

MEMBRÁN-

TECHNIKA

IPARI



BIOTECHNOLÓGIA

XIV. évfolyam 3. szám

2023. szeptember

TARTALOM

oldal

Bocska B., Nemestóthy N., Tóth G., Bélafiné Bakó K.: Enzimek és elektrokémia.....	30
Beszámoló a Membrános Nyári Egyetemről	34
Felhívás: konferencia Ceske Budejovice-ben.....	36
Beszámoló a 13. ICOM konferenciáról.....	37
Közelgő membrános konferenciák, kurzusok.....	39

Enzimek és elektrokémia

Bocska Boglárka, Nemestóthy Nándor, Tóth Gábor, Bélafiné Bakó Katalin*

Pannon Egyetem, Bio-, Környezet- és Vegyészmérnöki Kutató Fejlesztő Központ,
Biomérnöki, Membrántechnikai és Energetikai Kutató Csoport
Veszprém, Egyetem u. 10.

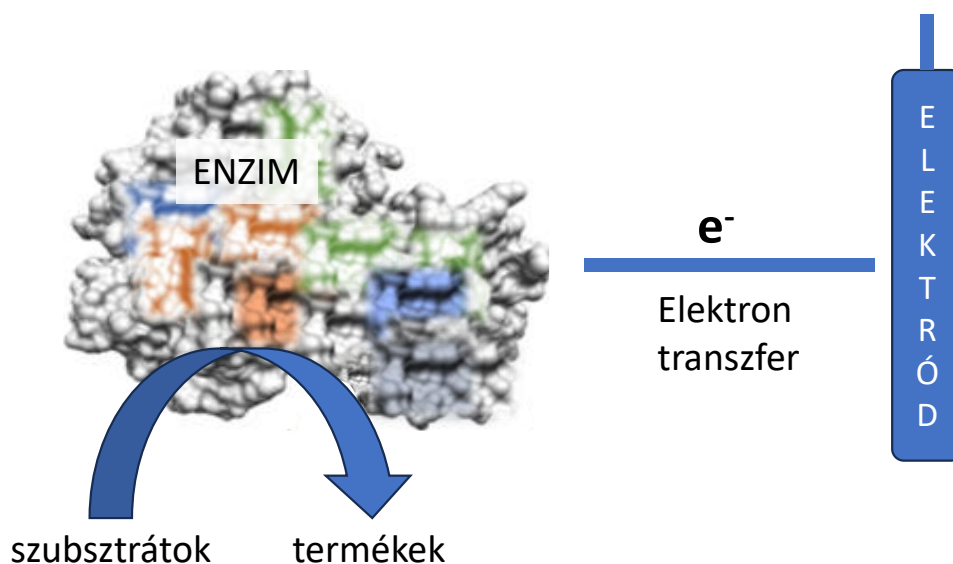
[*belafine.bako.katalin@mk.uni-pannon.hu](mailto:belafine.bako.katalin@mk.uni-pannon.hu)

Az enzimek, a biokatalízis elektrokémiai alkalmazása nem újkeletű, számos bioszenzor így működik, pl. a glükóz kimutatására alkalmas, glükóz oxidázt tartalmazó szenzor. Mivel az elektrokémiai rendszerekben jellemzően *elektron* transzfer játszódik le, az oxidoreduktázok csoportjába tartozó enzimek jöhetnek szóba ezeknél az alkalmazásoknál. Manapság azonban már nem kizárólag bioszenzorok esetén használják fel a biokatalízist elektrokémiai rendszerekben, bámulatosan kibővült a kör, a legkülönbébb célokkal találkozhatunk az utóbbi két évtized tudományos publikációiban.

Kutatócsoportunkban a mikroorganizmusokkal megvalósított elektrokémiai folyamatokat régóta tanulmányozzuk különféle rendszerekben: mikrobiális üzemanyagcellákban [Bélafiné, 2010 és 2017], mikrobiális elektrohidrogenezis cellákban [Bakonyi 2018], mikrobiális elektroszintézis cellákban és egyéb bioelektrokémiai rendszerekben [Koók, 2019], valamint ezeket összekapcsolva egymással illetve más technikákkal (pl. CO₂ elnyelését célzó alga fermentációval, membrános gázseparációval, enzimekkel [Bélafiné, 2021]...stb.). A fejlesztett technológiák sok esetben hulladékok, szennyvizek hasznosítására is alkalmasak, s megújuló energiát termelő rendszereknek tekinthetők, így a környezetvédelem és a zöld energetika céljainak megvalósításához is hozzájárulnak. E kutatómunka folytatásaként az izolált enzimekkel történő biokatalízis tanulmányozása a célunk ezekben az elektrokémiai rendszerekben.

