

MEMBRÁN-

TECHNIKA

IPARI

BIOTECHNOLÓGIA



X. évfolyam 1. szám

2019. január

TARTALOM

oldal

Sz.Gulyás N., Lemmer B., Hodúr C.: Gabona italok ultraszűrésének vizsgálata Hermia modellel	2
Bakonyi P.: Bioelektrokémiai rendszerek vizsgálata	10
Műszaki Kémiai Napok – Felhívás	12
Pályázati felhívás	14
Közelgő membrános konferenciák, kurzusok.....	15

GABONA ITALOK ULTRASZŰRÉSÉNEK VIZSGÁLATA HERMIA MODELLEL

Sz. Gulyás Nikolett, Lemmer Balázs, Hodúr Cecília

Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Folyamatmérnöki Intézet

Szeged, Moszkvai krt. 9.

hodur@mk.u-szeged.hu

Bevezetés

A tej fontos szerepet tölt be a táplálkozásunkban, azonban egyre több olyan ember van, akik különböző okok miatt nem fogyasztanak, vagy fogyaszthatnak tejet. Ennek okán lettek a növényi alapanyagokból készült tejhelyettesítők egyre népszerűbbek a fogyasztók körében. Ahogy a tejiparban, úgy valószínűsíthetően a tejhelyettesítő italok gyártásánál is jelentős szerepet kaphat az ultraszűrés, mivel számos előnye van a hagyományos szétválasztási műveletekkel szemben. A membrán eltömődés azonban nagyban befolyásolja a membrán teljesítményét, a művelet gazdaságosságát, ezért fontos a membrán eltömődési mechanizmusok jellemzése, a folyamat modellezése. Jelen munkában a Hermia modellt és annak alkalmazhatóságát vizsgáltuk.

Hermia (1982) félempirikus matematikai modellt készített a permeátum fluxus csökkenésének leírására. Ez a modell a klasszikus, állandó nyomású szűrési eljárásan alapszik. Az eltömődés mechanizmusa a Hermia modell alapján azonosítható. Az egyenletben az n hatványkitevő jellemzi a szűrési mechanizmus típusát (Ching Yin Ng et al., 2014). Ezek a következők lehetnek: teljes blokkolás, közbenső blokkolás, standard blokkolás és iszaplepleny szűrés (1. ábra).

$$\frac{d^2t}{dV^2} = K \left(\frac{dt}{dV} \right)^n \quad (1)$$

Ahol t a szűrési idő, V a szűrlet térfogata K és n paraméterek pedig az eltömődési modellek paraméterei.

Field és munkatársai (1995) módosították a klasszikus állandó nyomású szűrés egyenletét (1) a keresztáramú szűrésre, amelyet a következőképpen fejeztek ki:

$$\frac{-dJ}{dt} = K \cdot (J - J_{ss}) \cdot J^{2-n} \quad (2)$$

Ahol n jelenti az eltömődés típusát, J a fluxust, J_{ss} az állandósult állapotú fluxust és K az eltömődés típusától függő modell állandó.

Teljes blokkoló modell ($n = 2$)

Azok a molekulák, amelyek elérik a membrán felületét, teljesen blokkolják a membrán pórus bejáratát. Fontos, hogy a molekulák nem rakódnak rá olyan molekulára, amely a membrán felületére már letapadt. A blokkolás a membrán felületén történik, és nem a membrán belső pórusaiban (Hermia, 1982; Vela et al., 2008).

$$\ln J = \ln J_0 - k_c t \quad (3)$$

Standard blokkoló modell ($n = 1,5$)

A molekulaméret kisebb, mint a membrán pórusmérete, így a molekulák könnyedén bejuthatnak a membrán pórusaiba. A blokkolás a membrán pórusain belül történik, ezért a membrán pórusok mennyisége arányosan csökken a permeátum térfogatával (Hermia, 1982; Vela et al., 2008).

$$\frac{1}{J^{0,5}} = \frac{1}{J_0^{0,5}} + k_s t \quad (4)$$

Közbenső blokkoló modell ($n = 1$)

Ez a modell hasonló a teljes blokkoló modellhez. A pórus bejáratához eljutó molekula szintén blokkolja a pórus bejáratot, azonban a közbenső blokkoló modell esetében egyes molekulák lerakódnak más korábban lerakódott molekulákra. Ez azt jelenti, hogy nem minden molekula blokkolja a membrán pórusait, amely a membrán felületén van (Hermia, 1982; Vela et al., 2008).

