

MEMBRÁN-

TECHNIKA

IPARI



BIOTECHNOLÓGIA

IV. évfolyam 1. szám

2013. február

MEMBRÁNTECHNIKA ÉS IPARI BIOTECHNOLÓGIA

**A Magyar Kémikusok Egyesülete
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.
Tel.: 88-624 726
Fax: 88-624 292
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) és Vajda Balázs (asszisztens)

Megjelenik: negyedévente, 300 példányban

Előfizetési díja: évi 1 500 Ft

Megrendelhető: MKE Membrántechnikai Szakosztály
1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 1- 201 6883
Fax: 1- 201 8056

TARTALOM

	oldal
Molnár Máté A., Hornyákné Holczmann Á.N., Márki E., Vatai Gy.: Alma aromakomponensek pervaporációs kinyerésének modellezése	2
Pályázati felhívás	11
Műszaki Kémiai Napok'13 felhívás	12
Közelgő membrános konferenciák, kurzusok	14

Alma aromakomponensek pervaporációs kinyerésének modellezése

Molnár Máté András, Hornyákné Holczmann Ágnes Nikolett, Márki Edit, Vatai Gyula

Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Élelmiszeripari Műveletek és Gépek Tanszék
1118 Budapest, Ménesi út 44.

Bevezetés

Az alma az egyik legszélesebb körben termesztett és fogyasztott mérsékeltövi gyümölcs, melynek fogyasztása bizonyítottan kedvező hatással van az emberi szervezetre. A Magyarországon termesztett alma közel háromnegyede ipari feldolgozásra kerül, főként léalmaként, illetve sűrítmenyként értékesítik. A bepárlás szárazanyagok bomlásához, illóanyagok eltávozásához vezethet, ami rontja a termék minőségét. Az almalé természetes ízét és illatát adó aromaanyagok megőrzésének hagyományos lehetősége a rektifikáló egységgel kiegészített bepárló berendezés. A rektifikálás legfőbb hátránya a folyamat nagymértékű energiafogyasztása, mely gazdasági és környezetvédelmi szempontból is egy új, kedvezőbb eljárás bevezetését teszi szükségessé.

Az élővilágban lejátszódó folyamatok nagy része az élő szervezetben lévő membránok segítségével megy végbe. A membrán féligáteresztő hártya, amely egyes anyagokat átereszt, másokat visszatart. Az élő szervezetek működésének mintájára az élelmiszeripar (tejipar, gyümölcslegyártás, cukorgyártás, stb.) is egyre nagyobb mértékben alkalmazza a membránokon történő szétválasztás műveleteit. A membrán rendszerek előnyösebbek a hagyományos eljárásoknál, mivel jóval alacsonyabb az energia költségük a termikus elválasztással szemben, kisebb a helyigényük és a termék minősége is jobb, ami a kiépítésére fordított összeg gyors megtérülését eredményezi.

A gyümölcslevekben található illékony szerves komponensek kinyerésére alkalmas membrán szeparációs technika a pervaporáció, mely az utóbbi években a legdinamikusabban fejlődő szétválasztó membránművelet. Kedvező üzemeltetési költségének és nagy szelektivitásának köszönhetően a rektifikálással szemben egy előnyösebb szétválasztási műveletet jelenthet az aroma-visszanyerés területén.

Az almalé aromája

Az almalé összetétele erősen függ annak fajtájától, termesztési helyétől és körülményeitől, továbbá a gyümölcs minőségétől, a lényerési eljárástól, illetve a tárolási körülményektől (Álvarez et al., 2000). Az almalé aromája számos vegyület keverékének köszönhető (Álvarez et al., 1998), komponensei közé körülbelül 300 illékony vegyület tartozik, melyek összes koncentrációja nagyjából 200 ppm-re tehető. Az alkoholok jelentik a legfajsúlyosabb csoportot az almalé aromaanyagaiban. A legnagyobb számú csoportot az észterek képezik, molekulatömegük jellemzően 100-130 g/mol. Az illékony anyagok harmadik legnagyobb csoportját az aldehidek alkotják (Börjesson et al., 1996). Az aromaanyagok minden egyes csoportja egy jellegzetes karaktert ad az almalé ízének. Az észterek a gyümölcslének édes, gyümölcsös ízt adnak az érettség érzését nyújtva. Az aldehidek friss, füves ízt szolgáltatnak, ami az éretlen alma ízét adja a gyümölcslének. Az alkoholok hozzájárulnak mind a gyümölcsös, mind pedig az éretlen íz érzetéhez (Olsson, Trägårdh, 1999).