A mostanában már csak „enzimes elektrokémiának” (*enzymatic* vagy *enzyme electrochemistry*) nevezett tudományágban a folyamat definíciója a következőképpen adható meg [Cadoux, 2020]: a rendszerben az enzim úgy katalizál egy-egy redukciós vagy oxidációs folyamatot, hogy közben egy elektródhoz kapcsolódik valamilyen formában, s így elektronok transzportja játszódhat le az enzimek (illetve a kofaktorok) és az elektród(ok) között. A transzport maga történhet közvetlen (direkt) módon, vagy valamilyen mediátor segítségével [Ruth, 2021] (1. ábra).

Az enzimek szelektivitását és specifikusságát kihasználva az aktív, vagy másképpen „mesterséges” (*artificial*) elektron transzfer segítségével igen hatékony, alternatív és környezetbarát lehetőségek nyílnak fontos vegyipari alapanyagok előállítására [Ruth, 2021], pl. hidrogén gáz, metanol, ammónia...stb. Továbbá az üvegházhatású szén-dioxid felhasználására is mód nyílnak [Cadoux, 2020]: redukciójával kisebb szénatomszámú ún. platform vegyületek, sőt üzemanyagok is nyerhetők. Így ez a technológia is hozzájárulhat a környezetvédelemhez, a klímaváltozás elleni küzdelemhez – a szén-dioxid előzetes megkötésével, befogásával [Nemestóthy, 2022], majd kombinált enzimes elektrokémiai technikák alkalmazásával értékes komponensekké lehet átalakítani. Ezt a folyamatot „elektro-enzimátikus szintézisnek” is szokták nevezni [Wu, 2020], s a CO₂ redukciónál maradva pl. szén-monoxid és formiát vegyületek nyerhetők [Schlager, 2017; Jeoung, 2019].



1. ábra: Enzimátikus biokatalízis elektrokémiai rendszerekben

Nitrogenázok, formiát dehidrogenázok és hidrogenázok – ezek metalloenzimek – felhasználásáról is beszámoltak már a szakirodalomban [Cadoux, 2021], s igen intenzív kutatómunka folyik a mechanizmusok feltárására [Bedendi, 2022], az elektród és az enzim közötti kapcsolat tisztázására, a minél hatékonyabb kémiai folyamat biztosítására. Fontos szempont az enzim lokalizációja is, kísérleteznek az enzim elektródra történő rögzítésével is

[Bernhardt, 2005], nyilvánvaló, hogy az elektród anyaga és felülete rendkívül fontos szerepet játszik itt.

Összefoglalásként elmondható, hogy az enzimek elektrokémiai rendszerekben történő alkalmazásával számos izgalmas alkalmazási lehetőség nyílik meg, s ez a bioelektroszintézis technika igen fontos szerepet játszhat a fenntartható ipari folyamatok és a megújuló, zöld energetika világában, ezek egyes technológiáinak kialakításában.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatásával az „Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium létrehozása” című RRF-2.3.1-21-2022-00014 számú projekt és a „Megújuló energiák Nemzeti Laboratórium” című RRF-2.3.1-21-2022-00009 számú projekt keretében valósult meg.

Hivatkozások

Bakonyi, P, Kumar, G, Koók, L, Tóth, G, Rózsenszki, T, Bélafi-Bakó, K, Nemestóthy, N.: Microbial electrohydrogenesis linked to dark fermentation as integrated application for enhanced biohydrogen production: A review on process characteristics, experiences and lessons: A review on process characteristics, experiences and lessons, *Bioresource Technology* **251** 381-389 (2018)

Bedendi, G., De Moura Torquato, L.D., Webb, S., Cadoux, C., Kulkarni, A., Sahin, S., Maroni, P., Milton, R.D., Grattieri, M.: Enzymatic and microbial electrochemistry: approaches and methods, *ACS Measurement Science Au* **2** (2022) 517-541, <https://doi.org/10.1021/acsmeasuresciau.2c00042>