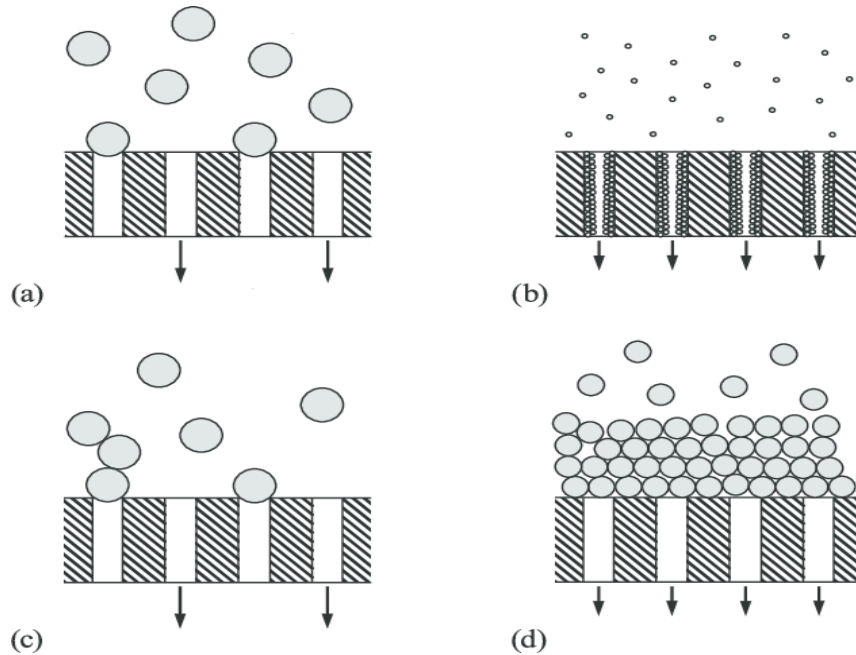
$$\frac{1}{J} = \frac{1}{J_0} + k_i t \quad (5)$$

Iszaplepleny szűrés modell ($n = 0$)

A molekulák felhalmozódnak a membrán felületén úgy, hogy egy porózus/áteresztő iszaplepleny (cake) réteget alkotnak, és ezzel lehetővé teszik a művelet folytatódását (Hermia, 1982; Vela et al., 2008).

$$\frac{1}{J^2} = \frac{1}{J_0^2} + k_g t \quad (6)$$

A (3) – (6) egyenletekben, J a fluxus [$\text{Lm}^{-2}\text{h}^{-1}$]; t a szűrési idő [s]; J_0 a fluxus a $t = 0$ időpillanatban; k_c , k_s , k_i , k_g pedig a modell állandók.



1. ábra: Eltömődési modellek: (a) teljes blokkoló modell; (b) standard blokkoló modell; (c) közbenső blokkoló modell; (d) iszaplepeny szűrés modell. Forrás: Iritani és Katagiri (2016)

Az elmúlt években több kutató is alkalmazta a Hermia modelleket a membrán eltömődés jellemzésére. Nourbakhsh és munkatársai (2013) vörös szilva lé tisztítása során használták ezeket az eltömődési modelleket, Salahi és munkatársai (2010) szennyvíz esetében, Vela és munkatársai (2008) pedig polietilén ultraszűrésénél. Esetükben minden kísérleti mérés legjellemzőbb mechanizmusa az iszaplepeny szűrés volt. Olajos víz emulziók esetében (Mohammadi et al., 2003) a közbenső blokkoló modell volt a meghatározó. Ng és munkatársai (2014) sovány kókusztejes ultraszűrési vizsgálatainak során az 1,8 bar nyomás alkalmazása mellett két eset kivételével a standard blokkoló modell volt a legjellemzőbb, míg a 60°C-on végzett szűrések esetében a közbenső blokkoló modell, egy esetet leszámítva, ahol az iszaplepeny szűrés volt a meghatározó.

Glicerín oldatok (Amin et al., 2010) esetében lettek a legváltozatosabbak az eredmények. Különböző zsírsavak és különböző pH értékek esetében is más-más eltömődési mechanizmus lett a meghatározó. Ezen kívül a Hermia modellt használták még koloid

szuszpenziók (Wang és Tarabara, 2008) és poliszacharid molekulák ultraszűrésénél is (Sarkar, 2013).

