

**II. évfolyam 4. szám**

**2011. november**

# 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 |
|---|-------|
| Hodai Z., Horváth G., Hanák L., Bocsi R.:<br>Energetikai céllal tenyésztett mikroalga-szuszpenziók sűrítése | 62    |
| Beszámoló az ICOM'11 konferenciáról   | 71    |
| Beszámoló a Membrános Nyári Egyetemről  | 73    |
| Közelgő membrános konferenciák, kurzusok  | 75    |

## ENERGETIKAI CÉLLAL TENYÉSZTETT MIKROALGA-SZUSZPENZIÓK SŰRÍTÉSE

Z. HODAI<sup>1✉</sup>, G. HORVÁTH, L. HANÁK, R. BOCSI

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyészmérnöki és Folyamatmérnöki Intézet  
Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék  
8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

✉E-mail: [hodaiz@almos.uni-pannon.hu](mailto:hodaiz@almos.uni-pannon.hu)

### Bevezetés

A szén-dioxid napjaink egyik legnagyobb volumenben kibocsátott légszennyezője. Befogása és elhelyezése jelentős anyagi ráfordításokat igényel. A természetben működnek olyan spontán folyamatok, amelyeket alapul véve a kibocsátásra váró CO<sub>2</sub> széntartalmát biológiai rendszerbe visszavezethetjük. Ezáltal számos értékes termék nyerhető, többek között motorhajtóanyag is.

Az algatermesztéssel már a múlt század elején is foglalkoztak. Akkoriban az algafarmok létesítésében látták a jövő élelmiszerforrását. Az ötvenes évek elején került szóba elsőként az algák termesztése közvetlen biológiai rendszerből származó üzemanyagok előállítására [1-8]. Az 1980-as évek elején vált fontossá az algaolaj termelés, amely a XXI. században reneszánszát éli. Napjainkban a világ nagy olajtársaságai egyre több erőforrást fordítanak algatechnológiai kutatásokra, de az energetikai-, kozmetikai-, gyógyszer- és az élelmiszeriparban is szerteágazó kutatások folynak értékesíthető mikroalga-komponensek után.

Energetikai célokra azok az akár édesvízi-, akár tengeri algafajok alkalmasak, amelyek a termesztési periódus alatt tömegük minél nagyobb hányadát, minimum 20%-át, lipidekké alakítják. Hasznosíthatóak azok a fajok is, amelyekben ez alatt az idő alatt egyszerű cukrok raktározódnak, de a későbbi, úgynevezett sokkolási (érlelési) periódusban a sejtek lipidtermelésre kényszeríthetőek. Ezek a lipidek átalakítás után motorhajtóanyagok biokomponensei lehetnek.

### A termesztés körülményei

Az energiatermelésre használt mikroalgák a szervezetük felépítéséhez szükséges anyagokat vizes oldatból veszik fel. Egyrészt a tápoldatban lévő szerves sókat, egyszerű szerves vegyületeket, másrészt a reaktortérbe juttatott CO<sub>2</sub>-ot, hidrogénkarbonátokat [9-12]. A termesztési paraméterek helyes megválasztása alapvetően befolyásolja a teljes technológiai

folyamat sikerességét. Kontinentális éghajlaton az időjárás változását figyelembe kell venni, mind a termelés tervezése, mind a termelési adatok értékelésében egyaránt.

A kultúra számára elérhető fény a fotoszintetizáló szervezetek számára egy alapvetően korlátozó tényező. A természetben, egy azonos élettérben élő algatársulásokban a napszak függvényében változó fényintenzitásnak és hullámhossznak megfelelően különböző algafajok kerülnek kompetitív előnybe. A társulás sokszínűsége mégis azért maradhat fenn, mert az előny csak a kedvező napszak időtartama alatt áll fenn.

A tenyésztési körülmények biztosításához speciális fotobioreaktorokat alkalmazunk. Ezekkel a reaktorokkal szembeni követelmény, hogy a napfény fotoszintézishez megfelelő spektrumát az algák számára hozzáférhetővé tegye, jól mérhető és biztonságos be- és kivezetéseket tartalmazzon a szén-dioxid-tartalmú gázelegyek alkalmazásához, műszakilag ellenálló legyen a természeti hatásokkal szemben.

Megfelelő keveredést kell biztosítani a holtterek kiküszöbölésére, melyek esetében nem kívánt bomlási folyamatok indulhatnak el, csökkentve ezzel a kultúra mikrobákkal szembeni ellenálló képességét. Kialakításuk a helyi mikroklímának megfelelő kell, hogy legyen, többnyire a temperálás lehetőségét meg kell oldani. A reaktor geometriájára jelentős hatással van az előírányzott termelési volumen.