Bélafiné Bakó K., Vajda B.: Mikrobiális üzemanyagcellák, *Magyar Kémikusok Lapja* **65** (2010) 151-153

Bélafiné Bakó K. (ed): Mikrobiális üzemanyagcellák, Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2017

Bélafiné Bakó K., Bakonyi P., Koók L., Nemestóthy N.: Bioelektrokémiai rendszerek és a szénsav anhidráz enzim, *Membrántechnika és Ipari Biotechnológia* **12** (2021) 30-33

Bernhardt, P.V.: Enzyme Electrochemistry — Biocatalysis on an Electrode, *Australian Journal of Chemistry* **59**(4) 2005, 233-256, <https://doi.org/10.1071/CH05340>

Cadoux, C., Milton, R.D.: Recent Enzymatic Electrochemistry for Reductive Reactions, *ChemElectroChem* **7**(9) 2020, 1974-1986, <https://doi.org/10.1002/celec.202000282>

Jeoung, J. H.; Martins, B. M.; Dobbek, H. Carbon monoxide dehydrogenases. *Methods in Molecular Biology*; Humana Press: New York, NY, 2019; 1876, 37–54

Koók L., Bélafiné Bakó K.: A mikrobális elektrokémiai rendszerek legújabb perspektívái – az elektrontól az iparig, *Magyar Kémikusok Lapja*, **74**(2) (2019) 53-56

Nemestóthy N., Bakonyi P., Bélafiné Bakó K.: Negatív szén-dioxid emisszió? *Magyar Tudomány*, **183** (2022) 653-663

Ruth, J. C., Spormann, A.M.: Enzyme Electrochemistry for Industrial Energy Applications—A Perspective on Future Areas of Focus, *ACS Catal.* 2021, **11**, 10, 5951–5967, <https://doi.org/10.1021/acscatal.1c00708>

Schlager, S.; Fuchsbaauer, A.; Haberbauer, M.; Neugebauer, H.; Sariciftci, N. S. Carbon dioxide conversion to synthetic fuels using biocatalytic electrodes. *J. Mater. Chem. A* 2017, **5**, 2429–2443

Wu, R.; Ma, C.; Zhu, Z. Enzymatic electrosynthesis as an emerging electrochemical synthesis platform, *Curr. Opin. Electrochem.* 2020, **19**, 1–7

Beszámoló a Membrános Nyári Egyetemről

A MKE Membrántechnikai Szakosztálya által újságunkban meghirdetett pályázatot idén Visnyei Merve, PhD hallgató, (Pannon Egyetem) nyerte el, aki részt vett a rendezvényen és beszámolót készített élményeiről.

SUMMARY REPORT

38th EMS Summer School Rome 14/19 May 2023

The 38th EMS Summer School 2023 took place in Rome, Italy, from May 14th to 19th, focusing on membrane process engineering and collaborative efforts in addressing future challenges. Led by experienced teachers, the program covered various aspects of membrane engineering, including fouling, industrial applications, design, and control. Participants actively engaged in project-based learning sessions, fostering innovation. The Summer School provided a platform for young researchers, Ph.D. students, and professionals to enhance their understanding of membrane technologies and practical applications. Emphasizing a multidisciplinary approach, engineers, scientists, and researchers from diverse fields participated, spanning separation science, biotechnology, and environmental science. The program facilitated knowledge sharing, meaningful discussions, and networking among participants. Social events provided informal interactions and networking opportunities, allowing participants to explore Rome's rich history and cultural attractions.

Overall, the 38th EMS Summer School 2023 in Rome proved invaluable and enriching comprehensive program, expert-led sessions, and collaborative opportunities which contributed to participants' professional and scientific growth. The acquired knowledge will undoubtedly benefit ongoing research and future endeavours in membrane process engineering. Personally, as a Ph.D. student, the Summer School proved highly beneficial for my work. Insights gained from sessions, interactions with peers, and professionals enhanced my understanding of membrane technologies and applications. The event's multidisciplinary approach expanded my perspective and

sparked new ideas for my research. Therefore, I express my sincere appreciation to the organizing committee, particularly Prof. Marco Stoller from Sapienza University of Rome, for their efforts in making this Summer School a success. I am grateful for Prof. Katalin Bélafi-Bakó for this rewarding experience, which will significantly contribute to my Ph.D. research in field of membrane technology integrated processes.