Anyagok és módszerek

Felhasznált anyagok

A kísérletek alapanyagaként kereskedelmi forgalomban kapható rizs és zab szemtermését használtuk fel. A növényi italok előállítását a következőképpen zajlott: 24 órás forró vizes áztatást követően az aprítás, majd a durva szűrés következett.

Membránszeparáció

Az ultraszűrés kísérleteket kevertethető, szakaszos ultraszűrő cellával (Millipore) végeztük el. A 0,05 μm -es poliéter-szulfon membránnal 0,3 MPa transzmembrán nyomáson 350 min^{-1} keverési fordulatszám mellett végzett előszűrésnél keletkezett permeátumot használtuk fel betáplálási oldatként az ultraszűrés kísérletekhez.

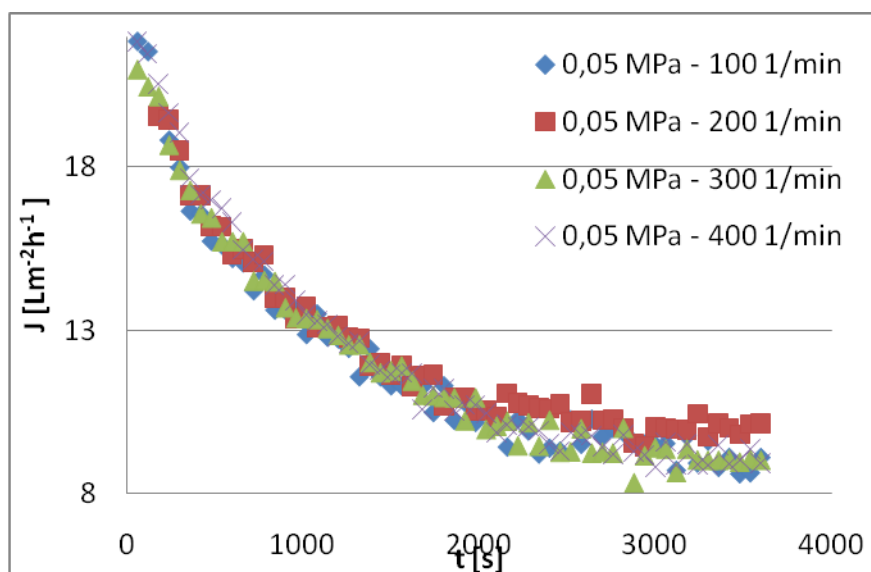
Az ultraszűrés modellezéshez elvégzett szűréseknél alkalmazott poliéter-szulfon membrán vágási értéke 10 000 Da, az aktív szűrőfelület $0,0042 \text{ m}^2$. A mérések alkalmával mindig 200 cm^3 kezdeti térfogattól indultunk ki, és 60 percig végeztük a szűréseket. Mindkét növényi ital esetében 0,05 MPa transzmembrán nyomást (TMP) és 100, 200, 300 és 400 min^{-1} keverési fordulatszámokat alkalmaztunk.

Legjellemzőbb eltömődési modell meghatározása

A (3) – (6) egyenletek felhasználásával mind a négy modell esetében a lineáris függvény egyenletéből indultunk ki. Az x tengelyen az idő paramétert, míg az y tengelyen az egyenletek bal oldalán szereplő kifejezéseket ($\ln J$; $1/J^{0,5}$; $1/J$ és $1/J^2$) ábrázoltuk, ahová a szűrés során mért fluxus értékeket helyettesítettük be. Az így kapott pontokra egyenest illesztve megkaptuk a determinációs együttható (R^2) értékeit. Adott transzmembrán nyomás és keverési fordulatszám esetében a legnagyobb R^2 érték jelenti a legjobban illeszkedő modellt.