Aroma-visszanyerés

Az italiparban a gyümölcslevek feldolgozásának egyik formája a besűrítés, amikor a rostos léből, mustból vagy a derített gyümölcsléből készítenek sűrítmenyt. A zöldség- és gyümölcslevek, a must lényegében vizes oldatoknak tekinthetők (BacsKay, 2010). Az oldatokból az oldószert (vizet) vagy annak nagyobb hányadát bepárlóberendezésekkel párologtatják el, egyrészt a mikroorganizmusok életfeltételét képező víz megvonása, másrészt az oldatok értékes komponenseinek dúsítása céljából (Szenes, 1999). A gyümölcslevek hővel való besűrítésekor az aromatartalom jelentős része a párával együtt távozik, a gőzfázisba kerül. A legegyszerűbb aroma-visszanyerő rendszernek két fő része van: a bepárló és a rektifikáló (ismételt lepárló). A bepárlóból távozó, aromát tartalmazó párát a rektifikáló egységben dúsítják.

Pervaporáció

A folyadékelegyek szétválaszthatóak parciális párologtatással nem porózus polimer membránon. Az eljárást pervaporációnak nevezzük, mivel az áthaladó komponens halmazállapota változik, atmoszférikus nyomáson folyadékként kerül a membránra és

vákuumnyomás hatására az átdiffundáló komponensek gőz formájában deszorbeálódnak a membrán permeátum oldalán (Huang, 1991). A szétválasztás a komponensek eltérő diffúziós sebességén alapszik, a permeátumként elvezetendő anyag molekulái gyorsabban haladnak át a membránrétegen. A folyadék-gőz egyensúlyok nincsenek hatással a szétválasztásra. A diffúzió során végbemegy a folyadék-gőz fázisátalakulás, a párolgáshoz szükséges hőt közölnünk kell a folyadék-eleggyel.

A pervaporáció matematikai modellezése

A pervaporáció matematikai modellezésére alkalmazható módszer a soros ellenállás modell. A modell lényege, hogy az anyagátadás teljes ellenállását a határrétegek ellenállásának és a membrán ellenállásának összegei adják. A membrán anyagátadási folyamatainak leírására mind a koncentráció, mind a parciális gőznyomások alkalmasak. Pervaporáció esetén a parciális gőznyomás, mint hajtóerő jobban jellemzi a műveletet (Wijmans et al., 1995).

A fluxus a következőképpen írható le (Oliveira et al., 2002):

$$J_i = Q_{OV,i} \cdot A \cdot (p_{L,i} - p_{G,i}) \quad (1)$$

ahol: J_i – az (i) komponens mólárama a membránon keresztül [mol/s]

$Q_{OV,i}$ – a parciális gőznyomás hajtóereje mellett az (i) komponensnek az anyagátbocsátási együtthatója [mol/(m²Pas)]

A – membrán felülete [m²]

$p_{L,i}, p_{G,i}$ – az (i) komponens parciális gőznyomása a folyadék oldalon illetve a permeátum (vagy gőz) oldalon [Pa]

A soros ellenállás modellt alkalmazva a permeátum oldali ellenállást elhanyagolva, felírható (Ji et al., 1994):

$$\frac{1}{Q_{OV}} = \frac{1}{Q_{Mem}} + \frac{1}{Q_L} \quad (2)$$

ahol: Q_{OV} – a parciális gőznyomás hajtóereje mellett az anyagátbocsátási együttható [mol/(m²Pas)]

Q_{Mem} – a parciális gőznyomás hajtóereje mellett a membrán anyagátadási együtthatója
[mol/(m²Pas)]

