

## Az ultraszûrés során keletkezõ gélréteg ellenállásának modellezése olajtartalmú emulzió szétválasztásánál

KORIS ANDRÁS

Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszeripari Gépek és Mûveletek Tanszék, 1114 Budapest, Ménesi út 44.  
E-mail: koris@omega.kee.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Munkám során stabil olaj-a-vízben emulzió szeparációját vizsgáltam ultraszûrõ membránon, és meghatároztam a gélréteg ellenállását. A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a transzmembrán-nyomás hatása a szûrletfluxusra nagymértékben függ a membrán tulajdonságaitól, a betáplált emulzió koncentrációjától és hőmérsékletétõl. Kis emulzió koncentráció nál a nyomás növelésével egyenletesen nõ a szûrletfluxus egy kritikus nyomásig. Nagyobb emulzió-koncentrációnál a koncentráció polarizáció befolyásoló hatása válik lényegessé, és amennyiben az alkalmazott nyomás meghaladja a kritikus nyomást, lényegében megszûnik annak fluxust befolyásoló hatása. A KOI (kémiai oxigénigény) értékek és a permeátum olajtartalma megfelelõen kicsinek bizonyultak abban az esetben, amikor a transzmembrán-nyomás a kritikus nyomás alatt maradt, és ennek ellenkezõjét tapasztaltuk akkor, amikor a nyomás meghaladta azt.

A bemutatott modell leírja a membrán méretezésének alapját képezõ géllenállás és a transzmembrán-nyomás között fennálló összefüggést. Az eredmények azt mutatják, hogy a számolt értékek jól megegyeznek a kísérleti eredményekkel.

### ABSTRACT

Separation of stable oil in water emulsion has been studied on ultra filtration membrane and the resistance of the gel layer has been determined. It has been found that the influence of the trans-membrane pressure on the filtrate flux highly depends on the membrane properties, the inlet concentration of the emulsion and on the temperature. At low emulsion concentration the filtrate flux uniformly increases in function of the increasing pressure, up to a critical pressure. At higher emulsion concentration the

polarizing effect of the concentration becomes essential and if the actual pressure surpasses the critical pressure, it losses entirely its effect influencing the flux. If the trans-membrane pressure remained under the critical pressure, the COD (Chemical Oxygen Demand) values and the oil content of the permeate have been found low, but occurred contrarily if the pressure surpassed the critical pressure. The presented model describes the relation between the gel resistance and the trans-membrane pressure which serves as basis to the membrane designing. The study showed good agreement between the calculated values and the experimental results.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Trennung stabiler Öl in Wasser Emulsion wurde auf Ultrafiltrationsmembran geprüft und der Widerstand der Gelschicht bestimmt. Es wurde gefunden, dass auf den Filtratfluß ausgeübte Wirkung des Transmembrandruckes von den Membraneigenschaften, von den eingespeisten Emulsionskonzentration und von der Temperatur wesentlich abhängig ist. Bei niedriger Emulsionskonzentration steigt der Filtratfluss bis zu einem kritischen Druck von der Druckerhöhung gleichmäßig abhängig. Bei höherer Emulsionskonzentration bekommt die polarisationbeeinflussende Wirkung der Konzentration Bedeutung, und wenn der aktuelle Druck den kritischen Druck übersteigt, verliert ihre flussbeeinflussende Wirkung. Die Chemische Oxygen Bedarf Werte und der Permeatölgehalt waren entsprechend niedrig, wenn der Transmembrandruck unter dem kritischen Druck blieb, aber konnte man das Gegenteil finden, wenn der Druck diesen Wert überstieg. Das dargelegte Modell beschreibt die Relation zwischen dem Gelwiderstand und dem Transmembrandruck, worauf man die Membranformung basiert. Die kalkulierte Werte und die experimentelle Resultate demonstrieren gute Übereinstimmung.

## 1. Bevezetés

Az ultraszűrés (UF) élelmiszeripari alkalmazása ma már elterjedtnek nevezhető [1], különösen a tejiparban [2–4] és a borászatban [5–8]. Az élelmiszeripari tiszta víz és ivóvíz előállításai módjai között újabban szintén szerepelnek az ultraszűrők [9, 10], és új kihívást jelent például a cukoriparban a színyanyagok eltávolítása [11], a növényolajiparban a hideg nyálkátlanítás, növényi fehérje előállítása [12, 13], a gyümölcslevegélyártásban pedig a hideg besűrítés [1].

