

MEMBRÁN-

TECHNIKA

IPARI

BIOTECHNOLÓGIA



IX. évfolyam 1. szám

2018. február

TARTALOM

oldal

Paál V., Kovács Z., Vatai Gy., Márki E.:
 β -galaktozidáz enzim inaktiválódási kinetikájának
 vizsgálata batch reaktorban2

Jegyzőkönyv a MKE Membrántechnológiai
 Szakosztály üléséről10

Műszaki Kémiai Napok – Felhívás12

Pályázati felhívás14

Közelgő membrános konferenciák, kurzusok.....15

β -Galaktozidáz enzim inaktiválódási kinetikájának vizsgálata batch reaktorban

Paál Veronika*, Kovács Zoltán, Vatai Gyula, Márki Edit

Szent István Egyetem, Budai Campus, Élelmiszeripari Műveletek és Gépek Tanszék

*paalveronika@gmail.com

Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt fektetünk egészségünkre, ezzel együtt az egészséges, gyógyhatású készítményekre, élelmiszerekre. Ezek közé soroljuk a probiotikus és prebiotikus termékeket is. A prebiotikum olyan adalékanyag, amely specifikus változást eredményez mind a gasztrointesztinális mikroflóra összetételében, mind aktivitásában, így segítve elő a szervezet jóllétét és egészségét (Macfarlane et al., 2008).

A prebiotikumok közé tartoznak a galakto-oligoszacharidok, melyek alkalmazása széles körben elterjedt, csecsemőtápszerekben, tejtermékekben, szószokban és levesekben, gabonapelyhekben, italokban, jégkrémekben, péksüteményekben és állati takarmányozásban adalékanyagként használják, de kiváló cukor helyettesítő anyagok (Crittenden & Playne, 1996).

A galakto-oligoszacharidokat (GOS) enzimes szintézissel állítják elő, ezért a technológia egyik kritikus pontja az enzim stabilitása. A kísérleti munkánk célja a *Bacillus circulans*-ból származó β -galaktozidáz enzim hőstabilitási kinetikájának vizsgálata 50 °C-on. Az enzim kinetikáját enzimaktivitás méréssel követjük nyomon, melyhez o-nitrofenil-b-D-galaktopiranozid (ONPG) mesterséges szubsztrátot alkalmazunk. Elvégezzük a kinetikai modell illesztését, a kapott eredményekből kiszámítjuk az inaktiválódási sebességi együtthatót és a felezési időt.

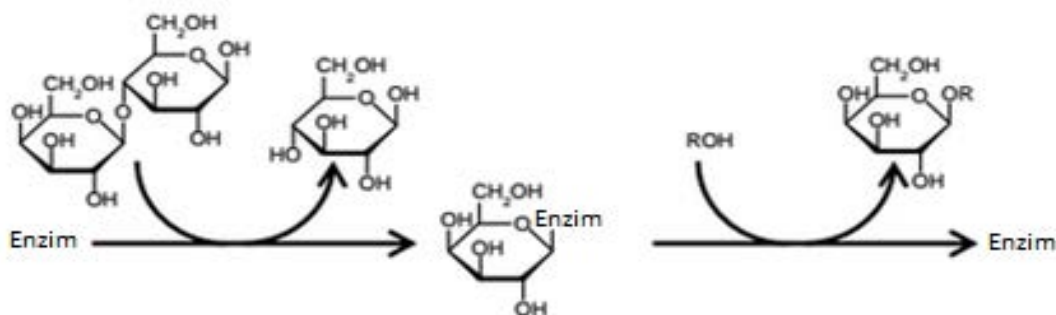
A galakto-oligoszacharidok tulajdonságai és a szintézis folyamata