Visnyei Merve

PhD hallgató



A Membrános Nyári Egyetem résztvevői

Felhívás: konferencia Ceske Budejovice-ben (Csehország)



The poster for the 3rd International Conference on Pollution Prevention and Clean Technologies (ICPPCT 2023) features a background image of a modern building. The conference title is prominently displayed in the center. To the right, a vertical green bar lists key statistics: 7 Industrial Partners, 100+ Participants, 5 B2B Meetings, and 5 B2C Meetings. An orange banner provides the event dates (September 13-15, 2023) and the abstract submission deadline (August 15, 2023). The main blue section contains the conference's mission statement, a list of journals, and the venue details. The bottom left corner lists the conference tracks with corresponding icons.

ICPPCT 2023

3rd International Conference on Pollution Prevention and Clean Technologies

7 Industrial Partners

100+ Participants

5 B2B Meetings

5 B2C Meetings

Hybrid Event Platform
September 13 - 15, 2023

Abstract Submission Deadline
August 15, 2023

Together we can create innovative and clean technologies to Environmental issues.

The goal of the conference is to improve the sharing of knowledge (on clean technologies; energy sources/management; carbon footprint; economic models and policies) at the international level, so that politicians, entrepreneurs and other stakeholders are aware of hidden threats and new opportunities in the field of environmental technologies.

Conference Tracks

-  **Fuels and Energy**
-  **Sustainable Environment**
-  **Circular Economy**
-  **Green Social Environment**
-  **One Health**

Journals

- ★ Bioresource Technology
- ★ Clean Technologies and Environmental Policy
- ★ Energy Sources, Part A
- ★ Discover Energy
- ★ Journal of Environmental Engineering
- ★ Acta Montanistica Slovaca
- ★ Journal of Competitiveness

Venue

 Vysoká škola
technická a ekonomická
v Českých Budějovicích

Institute of Technology and Business in
České Budějovice

📍 Okružní 517, 370 01 České Budějovice, Czech Republic

✉ icppct2023@vste.cz

🌐 <http://www.icppct.com>

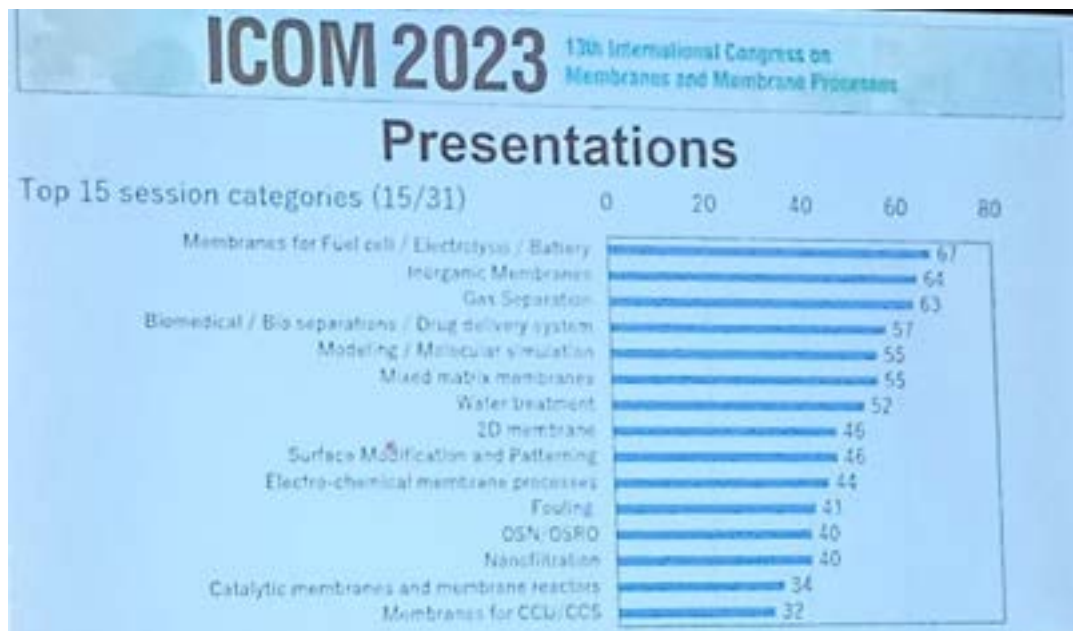
📄 <http://www.icppct.com/registration.php>