A Pannon Egyetem Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszékén flat típusú, zárt fotobioreaktor paneleket működtetünk semi batch üzemmódban. A reaktorok tervezése során egyedi konstrukciós elemeket alkalmazva alakítottuk ki a rendszert, hogy biomassza termelékenysége a helyi mikroklímának megfelelően maximális legyen (1. ábra).

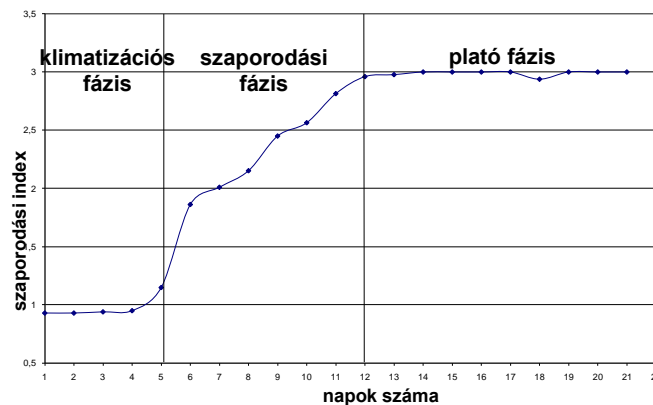


1. ábra: Nagylaboratóriumi fotobioreaktor, szabadba telepített, természetes megvilágítással

## A szüret

A szüret az időbeli határvonal a biológiai és az inaktív szakasz között. Időpontját mindig úgy kell meghatározni, hogy a kiinduláskor kitűzött célt teljesíteni tudjuk. Ahhoz, hogy megfelelően választhassunk, ismerni kell az alkalmazott fajta viselkedését a hozzáadott tápoldat és a környezeti paraméterek mellett.

Szaporodási periódusok alatt a szaporodási görbén jól elkülöníthető különböző életciklusait értjük az algapopulációnak.



2. ábra: Mikroalgák szaporodási fázisai, szaporodási görbe.

Bizonyos esetekben egy negyedik ciklus is megfigyelhető a plató fázis után, ami csökkenő tendenciát mutat. Ez esetben a sejtek pusztulása kezdődik el, vírus, baktérium támadja meg őket vagy egyéb jelentős változás következik be az életfeltételeikhez lényeges paraméterekben.

Tapasztalataink szerint az ilyen jellegű populáció életképtelenné válik, a változást csak nagy energiaráfordítás révén lehet visszafordítani. A szuszpenziót ilyenkor mielőbb fel kell dolgozni és friss oltókultúrával újraindítani.

A betakarítás történhet mikroszűréssel, centrifugálással, flokkulációval, szonokémiai eljárással vagy más egyéb, még fejlesztés alatt álló technológiákkal [13-18]. A vegyszeres flokkulálás, derítés valamint az autoflokkulációs jelenségek vizsgálata mellett kiemelt figyelmet fordítottunk a membránszeparációs eljárásokra is.

Célkitűzésünk egy olyan besűrítési, elválasztási művelet kidolgozása, amely kis energiaigényű és műveleti ideje kedvező.

Választásunk az ultraszűrésre esett, mert ezzel a módszerrel a mikroalgasejtek visszatartathatók, míg a metabolitok és maradványsók a permeátummal eltávolíthatóak.

## Ultraszűrés

Az ultraszűrő membrán az alga szuszpenziót két részre osztja: a permeátumra, amely tartalmazza az anyagcsere termékeket és maradványsókat (leválasztott tápközeg), a másik a koncentrátum, esetünkben a sűrített alga szuszpenzió.

### Ultraszűrés műveleti jellemzése

A műveletek gyakorlati leírása során célszerű olyan mennyiségeket használni, amelyek a legegyszerűbben mérhető paraméterek megfelelő kombinációjából a legtöbb információval szolgál a folyamat állapotáról. Általánosan használt műveleti jellemző a betöményítés mértéke, a koncentrációs faktor ( $CF$ ), amelyet az alábbiak szerint definiálunk:

$$CF = \frac{\text{bevitt térfogat}}{\text{visszartott térfogat}} = \frac{V_0}{V_r}$$

A megtisztított oldat mennyiségére jellemző a kihozatal ( $REC$ ):

$$REC = \frac{\text{permeátum térfogat}}{\text{bevitt térfogat}} = \frac{V_p}{V_0}$$