Q_L – a parciális gőznyomás hajtóereje mellett a folyadék anyagátadási együtthatója
[mol/(m²Pas)] (Ji et al., 1994)

A parciális gőznyomás hajtóereje mellett az anyagátbocsátási együttható az (1) egyenlet segítségével a mért fluxusból számítható:

$$Q_{OV} = \frac{J_i}{A \cdot (p_{L,i} - p_{G,i})} \quad (3)$$

A parciális gőznyomás hajtóereje mellett a folyadék anyagátadási együtthatója:

$$Q_L = \frac{\rho_L}{\gamma_i \cdot P_i^0} \cdot k_L \quad (4)$$

ahol: ρ_L – a folyadék moláris sűrűsége [mol/m³]

γ_i – az (i) komponens aktivitási együtthatója [-] (Shaban, 1996)

P_i^0 – az (i) komponens telített gőznyomása [Pa] (Perry, 1968)

k_L – a folyadék anyagátadási együtthatója, ha a koncentráció-különbség a hajtóerő
[m/s] (Takács, Vatai, 2008)

$$k_L = \frac{D_{ij} \cdot (0,026 \cdot Re^{0,8} \cdot Sc^{0,33})}{d_e} \quad (5)$$

ahol: D_{ij} – az (i) komponens diffuzivitása a (j) oldószerben [m²/s] (Thongsukmak, 2009)

Re – Reynolds-szám [-]

Sc – Schmidt-szám [-]

d_e – a membránmodul jellemző átmérője [m]

A diffúziós tényező a Wilke-Chang egyenletből számítható (Fei, Bart, 2001):

$$D_{ij} = \frac{(7,4 \cdot 10^{-8}) \cdot (\Phi_j \cdot M_j)^{0,5} \cdot T}{\eta_L \cdot V_i^{0,6}} \quad (6)$$

ahol: Φ_j – az oldószer asszociációs állandója [-] (Kanji et al., 2011)

M_j – az oldószer molekulatömege [kg/kmol]

T – a hőmérséklet [K]

η_L – az oldat dinamikai viszkozitása [mPas]

V_i – az (i) komponens moláris térfogata normál forrásponton [m³/kmol]

A parciális gőznyomás hajtóereje mellett a membrán ellenállása:

$$\frac{1}{Q_{Mem}} = \frac{1}{Q_{OV}} - \frac{1}{Q_L} \quad (7)$$

Pervaporációs kísérletek

A pervaporációs kísérletek során öt, az almára legjellemzőbb aroma komponensből (etanol, i-butanol, n-butanol, izoamil-alkohol, etil-acetát) valamint desztillált vízből álló elegyekkel dolgoztunk. Kísérleteinket 3^p (p=3 faktor: hőmérséklet, koncentráció és térfogatáram) típusú teljes faktoros kísérletterv alapján végeztük. A 27 mérést random módon hajtottuk végre, majd a kapott mintákat gázkromatográffal elemeztük. A kiindulási koncentráció értékeket úgy választottuk meg, hogy az almára jellemző tartományba essenek. A kísérlethez felhasznált aroma komponensek koncentráció értékeit a C1-es, C2-es és a C3-as koncentrációjú oldatban az 1. táblázat tartalmazza:

1. táblázat: Aromaanyagok koncentráció értékei az egyes oldatokban

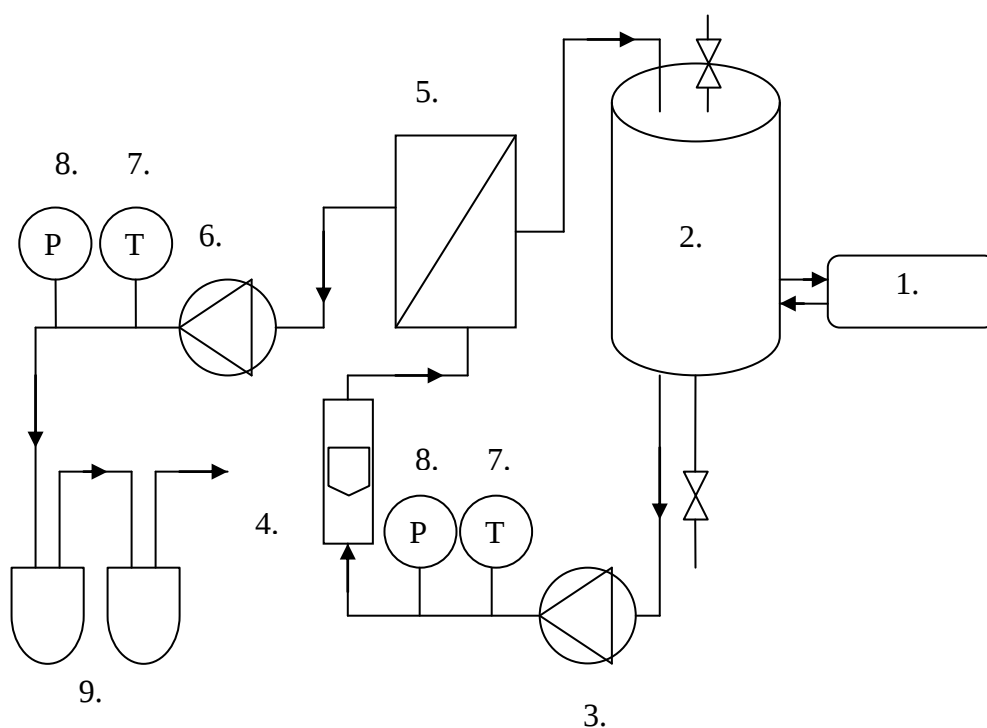
Koncentráció Anyag	C1 (μl/l)	C2 (μl/l)	C3 (μl/l)
etanol	30	40	50
i-butanol	15	20	25
n-butanol	10	15	20
izoamil-alkohol	5	10	15
etil-acetát	35	45	55

A három független változó értékei a 2. táblázatban látható:

1. táblázat: A faktorok szintjei a mérések során

Szint Faktor	1.	2.	3.
Hőmérséklet (°C)	30	40	50
Koncentráció (µl/l)	C1	C2	C3
Térfogatáram (l/h)	150	200	250

Méréseinket a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszeripari Műveletek és Gépek Tanszék laboratóriumi pervaporációs berendezésén (1. ábra) végeztük. A folyadék hőmérséklete a (1) termosztáttal szabályozható. A (5) membránra a (2) folyadéktartályból a (3) szivattyú szállítja az oldatot. A membránon áthaladó permeátum gőz formájában a (9) hidegcsapdákbá kerül, ahol lekondenzál. A szekunder oldali vákuumot a (6) vákuumszivattyú biztosítja.