Beszámoló a 13. ICOM konferenciáról

2023. július 9. és 15. között rendezték meg a 13. *International Congress on Membranes and Membrane Processes* (ICOM) konferenciát Chiba-ban (Japán). A majdnem 40 éves történelemmel rendelkező ICOM a 3 nagy nemzetközi membrán társaság (Észak Amerika, Európa és Ázsia: *North American Membrane Society*, NAMS; *European Membrane Society*, EMS; *Aseanian Membrane Society*, AMS) összefogásával született meg az 1984-ben Stressa-ban (Olaszország) tartott konferenciát követően és tartották meg hivatalosan az első ICOM konferenciát 1987-ben Tokióban. Azóta is 3 évente kerül megrendezésre rotálva a helyszínt Ázsia, Amerika és Európa között. Az előző ICOM Londonban volt, az idei 2023-as Japánban tartott konferenciát követően a 2026-ost az USA-ban szervezik meg. A helyszín és időpont még nem ismert. (Az Euromembrane konferencia 2024-ben Prágában lesz szeptemberben.)

Több mint ezer jelentkező, 15 szekcióba beosztott 700-nál is több szóbeli előadás, 4 db plenáris előadás és kb. 400 poszter jelezte, hogy létszámát tekintve ez volt az eddigi legnagyobb ICOM. A prezentációk szekciónkénti eloszlását az 1. ábra mutatja.



1. ábra: A konferencia szekciói

A helyszín sajátságából adódóan többnyire a környékbeli ázsiai országokból jöttek a jelentkezők, mint pl: Kína, Dél-Korea, Indonézia, Vietnám. Európai előadók kevesebben voltak, de azért többen képviselték Olaszországot, Német- és Lengyelországot, Belgiumot. Magyarországról Szakács Szabolcs (Pannon Egyetem) volt az egyedüli előadó (bár résztvevők voltak még hazánkból), prezentációja a *'Membránok üzemanyagcellák és akkumulátorokban'* elnevezésű legnagyobb szekcióban hangzott el, „Study of Cellulose/BMIMCl composite film as membrane in microbial fuel cell” címmel.

Mindent összevetve különleges élményt jelentett résztvenni ezen a membrános világkongresszuson a távoli, egzotikus országban, ahol az ázsiai fölény kézzelfoghatóan érvényesült.



Szakács Szabolcs
PhD hallgató
Pannon Egyetem
Veszprém

KÖZELGŐ KONFERENCIÁK, KURZUSOK

15th International Conference on Membrane Science and Technology 2023 (MST2023)

2023. szeptember 7-8., Duangjitt Resort & Spa, Patong Beach, Phuket island (Thaiföld)

www.mst2023.com

International Conference on Pollution Prevention and Clean Technologies

2023. szeptember 13-15., České Budějovice (Csehország)

<https://icppct.com/>

16th International Conference on Catalysis in Membrane Reactors (ICCMR)

2023. október 16-18., Donostia/San Sebastian (Spanyolország)

<http://www.iccmr16.org/>

6th conference on the Physics of Membrane Processes (PMP)

2023. november 13-16., KAUST (King Abdullah University and Technology), Szaud Arábia

<https://physicsofmembranes.kaust.edu.sa/>

Membrane Desalination 2023 (MEMDES2023)

2023. november 19-22., Sitges (Spanyolország)

<https://www.desalinationlab.com/events/6th-international-conference-on-desalination-using-membrane-technology-memdes-2023/>

MELPRO and EuroMembrane'24

2024. szeptember 8-12., Prága (Csehország)

<https://euromembrane2024.cz/>

Műszaki Kémiai Napok (MKN24)

2024. április 16-18., Veszprém

<https://mkn.mik.uni-pannon.hu/index.php/hu/>

Aachen Membrane Colloquium (AMK)

2024. december 3-5., Aachen (Németország)

<https://conferences.avt.rwth-aachen.de/AMK/Home.html>

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: belafine.bako.katalin@mk.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.