

MEMBRÁN-

TECHNIKA

IPARI



BIOTECHNOLÓGIA

XI. évfolyam 4. szám

2020. december

TARTALOM

oldal

Gáزشeparációs membrán bioreaktor kialakításának konceptiója	42
MELPRO konferencia.....	46
Közelgő membrános konferenciák, kurzusok.....	47

Gázszeeparációs membrán bioreaktor kialakításának koncepciója biohidrogén előállítására

Nemestóthy Nándor, Bakonyi Péter

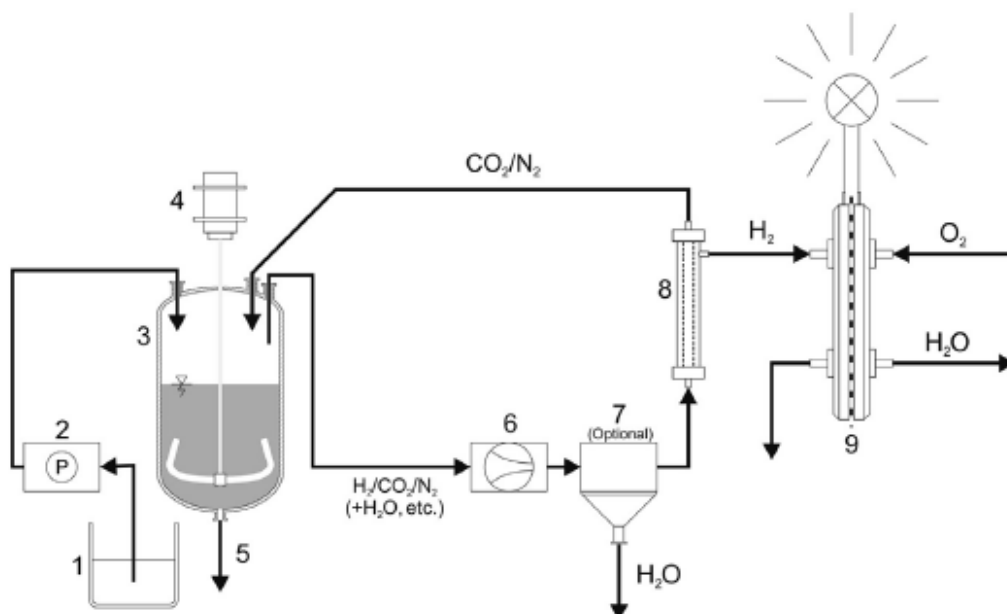
Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató
Csoport, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

A membrán bioreaktorok manapság már széles körben alkalmazott rendszerek, bár főként a folyadék fázis elválasztását szolgálják a membránok [Bélafiné, 2005 és 2019]. A gáznemű termék képződésével járó biofolyamatokról – mint például a biohidrogén fermentáció – jóval kevesebb membrán bioreaktoros szakirodalom található [Oh, 2004].

A hidrogén – mint az egyik legígéretesebb energia hordozó („tiszta energia”) – számos módon előállítható, akár környezetbarát biológiai eljárásokkal is [Demirbas, 2009]. Ez utóbbiakra két fő lehetőség kínálkozik: fotoszintézis útján, vagy fény nélkül, ún. „sötét” fermentáció segítségével [Bakonyi, 2014]. Bármelyik úton is állítjuk elő a biohidrogént, a biofolyamatban képződő gáz mindig tartalmaz szennyezőket, amelyektől el kell választani [Bakonyi, 2014; Nemestóthy, 2014], hiszen a további felhasználáshoz (pl. tüzelőanyag cellákban) megfelelő tisztaságú hidrogénre van szükség. A biohidrogén előállítása olyan bioreaktorban, ahol a képződő gáz in-situ elvétele és tisztítása is folyamatosan megoldható, számos előnnyel kecsegtet a hagyományos batch fermentációhoz képest. A gázszeeparációval összekapcsolt bioreaktor koncepcióját az 1. ábra vázolja fel.

Ez a koncepció két előnnyel is jár. Egyrészt a fermentor gázteréből a gázszeeparációs membránba juttatott gázelegy egy részét visszavezetjük a fermentorba. Célszerűen a hidrogénben szegényebb áramot, aminek energetikai értéke csekély. Így a képződő biohidrogént ez az áram hígítani fogja, emiatt kisebb hidrogén parciális nyomás lesz a gáztérben, aminek következtében a mikrobiális közösség hidrogén termelő aktivitása várhatóan nőni fog. Az intenzívebb hidrogén termelés mellett a hidrogén tisztítása is megoldható ily módon egyetlen lépésben, s az felhasználható a tüzelőanyagcellákban.

A gázszeeparációs membrán bioreaktor (GS-MBR) felépítésénél tulajdonképpen mind H_2 , mind CO_2 szelektivitású membrán alkalmazható, a szelektivitástól függ azonban, hogy a permeátum vagy a retentátum áramot vezetjük vissza a bioreaktorba.