Az ultraszűrés elterjedésének legnagyobb lehetősége a jövőben az ipari szennyvizek kezelésénél lehet [14–19]. Itt a szennyvíz megtisztítását és a víz újrahasznosítását, vagyis tisztább technológia kialakítását kell fő célnak tekinteni [20–21].

Munkámban az ipari szennyvizek közül az olaj-a-vízben típusú emulziók vizsgálatával foglalkozom. Olajtartalmú szennyvíz keletkezik a tejiparban, az olaj kinyerése során a növényolajiparban, a halfeldolgozásnál, a hús- és baromfiiparban, a margarinok, salátaöntetek gyártásánál stb. Emellett a gépiparban a forgácsolás során nagy mennyiségben alkalmazott hűtő-kenő folyadékok is stabil olaj-víz emulziók, és nagymennyiségű olajos szennyvíz kezelésével küzd a műanyag-, textil-, papír-, nyomda- és bőripar is.

Olaj-a-vízben típusú emulziók szétválasztására alkalmazott ultraszűrő membránokkal számos közlemény foglalkozik [22–28]. Az olajos szennyvízből való vízeltávolítást az irodalom szerint a membrán anyaga, fizika teljesítménye és a műveleti paraméterek befolyásolják [29–31]. Egy adott vágási értékű (MWCO) és pórusméretű ultraszűrő membránnál igen fontos, hogy a legjobb műveleti értékeket alkalmazzuk, így optimális működést biztosítsunk. A megfelelő permeátum-fluxust, a kis KOI értéket a permeátumban, azaz a jó visszatartást különböző membránoknál különböző optimális üzemeltetési paraméterek biztosítják [32–33].

Olaj-a-vízben emulziók szétválasztása hagyományos ultraszűrővel a membrán eltömődésével és a szűrlet csökkenésével jár [27, 28]. Ezért ipari fejlesztésnél fő szempont a koncentráció polarizációnak, a géllenállás kialakulásának csökkentése. A koncentráció polarizáció megfordítható folyamat, amely főleg a transzmembrán-nyomástól függ.

Az olajos szennyvíz szűrésénél a gél koncentrációját vizsgálták, illetve modellezték Hu és munkatársai [34, 35, 36]. Az ultraszűrés gazdaságossága az eltömődést megakadályozó/csökkentő, helyesen megválasztott műveleti paraméterek függvénye [31, 37], ezért a géllenállás számíthatósága nagymértékben segíti a membrán méretezését.

## 2. Anyagok és módszerek

### 2.1. Membrán és kísérleti berendezés

A kísérletben használt FP055A jelzésű membrán fizikai paraméterei a következők: anyaga PVDF (polivinilidén-fluorid), MWCO 68–80 kD, a tiszta víz fluxusa 4 bar-on és 20 °C-on 1000 l/m<sup>2</sup>h, alkalmazható maximális hőmérséklet 60 °C. A kísérletekhez használt UF berendezés működé-

si elve korábbi publikációban megtalálható [13]. A modulban a membránfelület 35 cm<sup>2</sup> volt.

### 2.2. A betáplált elegy jellemzői

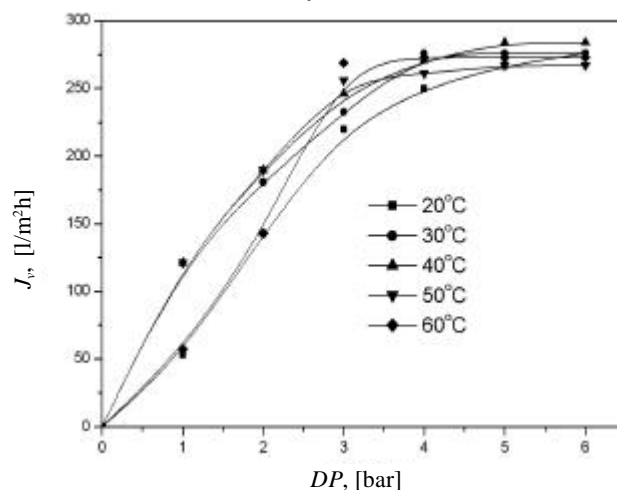
A felhasznált stabil olaj-a-vízben emulzió olajat, felületaktív anyagokat és ionmentesített vizet tartalmazott. Két különböző koncentrációjú elegyet készítettünk, mindegyikből 10 litert. A kisebb koncentrációjú emulzió 0.5 térf.%, a másik 5 térf.% olajat tartalmazott. Az emulziók stabilnak mutatkoztak koaleszcencia szempontjából. Az 5 térf.%-os emulzió viszkozitása (h) 20 °C-on  $h = 1.381 \times 10^{-3}$  Ns/m<sup>2</sup> volt, az 0.5%-os emulzióé pedig  $h = 1.139 \times 10^{-3}$  Ns/m<sup>2</sup>.