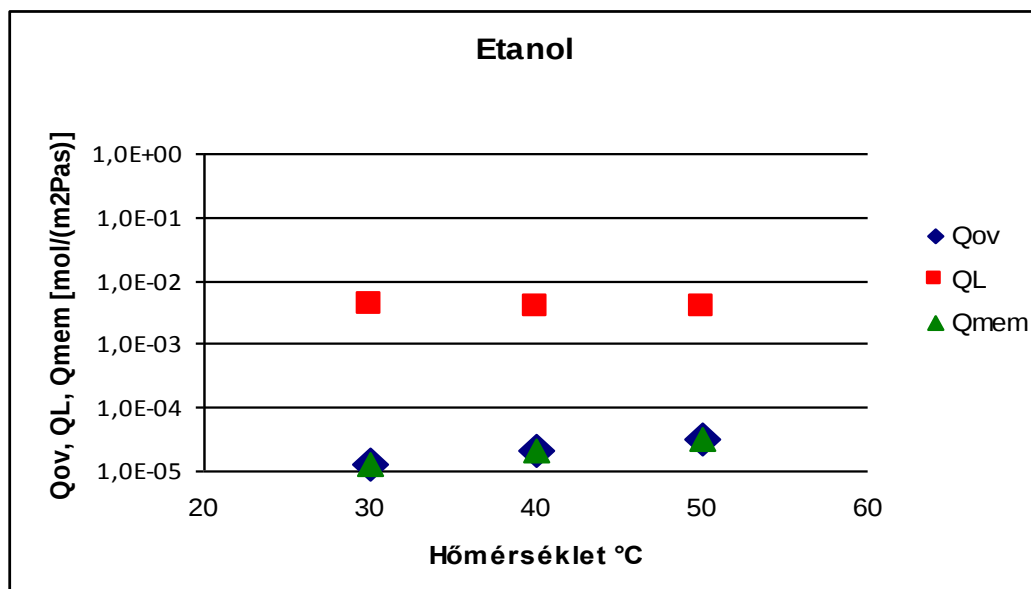


1. ábra. A laboratóriumi pervaporációs berendezés: (1) Termosztát, (2) Tartály, (3) Centrifugál szivattyú, (4) Rotaméter, (5) Membránmodul, (6) Vákuumszivattyú, (7) Hőmérsékletmérő, (8) Nyomásmérő, (9) Dewar-edények (hidegcsapda)

Kísérleti eredmények

Statistica programmal elemeztük a kísérlettervben szereplő faktorok hatását a szerves anyagok fluxusára és a szétválasztási tényezőre. A program segítségével matematikai összefüggéseket állítottunk fel a szerves anyag-fluxusok és a szétválasztási tényezők értékeinek meghatározására mind az 5 aromakomponens esetében. A hatásvizsgálatok eredményei alapján elmondható, hogy a független változók általunk alkalmazott tartományán belül a hőmérséklet, a koncentráció, a hőmérséklet négyzetes, valamint a hőmérséklet és a koncentráció együttes hatása befolyásolja a szerves fluxus alakulását. A szétválasztási tényező értékeire csak a hőmérsékletnek van szignifikáns hatása. A szétválasztás hatékonyságát tekintve az etil-acetát szeparációs tényezője 3-4-szer nagyobb értéket mutatott az alkoholokéhoz képest. Meghatároztuk a komponensek aktiválási energiáját, ami szintén azt igazolta, hogy az általunk vizsgált anyagok közül az észter esetében a legjobb az anyagátadás.

A soros ellenállás modell segítségével modelleztük a membrán anyagátadását. A 2. ábra az etanol esetén mutatja a parciális gőznyomás hajtóereje mellett az anyagátbocsátási, a membrán anyagátadási és a folyadék anyagátadási együttható értékeit a hőmérséklet függvényében.



2. ábra. Az etanol esetén az anyagátbocsátási együttható (Q_{OV}), a folyadék anyagátadási együtthatója (Q_L) és a membrán anyagátadási együtthatója (Q_{mem}) a hőmérséklet függvényében

Az ábrán látható, hogy az anyagátbocsátási és a membrán anyagátadási együtthatók szinte egyenlők. A hőmérséklet emelkedésével a Q_{OV} , Q_{mem} növekszik, mivel a diffúzió

sebessége a membránon át nő. A folyadékoldali anyagátadási együttható a másik két anyagátviteli jellemzőhöz képest két nagyságrenddel nagyobb értéket mutat. Ennél fogva a reciprokjából képzett folyadékoldali határréteg ellenállása elhanyagolhatóan alacsony.

SuperPro Designer programmal modelleztük a pervaporáció és a rektifikálás műveletét alma aromakomponensek kinyerésére. A program segítségével meghatároztuk a két szétválasztási eljárás energiafogyasztását és az ehhez tartozó energiaköltségeket. A teljes energiafogyasztást összehasonlítva elmondható, hogy azonos szétválasztási hatásfokot feltételezve a pervaporáció összes energiaköltsége közel harmada a rektifikálás költségeinek.