1. ábra: A gázszerelési membrán bioreaktor rendszer koncepciója

(1 fermentálé betáp, 2 fermentálé betáp szivattyú, 3 bioreaktor, 4 keverő, 5 fermentálé leeresztés, 6 gáz kompresszor, 7 kondenzátor, 8 gázszerelési membrán modul, 9 tüzelőanyag cella)

Ezen egyértelmű előnyök dacára meglehetősen kevés publikáció foglalkozott eddig ezzel a koncepcióval, pedig sok előnnyel kecsegtet.

Egy biofolyamat (termék képződés, termelés, másnéven upstream) és egy membrán szeparáció (downstream) kombinálásával felépített rendszer körültekintő tervezést igényel. Fontos kiegyensúlyozni például a biohidrogén termelést és felhasználást, gazdaságossági és gyakorlati szempontból egyaránt. Ennek megoldására mutat egy példát a zárt-pórusú polisztirol habok alkalmazása (Pientka 2007), amelyek nyomás alatti puffertartályként tudják átmenetileg tárolni az elválasztott hidrogént. Ez az ötlet hasznos lehet, amikor a biohidrogén felhasználási igény a tüzelőanyag cellákban nincs teljesen szinkronban a termeléssel.

A gázszerelési membrán bioreaktor (GS-MBR) kialakításának koncepciójával egyelőre – ahogy említettük korábban – még kevesen foglalkoztak. A tervezésnél, felépítésnél, működtetésnél véleményünk szerint figyelembe kellene még venni az alábbi megfontolásokat:

- (i) Nyomás-szabályozás. Közismert, hogy a membrános gázszerelési membrán transzmembrán nyomás különbséget kell létrehozni a megfelelő teljesítmény eléréséhez. Ezt meg lehet oldani a bioreaktoron belül, vagy kívül. Amennyiben a bioreaktoron belül oldjuk meg, a növekvő nyomás hatással lesz a mikrobák

hidrogén termelő aktivitására. Másrészt viszont, ha a fermentoron kívül szivattyúkkal és kompresszorral biztosítjuk a megfelelő nyomást, az egész berendezés meglehetősen bonyolult lesz. Ráadásul, a H_2 -ben szegény gáz áramnak a bioreaktorba történő recirkulációját is meg kell oldani a reaktorban fennálló nyomáson, ami igen precíz és jól beállított rendszer szabályozást jelent.

- (ii) Biofilm képződés a membránon. A gázszeparációhoz használt membránok általában biokompatibilisek. Ezért ha a fermentorból távozó gázok sejteket visznek magukkal, azok letelepedhetnek a membrán felületén és biofilm alakulhat ki az idő előrehaladtával. A bioaktív réteg jelentősen csökkentheti a membrán hatékonyságát, sőt roncsolhatja is a membrán szerkezetét. Ezeken felül a felületi biofilm nem-kívánatos mikrobák megtelepedését is elősegítheti, ami megint hátrányos az üzemeltetés szempontjából.
- (iii) Víztartalom. A tisztítandó gázban általában vízgőz van jelen, ami előnytelen a szeparációnál, mivel a membránon belül cluster alakulhat ki, ami akadályozza a gáz transzportot. Ráadásul a membrán felületre történő kondenzáció elősegítheti a biofilm képződését és megnövelheti a biofouling veszélyét.
- (iv) Fermentáció szabályozás. Nagyon fontos, hogy folyamat szabályozáshoz használt vegyszereket gondosan válasszuk ki. Pl. ammóniát rutinszerűen szoktak alkalmazni a pH beállításához és fenntartásához a fermentációknál. Esetünkben azonban, az NH_3 koncentráció jelentősen megnövekedhet a gázfázisban, ami – a kénhidrogénhez hasonlóan – roncsolja a membránt, akár tönkre is teheti (pl. kilyukasztja), így működési hiba lép fel. E jelenség fellépése természetesen a membrán anyag ellenállásától is függ.

Összefoglalásként elmondható, hogy membránok alkalmazása nagyon ígéretesnek látszik a biohidrogén tisztításnál. Kevés tapasztalat áll azonban rendelkezésre a membránok valódi hidrogén fermentációs körülmények közötti viselkedéséről. Több tesztelés, mérés szükséges komplex H_2 -tartalmú rendszerekkel, hogy kiderüljön, milyen típusú rendszerek és működési körülmények a legalkalmasabbak a biohidrogén hatékony dúsítására mind technológiai, mind gazdaságossági szempontból egy integrált rendszerben, ahol a biohidrogén képződése, kinyerése és tisztítása szimultán megy végbe.

Köszönetnyilvánítás

A közlemény megjelenését a TKP2020-IKA-07 sz. projekt keretében a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap 2020-4.1.1-TKP2020 sz. Tématerületi Kiválóság Programja finanszírozta.

Irodalomjegyzék

Bakonyi P., Nemestóthy N., Bélafiné Bakó K.: A hidrogén-előállítás biológiai módszereinek bemutatása, összehasonlítása, *Biohidrogén*, (Szerk. Bélafiné Bakó K.) Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2014, pp. 43-60

Bakonyi P., Nemestóthy N.: A biohidrogén szeparációja, *Biohidrogén*, (Szerk. Bélafiné Bakó K.) Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2014, pp. 71-80

Bakonyi, P., Nemestóthy, N., Simon, V., Bélafi-Bakó, K. Fermentative hydrogen production in anaerobic membrane bioreactors: a review. *Bioresour. Technol.* **156** (2014) 357-363

Bakonyi P., Simon V., Nemestóthy N., Bélafiné Bakó K.: Membránok lehetséges szerepei a sötét fermentációs hidrogén előállítása során, *Membrántechnika és Ipari Biotechnológia* **5** (2014) 18-21

Bélafi-Bakó, K. Bakonyi, P.: Integration of membranes and bioreactors, in *Biotechnology and Bioengineering*, Ed. by Jacob-Lopes, E., Queiroz Zepka, L., IntechOpen, London, 2019, pp. 317-330

Bélafiné Bakó K.: Membrán bioreaktorok, *Magyar Kémikusok Lapja* **60** (2005) 425-429

Demirbas, A.: *Biohydrogen – For Future Engine Fuel Demands*. Springer-Verlag London Limited 2009

Nemestóthy N.: Lehetőségek a sötét fermentációs hidrogén-termelés hatékonyságának növelésére; *Biohidrogén*, (szerk. Bélafiné Bakó K.), Pannon Egyetemi Nyomda, Veszprém 2014, pp. 61-69

Oh SE, Iyer P, Bruns MA, Logan BE. Biological hydrogen production using a membrane bioreactor. *Biotechnol Bioeng* 2004;87:119-27

Pientka, Z., Pokorny, P., Bélafi-Bakó, K. 2007: Closed-cell polymeric foam for hydrogen separation and storage, *J. Membr. Sci.* **304**, 82-87

Beszámoló a MELPRO konferenciáról

A cseh membránosok 2020-as MELPRO konferenciáját (<https://www.melpro.cz/>) a koronavírus járványra való tekintettel hibrid verzióban tartották meg november 8 – 11 között, részben személyes részvétellel, részben online. A 2 digitális konferenciaszoba a Zoom alkalmazáson keresztül volt elérhető. A konferencia fő tématerületei a következők voltak:

- Új membrán anyagok
- Gáz-, gőz- és folyadékszeparációs eljárások
- Nyomásvezérelt membránszeparációs folyamatok
- Elektrokémiai membrános folyamatok
- Membrános rendszerek a vízkezelésben és biológiában
- Membrános eljárások a folyamatmérnökségben
- Membránrendszerek modellezése és szimulációja
- Membránok a bányásziparban
- Űrtechnológiai eljárások
- Trendek az új membrános eljárásokban
- Membrános rendszerek a modern mezőgazdaságban

A fiatal kutatók lelkesítésére idén is kiosztottak hallgatói díjakat, elismeréseket. Mindemellett, a szokásokhoz híven a legjobb munkák benyújtói számára lehetőség van a *Membranes* (ISSN 2077-0375) tudományos folyóiratban való megjelentetésre. A 3,094-es impakt faktorú újságba 2021. március 31-ig várják a kéziratokat, illetve a konferencia résztvevői 30 %-os publikációs díjkedvezményben részesülnek. A Pannon Egyetemről két PhD hallgató vett részt a konferencián: Koók László online előadást tartott 'Case studies on the application of new ion exchange membrane materials for bioelectrochemistry' címmel, valamint Bóna Áron poszterrel mutatkozott be, melynek címe 'The sensitivity of polyelectrolyte multilayer membranes to various surfactants' volt.

KÖZELGŐ KONFERENCIÁK, KURZUSOK

Membrane Technology Conference & Exposition

2021. március 22-26., West Palm Beach, FL (USA)

<https://www.amtaorg.com/>

Polymers 2021: New Trends in Polymer Science: Health of the Planet, Health of the People

2021. május 17-19., Torino (Olaszország)

<https://10times.com/polymers-turin>

Global Conference on POLYMERS, PLASTICS and COMPOSITES (PPC-2021)

2021. július 8-10., Budapest

<https://ppc-2020.org/>

The 10th International Water Association (IWA) Membrane Technology Conference & Exhibition for Water and Wastewater Treatment and Reuse

2021. augusztus 1-4., St. Louis, Missouri (USA)

<https://mtc2021.wustl.edu>

EuroMembrane 21

2021. szeptember 12-16., Koppenhága (Dánia)

<http://euromembrane2021.eu/>

15. International Conference on Desalination and Membrane Technology (ICDMT 2021)

2021. október 28-29., Párizs (Franciaország)

<https://waset.org/desalination-and-membrane-technology-conference-in-october-2021-in-paris>

**Minden kedves Olvasónknak
áldott, békés karácsonyi ünnepeket
és boldog új évet kívánunk!**

Szerkesztőség



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.