A térfogatra felírt mérlegegyenlet alapján felírható a két mennyiség kapcsolata is,  $V_0 = V_r + V_p$  alapján:

$$CF = \frac{1}{1 - REC}$$

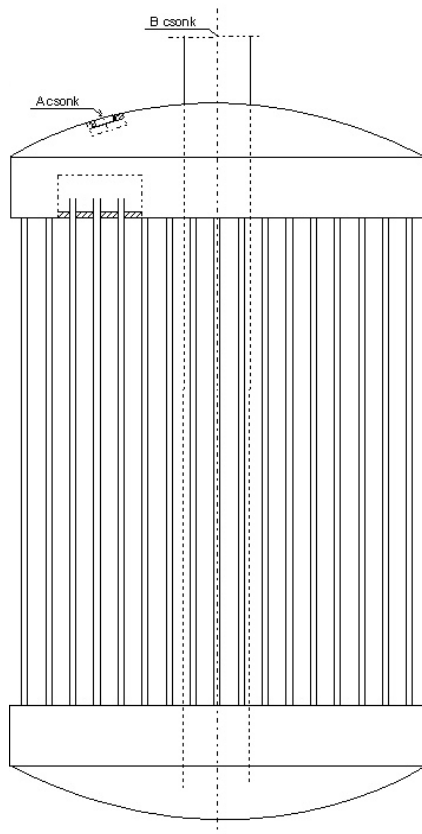
### Ultraszűréshez használt készülék bemutatása

A sűrítési, tisztítási kísérletek elvégzéséhez a Pannon Egyetem Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék ZW-10 modullal szerelt, PLC vezérléssel ellátott készülékét használtuk fel (3. ábra).



3. ábra: A méréshez használt készülék.

A készülék a permeátumáram iránya szerint outside-in típusú műveletet hajt végre. A méréseket a Zenon cég által forgalmazott ZW-10 immerziós modul felhasználásával végeztük el. A membrán a specifikáció szerint alkalmas az  $1\ \mu\text{m}$  alatti szemcseméretű részecskék visszatartására is. A modul üreges rost típusú  $4,5\ \text{mm}$  külső átmérőjű,  $0,4\ \mu\text{m}$  pórusméretű membránszalak kötegéből áll (4. ábra).



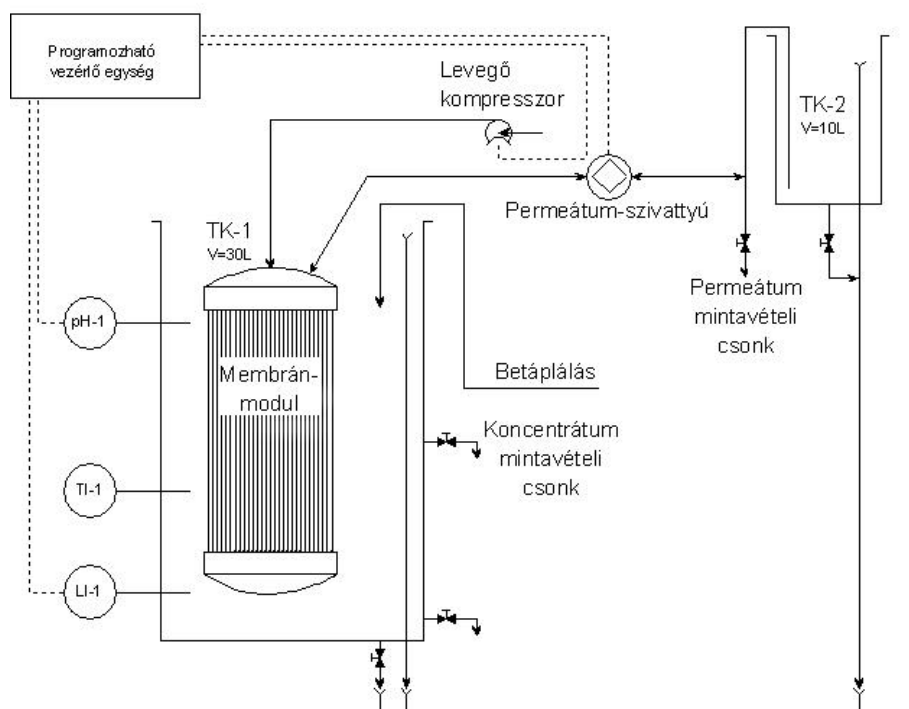
4. ábra: A ZW-10 membránmodul felépítése, A-permeátum elvétel, B-levegő befűvás.



A membrán összes felülete  $0,9 \text{ m}^2$ , ebből a membránkitöltési sűrűség  $289 \text{ m}^2/\text{m}^3$ .