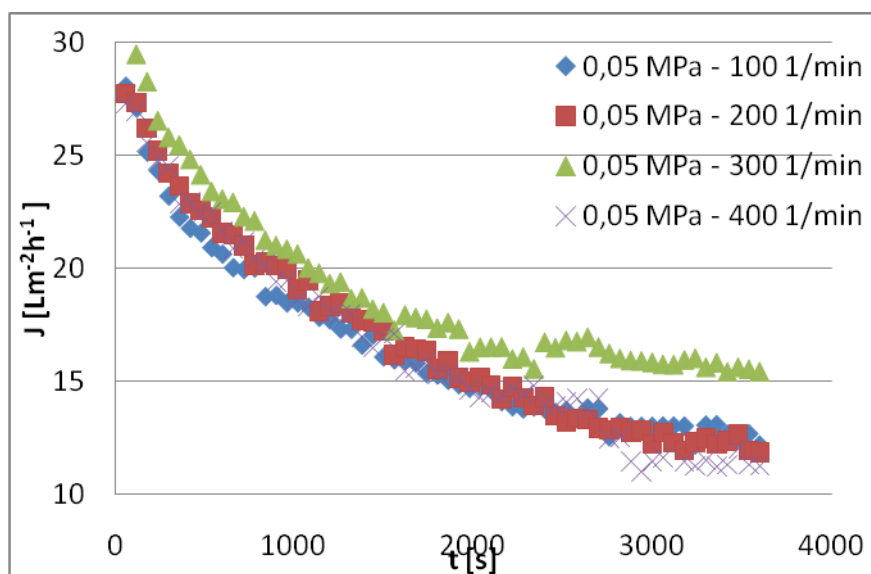
Eredmények és értékelésük

Első lépésként a különböző növényi italok és különböző fordulatszámok esetében ábrázoltuk az idő-fluxus pontpárokat, hiszen ezek képezik a Hermia modell alapját (2. és 3. ábra).



2. ábra: Rizslé minta fluxusa az idő függvényében különböző keverési fordulatszám esetében

A fluxus görbék lefutása általában megfelel az elméleti leírásoknak. Az összességében hatvány függvénnyel leírható fluxus-idő függvénykapcsolatokban a függvény értékek nagyobbak a nagyobb keverési fordulatszám esetében. A két növényi ital kezdeti fluxus értékek közötti különbségének oka a növények eltérő összetételéből adódik.



3. ábra: Zablé minta fluxusa az idő függvényében különböző keverési fordulatszám esetében

Az ultraszűrési kísérleteink során a Hermia modelleket alkalmaztuk az eltömődési mechanizmusok értelmezésére. A kísérleti adatoknak a négy modellbe illesztésével meghatározható, hogy melyik a legjellemzőbb eltömődési mechanizmus.

Az 1. táblázat az összes mérésre történő illesztések, azaz a modellek R^2 értékeit mutatja be. Adott transzmembrán nyomás és keverési fordulatszám esetében a legmagasabb R^2 érték tehát a legjobban illeszkedő modellt jelenti, ezeket a táblázatban piros színnel emeltük ki.

1. táblázat: A rizs és zab minták Hermia modellekhez való illeszthetősége (R^2 érték)

<i>Növényi alapanyag</i>	<i>Keverési fordulatszám [min⁻¹]</i>	<i>Teljes blokkoló modell n = 2</i>	<i>Standard blokkoló modell n = 1,5</i>	<i>Közbenső blokkoló modell n = 1</i>	<i>Iszaplepleny szűrés modell n = 0</i>
Rizs	100	0,8699	0,8975	0,9176	0,9372
	200	0,829	0,857	0,8797	0,9096
	300	0,8933	0,9189	0,9382	0,9588
	400	0,9426	0,9582	0,9662	0,9606
Zab	100	0,9197	0,9421	0,9587	0,9763
	200	0,9613	0,9755	0,9839	0,9849
	300	0,8725	0,8965	0,9173	0,9495
	400	0,9653	0,9702	0,9663	0,9354

Az 1. táblázatból jól látható, hogy a legjobban illeszkedő modellek, vagyis a legnagyobb R^2 értékek a zab minták esetében adódtak, értékük 0,9494 és 0,9849 között változik. A rizs minták esetében is 0,9 feletti az értékek: 0,9096 és 0,9662 között változnak.

Az esetek túlnyomó többségében az alapanyagoktól függetlenül az iszaplepleny szűrés modell adódott a legjellemzőbb eltömődési mechanizmusként. Ez a mechanizmus abban az esetben fordul elő, amikor az oldott molekulák nem tudnak sem bejutni, sem átjutni a membrán pórusain, egymásra halmozódnak a membrán felületén és iszaplepleny réteget alakítanak ki. Az iszaplepleny réteg a szűrés után vizes öblítéssel könnyen eltávolítható.