Irodalomjegyzék

- Álvarez, S. et al. (1998): Permeation of apple aroma compounds in reverse osmosis. *Separation and Purification Technology*, 14:209-220.
- Álvarez, S. et al. (2000): A new integrated membrane process for producing clarified apple juice and apple juice aroma concentrate. *Journal of Food Engineering*, 46:109-125.
- Bacskey Cs. (2010): Borászati és üdítőital-ipari gépek II., FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Hivatal, Budapest, 3-27.
- Bélafe-Bakó K. (2002): Membrános műveletek, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém
- Bélafe-Bakó, K., Kabiri-Badr, A., Dörmő, N., Gubicza, L. (2000): Pervaporation and its application as downstream or integrated process, *Hungarian Journal of Industrial Chemistry* 28: 175-9.
- Börjesson, J. et al. (1996): Pervaporation of a model apple juice aroma solution: comparison of membrane performance. *Journal of Membrane Science*, 119:229-239.
- Fei, W. Y., Bart, H.-J. (2001): Predicting diffusivities in liquids by the group contribution method. *Chemical Engineering and Processing*, 40:531-535.
- Huang, R. Y. M. (1991): Pervaporation membrane separation processes, Edited by R. Y. M. Huang, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam
- Ji, W. et al. (1994): Modelling of multicomponent pervaporation for removal of volatile organic compounds from water. *Journal of Membrane Science*, 93:1.
- Kanji, M., RYO, I. (2011): Estimation of molecular diffusivity in liquid phase systems by the Wilke-Chang equation. *Journal of Chromatography A*, 1218:6639-6645.
- Oliveira, T. et al. (2002): Pervaporation-biological oxidation hybrid process for removal of volatile compounds from wastewaters. *Journal of Membrane Science*, 195:75-88.

Olsson, J., Trägårdh, G. (1999): Influence of feed flow velocity on pervaporative aroma recovery from a model solution of apple juice aroma compounds. *Journal of Food Engineering*, 39:107-115.

Perry, J. H. (1968): *Vegyésmérnökök kézikönyve* 4. kiadás, Műszaki Kiadó, Budapest, 244-257.

Shaban, I. (1996): Using pervaporation technique to separate water from organics. *Chemical Engineering and Processing*, 35:429-434.

Szenes E. (1999): *A kisüzemi élelmiszer-feldolgozás gépei és berendezései*, CSER Kiadó, Budapest, 56.

Takács L., Vatai GY. (2008): Mass transfer characteristics of iso-propanol pervaporative dehydration through CMC-CA-01 membrane. *Hungarian Journal of Industrial Chemistry*, 36:119-123.

Thongsukmak, A., Sirkar, K. K. (2009): Extractive pervaporation to separate ethanol from its dilute aqueous solutions characteristic of ethanol-producing fermentation processes. *Journal of Membrane Science*, 329:119-129.

Wijmans, J. G. et al. (1995): The role of boundary layers in the removal of volatile compounds from water by pervaporation. *Journal of Membrane Science*, 109:135-146.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A Magyar Kémikusok Egyesülete Membrántechnikai Szakosztálya pályázatot hirdet az Essenben (Németország) 2013. július 22-27. között megrendezésre kerülő XXX. 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: 2013. 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.

FELHÍVÁS

MŰSZAKI KÉMIAI NAPOK'13

címmel

a PE Műszaki Kémiai Kutatóintézet

konferenciát szervez

2013. április 23-25. között

Veszprém, a Pannon Egyetem konferenciatermében

A konferenciára jelentkezni lehet legkésőbb

2013. március 19-ig.

A részvételi díj a szervezési költséget, terembérleti díjat, technikai eszközök bérleti díját, a fogadás díját és a kiadvány árát is tartalmazza. Előadásonként és/vagy poszterenként legalább egy szerzőt kérünk regisztrálni.

Az **előadások időtartama** diskuszióval együtt **20 perc**.

Kérjük, hogy a konferencián prezentálni kívánt előadások összefoglalóját vagy teljes szövegét a konferencia kiadványban történő közlés céljából szíveskedjenek a formai követelményeknek megfelelően - a jelentkezéssel egy időben - legkésőbb 2013. március 19-ig elküldeni a ria@almos.uni-pannon.hu e-mail címre.

Fontos: A jelentkezési lap cégszerűen aláírva kizárólag postai úton küldhető vissza! (A PE résztvevőitől témaszámot is kérünk!)

Postai cím: PE Műszaki Kémiai Kutatóintézet

8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

Parkolási lehetőségek: A szállodáknak általában zárt parkolójuk van. Azoknak a résztvevőknek, akik csak egy napra jönnek, azt ajánljuk, hogy megérkezésükkor azonnal vegyék igénybe az Egyetem I épületének parkolóját (Egyetem u. 10.), ahol ugyan sorompó van, de a Műszaki Kémiai Napok konferenciára történő hivatkozással be lehet hajtani.

Információk:

Törcsváryné Kovács Zsuzsanna, szervező

Bokrossy-Csiba Mária, szervező

Telefon: (88)-624-040

Fax: (88)-624-038

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

Veszprém, 2013. január 31.

Dr. Mizsey Péter
egyetemi tanár
a Szervező Bizottság Elnöke

KÖZELGŐ KONFERENCIÁK, KURZUSOK

2013 3rd International Conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics – ICBBB 2013

2013. február 24-25, Róma, Olaszország

További információ: web: <http://www.icbbb.org/>

4th International Conference on Organic Solvent Nanofiltration, OSN2013

2013. március 12-14, Aachen, Németország

További információ: web: <http://www.avt.rwth-aachen.de/OSN2013/>

1st International Conference on Desalination using Membrane Technology, ICDMT-1

2013. április 7-10, Sitges, Spanyolország

További információ: web:

<http://www.desalinationusingmembrane.com/index.html>

BIO International Convention

2013. április 22-25, Chicago, USA

További információ: web: <http://convention.bio.org>

International Scientific Conference on Pervaporation, Vapor Permeation and Membrane Distillation, PV-VP-MD

2013. május 12-15, Torun, Lengyelország

További információ: web: www.pv.chem.umk.pl

World Biotechnology Congress 2013

2013. június 3-6, Boston, USA

További információ: web: <http://www.worldbiotechcongress.com>

2nd International Conference on Environment, Energy and Biotechnology (ICEEB)

2013. június 8-9, Kuala Lumpur, Malájzia

További információ: web: <http://www.iceeb.org/>

Membrane Course for Water Technologies, MCW

2013. június 5-6., Aachen, Németország

További információ: web: <http://www.avt.rwth-aachen.de/mcw/>

23rd NAMS Meeting, NAMS

2013. június 8-12, Noise (ID), USA

További információ: email: jerry.lin@asu.edu

11th International Conference on Catalysis in Membrane Reactors, ICCMR11

2013. július 7-11, Porto, Portugália

További információ: web: <http://www.iccmr11.spq.pt>

2nd International Society Bio Technology Conference ISBT 2013

2013. július 8-10, Antwerpen, Belgium

További információ: web: <http://www.biotekjournal.net/Invitation.php>

XXX EMS Summerschool, Membrane processes

2013. július 22-27, Essen, Németország

További információ: web: <http://www.ems-esse2013.de>

World Congress of Chemical Engineering, WCCE-9

2013. augusztus 18-23, Szöul, Dél-Korea

További információ: web: <http://www.wcce9.org/>

Engineering with Membranes, EWM2013

2013. szeptember 3-7, Ile d'Oléron, Franciaország

További információ: web: <http://convention.bio.org>

PERMEA 2013

2013. szeptember 15-19, Varsó, Lengyelország

További információ: web: <http://www.permea2013.eu>

4th World Congress on Biotechnology

2013. szeptember 23-25, Raleigh, USA

További információ: web:

<http://www.omicsgroup.com/conferences/biotechnology-congress-2013/index.php>

Food Eng '13: Food Engineering Eonference

2013. október 9-12, Isztambul, Törökország

További információ: web: <http://www.foodengconference.org/>

FILTECH 2013

2013. október 22-24, Wiesbaden, Németország

További információ: web: www.filtech.de

International Conference on Fermentation Technology, Bioprocess and Cell Culture

2013. október 28-30, Kansas City, USA

További információ: web:

<http://www.omicsgroup.com/conferences/fermentation-technology-bioprocessing-cell-culture-2013/>

8th International Membrane Science and Technology Conference, IMSTEC 2013

2013. november 25-29, Melbourne, Ausztrália

További információ: web: <http://www.imstec2013.com>

International Conference on Membranes, ICOM'14

2014. július 20-25, Suzhou, Kína

További információ: -