Gyártó szerinti előírás, hogy a membrán két oldala közti nyomáskülönbség ( $\Delta p_m$ ) huzamosabb ideig a  $\pm 0,5 \text{ bar}$  nyomástartományon kívül ne essen. Amennyiben a  $|\Delta p_m|$  értéke tartósan  $0,6 \text{ bar}$  feletti értéket vesz fel, a membrán áteresztő képességének irreverzibilis csökkenésére lehet számítani. A csökkenés oka, hogy a túl nagy nyomáskülönbség strukturális változásokat, pórus-összeroppanást okoz.

A modul egy PLC vezérléssel ellátott készülék részegységeként működik. A készülék felépítése 5. ábrán látható.



5. ábra: Az ultraszűrő berendezés felépítése.

A készülékben működtetett levegőkompresszor segítségével a membránszálak mellett közvetlenül levegőt fúvatunk be, ami a felület tisztulását segíti elő, valamint a légbuborékok keverő hatása miatt biztosítja az egyenletes zagyösszetételt.

Az ultraszűrés egyik kulcsfontosságú egysége a permeátumszivattyú. Ez a szivattyú UF (ultraszűrés) üzemmódban gondoskodik a permeátum elvételéről és BP (visszamosás) üzemmódban a permeátum visszaszivattyúzásáról. A vezérlő modulba beépített frekvenciaváltó biztosítja a szivattyú kétirányú működését és a fokozatmentes motorsebesség változást.

A permeátum elvételi ágban egy manométer található (Dp), amely információt ad arról, hogy működés közben mekkora a membrán permeátum oldalán a túlnyomás.

A készülék működése során a mikroalga szuszpenziót a technikai tartályba (TK-1) vezetjük be. Ez egy 30 dm<sup>3</sup> térfogatú, négyzet alapú hasáb alakú tartály. A tartályban egy szintmérő (LI) és egy pH-mérő (pH-1) szondát helyeztek el, valamint egy hőmérő (TI) is beépítésre került.

A permeátumot (leválasztott tápközeg) a TK-2, 10 dm<sup>3</sup> térfogatú permeátum-tartályba vezetjük és innen látjuk el a visszamosás permeátumigényét is. A permeátum szakaszos elvétele a mintavételi csonkon, folyamatos elvétele a túlfolyón keresztül lehetséges.

A készülék általános tisztítása után beszerelésre került egy használt ZW-10 membránmodul. A modul előélete ismert, előiszapos szennyvíztisztítási kísérleteket végeztek vele, tárolás előtt a szükséges konzerváló műveleteket elvégezték. A membrán használatbavétel előtt a forgalmazó által előírt regenerálási procedúrán esett át. A használt modul tesztelése csapvízzel történt. Ez a teszt informált a konzerválás sikerességéről és egyúttal arról, hogy a membrán mérésre kész állapotba került.

### Sűrítési kísérletek

A mérést az előkísérletekben kimért működési paraméterek mellett végeztük, amelyekből a meghatározó paramétereket az 1. táblázatban találhatók.

1. táblázat: Készülék-beállítások

|                              | <b>Ultraszűrés</b> | <b>Visszamosás</b> |
|------------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Térfogatáram [l/h]</b>    | 20                 | 25                 |
| <b>Időtartam [s]</b>         | 600                | 60                 |
| <b>Nyomáskülönbség [bar]</b> | -0,45-(-0,15)      | 0,15-0,50          |

A sűrítő tartályba töltött szuszpenzió folyadékszintjének lehetőség szerinti legkisebb ingadozása érdekében a mintautánpótlás 1 dm<sup>3</sup>-es részletekben történt. Annak érdekében, hogy a rendelkezésre álló mintamennyiség feldolgozásával a lehető legnagyobb mennyiségű adatot gyűjtsük, a mérést több szakaszra bontottuk. Az alga szuszpenziókat 40 dm<sup>3</sup>-es adagokban vettük el a fotobioreaktorokból a szűrés megkezdéséhez.

Miután a 40 dm<sup>3</sup>-es térfogatot 20 dm<sup>3</sup>-be sűrítettük, desztillált vizes atmoszfért alkalmaztunk. Az atmoszfért addig végeztük, míg a szuszpenzióban lévő maradványsókat valamint az egyéb szerves anyagokat, anyagcseretermékeket el nem távolítottuk.