A közbenső blokkoló modell, vagyis az az eltömődési mechanizmus, amely a teljes blokkolás és az iszaplepleny kiépülés közé esik egyszer fordult elő: rizs esetében 400 min⁻¹

keverési fordulatszám mellett. A két, megközelítőleg azonos nagyságú R^2 érték között azonban csupán 0,0056 a különbség, ami további vizsgálatokat tesz szükségessé.

A standard blokkoló modell zab esetében 400 min^{-1} keverési fordulatszámnál volt a legmeghatározóbb mechanizmus. Ez a mechanizmus akkor lép fel, amikor az oldott molekulák mérete kisebb, mint a membrán pórusainak mérete. Belső pórus blokkolás jön létre az oldott molekuláknak a membrán pórusfalakon történő adszorpciója miatt. Valószínűleg a zab modell oldatban vannak olyan kisebb molekulák, amelyeknek kedvezett a kis transzmembrán nyomás és a nagy keverési fordulatszám által előidézett áramlási helyzet, a kvázi tiszta pórusnyílás elérhetőség, és bejutottak a membrán pórusaiba.

A teljes blokkoló modell egyik esetben sem volt a legjellemzőbb mechanizmus. Ez a fajta eltömődés akkor következik be, amikor a membrán pórusait a leválasztott molekulák teljesen lefedik, megakadályozva a póruson történő átáramlást.

Következtetések

Kísérleteink során megvizsgáltuk a különböző gabona eredetű növényi alapanyagokból (rizs és zab) készült tejhelyettesítő italok szűrhetőségét ultraszűrő membránok segítségével különböző keverési fordulatszámok mellett, majd a mért adatokat a Hermia modell segítségével dolgoztuk fel. Azt az eredményt kaptuk, hogy mindkét növényi italnál (PES 10 kDa-os membrán és 0,05 MPa TMP alkalmazásával) két eset kivételével az iszaplepleny szűrés modell a legjellemzőbb eltömődési mechanizmus. Ennél a mechanizmusnál a leválasztandó molekulák/részecskék a membrán felületén úgy rakódnak ki, hogy nem tömíki el a bejárat pórusnyílásokat, tehát egy másodlagos szűrőréteget alakítanak ki. Ezt a réteget azonosíthatjuk a szakirodalomból ismert gél réteg, illetve akár koncentrációs polarizációs réteg néven is, a felépítő komponensek tulajdonságaitól függően.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak az NKFIH/OTKA K-115691 program pénzügyi támogatásának. Szpisják-Gulyás Nikolett munkáját az Új Nemzeti Kiválóság Program (UNKP-18-2-I-SZTE-113) támogatta.

Irodalomjegyzék

- Amin, I.N.H.M., Mohammad, A.W., Markom, M., Peng, L.C., Hilal, N., (2010): Analysis of deposition mechanism during ultrafiltration of glycerin-rich solutions, *Desalination* 261 (3), 313–320.
- Field, R., Wu, D., Howell, J., Gupta, B., (1995): Critical flux concept for microfiltration fouling, *Journal of Membrane Science* 100, 259–272.
- Hermia, J., (1982): Constant pressure blocking filtration laws—application to powerlaw non-Newtonian fluids, *Transaction of the American Institute of Chemical Engineers* 60, 183–187.
- Iritani, E., Katagiri, N., (2016): Developments of Blocking Filtration Model in Membrane Filtration, *KONA Powder and Particle Journal No. 33* 179-202
- Mohammadi, T., Kazemimoghadam, M., Saadabadi, M., (2003): Modeling of membrane fouling and flux decline in reverse osmosis during separation of oil in water emulsions, *Desalination* 157 (1–3), 369–375.
- Ng, C. Y., Mohammad, A. W., Ng, L. Y., Jahim, J. M., (2014): Membrane fouling mechanisms during ultrafiltration of skimmed coconut milk, *Journal of Food Engineering* 142, 190-200
- Nourbakhsh, H., Emam-Djomeh, Z., Mirsaeedghazi, H., Omid, M., Moieni, S., (2013): Study of different fouling mechanisms during membrane clarification of red plum juice, *International Journal of Food Science & Technology* 49, 58-64
- Salahi, A., Abbasi, M., Mohammadi, T., (2010): Permeate flux decline during UF of oily wastewater: experimental and modelling, *Desalination* 251 (1–3), 153–160.
- Sarkar, B., (2013): A combined complete pore blocking and cake filtration model during ultrafiltration of polysaccharide in a batch cell. *Journal of Food Engineering* 116 (2), 333–343.
- Vela, M.C.V., Blanco, S.A., García, J.L., Rodríguez, E.B., (2008): Analysis of membrane pore blocking models applied to the ultrafiltration of PEG, *Separation and Purification Technology* 62, 489–498.
- Wang, F., Tarabara, V.V., (2008): Pore blocking mechanisms during early stages of membrane fouling by colloids, *Journal of Colloid and Interface Science* 328 (2), 464–469.

**Bioelektrokémiai rendszerek vizsgálata az MTA Bolyai János Kutatási
Ösztöndíjának segítségével a Pannon Egyetemen**

Bakonyi Péter

**Pannon Egyetem, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatóintézet
bakonyip@almos.uni-pannon.hu**

A biológiai áramtermelő, avagy mikrobiális üzemanyag cella (MÜC) a tradicionális, pl. hidrogén gázzal táplált tüzelőanyag cellákhoz, s galvánelemekhez hasonlóan kémiai energiát alakít át közvetlenül elektromos energiává [1]. A MüC, konstrukcióját tekintve alapvetően megtartja a hagyományos, tisztán elektrokémiai alapokon nyugvó tüzelőanyag cellák szerkezeti tulajdonságait, úgymint az anód és a katód elektródokat tartalmazó félcellák, valamint az őket elválasztó ionszelektív gát, jellemzően egy membrán tekintetében. A MüC működése szempontjából azonban jelentős különbség, hogy a kialakuló feszültség (az anód és a katód elektródok között mérhető potenciálkülönbség) a szerves anyagok anód térben végbemenő, úgynevezett elektrokémiai-aktív baktériumok (EAB) általi lebontásának termodinamikai viszonyai által is meghatározott [2]. Ennek jelentőségét az adja, hogy a bioelektrokémiai rendszer hatékonyságát számos veszteségtényező befolyásolja, melyek nem elhanyagolható részben az anód felületén fejlődő, EAB alkotta biofilmmel, annak mikrobiális összetételével állnak kapcsolatban [3]. Vagyis, a cella energetikai hatékonyságának fokozása megkívánja a minél hatékonyabb EAB szelektálását lehetővé stratégiák kidolgozását [4]. Habár e téren több, ún. közvetlen hatótényezőt (pl. pH, hőmérséklet, anód potenciál) is azonosítottak, még számos kérdés maradt tisztázatlan, ideértve a cella architektúrájának biofilm aktivitásra gyakorolt, indirekt hatása (biotikus és abiotikus faktorok közötti kapcsolat) tekintetében. Ezen aspektusból, a MüC rendszer tervezésének fontos eleme a külső áramkörben alkalmazott ellenállás (R_k), melynek a cella teljes belső ellenállásához viszonyított aránya szignifikáns faktor a kialakuló elektromos teljesítményt illetően [2]. Az a tény, hogy R_k -n keresztül befolyásolható az elektródok közötti töltéstranszport, a megfigyelések szerint az visszahat az anódos biofolyamatra is [5,6,7]. Tehát, (i) R_k , (ii) az anódfelületi mikrobiális (EAB növekedési) kinetika és (iii) a kialakuló biofilm elektrokémiai viselkedése közötti kapcsolatok leírása fontos terület, s ezért folynak ezzel összefüggő kutatások a Pannon Egyetem Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatóintézetében, az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíjának támogatásával.

Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetet mond az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíjának, valamint az Emberi Erőforrások Minisztériuma (EMMI) „Új Nemzeti Kiválóság Program” keretében megítélt Bolyai+ Felsőoktatási Fiatal Oktatói, Kutatói Ösztöndíjának (ÚNKP-18-4).

Irodalomjegyzék

- [1] Koók L, Rózsenberszki T, Nemestóthy N, Bélafi-Bakó K, **Bakonyi P**. Bioelectrochemical treatment of municipal waste liquor in microbial fuel cells for energy valorization. *J Clean Prod* 2016 (112) 4406
- [2] Logan BE. Microbial fuel cells. Wiley & Sons, New York, 2008
- [3] Rivera I, **Bakonyi P**, Cuautle-Marín MA, Buitrón G. Evaluation of various cheese whey treatment scenarios in single-chamber microbial electrolysis cells for improved biohydrogen production. *Chemosphere* 2017 (174) 253-259
- [4] Kumar G, **Bakonyi P**, Zhen G, Sivagurunathan P, Koók L, Kim SH, et al. Microbial electrochemical systems for sustainable biohydrogen production: Surveying the experiences from a start-up viewpoint. *Renew Sustain Energy Rev* 2017 (70) 589
- [5] Jung S, Regan JM. Influence of external resistance on electrogenesis, methanogenesis, and anode prokaryotic communities in microbial fuel cells. *Appl Environ Microbiol* 2011 (77) 564
- [6] Rismani-Yazdi H, Christy AD, Carver SM, Yu Z, Dehority BA, Tuovinen OH. Effect of external resistance on bacterial diversity and metabolism in cellulose-fed microbial fuel cells. *Bioresour Technol* 2011 (102) 278
- [7] Pasternak G, Greenman J, Ieropoulos I. Dynamic evolution of anodic biofilm when maturing under different external resistive loads in microbial fuel cells. Electrochemical perspective. *J Power Sources* 2018 (400) 392-401

Műszaki Kémiai Napok '19

KONFERENCIA FELHÍVÁS

A Pannon Egyetem, Mérnöki Kara **2019. április 16-18.** (kedd-csütörtök) napokon tudományos konferenciát rendez **MŰSZAKI KÉMIAI NAPOK'19** címmel.

A konferencia helyszíne: Pannon Egyetem, Veszprém
B épület, Aula II. emelet Konferenciaközpont

A konferencia témakörei:

- biomassza hasznosítás, alternatív energiák és alkalmazásuk, energiahatékonyság
- bioszenzorika, bionanotechnológia, bioanalitika és mikrofluidikai rendszerek
- biotechnológia és biomérnökség, reaktorteknika, enzim- és membrán-technológia
- energetika
- fenntartható mobilitás, olajipar
- folyamatrendszerek tervezése és irányítása, rendszermérnökség
- funkcionális nano- és mikroszerkezetű anyagok kutatása és előállítási technológiái
- gyártás és feldolgozóipari technológiák
- gyógyszeripari anyagok és technológiák
- koloid- és határfelületi technológiák
- környezet- és víztechnológiák
- petrolkémia

Mind elméleti, mind gyakorlati eredményeket is bemutató, angol- és magyar nyelvű előadások és poszterek bejelentését várjuk. Lehetőséget nyújtunk témaorientált szekciók szervezésére is. A konferenciára beküldött kéziratokat a konferencia kiadványban megjelentetjük. A kiemelkedő munkák publikálására a *Hungarian Journal of Industry and Chemistry* folyóirat nyújt lehetőséget.

Jelentkezési határidő: 2019. március 11. (hétfő)

A konferencia programját valamint a jelentkezési lapot hamarosan elérhetővé tesszük a rendezvény honlapján (<https://mkn.uni-pannon.hu>).

A jelentkezéssel, előadás anyagainak beküldésével, hirdetési és kiállítási javaslataival, esetleges szponzori felajánlásokkal valamint egyéb, a rendezvénnyel kapcsolatban bármely felmerülő kérdés esetén Klein Mónika, a konferencia titkára készséggel áll rendelkezésre az alábbi elérhetőségeken:

Telefon: 88/624-000/6079 e-mail cím: klein@fmt.uni-pannon.hu

Kérem, forduljon hozzá bizalommal.

Megtisztelő részvételére számítunk, kérjük jelenlétével és előadásával emelje a konferencia színvonalát.

Bélafiné Bakó Katalin
egyetemi tanár
a Szervező Bizottság Elnöke

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A Magyar Kémikusok Egyesülete Membrántechnikai Szakosztálya pályázatot hirdet az Edinburgh-ban (Egyesült Királyság) 2019. június 23. és 28. között megrendezésre kerülő XXXVI. Membrános Nyári Egyetemen való részvétel támogatására.