Az olaj koncentrációját a betáplált emulzióban és a szűrletben UV spektrométerrel határoztuk meg. A szénhidrogéneknek ultraibolya tartományban jellemző abszorpciós csúcsuk van, és a különböző koncentrációjú olajos emulziók transzmittanciája eltérő. A KOI (mg/l) meghatározása kálium-dikromát módszerrel történt. Ennek alapja, hogy mérhető a vízben lévő redukciós anyag oxidálásához szükséges standard kálium-dikromát mennyisége erős sav jelenlétében. A feleslegben maradt kálium-dikromát mennyisége standard ammónium-vasszulfátos titrálással határozható meg.

## 3. Eredmények és értékelésük

### 3.1. A szűrletfluxus változása

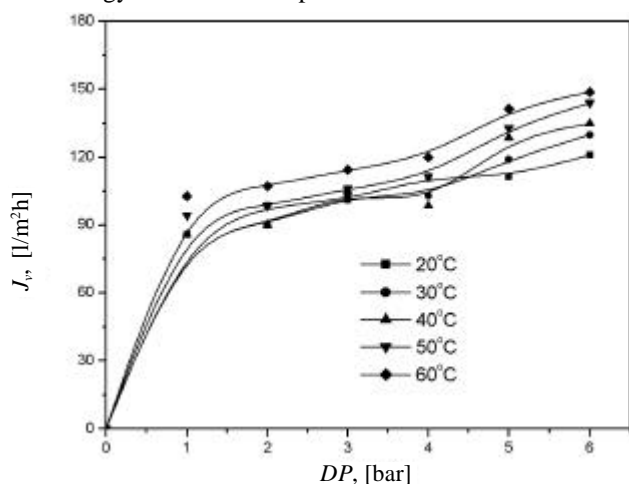
Mint az közismert, a membránszűrésnél nyomás alkalmazásával biztosítjuk azt, hogy a szűrlet áthaladjon az ellenállásokon: a membránon és a membrán felszínén lévő határretegen. A transzmembrán-nyomás viszonya a membrán tulajdonságától és a határreteg viselkedésétől függ. Az ultraszűrésnél alkalmazott nyomás általában 1–7 bar.



1. ábra: Az 0,5%-os emulzió szűrletfluxusának nyomásfüggése

A kísérletben használt membrán szűrletfluxusának és transzmembrán nyomásának az összefüggését a két, különböző koncentrációjú emulzió szűrésakor az 1. és 2. diagram mutatja be. Ezeket vizsgálva látható, hogy a tesztelt membránon kisebb emulzió koncentrációnál nagyobb mértékben képes a víz áthaladni. Megfigyelhető továbbá, hogy a hőmérséklet növelésekor nőtt a fluxus is. Nagyobb emul-

