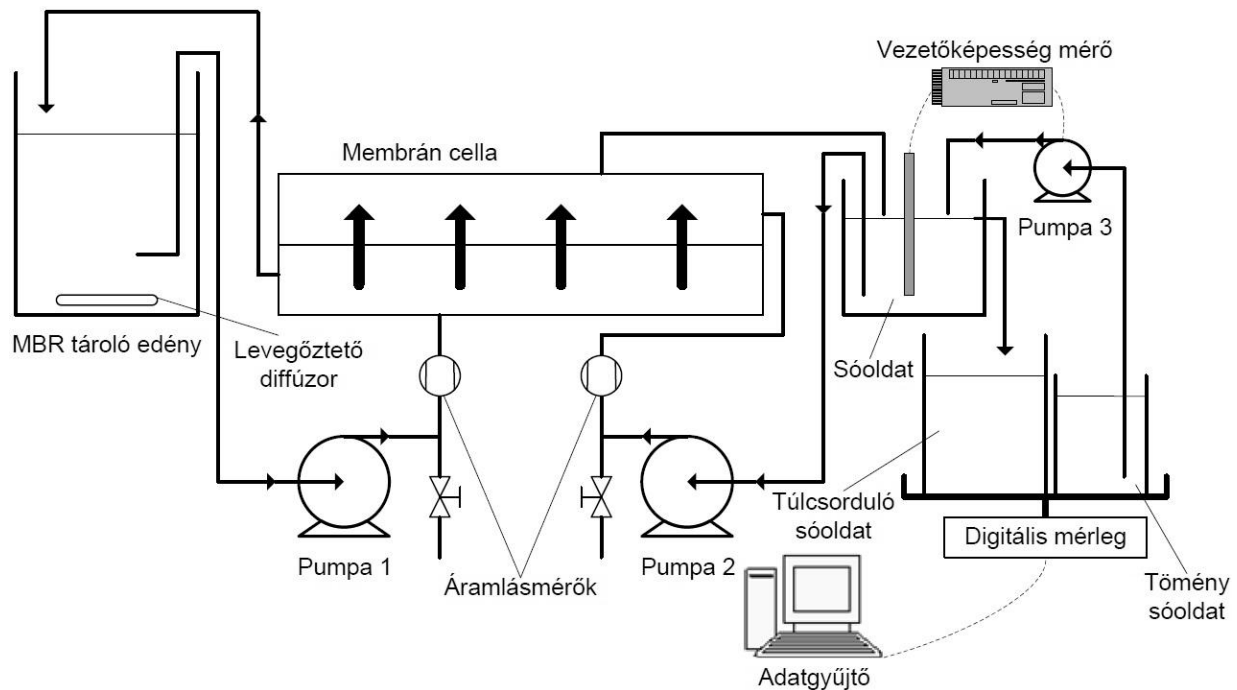
membránok aktív rétege főleg cellulóz-acetátból készül. *McCutcheon és mtsi., 2006* leírása alapján elmondható, hogy az aszimmetrikus membránok vékony poliészter réteget tartalmaznak porózus hordozómembránba ágyazva. A poliészter réteg mechanikailag teszi erőssé, amíg a cellulóz-acetát réteg felelős a szeparációért.

A tanulmányok során a szerves szennyező komponenseket úgy választották ki, hogy reprezentálják a négy fő szerves szennyező csoportot, mely gondot okoz a víztisztítási műveletnél úgy, mint gyógyszerilag aktív komponensek, peszticidek, szteroid hormonok, és egyéb, az endokrin rendszert gátló kemikáliák. A kiválasztott szerves szennyező anyagok széles körben publikáltak a kommunális szennyvízzel foglalkozó irodalomban, moláris tömegük $138 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ és $458 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ tartományon belül változik, éppen ezért nem várható, hogy visszatartást szenvednek a mikroszűrés, vagy ultraszűrés alkalmazásakor. A gyógyszeripari eredetű komponensek mellett meg kell említenünk más, tetemes mennyiségű szennyvizet kibocsátó iparágak, mint a papír-, textil-, vagy az élelmiszer ipar szennyező anyagait. Ezen szennyvizek a legkülönbözőbb minőségben, és nagy koncentrációban tartalmaznak környezetkárosító anyagokat. A keményítő ipar pl. legnagyobbbrészt szuszpendált keményítőt bocsát ki, a textil ipari szennyvíz nagy mennyiségű illékony szerves komponenst, továbbá nehézfém szennyeződést tartalmaz, mely szennyezők membrános szeparációs műveletekkel nagy hatékonysággal eltávolíthatók (*Bélafiné Bakó K. és mtsi., 2006*).

Az FO rendszerrel laboratóriumi méretű zárt hurokreaktorban végeztek kísérleteket (*Alturki és mtsi., 2012*), mely egy membrán egységet, keringtető pumpákat, vezetőképesség mérő-, és szabályzó berendezést, valamint egy hőmérséklet szabályzó rendszert foglalt magába. A membránegységet úgy tervezték meg, hogy egy lapmembránt lehessen belehelyezni közepes nyomásgradiens alkalmazása mellett további fizikai támasz beépítése nélkül. A teljes aktív membrán felület 162 cm^2 volt.

A sűrítendő oldat adagolása egy 5 dm^3 térfogatú tároló edényből történt, mely a kísérletek első fázisában Milli-Q tisztaságú vizet, a második fázisban pedig a modell szennyezőket magába foglaló szennyvizet tartalmazta kiegészítve egy levegőztető, és egy oldott oxigén mérő-, és szabályzó rendszerrel. A sóoldatot egy $1,2 \text{ dm}^3$ térfogatú üveg tárolóedényből adagolták, sóként analitikai tisztaságú nátrium-kloridot használtak. A víz permeációjának következtében létrejövő túlcsoordulást (overflow) a sóoldatban elektronikus mérleg segítségével folyamatosan regisztrálták. A sóoldat körébe beépítettek egy vezetőképesség mérő berendezést, melynek feladata, hogy a szabályzó rendszeréhez egy perisztaltikus pumpát kapcsolva tömény sóoldatot (6 M NaCl) juttasson a tároló edénybe

annak koncentrációját értéken tartva, továbbá egy rozsdamentes acélspirálos hőmérséklet szabályzó rendszert az oldatok állandó hőmérsékleten tartása céljából. A koncentrált sóoldattároló edényt szintén a mérlegen helyezték el az átpumpált tömény sóoldat mennyiségének regisztrálása céljából. Az FO rendszeren végzett kísérletek első fázisában az oldatokat két örvényszivattyú keringtette, a szennyvizes kísérletek során pedig mindkét oldat keringtetése perisztaltikus pumpával történt az eleven iszap roncsolásának elkerülése érdekében. Az összeállított OMBR rendszer rajza az 2. ábrán látható.



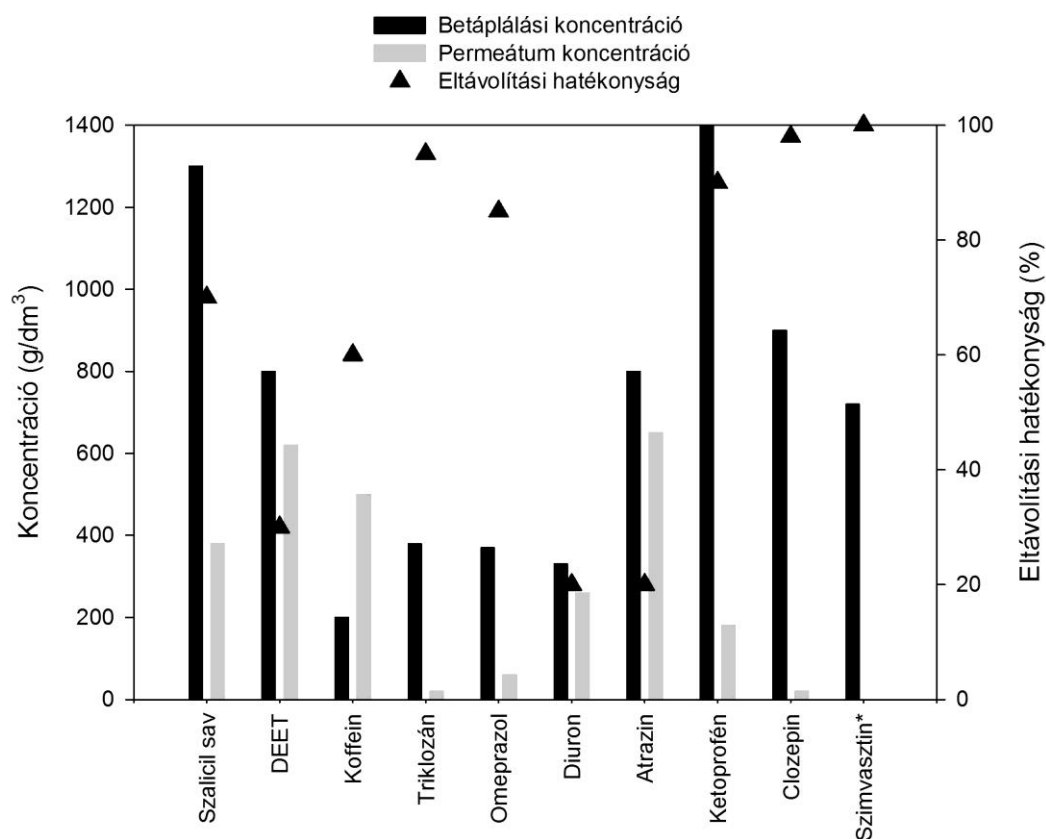
2. ábra Az összeállított OMBR rendszer sematikus rajza (Alturki és mtsi., 2012)

A kísérletek során a szennyvizes közeg szimulálásra közepesen erős, mesterségesen előállított városi szennyvizet használtak, mely $100 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ glükózt, $100 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ peptont, $17,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, KH_2PO_4 , $17,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ MgSO_4 , $10 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ FeSO_4 , $35 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ karbamidot, és $225 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ nátrium-acetátot tartalmazott. Az eleveniszap egy másik, a kísérleteket megelőző három évben folyamatosan működő MBR rendszerből származott, mely tartalmazta az összeállított szerves szennyező komponenseket (Tadkaew és mtsi., 2011), így az iszap adaptálódott a szerves szennyező komponensekre. A betáplálás minden egyes szerves szennyező anyagból körülbelül $750 \text{ ng} \cdot \text{dm}^{-3}$ koncentrációban volt jelen. A hét napos folyamatos kísérletek végén mind a betáplált, mind a permeátum oldalról mintát vettek és HPLC-vel elemezték.

Az NF/RO MBR laboratóriumi kísérletek során az előzőekben említetthez hasonló rendszert alkalmaztak két NF, és két RO membránt tartalmazó négyszögletes, keresztirányú áramlásos membrán modullal. Az effektív membrán felület itt 40 cm^2 volt.

6. Kísérleti eredmények

Az OMBR kísérletek során (Alturki és mtsi., 2012) bebizonyosodott, hogy a rendszer nagy hatékonysággal képes eltávolítani azon szerves szennyező anyagokat, mellyel a hagyományos szennyvíztisztítási módszerek nem képesek megbirkózni. A 3. ábrán látható néhány szennyező komponens tisztítás előtti, valamint a tisztítás utáni koncentrációja az elválasztási hatékonyságokkal együtt, mely tartalmaz gyógyszer hatóanyagokat és növényvédő szereket egyaránt.



3. ábra Néhány szerves szennyező komponens koncentrációja az OMBR rendszerrel végzett tisztítás előtt, illetve után, és az eltávolítási hatékonyság (Alturki és mtsi., 2012)

A kísérletek azt mutatták, hogy a $266 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ moláris tömegnél nagyobb szennyező komponenseknél kiváló eltávolítási hatékonyságot ért el a rendszer (pl. Szimvasztin*), ahol a kimutatási határkoncentráció alá csökkent a szennyező anyagok mennyisége. Feltehetőleg a nagy molekulaméret következtében ezen komponensek nagyobb visszatartást szenvednek a

membránon, mely hosszabb tartózkodási időt eredményezett növelve a biodegradáció mértékét. Az állítás azonban csak feltételezés, ugyan is néhány szennyező komponens ebben a tartományban alig érte el a 30%-os eltávolítási hatékonyságot, mint pl. a diclofenac. Ezen anyagoknál korábbi vizsgálatok során megállapították, hogy a komponensek a betáplálási oldalon való felhalmozódása, és lassú biodegradációja végül a szennyezők a permeátumban való megjelenését eredményezi (*Cartinella és mtsi., 2006*). A $266 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ moláris tömeg alatt lévő anyagok esetén az eltávolítási hatékonyság számos komponens esetén szinte elhanyagolható köszönhetően a kis molekulaméretnek, így ezen anyagok nem szenvednek nagymértékű visszatartást a membránon, azonban figyelembe kell venni, hogy ezen szennyezők igen ellenállóak a biológiai lebontással szemben. Megállapítható tehát, hogy a $266 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ moláris tömeg felett kiváló a rendszer hatékonysága, ez alatt az eredmények igen szórnak, mely azonban összefügg a szennyező komponens biológiai lebonthatóságával.

Az NF/RO membránnal kapcsolt MBR rendszer esetén is hasonlóan jó eltávolítási hatékonyságot értek el a hidrofób szerves szennyező komponensek terén nagy koncentráció alkalmazása mellett is (*Alturki és mtsi., 2010*). A membránok típusából, és kis pórusméretéből adódóan meg kell említeni, hogy ezen rendszerek hajlamosabbak az eltömődésre, így a megfelelő membránok kiválasztása a kapcsolás, és nagy eltávolítási hatékonyság elérése érdekében elengedhetetlen, azonban a 25 órán keresztül végzett tisztítás során nem tapasztaltak csökkenést a fluxusban feltehetően a sima membránfelületnek köszönhetően.

7. Köszönetnyilvánítás

A munkát részben a MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatta.

8. Irodalomjegyzék

- Achilli A., T.Y. Cath, E.A. Marchand, A.E. Childress, The forward osmosis membrane bioreactor: a low fouling alternative to MBR processes, *Desalination*, 239 (1–3) (2009) 10–21
- Agenson K.O., T. Urase, Change in membrane performance due to organic fouling in nanofiltration (NF)/reverse osmosis (RO) applications, *Separation and Purification Technology* 55 (2) (2007) 147–156.
- Alturki A.A., McDonald J., J. Khan S., I. Hai F., E. Price W., D. Nghieml, Performance of a novel osmotic membrane bioreactor (OMBR) system: Flux stability and removal of trace organics, *Bioresource Technology*, 113 (2012) 201–206

- Alturki A.A., N. Tadkaew, J.A. McDonald, S.J. Khan, W.E. Price, L.D. Nghiem, Combining MBR and NF/RO membrane filtration for the removal of trace organics in indirect potable water reuse applications, *Journal of Membrane Science*, 365(1–2) (2010) 206–215
- Békássyné Molnár E., Vatai Gy., A membrántechnika környezetvédelmi alkalmazásai, *Magyar Kémikusok lapja* 56, 369–372 (2001)
- Bélafiné Bakó K., Kovács S., Nemestóthy N., Membrán bioreaktorok környezetvédelmi alkalmazásai kommunális szennyvizek kezelésére, *Műszaki Kémiai Napok* (2005) Proceedingek, pp. 159–162
- Bélafiné Bakó K., Kovács S., Nemestóthy N., Membránok és membrán bioreaktorok környezetvédelmi alkalmazásai: ipari szennyvizek kezelése, *Műszaki Kémiai Napok* (2006) Proceedingek, pp. 165–167
- Bélafiné Bakó K., Membránreaktorok, *Magyar Kémikusok Lapja* 57(11) 420–427 (2002)
- Bellona C., J.E. Drewes, Viability of a low-pressure nanofilter in treating recycled water for water reuse applications: a pilot-scale study, *Water Research* 41 (17) (2007) 3948–3958.
- Bernabeu A., R.F. Vercher, L. Santos-Juanes, P.J. Simón, C. Lardín, M.A. Martínez, J.A. Vicente, R. González, C. Llosá, A. Arques, A.M. Amat, Solar photocatalysis as a tertiary treatment to remove emerging pollutants from wastewater treatment plant effluents, *Catalysis Today*, 161 (1) (2011) 235–240
- Bouhabila U., Röhricht M., Happel H., Optimized air scour in a biomembrane reactor with a submerged MicroClear system, *Euromembrane*, Hamburg, 2004, Book of abstracts, p. 244
- Cartinella J.L., T.Y. Cath, M.T. Flynn, G.C. Miller, K.W. Hunter, A.E. Childress, Removal of natural steroid hormones from wastewater using membrane contactor processes, *Environmental Science and Technology*, 40 (23) (2006) 7381–7386
- Cath T.Y., N.T. Hancock, C.D. Lundin, C. Hoppe-Jones, J.E. Drewes, A multi barrier osmotic dilution process for simultaneous desalination and purification of impaired water, *Journal of Membrane Science*, 362 (1–2) (2010) 417–426
- Cornelissen E.R., D. Harmsen, K.F. de Korte, C.J. Ruiken, J.J. Qin, H. Oo, L.P. Wessels, Membrane fouling and process performance of forward osmosis membranes on activated sludge, *Journal of Membrane Science*, 319 (1–2) (2008) 158–168
- Cui Z., Chang S., Fane A., The use of gas bubbling to enhance membrane bioreactors, *Sep. Pur. Techn.* 22–23 (2001) 123–132
- De Wever H., S. Weiss, T. Reemtsma, J. Vereecken, J. Müller, T. Knepper, O. Rörden, S. Gonzalez, D. Barcelo, M. Dolores Hernando, Comparison of sulfonated and other micropollutants removal in membrane bioreactor and conventional wastewater treatment, *Water Research*, 41 (4) (2007) 935–945
- Guo W.S., S. Vigneswaran, H.H. Ngo, W. Xing, Comparison of membrane bioreactor systems in wastewater treatment, *Desalination*, 231 (1–3) (2008) 61–70
- László Zs., Hodúr C., Purification of thermal wastewater by membrane separation and ozonation, *Desalination*, 206(1–3) (2007) 333–340
- Li X., F.I. Hai, L.D. Nghiem, Simultaneous activated carbon adsorption within a membrane bioreactor for an enhanced micropollutant removal, *Bioresource Technology*, 102 (9) (2011) 5319–5324

- McCutcheon J.R., R.L. McGinnis, M. Elimelech, A novel ammonia–carbon dioxide forward (direct) osmosis desalination process, *Desalination*, 174 (1) (2005) 1–11
- McCutcheon J.R., R.L. McGinnis, M. Elimelech, Desalination by ammonia-carbon dioxide forward osmosis: Influence of draw and feed solution concentrations on process performance, *Journal of Membrane Science*, 278 (1–2) (2006) 114–116
- Nghiem L.D., A.I. Schäfer, M. Elimelech, Removal of natural hormones by nanofiltration membranes: measurement, Modeling, and mechanisms, *Environmental Science & Technology* 38 (2004) 1888–1896.
- Patterson B.M., M. Shackleton, A.J. Furness, E. Bekele, J. Pearce, K.L. Linge, F. Buseti, T. Spadek, S. Toze, Behaviour and fate of nine recycled water trace organics during managed aquifer recharge in an aerobic aquifer, *Journal of Contaminant Hydrology*, 122 (1–4) (2011) 53–62
- Qin J.J., K.A. Kekre, G. Tao, M.H. Oo, M.N. Wai, T.C. Lee, B. Viswanath, H. Seah, New option of MBR-RO process for production of NEWater from domestic sewage, *Journal of Membrane Science* 272 (1–2) (2006) 70–77
- Qin J.J., M.H. Oo, G. Tao, E.R. Cornelissen, C.J. Ruiken, K.F. de Korte, L.P. Wessels, K.A. Kekre, Optimization of operating conditions in forward osmosis for osmotic membrane bioreactor, *Open Chemical Engineering Journal*, 3 (2009) 27–32
- Shannon M.A., P.W. Bohn, M. Elimelech, J.G. Georgiadis, B.J. Marinas, A.M. Mayes, Science and technology for water purification in the coming decades, *Nature*, 452 (7185) (2008) 301–310
- Tadkaew N., F.I. Hai, J.A. McDonald, S.J. Khan, L.D. Nghiem, Removal of trace organics by MBR treatment: the role of molecular properties, *Water Research*, 45 (8) (2011) 2439–2451
- Ternes T.A., A. Joss, H. Siegrist, Scrutinizing pharmaceuticals and personal care products in wastewater treatment, *Environmental Science & Technology*, 38 (20) (2004) 392A–399A
- Visvanathan C., R. Ben Aim, K. Parameshwaran, Membrane separation bioreactors for wastewater treatment Critical Reviews in Environmental, *Science and Technology*, 30 (1) (2000) 1–48
- Yoon Y., R.M. Lueptow, Removal of organic contaminants by RO and NF membranes, *Journal of Membrane Science* 261 (1–2) (2005) 76–86.

Fonalférgek a tengeren túlról

2012. június 7. és 10. között az Amerikai Egyesült Államokban található Madisonban (Wisconsin), a University of Wisconsin szervezésében került megrendezésre a „*C. elegans* - Development, Cell Biology and Gene Expression Meeting 2012”, melyen lehetőségem nyílt részt venni.



A kétévente megrendezésre kerülő találkozó fókuszában álló *Caenorhabditis elegans* fonálféreg törzs tagjai az első többsejtűek, amelyek genetikai felépítését sikerült teljesen feltérképezni. Ennek jelentősége genetikai, molekuláris biológiai kutatások és elsősorban orvosi-fiziológiai célokból kiemelkedő. Mindemellett egy másik, napjainkban intenzív érdeklődést kiváltó kutatási területen is hasznosíthatóak ezek a mikroszkopikus méretű élőlények, ez pedig a biológiai növényvédelem. Kutatócsoportunk eme legújabb vizsgálati területének kapcsán így tehát szerepelhettünk egy angol nyelvű poszterrel:

Csanádi, Zs., Birhan Addise, A., Alexa, A, Jenes, B, Bánfalvi, Zs.,
Fodor-Máthé, A., Fodor, A.:

„Establishing and using a modified NGM (ENGM) to culture and
manipulate the entomopathogenic nematode, *Heterorhabditis
bacteriophora*”



A találkozón elsősorban az Egyesült Államok egyetemeiről és kutatóhelyeiről találkozhattam résztvevőkkel, kutatócsoportonként egy-egy kutatási területre összpontosítva, emellett Európából és Japánból is voltak jelenlévők. A találkozó nem titkolt célja az „utánpótlás” összehozása, tudományos életbe való bevonása, így jellemzően egy-egy kutatócsoport vezető kutatója a csoportjába tartozó hallgatók (graduális és posztgraduális) társaságában vett részt az eseményen. Összesen 47 előadás meghallgatására és 182 poszter megtekintésére nyílt lehetőség. A tudományterület elismert tudósainak előadásai között többek között a 2006-os orvostudományi- és fiziológiai Nobel-díj tulajdonosának, Craig Mellonak (University of Massachusetts, Medical School) az előadása az RNS interferenciával kapcsolatban külön kiemelendő. Összességében a családi hangulatú összejövetel remek alkalmat kínált a tudományterület fő képviselőinek és kutatási témáinak megismerésére, valamint új szakmai kapcsolatok megalapozására.

Csanádi Zsófia
tudományos munkatárs
Pannon Egyetem, BME

KÖZELGŐ KONFERENCIÁK, KURZUSOK

Food Microbiology World Congress 2012

2012. szeptember 3-7, Isztambul, Törökország

További információ: web: <http://www.foodmicro2012.com>

International Workshop on Salinity Gradient Energy, IWSGE

2012. szeptember 4-6, Milánó, Olaszország

További információ: web: www.energy-workshop.unimib.it

The 15th International Biotechnology Symposium and Exhibition

2012. szeptember 16-21, Daegu, Gyeonsanbukdo, Dél-Korea

További információ: web: <http://www.ibs2012.org>

Network Young Membrains 14, NYM14

2012. szeptember 20-22, London, Nagy-Britannia

További információ:

web: <http://www3.imperial.ac.uk/chemicalengineering/events/nymembrains14>

Euromembrane 2012

2012. szeptember 23-27, London, Egyesült Királyság

További információ: web: <http://www.euromembrane2012.com/index.html>

15th European Congress on Biotechnology

2012. szeptember 23-26, Isztambul, Törökország

További információ: web: <http://www.ecb15.org>

European International Society for Microbial Electrochemical Technologies Meeting, EU-ISMET

2012. szeptember 27-28, Gent, Belgium

További információ: web: <http://eu-ismet.org>

1st Swiss International Conference on Industrial Microbiology

2012. október 16-17, Olten, Svájc

További információ: web: <http://www.microscon.com>

Advanced Membrane Technology V, ECI Conference

2012. október 14-19, Singapore, Szingapúr

További információ: web: <http://engconfintl.org/12am.html>

14th Aachener Membran Kolloquium, 14th AMK

2012. november 7-8, Aachen, Németország

További információ: web: <http://www.amk.rwth-aachen.de/>

2012 China-EU Membrane Research and Application Workshop, CE-MRAW

2012. november 12-14, Weihai, Kína

További információ: web: whstec@sina.com

BIO-Europe 2012

2012. november 12-14, Hamburg, Németország

További információ: web: <http://www.ebdgroup.com/bioeurope/index.php>

2012 International Conference on Future Bioengineering (ICFB 2012)

2012. november 24-25, Bangkok, Thaiföld

További információ: web: <http://www.icfb.org/index.htm>

IWA Regional Conference in Membrane Technology 2012, IWA 2012

2012. december 3-6, Buenos Aires, Argentína

További információ: web: <http://www.membrane2012.com>

Biofest-2012 International Bio Conference and Event

2012. december 12-13, Hyderabad, India

További információ: web: <http://www.brightice.org>

2nd Water Research Conference, WRC2

2013. január 20-23, Singapore, Szingapúr

További információ: web: <http://www.waterresearchconference.com>

3rd International Conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics – ICBBB 2013

2013. február 24-25, Róma, Olaszország

További információ: web: <http://www.icbbb.org/>

4th International Conference on Organic Solvent Nanofiltration, OSN2013

2013. március 12-14, Aachen, Németország

További információ: web: <http://www.avt.rwth-aachen.de/OSN2013/>

1st International Conference on Desalination using Membrane Technology, ICDMT-1

2013. április 7-10, Sitges, Spanyolország

További információ: web:

<http://www.desalinationusingmembrane.com/index.html>

BIO International Convention

2013. április 22-25, Chicago, USA

További információ: web: <http://convention.bio.org>

23rd NAMS Meeting, NAMS

2013. június 8-12, Noise (ID), USA

További információ: email: jerry.lin@asu.edu

XXX EMS Summerschool, Membrane processes

2013. július 22-27, Essen, Németország

További információ: -

International Conference on Membranes, ICOM

2014. július 20-25, Suzhou, Kína

További információ: -