Pályázatot nyújthat be minden 30 év alatti, az angol nyelvet legalább középfokon beszélő fiatal szakember, (egyetemi vagy Ph.D. hallgató, fiatal kutató...), akinek további tanulmányaihoz elengedhetetlenül fontos a membrántechnológia mélyebb ismerete. A pályázat tartalmazza:

- a pályázó adatait (név, lakcím, szül. hely, idő, végzettség, nyelvismeret, munkahelyi cím, telefon, fax, e-mail cím...)
- rövid (max. 10 sor) indoklást, hogy miért szeretne részt venni a rendezvényen
- reális költségvetést a várható kiadásokról s egyéb forrásokról
- szakmai önéletrajzot, különös tekintettel a "membrános" kapcsolatokra
- publikációs listát

A pályázatokat postai vagy elektronikus úton kérjük benyújtani a következő címre:

Bélafiné dr. Bakó Katalin
PE MK Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatóintézet
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
bako@almos.uni-pannon.hu

Benyújtási határidő: 2019. április 15. (a postabélyegző legkésőbbi dátuma).

A benyújtott pályázatokat a Membrántechnikai Szakosztály vezetősége fogja elbírálni. A pályázatokra elkülönített összesen 100.000,- Ft-ot elosztjuk a 2 legsikeresebb pályázó között. A támogatást a nyertesek munkahelyére fogjuk átutalni. A szakosztály fenntartja magának a jogot, hogy nem megfelelő szintű pályázatok esetén a támogatást visszatartsa.

A pályázat eredményét az újság következő számában tesszük közzé.

A nyerteseket május 15-ig értesítjük. A pályázat két nyertese vállalja, hogy nevüket nyilvánosságra hozzuk, s a Nyári Egyetemről beszámolót készítenek, melyet lapunk megjelentet. A támogatás felhasználásáról a rendezvényt követően költségelszámolást (számlákat) kérünk.

KÖZELGŐ KONFERENCIÁK, KURZUSOK

Dead Sea Water 2019 Workshop: Nanomaterials at the Water-Energy Nexus, Dead Sea Water

2019. február 4 – 7., Ein-Gedi, Dead Sea (Izrael)

<https://dsw2019.net.technion.ac.il/>

Engineering with Membranes 2019, EWM2019

2019. április 8 – 10., Bastad (Svédország)

<http://ewm2019.eu/>

Műszaki Kémiai Napok

2019. április 16-18., Veszprém

<https://mkn.uni-pannon.hu>

IWA Membrane Technology Conference for Water

2019. június 23-27., Toulouse (Franciaország)

<https://mtc2019.sciencesconf.org/>

36th EMS Summer School 2019, EMS SS2019

2019. június 23 – 28., Edinburgh (Egyesült Királyság)

<https://www.emssummerschool2019.eng.ed.ac.uk>

14th International Conference on Catalysis in Membrane Reactors, ICCMR14

2019. július 8 – 11., Eindhoven (Hollandia)

<https://www.iccmr14.com>

PERMEA'19

2019. augusztus 26-29., Budapest

<http://mke.org.hu/PERMEA2019>

Filtech 2019

2019. október 22-24., Köln (Németország)

www.filtech.de

***International Congress for Membrane and Electromembrane Processes,
MELPRO2020***

2020. április 19-22., Prága (Csehország)

<https://www.melpro.cz/>

13th World Filtration Congress, WFC13

2020. április 20 – 24., San Diego (U.S.A.)

<https://wfc13.societyconference.com/v2/>

MEMBRÁNTECHNIKA ÉS IPARI BIOTECHNOLÓGIA

A MKE Membrántechnikai Szakosztályának kiadványa ISSN 2061-6392

Felelős szerkesztő:

Bélafiné Dr. Bakó Katalin, Pannon Egyetem, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatóintézet, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

E-mail: bako@almos.uni-pannon.hu

A szerkesztőbizottság tagjai:

a MKE Membrántechnikai Szakosztály vezetősége: Dr. Nemestóthy Nándor, Békássyné Dr. Molnár Erika, Dr. Mizsey Péter, Dr. Hodúr Cecília, Dr. Vatai Gyula, Dr. Cséfalvay Edit, valamint Dr. Gubicza László (lektor)

Megjelenik: negyedévente, 300 példányban

Előfizetési díja: évi 1 500 Ft

Megrendelhető: MKE Membrántechnikai Szakosztály, 1015 Budapest, Hattyú u. 16.