zió koncentrációjánál viszont az alkalmazott nyomás és a fluxus közötti összefüggés bonyolultabbá válik. Kis nyomásértékeknél a permeátum fluxusa főképp az alkalmazott nyomástól függ, amennyiben a nyomás meghaladja a kritikus értéket, fluxust befolyásoló hatása lecsökken. Az FP055A membrán kritikus nyomása körülbelül 2 bar. A koncentráció polarizáció akkor válik jelentőssé, amikor nagy koncentrációjú emulzió szűrésekor növeljük a műveleti nyomást. A koncentráció polarizáció miatt az emulzióban lévő olajcseppecskék feldúsulnak a membrán felszínének közelében, és gélréteget képeznek. Amikor a határretegben megnő az olajcseppecskék koncentrációja, megnő az ütközések száma is. Egyes ütközések ereje elegendő ahhoz, hogy a cseppek aggregátumokat képezzenek. A koncentráció növelésével megnő ezen aggregátumok száma és mérete is. Bizonyos idő elteltével a határretegben egyensúlyi állapot áll be, állandó aggregátum koncentrációval, ezt gélnak hívjuk. A nyomás hatását továbbra is befolyásolja a hőmérséklet, eltérő hőmérsékleteken megváltozik a nyomás hatásterjedelme. Mivel a hőmérséklet emelése a diffúziós együttható növekedésével jár, a hőmérséklet növelése koncentrációtól függetlenül növeli a fluxust. Az 1. és 2. diagram igazolja a nyomás és a hőmérséklet szűrletfluxusra gyakorolt összekapcsolódó hatását.



2. ábra: Az 5%-os emulzió szűrletfluxusának nyomásfüggése

**3.2. A KOI és az olajkoncentráció változása**

A kísérlet során a szűrletben 40 °C-on mért KOI értékeket és olajkoncentrációkat az 1. táblázat tartalmazza. Látható, hogy a tesztelt membránnal kis (0.5%) kiindulási koncentrációjánál megfelelő értékre lehetett csökkenteni a koncentrációkat. A nagyobb (5%) betáplálási koncentrációjánál a szűrlet KOI értéke nagyobb volt, viszont az olaj koncentrációja kisebb. Abban az esetben, amikor a nyomást 4 bar-ra emeltük, a szűrletben gyorsan nőtt mind a KOI, mind

1. táblázat:

**A szűrlet olaj- és KOI tartalmai változó nyomásokon  
a.: Kiindulási koncentráció 0.5% b.: Kiindulási koncentráció 5%.**

Transzmembrán nyomás (bar)	KOI (mg/l <sup>a</sup> )	KOI (mg/l <sup>b</sup> )	Olajkoncentráció (mg/l <sup>a</sup> )	Olajkoncentráció (mg/l <sup>b</sup> )
2	158	140	19	8.0
4	435	2560	65	78

az olajkoncentráció értéke. Ezért megállapítható, hogy ezen membrán nem alkalmas nagy koncentrációjú emulziók nagynyomáson való elválasztására. Ez annak a következménye, hogy bár kis nyomáson nem jelentős a membrán eltömődése, a kritikus nyomást meghaladva e jelenség meghatározóvá válik. Feltételezzük, hogy a koncentráció polarizációval megnő az esélye annak, hogy az olajcseppecskék a membrán pórusaihoz kerüljenek, és amikor a nyomás meghaladja a kapilláris nyomást, az olajcseppek deformálódnak, és ezáltal a pórusok belsejébe kerülhetnek. Ebből fakadóan a nagyobb transzmembrán-nyomás segíti az olaj átjutását a membránon, de ugyanakkor növeli a membrán felszíne felé tartó olajcseppek fluxusát. Az olaj membránon való átjutásához szükséges nyomás a következő összefüggéssel számolható [10]:

$$\Delta P = \frac{4g \cos q}{D_m} \tag{1}$$

ahol D<sub>m</sub> a pórus átmérője, g a felületek közötti tenzió és q a kontaktszög. A pórusoknál – melyek eloszlása membrántól függ – lévő cseppek egyesülnek, és betöltik a membrán felületét, és ezzel eltömődést okoznak. Másképpen fogalmazva, amennyiben az olaj olyan pórust talál, amelyre igaz az előbbi összefüggés, akkor képes lesz azon átjutni. Ebből fakadóan egy adott membránnál az olajvisszatartás és a permeátum KOI-ja csökken, ha növeljük a nyomást. Megfordítva tehát igaz az is, hogy állandó nyomáson minél nagyobb a pórusméret, annál kisebb az olajvisszatartás.

**3.3. Olajos emulziók szűrletfluxusának modellezése**

Tiszta víz ultraszűrésekor a fluxus egyenesen arányos a transzmembrán nyomással [1]:

$$J_v^o = \frac{\Delta P}{h_o R_M} \tag{2}$$

ahol J<sub>v</sub><sup>o</sup> a tiszta víz szűrletfluxusa, h<sub>o</sub> a víz viszkozitása, R<sub>M</sub> a membrán ellenállása. Ennek az összefüggésnek az ismeretében az R<sub>M</sub> kísérlettel meghatározható, ennek értéke ultraszűrő membránoknál állandó.

Kolloid oldatoknál, mint amilyen például az olaj-a-vízben emulzió is, a permeátum fluxusa az ellenállás modell alapján a következő egyenlettel írható le [11]:

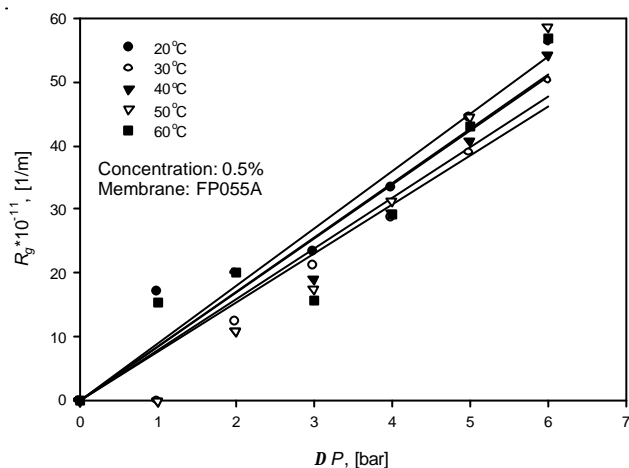
$$J_v = \frac{\Delta P}{h_o (R_M + R_G)} \tag{3}$$

ahol J<sub>v</sub> a permeátum szűrletfluxusa, R<sub>G</sub> a gélréteg ellenállása. A szűrlet gyakorlatilag tiszta víz, viszkozitását a modellben a víz viszkozitásával helyettesíthetjük (h<sub>o</sub>). Kis nyomás és kiindulási koncentráció esetében a permeátum fluxus egyedül a nyomástól függ, mivel R<sub>G</sub> elhanyagolható. Ezt erősítik meg az 1. diagram mérési adatai.

A (3) összefüggés szerint R<sub>G</sub> a transzmembrán-nyomástól (DP) függ.

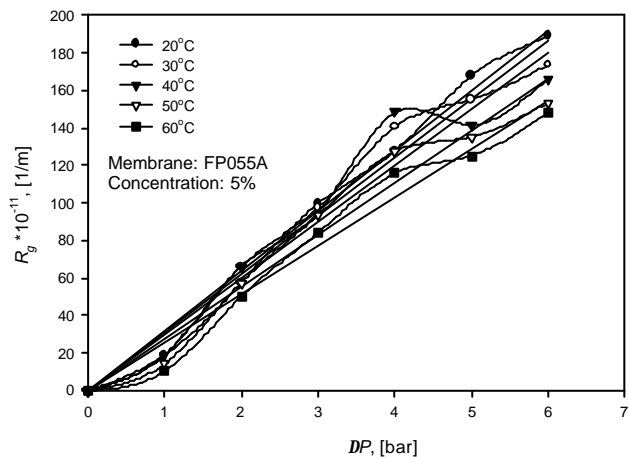
$$R_G = \frac{\Delta P}{h_o J_v} - R_M \tag{4}$$

A 3. és 4. diagram adataiból látható, hogy ultraszűrésnél az  $R_G$  nő a nyomás növelésével, mivel  $R_M$  ebben az esetben gyakorlatilag elhanyagolható  $R_G$ -hez viszonyítva. Ennek magyarázata az, hogy a nyomás növelésével ugyan nő a permeátum fluxusa, de ugyanakkor több oldott anyag jut a membrán felszínére, ezáltal nő a gélréteg és nő annak ellenállása is, főképp nagyobb emulzió-koncentrációnál.



3. ábra: A géllenállás és a nyomás összefüggése 0,5%-os emulzió-koncentrációnál

Ehhez hasonlóan a hőmérséklet hatása a gélréteg ellenállására is nagyobb koncentrációnál figyelhető jól meg. A hőmérséklet növekedésével csökken az emulzió viszkozitása és a gélréteg ellenállása is.



4. ábra: A géllenállás és a nyomás összefüggése 5%-os emulzió-koncentrációnál

Amennyiben az ultraszűrés nagykoncentrációjú emulzióval és nagy nyomással történik, a nyomás hatása a fluxusra és a gélréteg ellenállásra bonyolultabbá válik, a fenti összefüggések ekkor már nem kellő pontossággal írják le a lejátszódó folyamatokat. Ilyenkor a vízfluxust túlnyomó részt a gélképződés befolyásolja a nyomás helyett, amint azt a következő összefüggés is kifejezi [1]:

$$J_v = \frac{D}{d} \ln \frac{C_G}{C_B} \quad (5)$$

ahol  $D$  a diffúziós állandó,  $d$  a polarizációs réteg vastagsága,  $C_G$  a gélkoncentráció,  $C_B$  a folyadék főtömegének koncentrációja. Amennyiben az oldat koncentrációja a membrán felszínén eléri a gélréteg koncentrációját ( $C_G$ ) a transzmembrán-nyomás permeátum fluxust befolyásoló hatása megszűnik.

A szűrletfluxus és a kiindulási elegy koncentrációjának logaritmusai között lineáris a kapcsolat. Minél nagyobb a kezdeti koncentráció, annál kisebb a fluxus. A (3) és (5) összefüggésekkel számolt eredmények megegyeztek a mérési adatokkal.

#### 4. Következtetések

Kis nyomástartományban, a kritikus nyomástól kisebb nyomásnál a fluxus lineárisan változik a nyomással, viszont amikor a nyomás elérte a kritikus értéket, akkor a nagyobb nyomások tartományában a szűrletfluxust a gélréteg szabályozza.

- (1) Nyomás-, illetve hőmérsékletnöveléssel a permeátum fluxus növelhető. Kis emulziókoncentrációnál (0.5%) a koncentráció polarizáció nem jelentős, a fluxust a nyomás befolyásolja. Nagy (5%) koncentrációnál és 2 bar fölött a fluxust a kialakuló gélréteg határozza meg.
- (2) A hőmérséklet növelésével, koncentrációtól függetlenül nő a permeátum fluxusa.
- (3) A géllenállás és a nyomás viszonyát leíró modell szerint a nyomás és a hőmérséklet növelésével csökkenthető a gélréteg ellenállása.
- (4) A vizsgált ultraszűrő membrán kielégítő mértékben tartotta vissza az olajat, és megfelelő KOI értéket eredményezett a szűrletben. Megállapítható azonban, hogy a kritikus nyomás fölött már jelentősen nőtt a permeátum KOI és olajkoncentráció értéke, ennek megfelelően a nyomást a kellő határfokú elválasztás érdekében a kritikus érték alatt kell tartani.

#### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetét fejezi ki a következő cégeknek: Hoechts Co., Zoltek Magyar Viscosa Rt. Köszönjük továbbá az OTKA-nak (T037848) az anyagi támogatást.

#### IRODALOMJEGYZÉK

- [ 1 ] *Bélafi-Bakó K. Ed.*: Integration of Membrane Processes into Bioconversion, p.165–176. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York (2000)
- [ 2 ] *Babella Gy.*: Az ultraszűrés alkalmazásának tudományos és gyakorlati eredményei Magyarországon. *Tejipar* **39**, p 17–29 (1989)
- [ 3 ] *Atra R., Vatai Gy., Békássy Molnár Erika (2000)*: Az ultra- és nanoszűrés alkalmazási lehetőségei a tejiparban. Possibilities of application of ultra- and nanofiltration in dairy industry. *Tejgazdaság* **15**, 21.
- [ 4 ] *Vatai Gy., Bekassy-Molnar E. (2000)*: Clean technologies in the food industry. 10<sup>th</sup> Membranetechnical Conference in Hungary, Proceedings p.14–15, 2000 Oct. 12–13, Tata, Hungary.
- [ 5 ] *Eperjesi I., Kállay M., Magyar I.*: Borászat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, (1998)
- [ 6 ] *Manninger K., Gergely S., Békássy-Molnár E., Vatai Gy., Kállay M.*: Pretreatment effect on the quality of white and red wines using

- cross-flow ceramic membrane filtration. *Acta Alimentaria* **27**, p. 377–387. (1998)
- [ 7] *Manninger K., Szántó Cs., Vatai Gy., