

MEMBRÁN-

TECHNIKA

IPARI

BIOTECHNOLÓGIA



X. évfolyam 2. szám

2019. május

TARTALOM

oldal

Takács P.: Az elektrofermentáció alapjai18

Bakonyi P.: Mikrobiális üzemanyagcella hatékonyságának vizsgálata a rendszer architektúra tekintetében25

Műszaki Kémiai Napok – Beszámoló.....28

Közelgő membrános konferenciák, kurzusok.....31

AZ ELEKTROFERMENTÁCIÓ ALAPJAI

Takács Piroska

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai
Kutatóintézet, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

tpiroska94@gmail.com

Bio-elektrokémiai rendszerek

A bio-elektrokémiai rendszerek lényegében speciális bioreaktoroknak tekinthetők, melyekben a biológiai és elektrokémiai folyamatok ötvözésével állítható elő elektromos áram, bio-üzemanyag vagy egyéb fermentációs termék, ezzel párhuzamosan pedig bizonyos esetekben hulladéklebontás, szennyező anyagok eltávolítása is megvalósulhat. Az említett rendszereknek számos változata létezik, melyek felépítésüktől és az üzemeltetési paraméterektől függően igen széles felhasználási körrel rendelkeznek [1].

Bármely típusról beszélünk, a bio-elektrokémiai rendszerek működésének alapját minden esetben az exoelektrogén mikroorganizmusok jelentik [2]. Az exoelektrogén baktériumok olyan mikroorganizmusok, melyek a szubsztrát lebontása közben termelődött elektronokat képesek az extracelluláris térbe juttatni. Az így keletkező elektronokat hasznosíthatjuk elektromos áram termelésére vagy valamilyen termék előállítására [3].

Bár a 20. században a különböző bio-elektrokémiai folyamatok vizsgálata során az elektrofermentáció alapjaival is foglalkoztak a kutatók, a kétezres évek előtt igen kevés publikáció született ebben a témában [2]. Park és Zeikus 1999-ben megjelent munkája azonban úttörő jelentőségűnek bizonyult [4]. Eredményeik ugyanis azt mutatták, hogy az elektródok által biztosított redukáló erő a metabolikus útvonalak irányítására használható, mind tiszta mind kevert kultúrák tenyészetek esetében. A felfedezés hatására kezdtek el vizsgálni a kutatók az ipari fermentációk elektrokémiai úton történő hatékonyság-növelésének lehetőségét [2]. Az elektrofermentáció kifejezést először Rozendal és munkatársai használták egy 2010-ben megjelent publikációjukban [5], de azóta sem sikerült minden esetben

egyértelműen tisztázni a különbséget elektrofermentáció, elektroszintézis és egyéb rokon fogalmak között [2].

Hagyományos és elektrofermentáció

A fermentáció fogalma alatt olyan biotechnológiai eljárást értünk, melynek során élő sejteket tenyésztünk valamilyen anyag előállítása vagy lebontása érdekében. Számos területen alkalmaznak fermentációs eljárásokat: ide tartozik a különböző élelmiszeripari termékek előállítása és tartósítása, gyógyszergyártás, üzemanyag-termelés, de akár a szennyvíz-kezelés is. Ipari jelentőségének köszönhetően számos tanulmány született, melyek a különböző metabolikus útvonalak megismerését és irányítását célozzák, hogy minél hatékonyabban lehessen előállítani a számunkra kedvező termékeket [6].

A fermentációs folyamatok alapját a sejtekben lejáró redox reakciók jelentik. A heterotróf mikroorganizmusok szerves vegyületek lebontása során nyerik az életműködésükhöz szükséges energiát. A glükóz – mint általános szénforrás – lebontásának első szakasza a glikolízis, melynek során piruvát, szén-dioxid, ATP (adenozin-trifoszfát) és NADH (nikotinamid-adenin dinukleotid) keletkezik. A NADH a katabolikus anyagcsere-folyamatokban résztvevő redukált koenzim, melynek regenerálása (visszaoxidálása) elengedhetetlen a glikolízis folytonosságának biztosítása céljából. Oxigén jelenlétében a NADH az oxidatív foszforiláció során regenerálódik, a sejtek számára ez a fő energiatermelő folyamat. Anaerob körülmények között a redukált koenzim csak erjedési reakcióban tud regenerálódni, mely az oxidatív foszforilációhoz képest jóval kevesebb ATP előállításával jár. A piruvát keto- és karboxilcsoportot egyaránt tartalmazó szerves vegyület, az adott mikroorganizmus metabolikus útvonalától függően számos végtermék kiindulási anyaga lehet, pl. etanol, butanol, karbonsavak, rövid szénláncú zsírsavak, stb [2].

A hagyományos fermentációs technológiákkal kapcsolatban több probléma is felmerül, melyek közül az egyik legnagyobb a redox egyensúly felborulása, aminek következtében csökken a kívánt termék mennyisége, illetve egyéb melléktermékek keletkeznek. Az egymást követő redukciós és oxidációs reakciók bár többnyire termodinamikailag kedvező, spontán folyamatok, szigorú biológiai szabályozás alatt állnak, melyet az adott sejt szükségletei és a mikroorganizmusok egymás közötti interakciói határoznak meg. A metabolikus útvonalat az egyéb környezeti paraméterek mellett jelentősen befolyásolja az oxidációs-redukciós potenciál (ORP). A tápoldat oxidációs-redukciós potenciálja (extracelluláris ORP) a közegben található elektronok aktivitásának feleltethető

meg (mint ahogy a pH a protonaktivitásról ad információt). Az extracelluláris ORP értékét, melyre hatással van a közeg kémiai összetétele és hőmérséklete is, egy ORP szenzor segítségével könnyen mérhetjük. Az intracelluláris ORP a sejten belüli redox állapotot jellemzi, értéke a $\text{NADH} / \text{NAD}^+$ arány alapján becsülhető [2].

A fermentáció hozama növelhető a kofaktorok sejten belüli mennyiségének módosításával, ehhez azonban nem feltétlenül szükséges a génszintű beavatkozás. Az extracelluláris ORP szabályozásával is befolyásolhatjuk az intracelluláris ORP-t, így elősegíthetjük a számunkra fontos céltermék képződését. Erre ad lehetőséget a bio-elektrokémiai rendszerek egyik legújabb típusa, az elektrofermentáció. Az eljárás alapját a tápoldatba helyezett elektródok és a rendszerre kapcsolt tápfeszültség jelentik. Az elektródok elektrondonorként vagy akzeptorként viselkednek. Katódos elektrofermentáció esetén a szubsztrát a katód által biztosított elektronok felhasználásával, egy redukáltabb állapotú vegyületet képez. Ha a termék a kiindulási szubsztrátnál magasabb oxidációs állapotú, a reakció során keletkező elektronok az anódra kerülnek, ezt nevezzük anódos elektrofermentációnak [1].

Fontos megjegyezni, hogy a célparaméter nem a katódos elektrofermentációban termelt áram, mint ahogy az alkalmazott tápfeszültség sem a fő energiaforrása a fermentációnak. A cél az extracelluláris ORP szabályozásán keresztül befolyásolni a $\text{NADH} / \text{NAD}^+$ arányt és fenntartani a megfelelő redox egyensúlyt. A hagyományos fermentáció során az elektron-akceptorok hiánya a reakciósebesség csökkenéséhez vagy a célterméktől eltérő vegyület képződéséhez vezethet. Ezt lehet elkerülni egy külső elektronakzeptorként alkalmazott elektróddal. Hasonló módon a mikroorganizmusok fel is vehetnek elektronokat az elektródról, így képesek redukálni a szubsztrátot. Az anódtérben a szerves vegyületek oxidációja során keletkezett elektronok az anódról a katódra kerülve felhasználhatók a redukációs folyamatokban. [2]. Az anód elektron-felvételének következtében csökken a $\text{NADH} / \text{NAD}^+$ arány, a sejt pedig ennek ellensúlyozására törekedve olyan anyagcsere-útvonalakat preferál, melyek a NADH regenerálásával járnak, tehát az általunk kívánt céltermék képződését segíthetjük elő ily módon.

Ennek megfelelően már kis áramsűrűségek is jelentős hatást gyakorolhatnak a biokémiai folyamatokra. Ezt bizonyítja többek között a Choi és munkatársai által végzett kísérlet [7], melynek során glükózból állítottak elő butanolt katódos elektrofermentációval. Az eredmények alapján a teljes elektron-befektetés 0,2 %-a származott a külső áramforrásból. Ha feltételezzük, hogy a coulombikus hatásfok 100%, továbbá az így kapott elektronok teljes

mennyisége butanol előállítására fordítódik, a kontroll rendszernél elért hozam 1,12-szeresét tapasztalnánk. A mért butanolhozam azonban több mint háromszor nagyobb volt a kontroll fermentációhoz képest. Ez az eredmény alátámasztja azt a feltételezést, miszerint a külső tápfeszültség alapvetően nem energiaforrásként szolgál, hanem az anyagcsere-útvonalak befolyásolásán keresztül hat a termékképződésre [7].

Elektrofermentációs termékek

Az elektrofermentációval előállítható termékek köre igen széles, lényegében bármely olyan hagyományos fermentáció helyettesíthető ezzel az eljárással, ahol a termelésben részt vevő mikroorganizmusok képesek az elektródokkal elektrontranszfert megvalósítani. A legismertebb elektrofermentációs termékek a különböző zsírsavak, alkoholok, a biogáz és a biohidrogén.

A biogáz olyan gázelegy, mely szerves anyagok mikroorganizmusok által végzett lebontása során keletkezik anaerob körülmények között. Összetételét tekintve fő alkotói a metán (50-75%) és a szén-dioxid (25-50%), emellett nyomokban tartalmazhat vízgőzt, kénhidrogént, nitrogént, ammóniát, stb [8]. A gyakorlati felhasználást tekintve a minél magasabb metántartalom a kedvező, ezért számos eljárással próbálják növelni a biogázban lévő metán arányát. A metán mennyiségi növekedése a metabolikus útvonalak befolyásolásával is elérhető, ezt próbálják megvalósítani bio-elektrokémiai módszerrel az elektrofermentáció során. Az fermentációs közegben biztosított tápfeszültség révén a mikroorganizmusok anyagcsereje számunkra kedvező irányban módosítható. Az elektrofermentációval tehát a biogáz előállítása és minőségi javítása egyaránt megvalósítható, ami a többi biogáz-feldolgozási eljáráshoz képest jóval olcsóbb és kisebb energiaigényű [9].

Az elektrofermentációval előállítható termékek körébe tartoznak a rövid és közepes szénlánc-hosszúságú zsírsavak is. Az elektródokra kapcsolt feszültség révén serkenthető az acidogenezis, ezáltal nő az összesen előállított termékek mennyisége, illetve ezen belül egy adott céltermék aránya növelhető a metabolikus útvonalak befolyásolásával. Az így kapott zsírsavak felhasználhatók elektromos áram termelésére, bioműanyagok előállítására, továbbá platformvegyületként szolgálnak a gyógyszeripar, az élelmiszeripar és a textilipar számára [10].

A rövid szénláncú zsírsavak és egyéb köztes termékek fermentációval továbbalakíthatók különböző alkoholokká. A folyamat produktivitása bio-elektrokémiai úton jelentősen növelhető, melyre számos példát találhatunk a szakirodalomban [11]. Xafenias és

munkatársai [12] 1,3-propándiolt állítottak elő glicerín fermentációjával. Az elektrofermentáció során a termékképződési sebesség közel hatszorosára nőtt a kontrollként használt hagyományos fermentációhoz képest, az elért maximális termékkoncentráció pedig 42 g 1,3-propándiol / liter volt, míg a kontroll esetében csupán 18 g/L-t sikerült elérni közel kétszer annyi idő alatt. A fermentációs közeg mikrobiológiai összetételét vizsgálva megállapították, hogy a termékképződés szempontjából hasznos *Clostridiaceae* fajok az elektrofermentáció során intenzíven elszaporodtak a reaktorban (a teljes biomassa 55 %-át alkották), míg a kontroll rendszerénél ezek a fajok csupán néhány százalékban voltak jelen. (A kísérletek során szennyvíz-tisztító telepről származó mezofil, anaerob iszapot alkalmaztak inokulumként.) [12]

A biohidrogén előállítására alkalmas mikrobiális elektrohidrogenezis cella (MEC) az elektrofermentáció speciális típusának tekinthető. A hagyományos fermentáció során a gáztermelésért felelős mikroorganizmusok számára szerves szubsztrátok szolgálnak elektrondonorként, a protonok (H^+) pedig elektronakceptorként. A hidrogénionok redukálásával a sejten belüli redox egyensúly fenntartható, így keletkezik a számunkra értékes hidrogéngáz [11]. A MEC-rendszerben a szerves anyag lebontását végző exoelektrogén baktériumok az elektronokat az anód felületére, a protonokat pedig a tápoldatba juttatják. Az elektronok külső elektromos vezetón végighaladva a katódra kerülnek, ahol a protonokkal hidrogéngázzá egyesülnek. Az anód és a katód között kialakuló elektromos potenciálkülönbség nem elegendő az elektronok spontán áramlásához és a hidrogénleválás megindulásához. A gázképződéshez szükséges potenciálkülönbséget külső áramkörbe helyezett áramforrás biztosítja [13]. A MEC a korábban tárgyalt elektrofermentációs rendszerektől annyiban eltér, hogy itt az elektrokémiai folyamatok nélkül nem valósul meg a termékképződés. Ebben az esetben tehát nem csupán a hagyományos fermentáció hatásfokának növeléséről van szó, egy attól lényegesen eltérő bioelektrokémiai rendszerben zajlik a gáztermelés, ugyanakkor az elektródok itt is elektrondonorként illetve -akceptorként funkcionálnak.

További perspektívák

Az elektrofermentációs kísérletek terén elért kezdeti eredmények igen biztatóak a jövőbeni felhasználást illetően. Ugyanakkor az elektrokémia és a fermentáció ilyen jellegű összekapcsolása viszonylag rövid múltra tekint vissza, éppen ezért számos tisztázandó kérdés vár még a kutatókra. Talán a legfontosabb ezek közül a bio-elektrokémiai folyamatok

mechanizmusának megértése és az elektrofermentációra képes mikroorganizmusok azonosítása.

Ipari alkalmazás szempontjából nem elhanyagolható kérdéskör az elektródok anyaga, mérete és elrendezése, valamint az ideális reaktorkialakítás. Minden egyes technológiára meg kell határozni azt az optimális külső feszültséget, amelynél elérjük a kívánt hatást, ugyanakkor nem merül fel jelentős többletköltség az üzemeltetés során, így gazdasági szempontból is megfelelő lesz az eredmény.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát a GINOP-2.3.2-15-2016-00016 nyilvántartási számú, „Vízbázis-védelem, moduláris, mobil vízkezelő rendszerek és szennyvízkezelő technológiák fejlesztése a Pannon Egyetem bázisán hazánk dinamikus export növekedésének elősegítése érdekében” című projekt támogatta.



Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-2 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Irodalomjegyzék

- [1] R. Moscoviz, J. Toledo-Alarcón, E. Trably, and N. Bernet, “Electro-Fermentation: How To Drive Fermentation Using Electrochemical Systems From Microbial Fuel Cells to EF,” *Trends Biotechnol.*, vol. 34, no. 11, pp. 856–865, 2016.
- [2] H. Civelek Yoruklu, E. Oguz Koroglu, A. Demir, and B. Ozkaya, *The Electromotive-Induced Regulation of Anaerobic Fermentation*. Elsevier B.V., 2019.
- [3] B. Vajda, “Két-kamrás mikrobiális üzemanyagcellák vizsgálata” PhD dolgozat, Pannon Egyetem, 2015.
- [4] D. H. Park, M. Laivenieks, M. V Guettler, M. K. Jain, and J. G. Zeikus, “Microbial Utilization of Electrically Reduced Neutral Red as the Sole Electron Donor for Growth and Metabolite Production,” *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 65, no. 7, pp. 2912–2917, Jul. 1999.
- [5] K. Rabaey and R. A. Rozendal, “Microbial electrosynthesis — revisiting the electrical route for microbial production,” *Nat. Rev. Microbiol.*, vol. 8, p. 706, Sep. 2010.

- [6] A. Schievano, T. Pepé Sciarria, K. Vanbroekhoven, H. De Wever, S. Puig, S. J. Andersen, K. Rabaey, and D. Pant, “Electro-Fermentation – Merging Electrochemistry with Fermentation in Industrial Applications,” *Trends Biotechnol.*, vol. 34, no. 11, pp. 866–878, 2016.
- [7] O. Choi, T. Kim, H. M. Woo, and Y. Um, “Electricity-driven metabolic shift through direct electron uptake by electroactive heterotroph *Clostridium pasteurianum*,” *Sci. Rep.*, vol. 4, p. 6961, Nov. 2014.
- [8] J. Hajdú, “Biogázüzemek működése és biogázüzemi technológiák,” *Obekk Tudományos Szakmai Kiadványok*, vol. 11/12, 2009.
- [9] Z. Dou, C. M. Dykstra, and S. G. Pavlostathis, “Bioelectrochemically assisted anaerobic digestion system for biogas upgrading and enhanced methane production,” *Sci. Total Environ.*, vol. 633, pp. 1012–1021, 2018.
- [10] H. C. Yoruklu, E. O. Koroglu, A. Demir, and B. Ozkaya, “Chapter 5.2 - The Electromotive-Induced Regulation of Anaerobic Fermentation: Electrofermentation,” in *Microbial Electrochemical Technology*, S. V. Mohan, S. Varjani, and A. Pandey, Eds. Elsevier, 2019, pp. 739–756.
- [11] J. S. Sravan, S. K. Butti, O. Sarkar, and S. V. Mohan, “Chapter 5.1 - Electrofermentation: Chemicals and Fuels,” in *Microbial Electrochemical Technology*, S. V. Mohan, S. Varjani, and A. Pandey, Eds. Elsevier, 2019, pp. 723–737.
- [12] N. Xafenias, M. O. Anunobi, and V. Mapelli, “Electrochemical startup increases 1,3-propanediol titers in mixed-culture glycerol fermentations,” *Process Biochem.*, pp. 1–10, 2015.
- [13] P. Bakonyi and V. Kalauz-Simon, “Membrános elektrolízis cellák” in *Mikrobiális üzemanyagcellák*, K. Bélafi-Bakó, Ed. Veszprém: Pannon Egyetemi Kiadó, 2016.

Mikrobiális üzemanyagcella hatékonyságának vizsgálata a rendszer architektúra tekintetében

Bakonyi Péter

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai
Kutatóintézet, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
bakonyip@almos.uni-pannon.hu

A mikrobiális üzemanyag cellákban (MÜC) az úgynevezett exoelektrogén vagy más terminológia szerint elektro-aktív mikrobáknak (EAM) kitüntetett szerepe van, hiszen ezek alkotják (jellemzően az anód felületén) azt a biofilm réteget, mely interfészként szolgál a szubsztrát lebontásból származó elektronok elektród felületre való átadásában [Koók, 2019a]. Következésképpen a bioelektrokémiai rendszerek, mint a mikrobiális üzemanyag cella hatékonysága tekintetében az elektród-felületi töltésátlépés meghatározó lépés és megkívánja a minél hatékonyabb EAM szelektálását, fenntartását [Kumar, 2017]. Több tanulmányban bizonyítást nyert, hogy a MÜC-ben alkalmazott külső ellenállás (R_k) értéke (mint a rendszer architektúrát/felépítést meghatározó tényező) hatással lehet az elektródfelületen lezajló EAM részvételével lejátszódó folyamatra, a kialakuló biofilm hatékonyságára, összetételére, fejlődésére [Jung, 2011; Pasternak, 2018; Rismeni-Yazdi, 2011]. A Pannon Egyetem Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Intézetében (Bakonyi Péter az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíjának támogatásával) tanulmányozzák az említett rendszereket és releváns folyamatokat az exoelektrogén mikrobakultúrákkal [Zhen, 2017]. Az eddigiek során a MÜC-ban használt inokulum hatására fókuszálva vizsgáltuk statikus (a kísérletek során nem változtatott) külső ellenállás segítségével a rendszer fejlődését kinetikai modellel. Az eredmények tükrében elmondható, hogy *P. freudenreichii*, *C. basilensis* és *L. lactis* mikroorganizmusok alkalmazásával jelentősen változtatható a kiindulási mikrobakonzorcium viselkedése a maximális áramsűrűség, szubsztrát eltávolítási sebesség és töltés kinyerési/hasznosítási paraméterek tekintetében [Koók, 2018]. Továbbmenve, kutatásaink rámutattak, hogy kevert kultúrával inokulált MÜC esetében ajánlott az adott/bontandó szubsztráthoz, annak összetételéhez minél inkább adaptálódott inokulumot választani, hiszen így a MÜC start-up fázisában már

eleve növelt teljesítmény érhető el [Bakonyi, 2018a]. Szakirodalmi áttekintés és értékelés keretében megállapítottuk, hogy a MÜC fejlődésére, az anódot tartalmazó félcellában végbemenő mikrobiológiai folyamatra szignifikáns hatása lehet a jelenlévő membránnak, mely az anód és katód fél-cellákat szeparálja egymástól [Bakonyi, 2018b]. Ily módon érdemes lehet ennek hatását is vizsgálni a későbbiekben, hiszen a membrán típusának megválasztásával változhat a rendszer teljes belső ellenállása (mivel a membrán maga, mint Ohmikus ellenállás ehhez hozzájárul), s ezen keresztül befolyásolhatja (akár az idő függvényében változva) a megfelelő működést lehetővé tevő külső áramkörbe épített R_k -t is, előrevetítve a statikus helyett egy dinamikus R_k alkalmazási stratégia szükségességét [Koók, 2019b].

Köszönetnyilvánítás

A szerző szeretne köszönetet mondani 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

Bakonyi P, et al. Development of bioelectrochemical systems using various biogas fermenter effluents as inocula and municipal waste liquor as adapting substrate. *Bioresour Technol* 2018a (259) 75

Bakonyi P, et al. Architectural engineering of bioelectrochemical systems from the perspective of polymeric membrane separators: A comprehensive update on recent progress and future prospects. *J Membr Sci* 2018b (564) 508

Jung S, et al. Influence of external resistance on electrogenesis, methanogenesis, and anode prokaryotic communities in microbial fuel cells. *Appl Environ Microbiol* 2011 (77) 564

Koók L, et al. Behavior of two-chamber microbial electrochemical systems started-up with different ion-exchange membrane separators. *Bioresour Technol* 2019a (278) 279

Koók L, et al. Supported ionic liquid membrane based on [bmim][PF₆] can be a promising separator to replace Nafion in microbial fuel cells and improve energy recovery: A comparative process evaluation. J Membr Sci 2019b (570-571) 215

Koók L, et al. Improvement of waste-fed bioelectrochemical system performance by selected electro-active microbes: Process evaluation and a kinetic study. Biochem Eng J 2018 (137) 100

Kumar G, et al. Microbial electrochemical systems for sustainable biohydrogen production: Surveying the experiences from a start-up viewpoint. Renew Sustain Energy Rev 2017 (70) 589

Pasternak G, et al. Dynamic evolution of anodic biofilm when maturing under different external resistive loads in microbial fuel cells. Electrochemical perspective. J Power Sources 2018 (400) 392

Rismani-Yazdi H, et al. Effect of external resistance on bacterial diversity and metabolism in cellulose-fed microbial fuel cells. Bioresour Technol 2011 (102) 278

Zhen G, et al. Microbial electrolysis cell platform for simultaneous waste biorefinery and clean electrofuels generation: Current situation, challenges and future perspectives. Prog Energy Combust Sci 2017 (63) 119

Műszaki Kémiai Napok
Veszprém, 2019. május 16-18.

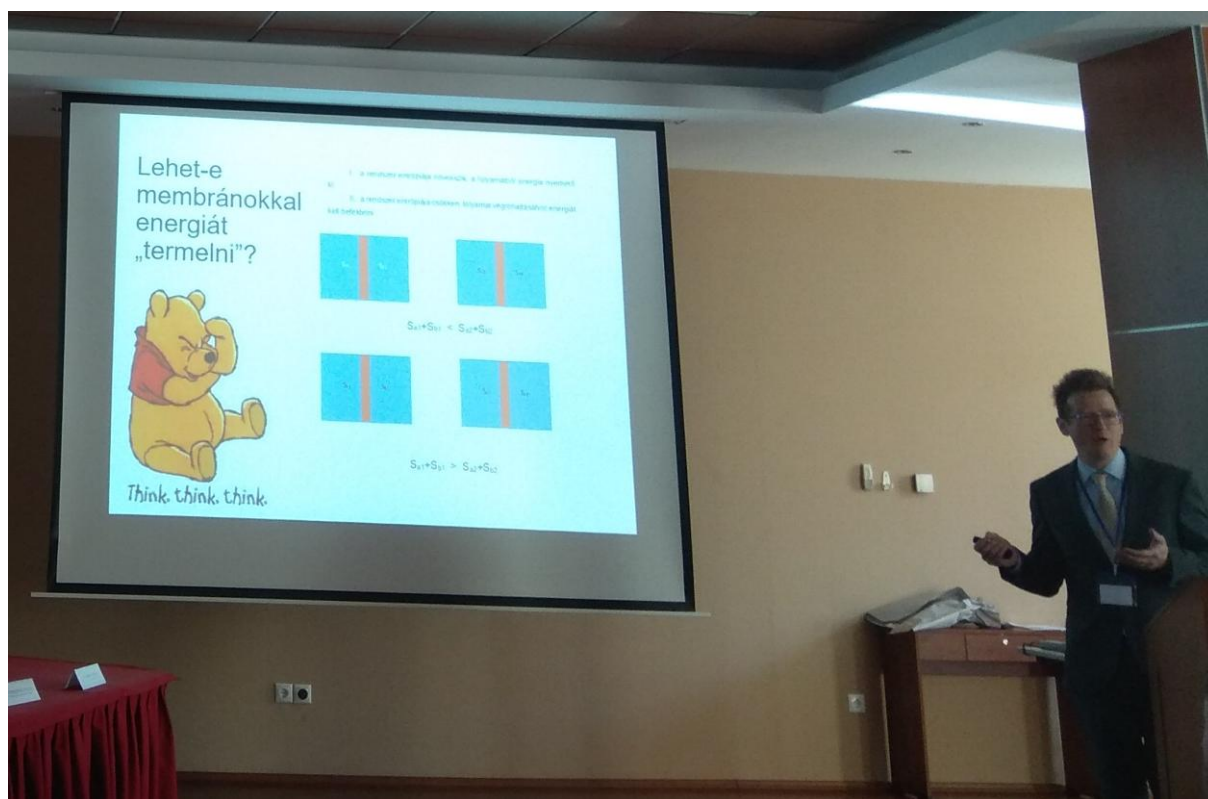
Idén a Húsvéti ünnepek miatt a megszokottnál kicsit korábban április 16. és 18. között rendezték meg Veszprémben az egyetem konferencia központjában a hagyományos kongresszust. Az ünnepélyes megnyitót két plenáris előadás követte, ahol először Takáts Zoltán, a londoni Imperial College professzora számolt be világszenzációnak számító eredményeiről „Modern tömegspektrometriás módszerek az orvosi diagnosztikában – a klinikai mikrobiológiától a sebészetig” címmel (első képünkön), majd Nemestóthy Nándor (Pannon Egyetem, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatóintézet) „Membrános eljárások az energiatermelésben” címmel osztotta meg gondolatait a közönséggel (második kép).



Takáts Zoltán

A szerdai és csütörtöki napokon az alábbi szekciókban zajlottak a tudományos ülések, ahol összesen 66 előadást hallgathattak meg a résztvevők:

- Analitika
- Polimerkémia
- Folyamatmérnökség
- Bionanotechnológia
- Biomérnöki műveletek
- Kémiai technológiák
- Élelmiszer- és anyagtudomány



Nemestóthy Nándor

A szekcióüléseken kívül az MTA Műszaki Kémiai Tudományos Bizottság és az MTA Folyamatmérnöki Bizottság összevont ülését tartották meg kedden

délután, továbbá projekt beszámolók, workshopok is zajlottak a konferencia égisze alatt.

A Magyar Kémikusok Egyesületének Membrántechnikai szakosztálya is ülésezett szerdán. Ez utóbbin szóba került az idén esedékes PERMEA konferencia, amelyet Budapesten szervez a szakosztály.

Újdonságként a csütörtöki délelőtti folyamán az Új Nemzeti Kiválóság programjának Pannon Egyetemi nyertes pályázói mutatkoztak be rövid (5 perces) kiselőadással.

A résztvevők 90 %-a PhD hallgató és fiatal kutató volt, az összlétszám a tavalyi rendezvényhez hasonlóan alakult, s a konferencia színvonalát, családias karakterét, a szekcióülések élénk szakmai vitáit és a kávészünetek kapcsolatépítő jellegét továbbra is sikerült megőrizni.



KÖZELGŐ KONFERENCIÁK, KURZUSOK

6th International Scientific Conference on PV, VP, GS, and MD 2019

2019. május 14-17., Torun (Lengyelország)

<http://www.ptmem.eu>

Symposium on Preparation and characterization of membranes for emerging applications, S13 - BIENAL201,

2019. május 28., San Sebastian (Spanyolország)

<http://www.bienal2019.com/en/symposiums.php>

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>

4th International Conference on Ionic Liquids in Separation and Purification Technology, ILSEPT2019

2019. szeptember 8-11., Sitges (Spanyolország)

<https://www.elsevier.com/ilsept-conference>

12th European Congress of Chemical Engineering & 5th European Congress of Applied Biotechnology, ECCE12 & ECAB5

2019. szeptember 15-19., Firenze (Olaszország)

<http://www.ecce12-ecab5.org/>

Filtech 2019

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

www.filtech.de

4th International Conference on Desalination using Membrane Technology, MEMDES 2019

2019. december 1-4., Perth (Ausztrália)

<https://www.elsevier.com/desalination-using-membrane-conference>

International Membrane Science and Technology Conference, IMSTEC2020

2020. február 2-6., Sydney (Ausztrália)

<http://www.imstec2020.com>

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.