Jelenleg a galakto-oligoszacharidokat szakaszos üzemű eljárással gyártják, de a növekvő piacnak köszönhetően egyre nagyobb az igény folyamatos technológia kidolgozására és ehhez szükség van az enzim tulajdonságainak, viselkedésének alapos ismeretére. Az enzimforrás nagymértékben befolyásolja a GOS kihozataalt, mivel egyes forrásokból eredő enzimek mechanizmusa a hidrolízis felé tolódik el, így korlátozott mértékben szintetizálódik GOS. A leghatékonyabb enzimforrásnak a *Bacillus circulans* bizonyult (Warmerdam et al., 2013). A GOS gyártás alapanyaga tisztított laktóz, amely többek között, a sajtgyártás során keletkező tejsavóban is megtalálható. A folyamathoz szabad β -galaktozidázt alkalmaznak,

magas kezdeti laktóz koncentrációval, magas hőmérsékleten (Bruins et al., 2003). Általában a GOS enzim szintézise egy bizonyos idő elteltével eléri a maximális szintet, mielőtt a hidrolízis elkezd dominálni és kisebb oligoszacharidok, diszacharidok és monoszacharidok keletkeznek. Miután a GOS szint eléri a maximumot, az enzimet inaktíválják és szűrővel eltávolítják az oldatból. A további downstream folyamatban bepárlással vagy szárítással koncentrátumot vagy szárított végterméket gyártanak.

A galakto-oligoszacharidok olyan oligoszacharidok, melyek általában egy glükóz és 2-9 galaktóz molekulából állnak. A galaktóz egységek általában β -(1,4) vagy β -(1,6) kötésekkel kapcsolódnak (Playne & Crittenden, 2009). Az emberi szervezet csak az α -(1,4) és α -(1,6) kötésű oligo- és poliszacharidokat képes megemészteni, ezért a GOS nem esik át enzimatisz hidrolízisen a béltraktus felső részében és szerkezeti változás nélkül eléri a végbelet. A bél mikroflórában csak kevés baktérium rendelkezik β -fruktozidázzal (EC3.2.1.7), amely képessé teszi őket a β -(1,2) és β -(1,4) glikozidos kötések hidrolizálására (Gosling et al., 2009).

Az 1. ábrán látható a laktóz galakto-oligoszachariddá alakulása enzimatisz reakcióval. Az első lépés során a laktóz molekula hozzákötődik az enzim aktív kötéshelyéhez. Az enzim a laktóz β (1-4) kötésének hidrolízisét katalizálja. Glükóz szabadul fel, a galaktózil rész pedig kovalensen kötődik az enzimhez, így létrejön a galaktóz-enzim komplex. A következő lépésben egy akceptor molekula hidroxil csoportja kapcsolódik a galaktózil részhez. Ha ez az akceptor víz, galaktóz keletkezik. Ha az akceptor az oldatban jelenlévő egyik szénhidrát molekula, transzglikozilációval oligoszacharid jön létre. A keletkező oligoszacharid mennyisége és fajtája több tényezőtől függ. Befolyásolja a kezdeti laktóz koncentráció, a hőmérséklet, az enzimforrás és a reakcióidő (Gosling et al., 2009; Prenosil et al., 1987).



1. ábra: A β -galaktozidáz enzimatisz konverzió mechanizmusa

Köztudott, hogy a különböző forrásokból származó β -galaktozidázok különböző mértékben szelektívek a vízre és más akceptor molekulákra (Gosling et. al., 2009; Prenosil et al., 1987). A *Bacillus circulans*ból származó β -galaktozidáznak nagyobb a GOS produktivitása és magasabb polimerizációs fokú oligoszacharidok jönnek létre az *Aspergillus orizaeből* és *Kluyveromyces lactis*ből származó enzimekhez viszonyítva (Boon et al., 2000).

A hőmérséklet hatása az enzimaktivitásra

Az enzimek egyik legfontosabb tulajdonsága a stabilitás, amely az ellenálló képességet jelenti a denaturációval szemben. A denaturáció az enzim natív konformációjának változása a megváltozott körülmények hatására. Az élelmiszeriparban a leggyakoribb kiváltók a hődenaturáció. A hőmérséklet hatása kettős, mivel egyrészt a hőmérséklet növelésével nő az enzim reakciók sebessége, ugyanis valamennyi sebességi állandó az Arrhenius-összefüggés szerint függ a hőmérséklettől, ugyanakkor a növekvő hőmérséklet hatására az enzim reverzibilis és/vagy irreverzibilis konformáció változásának valószínűsége is nő. Az Arrhenius-összefüggés azt fejezi ki, hogy a reakciósebességi állandó (k) hogyan függ a hőmérséklettől (T) és az aktiválási energia (E_a) értékétől:

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

Ahol A - preexponenciális együttható, R - egyetemes gázállandó, T - abszolút hőmérséklet Kelvinben.

Warmerdam és munkatársai (2013) 25, 40 és 60 °C-on vizsgálták a β -galaktozidáz enzim stabilitását alacsony (5 m/m%) és magas (30 m/m%) laktóz-koncentráció mellett, majd meghatározták az enzim stabilitási kinetikáját. Az enzim stabilitásának hőmérséklet-függése egy folyamatos üzemű gyártás-technológiában fontos tulajdonság. Mivel az irodalomban nem áll rendelkezésre teljes kép, így szükségesnek látjuk a hiányzó, 50 °C-on mutatkozó stabilitást kísérleti úton megvizsgálni.

Elsőrendű irreverzibilis kinetikai modell

A szakirodalmak több lehetséges enzimkinetikát is leírtak, de a legtöbbször az enzimek aktivitásának időbeli csökkenését elsőrendű irreverzibilis kinetikai modellel írják le (Sevella, 2011, Warmerdam, 2013):

$$\frac{dE_a}{dt} = -k_1 E_a$$

Ahol E_a^0 - kiindulási enzim koncentráció, E_a^t - enzimkoncentráció t időpillanatban, k_1 - inaktíválódási sebességi konstans. Szétválasztva a változókat és integrálva az egyenletet a következőt kapjuk:

$$\ln \frac{E_a^t}{E_a^0} = -k_1 t$$

A kiindulási enzimkoncentrációt kifejezve egy exponenciális függvényt kapunk, azaz adott hőmérsékleten az enzimaktivitás exponenciálisan csökken:

$$E_a^t = E_a^0 e^{-k_1 t}$$

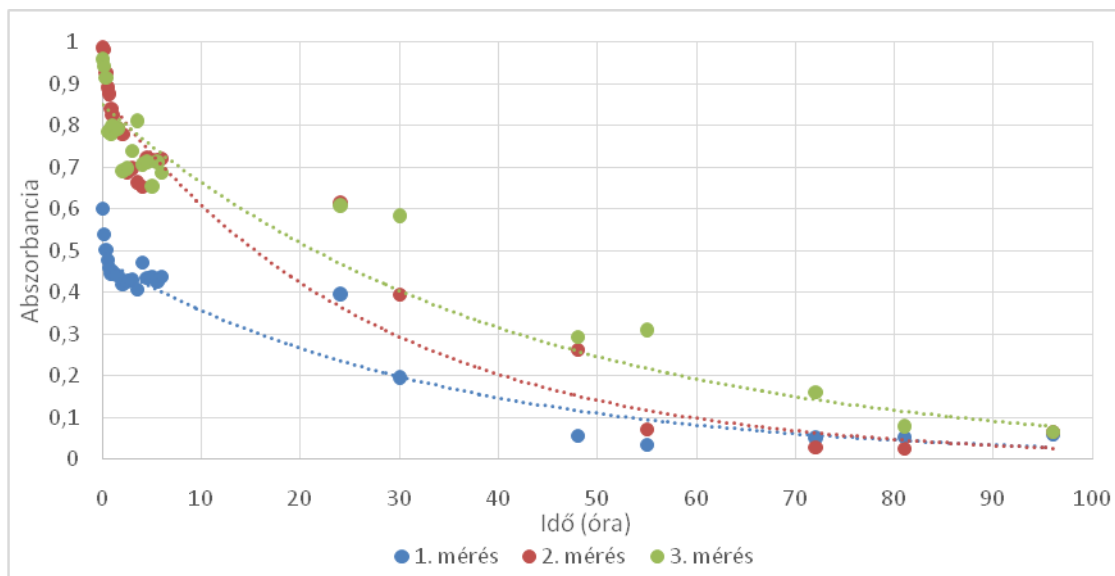
Anyagok és módszerek

A kísérletekhez laktózt (Pharma Product Kft.), Biolacta N5 enzimet (Amano Enzyme Inc.) ONPG ELISA β -galaktozidáz szubsztrátot (Rockland Inc.), sósavat, nátrium-karbonátot, nátrium-foszfátot és dinátrium-hidrogén-foszfátot (Reanal Laborvegyszer Kft.) használtunk fel. A kísérlet során keverős tartályreaktorként egy mágneses keverős termosztátra helyezett kevertetett Erlenmeyer lombikot használtunk. A kiindulási laktóz koncentráció 30m/m%, az enzim koncentráció 0,3 m/m% volt, a hőmérsékletet 50°C-on, a pH-t Sörensen-puffer segítségével 6,0 értéken tartottuk. Munkánk során 3 párhuzamos kísérletsort végeztünk el.

Az enzimaktivitást ONPG méréssel 4 napig követtük nyomon, melynek alapja egy olyan mesterséges szubsztrát (orto-nitrofenil- β -D-galaktozidáz) alkalmazása, melyet a β -galaktozidáz hidrolizál és a folyamat során galaktóz és sárga színű orto-nitrofenol szabadul fel. A felszabadult orto-nitrofenol mennyisége egyenesen arányos az enzim aktivitásával, így a színreakciónak köszönhetően spektrofotometriás mérésekkel az enzimaktivitás meghatározható. A kinetikai modell illesztését Statistica.13 programmal végeztük.

Eredmények és értékelés

A három párhuzamos mérés során kapott abszorbancia értékek az idő függvényében a 2. ábrán láthatók.



2. ábra: Az abszorbancia változása az idő függvényében (50°C, pH=6,0, 30 m/m% laktóz, 0,3 m/m% Biolacta N5 enzim)

Az inaktiválási sebességi konstansokat és a felezési időket két különböző módszerrel határoztuk meg:

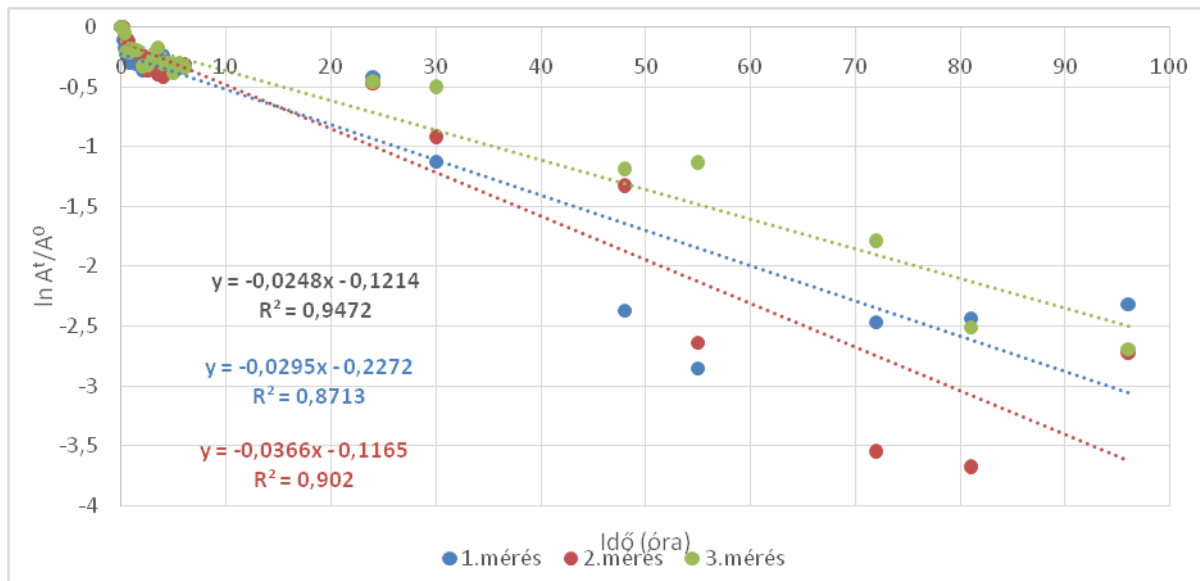
A kinetikai modell linearizálásával kapott eredmények

A mérések során az enzimaktivitást abszorbancia-mérésre vezettük vissza, de mivel az enzimaktivitás lineárisan arányos az NPG által okozott abszorbanciával, így a modellezést az abszorbancia értékekre végeztük el:

$$\ln \frac{A^t}{A^0} = -kt$$

Ha az $\ln \frac{A^t}{A^0}$ értékeket ábrázoljuk az idő függvényében, és regressziós egyenest illesztünk a kapott pontokra (3. ábra), az egyenes meredeksége egyenlő a k értékkel. A felezési idő a k értékből a következőképp számítható:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$



3. ábra: A linearizálással kapott elsőrendű kinetikai modell (50°C, pH=6, 30 m/m% laktóz, 0,3 m/m% Biolacta N5 enzim)

Amennyiben az enzim kinetikája elsőrendű, a kapott mérési pontoknak a linearizálást követően egy egyenes mentén kell elhelyezkedniük. Az R^2 értékek alapján az illesztések jónak mondhatók.

1.táblázat: Linearizálással végzett elsőrendű modellillesztés eredménye (50°C, pH=6,0, 30 m/m% laktóz)

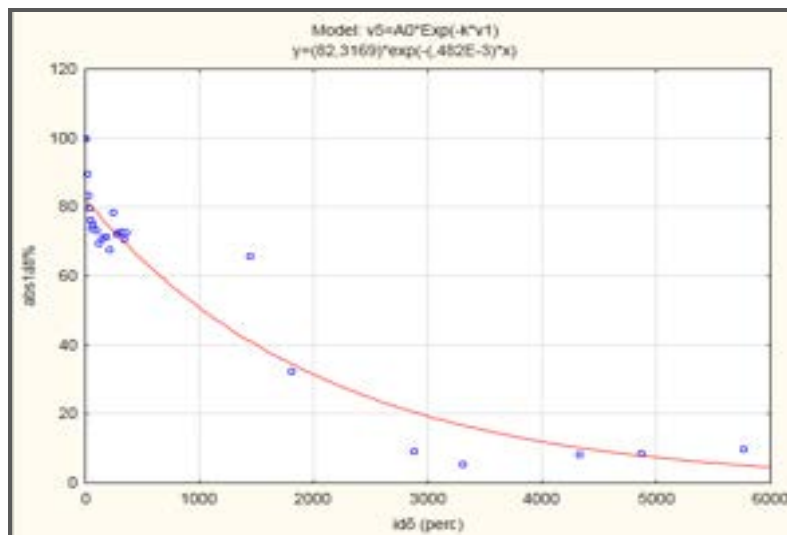
	1. mérés	2.mérés	3.mérés	átlag	szórás
k [1/óra]	0,0295	0,0366	0,0248	0,0303	0,0048
$t_{1/2}$ [h]	23,5	18,9	27,9	23,5	3,7

Nemlineáris modellillesztés Statistica programmal

A Statistica program „Nonlinear Estimation” funkciójával a megadott összefüggést illeszti a program a mért pontokra és meghatározza az összefüggés változóinak értékét. Az illesztett függvény:

$$A^t = A^0 e^{-kt}$$

Az első mérési sorra illesztett modell a 4. ábrán található, ahol az abszorbancia százalékos értékét ábrázoltuk az idő függvényében.



4. ábra: Statisticával végzett függvényillesztés az 1. mérési sorra (50°C, pH=6,0, 30 m/m% laktóz, 0,3 m/m% Biolacta N5 enzim)

A másik két adatsorra is elvégeztük ezt a műveletet, az eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: Statisticával végzett elsőrendű kinetikai modell illesztés összefoglalása (50°C, pH=6, 30 m/m% laktóz)

	1. mérés	2. mérés	3. mérés	átlag	szórás
k [1/h]	0,0289	0,0299	0,0201	0,0263	0,0054
t_{1/2} [h]	24,0	23,2	34,5	27,2	6,3

A 3. táblázatban tüntettük fel az eredményeinket (kék háttérrel) Warmerdam és munkatársai (2013) által 25, 40 és 60 °C-on meghatározott sebességi állandó és felezési idő értékek mellett.

3. táblázat: Inaktiválódási sebességi konstans és felezési idő értékek különböző hőmérséklet értékek esetén (30m/m% laktóz; pH=6, 0,3 m/m% Biolacta N5 enzim) (*Warmerdam, 2013)

	inaktiválódási sebességi együttható [1/h]	felezési idő [h]
25°C	0,024±0,011	29*
40°C	0,024±0,015	29*
50°C	0,026±0,003	27
60°C	0,043±0,006	16*

Összefoglalás

Munkánk célja *Bacillus circulans*ból származó β -galaktozidáz enzim hőstabilitásának vizsgálata volt keverős tartályreaktorban. Kísérleteink során Biolacta N5 enzim aktivitását 50°C-os, 6,0 pH-jú, 30m/m%-os laktóz oldatban mértük, melyet ONPG módszerrel követtünk nyomon. A kapott mérési eredményekre elsőrendű kinetikai modellt illesztettünk. Az eredmények alapján a vizsgált körülmények között az enzim inaktiválódási sebességi együtthatója 0,026 1/h, a felezési ideje pedig 27 óra körül van.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásunk a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, az Európai Unió és az Európai Szociális Alap (ESZA) támogatásával (EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005) valósul meg.

Irodalomjegyzék

- Boon MA, Janssen AEM, van t Riet K. (2000) Effect of temperature and enzyme origin on the enzymatic synthesis of oligosaccharides. *Enzyme and Microbial Technology* 26(2-4):271-281.
- Bruins ME, Van Hellemond EW, Janssen AEM, Boom RM. (2003) Maillard reactions and increased enzyme inactivation during oligosaccharide synthesis by a hyperthermophilic glycosidase. *Biotechnology and Bioengineering* 81(5):546-552.
- Crittenden RG, Playne MJ. (1996) Production, properties and applications of foodgrade oligosaccharides. *Trends in Food Science & Technology* 7(11):353-361.
- Gosling A, Alfrén J, Stevens GW, Barber AR, Kentish SE, Gras SL. (2009) Facile pretreatment of *Bacillus circulans* β -galactosidase increases the yield of galactosyl oligosaccharides in milk and lactose reaction systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(24):11570-11574.
- Macfarlane GT, Steed H, Macfarlane S. (2008) Bacterial metabolism and healthrelated effects of galacto-oligosaccharides and other prebiotics. *Journal of Applied Microbiology* 104(2):305-344.
- Playne MJ, Crittenden RG. (2009) Galacto-oligosaccharides and other products derived from lactose. In: McSweeney PLH, Fox PF, editors. *Advanced Dairy Chemistry*. New York: Springer p121-201.
- Prenosil JE, Stuker E, Bourne JR. (1987) Formation of oligosaccharides during enzymatic lactose: part I: state of art. *Biotechnology and Bioengineering* 30(9):1019-1025.
- Warmerdam A, Boom RM, Janssen AEM (2013) β -galactosidase stability at high substrate concentrations- SpringerPlus 2(1):402.
- Warmerdam A, Paudel E, Jia W, Boom RM, Janssen AEM. 2013. Characterization of β -galactosidase isoforms from *Bacillus circulans* and their contribution to GOS production. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 170(2):340-358.

JEGYZŐKÖNYV

Az MKE Membrántechnikai Szakosztály 2017. okt. 19-én lezajlott üléséről

Az Ülést levezette: Dr. Vatai Gyula elnök nevében dr. Galambos Ildikó (titkár)

Titkár: dr. Galambos Ildikó (PE, Soós Ernő Víztechnológiai Kutató-Fejlesztő Központ)

Megjelentek: a jelenléti ív szerint

Kimentését kérte dr. Vatai Gyula (és a Szent István Egyetem Élelmiszeripari Műveletek és Gépek Tanszék dolgozói) akkreditációs ellenőrzés miatt.

Napirendi pontok:

1. A PERMEA sorozat következő konferenciáját Magyarország szervezi 2019-ben, ennek előkészületeire novemberben elnökségi ülés kerül összehívásra (szervezők kiválasztása, helyszín meghatározása, ütemezés), ezt követően 2018. január-februárban szakosztályi ülést szervezünk Budapesten.
2. Tagság: létszám alacsony, toborzás fontos ill. fizetési hajlandóság kicsi
3. Közelgő konferenciák:
 - 2nd World Biotechnology Congress, „Profound Innovations and Futuristic Challenges in Biotechnology for Making Better Life” 2017. december 4-5, Sao Paulo, (Brazília) <http://world.biotechnologycongress.com/>
 - Filtech 2018. március 13-15, Köln (Németország) <http://www.filtech.de/>
 - Fouling and cleaning in food processing (FCFP 2018) 2018. április 17-20, Lund (Svédország) <http://www.lth.se/membranportalen/english/fcfp2018/>
 - Membrane and electromembrane processes (MELPRO 2017) 2018. május 13-16, Prága (Csehország) www.melpro.cz
 - Euro-Green Chemistry Conference, "Sustainable Technologies and Modern Approaches in Green Chemistry" 2018. június 18-20, Dublin (Írország) <http://greenchemistry.alliedacademies.com/>
 - International Conference on Inorganic Membranes, ICIM, 2018. június 18-22., Drezda (Németország) <http://www.icim2018.com/>

- 11th conference of the Aseanian Membrane society, AMS 11, 2018. július 3-6, Brisbane (Ausztrália) <http://www.ams11.com.au/>
- Euromembrane 2018, 2018. július 9-13, Valencia (Spanyolország) <http://www.euromembrane2018.org/>
- African Membrane Society 2nd International Congress (AMSIC-2) 2018. július 29 – augusztus 1, Johannesburg (Dél-Afrika) <http://www.sam-ptf.com/index.html>

Hozzászólások:

- Tóth András József:

következő membrános rendezvény:

2017. nov. 9. Budapest, Membrántechnológiai Szakmai Nap

<http://www.maszesz.hu/tevekenysegeink/esemenyeink/membrantechnologiai-szakmai-nap>

- Nemestóthy Nándor:

Össze kellene gyűjteni a jelenleg futó projekteket, amelyeknek membrános vonatkozása van; Jelenleg ennek gyűjtését megkezdtük dropbox-ban, tovább fogjuk küldeni a linket a tesztelést követően.

Dr. Galambos Ildikó
titkár

Műszaki Kémiai Napok '18

KONFERENCIA FELHÍVÁS

A Pannon Egyetem, Mérnöki Kara **2018. április 24-26.** (kedd-csütörtök) napokon tudományos konferenciát rendez **MŰSZAKI KÉMIAI NAPOK'18** 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: 2018. március 19. (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 a University of Twente (Hollandia) területén 2018. június 24. és 29. között megrendezésre kerülő XXXV. 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 Kutató Intézet
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
bako@almos.uni-pannon.hu

Benyújtási határidő: 2018. 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 beszámolókat készítenek, melyet lapunk megjelentet. A támogatás felhasználásáról a rendezvényt követően költségelszámolást (számlákat) kérünk.

KÖZELGŐ KONFERENCIÁK, KURZUSOK

Filtech

2018. március 13-15, Köln (Németország)

<http://www.filtech.de/>

4th Multistep Enzyme Catalysed Processes Congress (MECP 18)

2018. március 19-22, Trondheim (Norvégia)

<https://www.ntu.edu/mecp18>

Fouling and cleaning in food processing (FCFP 2018)

2018. április 17-20, Lund (Svédország)

<http://www.lth.se/membranportalen/english/fcfp2018/>

Műszaki Kémiai Napok'18

2018. április 24-26, Veszprém

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

10th IWA Eastern European YWPs Conference

2018. május 7-12, Zágráb (Horvátország)

<http://iwa-ywp.eu/>

Membrane and electromembrane processes (MELPRO 2017)

2018. május 13-16, Prága (Csehország)

www.melpro.cz

Euro-Green Chemistry Conference, "Sustainable Technologies and Modern Approaches in Green Chemistry"

2018. június 18-20, Dublin (Írország)

<http://greenchemistry.alliedacademies.com/>

International Conference on Inorganic Membranes, ICIM,

2018. június 18-22, Drezda (Németország)

<http://www.icim2018.com/>

35. EMS Nyári Egyetem

2018. június 24-29, University of Twente (Hollandia)

<https://www.utwente.nl/en/events/!/2018/6/265578/35th-ems-summer-school-2018>

European Congress on Biotechnology

2018. július 1-4., Genf (Svájc)

www.ecb2018.com

11th Conference of the Aseanian Membrane Society, AMS 11,

2018. július 3-6, Brisbane (Ausztrália)

<http://www.ams11.com.au/>

Euromembrane 2018

2018. július 9-13, Valencia (Spanyolország)

<http://www.euromembrane2018.org/>

African Membrane Society: 2nd International Congress (AMSIC-2)

2018. július 29 – augusztus 1, Johannesburg (Dél-Afrika)

<http://www.sam-ptf.com/index.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 Kutató Intézet, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

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)

Megjelenik: negyedévente, 300 példányban

Előfizetési díja: évi 1 500 Ft

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