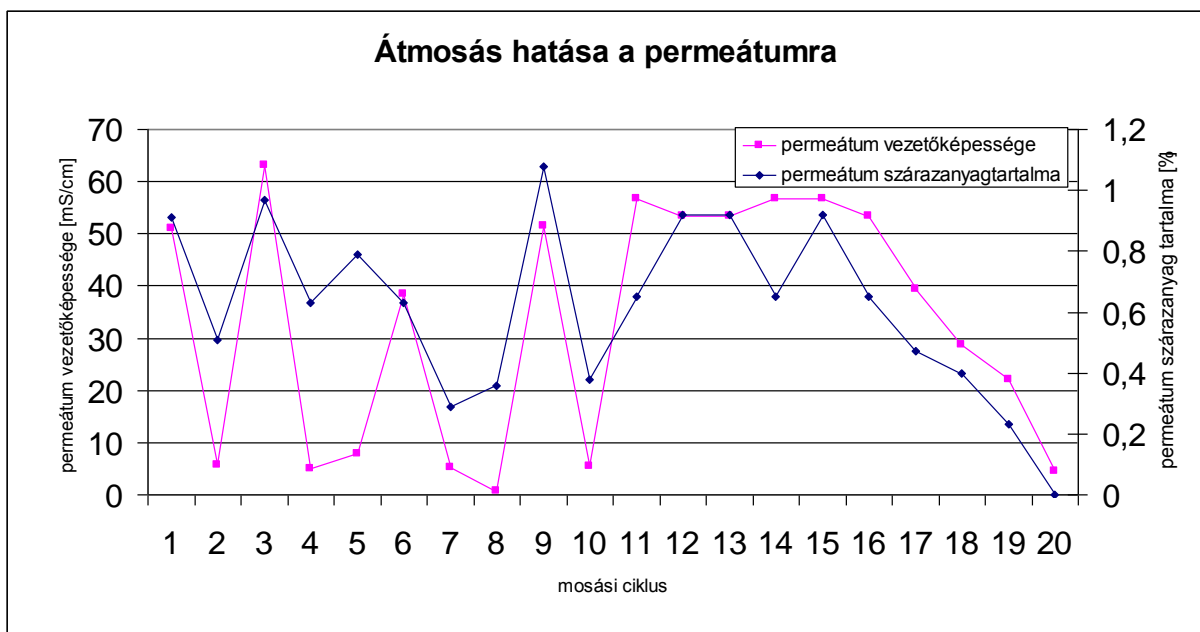
A tisztítás mértékét a permeátumon végzett szárazanyag tartalom meghatározás és vezetőképesség mérésekkel ellenőriztük.

A következő 40 dm<sup>3</sup> algaszuszpenziót, az előzőekben leírt módon sűrítettük be, és ezek után adagoltuk hozzá az előző sűrítésből származó, 20 dm<sup>3</sup> térfogatú, atmoszfért koncentrátumot.

Az így előállt koncentrátumot ismételt desztillált vizes mosásnak vetettük alá.

A tisztítást (sűrítmény desztvizes atmoszféra) az elérhető legkisebb vezetőképességi értékig, illetve a már három tizedes értékben nem mérhető szárazanyag tartalomig folytattuk.

(6. ábra)



6. ábra: A sűrítmény atmoszféra hatására a permeátum áramra.

A ZW-10-es membránmodullal hét sűrítési szakasszal 280 dm<sup>3</sup> ráadagolt algaszuszpenziót 20 dm<sup>3</sup>-re sűrítettünk, így a végső koncentrációs faktor  $CF_{végső}=14$ .

A permeátum szárazanyag-tartalom változása és a hozzá tartozó vezetőképesség változás trendje az esetek többségében azonos volt.

A 6,8,12-15 mosási ciklusokban tapasztalt eltéréseket a kiindulási szuszpenziók minőségének a többitől való eltérése okozza. Ezeket akkor szüreteltük, amikor a szaporodási indexük csökkenő tendenciát mutatott.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönet a Magyar Állam és az Európai Unió TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0003 projekt keretein belül nyújtott anyagi támogatásáért.

### REFERENCES

1. E. KOJIMA, K. ZHANG, JOURNAL OF BIOSCIENCE AND BIOENGINEERING (1999) 87, 811
2. M. BRIGGS, WIDESCALE BIODIESEL PRODUCTION FROM ALGAE, UNIVERSITY OF NEW HAMPSHIRE, PHYSICS DEPARTMENT, (AUGUST 2004)
3. E.J. HWANG, H.S. SHIN, S.R. CHAE, BIORESOURCE TECHNOLOGY (2006) 97, 322
4. Y. CHISTI, BIODIESEL FROM MICROALGAE, INSTITUTE OF TECHNOLOGY AND ENGINEERING, MASSEY UNIVERSITY, NEW ZEALAND, (FEBRUARY 2007)
5. E.W. BECKER, J. BADDILEY, MICROALGAE: BIOTECHNOLOGY AND MICROBIOLOGY, CAMBRIDGE UNIV. PRESS, CAMBRIDGE, INC., NEW YORK (1994) 178
6. G.C. DISMUKES, ALGAL PHOTOSYNTHESIS, PRINCETON UNIV. PRESS, PRINCETON (FEBRUARY 2008)
7. D. SHI, D. SONG, J. FU, CHINESE JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY (MARCH 2008) 24
8. M. OLAIZOLA, S. M. MASUTANI, T. NAKAMURA, RECOVERY AND SEQUESTRATION OF CO<sub>2</sub> FROM STATIONARY COMBUSTION SYSTEMS BY PHOTOSYNTHESIS OF MICROALGAE U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, OFFICE OF FOSSIL ENERGY NATIONAL ENERGY TECHNOLOGY LABORATORY (MARCH 2006)
9. J. BENEMANN, J. SHEEHAN, P. ROESSLER, T. DUNAHAY, BIODIESEL FROM ALGAE, A LOOK BACK AT THE U.S. DEPARTMENT OF ENERGY'S AQUATIC SPECIES PROGRAM, NREL REPORT NREL/TP-580-24190 (1998)
10. J. BURLEW, ALGAE CULTURE: FROM LABORATORY TO PILOT PLANT, CARNEGIE INSTITUTE, WASHINGTON DC (1953)
11. I.H. JUNG, S.H. CHOE, INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY (2002) 8, 297
12. A. SUKENIK, G.A. SHELEF, M. GREEN, MICROALGAE HARVESTING AND PROCESSING: A LITERATURE REVIEW, REPORT, SOLAR ENERGY RESEARCH INSTITUTE, GOLDEN COLORADO, SERI/STR-231-2396 (1984)
13. B. JEURISSEN, E. POELMAN, N. DE PAUW, POTENTIAL OF ELECTROLYTIC FLOCCULATION FOR RECOVERY OF MICRO-ALGAE, RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING (1997) 19
14. PÉCS M, BIOMÉRNÖKI ISMERETEK, A TERMÉKIZOLÁLÁS MŰVELETEI, EGYETEMI JEGYZET, BUDAPEST (2001)
15. BÉLAFINÉ BAKÓ K., MEMBRÁNOS MŰVELETEK, VESZPRÉMI EGYETEMI KIADÓ, VESZPRÉM, (2002)
16. P. LE-CLECH, A.G. FANE, V. CHEN, FOULING IN MEMBRANE BIOREACTORS USED IN WASTEWATER TREATMENT, JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE, VOLUME 284, ISSUES 1-2, 1 (NOVEMBER 2006) 17-53
17. A.G. FANE, H.C. CHUA, J. ZHANG, J. ZHOU, FACTORS AFFECTING THE MEMBRANE PERFORMANCE IN SUBMERGED MEMBRANE BIOREACTORS, JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE, VOLUME 284, ISSUES 1-2, 1 (NOVEMBER 2006) 54-66
18. T.H. BAE, T.M. TAK, INTERPRETATION OF FOULING CHARACTERISTICS OF ULTRAFILTRATION MEMBRANES DURING THE FILTRATION OF MEMBRANE BIOREACTOR MIXED LIQUOR, JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE, VOLUME 264, ISSUES 1-2, 1 (NOVEMBER 2005) 151-160

## ICOM 2011

### International Congress on Membranes and Membrane Processes július 23 - 30. Amszterdam, Hollandia

2011-ben, az év legnagyobb szabású, membrán technológiákkal foglalkozó világkonferenciáján vettem részt két munkatársammal, a Pannon Egyetem, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Intézetét képviselve. Az *International Congress*



1. kép Cserjési Petra, Tóth Gábor és Boór András

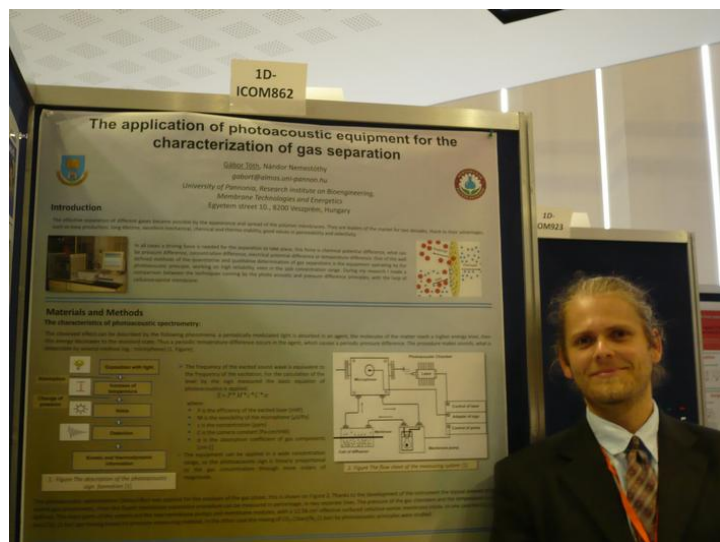
*on Membranes and Membrane Processes*, röviden: *ICOM* elnevezésű rendezvénynek Amszterdam hatalmas konferencia központja adott otthont. A program a 13. alkalommal megrendezett ICOM világkonferencia sorozat része volt, amely háromévente kerül megrendezésre. Az idei évben a Twentei Egyetem részesült a szervezés és a lebonyolítás megtisztelő feladatában.

Az 1051 résztvevő 306 előadást hallgathatott meg és két poszter szekcióban 677 kifüggesztett összefoglalót olvashatott. A konferencián nem csak európai országok képviseltették magukat, számos résztvevő érkezett Amerikából, Ázsiából és Ausztráliából. A Ph. D. témáink összefoglalóját poszterek formájában mutattuk be, nagy érdeklődés közepette. Számos hozzászólással, véleménnyel lettünk gazdagabbak, illetve ötleteket meríthettünk mások munkájából.

A konferencia az összes membrán tudománnyal és technológiával kapcsolatos területet felölelt és képviselt, a molekulák szintjétől a bonyolult rendszerekig. Az értékelő bizottság a következő témákba sorolta a beküldött anyagokat:

- Gas and vapour separation
- CO<sub>2</sub> capture
- Membranes for biorefinery applications
- Membranes for drinking water production
- Ultra- and microfiltration
- Desalination
- Waste water treatment
- Nanofiltration and reverse osmosis
- Membrane fouling
- Membrane bioreactors
- Membrane contactors and multifunctional reactors

- Filtration under extreme conditions
- Membranes for energy generation
- Fuel cells/batteries
- Electromembrane processes
- Facilitated transport membranes
- Biomedical membrane applications
- Microfluidic membrane applications
- Modeling
- Membrane characterization
- Membrane formation
- Membrane and surface modification
- Molecular membrane design
- Inorganic membranes
- Mixed matrix membranes
- Hybrid membranes
- Carbon membranes



2. kép Az eredmények bemutatása poszter szekció közben, Boór András és Tóth Gábor

További információkról a rendezvény még aktív honlapján van lehetőség tájékozódni (<http://icom2011.org>).

A konferencián való részvétel rendkívül nagy tapasztalatot és fejlődést jelentett számunkra. Megismerhettünk a kutatási területünkön tevékenykedő, a szakmában elismert professzorokat és munkáikat. Továbbá képviselhettük intézményünket és hazánkat ezen a jelentős, nemzetközi eseményen.

Boór András, PhD hallgató

Pannon Egyetem, Veszprém  
Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Intézet

**XXVIII. EMS Membrane Summer School,****Smardzewice, Lengyelország,****2011. szeptember 11-15.**

2011 szeptemberében került megrendezésre a European Membrane Society (EMS) soron következő nyári egyeteme, ezúttal Lengyelországban, a Varsótól 150 km-re található mesterségesen felduzzasztott tó (Zalew Sulejowski) partján, Smardzewice település mellett egy impozáns szállodában. A 28. alkalommal megrendezett nyári egyetemen 20-nál több, nemzetközileg elismert előadó tartott előadást. A vasárnap késő délutáni érkezés után volt még időnk a tóparton sétálni, kipihenni az utazás fáradalmait, mielőtt másnap reggel az előadások és a munka kezdetét venné.

Hétfőn reggel a 80 résztvevő köszöntése és az elnökök bemutatkozása után egy áttekintő előadáson vehettünk részt a membrántechnológia lengyelországi történetéről és megismerhettük azon kutatók és oktatók munkáját, akik a 20. században jelentősen hozzájárultak ennek a tudományterületnek a fejlődéséhez, nemcsak Lengyelországban. Természetesen az előadások a megszokott magas színvonalon zajlottak, külön kiemelném *Filip Auinger* prezentációját, amely a kutatási eredmények ipari méretben való megvalósításáról és annak nehézségeiről szólt – hogyan lehet két “ellentétes” nézőponton levő fél (az ipar és a kutatás) között hatékony a kommunikáció, miként lehet meggyőzni az ipari partnereket eredményeink fontosságáról és ipari méretben történő alkalmazhatóságáról.

A délelőtti előadások és az ebéd elfogyasztása után került sor a poszter szekcióra. Először minden résztvevő bemutatkozott és mondott pár mondatot kutatási területéről, valamint a poszteren bemutatni kívánt eredményeiről. A poszter szekció remek hangulatban telt el a szálloda kertjében felállított sátorban, kitűnő alkalom nyílt arra, hogy a résztvevők jobban összeismerkedjenek, megvitassák eredményeiket vagy éppen új, eddig még ismeretlen területekre nyerjenek betekintést. A vacsora és az este a jó időnek köszönhetően a szabad levegőn folytatódhatott, ahol roston sült finomságokkal és kiváló lengyel italokkal halmozták el szervezők az előadókat és a poszter szekcióban megfáradt résztvevőket.

A második napon betekintést nyerhettünk a membrántechnológia jelenlegi szerepébe az ivóvíz előállításnál, a membrán-emulzifikálás lehetőségeibe, valamint az anyagátadás matematikai modellezésének nehézségeibe is a membránszeparációs eljárások esetében, mely egy kulcsfontosságú eleme minden membrántechnológiai kutatásnak.



A nyári egyetem utolsó napján membrántechnológián alapuló hibrid eljárásokról volt lehetőségünk hallani, valamint a PCI membrányártó és forgalmazó cégtől *Karolina Pokus* prezentálta legújabb fejlesztéseiknek eredményeit – új kerámia modulokat ultra-, valamint fordított ozmózis eljárások alkalmazásánál. A kurzust *Wojciech Piatkiewicz* elnök előadása zárta, mely számomra talán a legérdekesebb volt – a művese kezelések jelentőségéről, fejlődéséről és jelenlegi helyzetéről szólt, valamint fejlesztésük irányairól a jövőben, egy rendkívül élvezetes előadáson keresztül bemutatva.

Az előadók, résztvevők és a prezentációk a rendezvény honlapján elérhetők (<http://emspoland2011.eu>).



*A Nyári Egyetem résztvevői*

Az utolsó este lezajló gálavacsora során a három nap alatt összeismerkedett résztvevők elérhetőséget cseréltek, és másnap bizakodva váltak el és utaztak haza a jövőt illetően, hogy az itt szerzett tapasztalatok és a közös munka reménye, lehetősége új lendületet ad kutatásaiknak és munkájuknak.

Rácz Gábor, PhD hallgató, BCE, Budapest  
Boór András, PhD hallgató, PE, Veszprém



## KÖZELGŐ KONFERENCIÁK, KURZUSOK

### ***BioBusiness 2012***

2012. január 31 – február 2, London, Egyesült Királyság

További információ: web: [www.wbresearch.com/biobusiness](http://www.wbresearch.com/biobusiness)

### ***1st Biotechnology World Congress***

2012. február 14-15, Dubai, Egyesült Arab Emírségek

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

### ***2012 Membrane Technology Conference & Exposition, AMTA-AWWA***

2012. február 27 – március 1, Glendale, USA

További információ: web: <http://www.awwa.org/Conferences>

### ***6th World Water Forum, WWF***

2012. március 12-17, Marseille, Franciaország

További információ: web: <http://www.worldwaterforum6.org/en>

### ***Green Chemistry 2012***

2012. március 20-22, Köln, Németország

További információ: web: <http://www2.amiplastics.com/Events/Event.aspx?code=C412&sec=1853>

### ***11th World Filtration Congress, WFC 11***

2012. április 16-20, Graz, Ausztria

További információ: web: <http://www.wfc11.org>

### ***Desalination and the Environment***

2012. április 23-26, Barcelona, Spanyolország

További információ: web: <http://www.desline.com/congress/barcelona/home.shtml>

***VII Ibero-American Congress in Membrane Science and Technology, CITEM-2012***

2012. április 24-27, Salta, Argentína

További információ: web: <http://www.unsa.esu.ar/citem2012>

***World Congress on Biotechnology - 2012***

2012. május 4-6, Hyderabad, India

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

***2012 BIO International Convention***

2012. június 18-21, Boston, USA

További információ: web: <http://www.wfc11.org>

***12th International Conference on Inorganic Membranes, ICIM 2012***

2012. július 9-12, Enschede, Hollandia

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

***14th Nordic Filtration Symposium, NoFS 14***

2012. augusztus 30-31, Aalborg, Dánia

További információ: web: <http://www.nordicfiltration.aau.dk>

***Euromembrane 2012***

2012. szeptember 23-27, London, Egyesült Királyság

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

***14th Aachener Membran Kolloquium, 14th AMK***

2012. november 7-8, Aachen, Németország

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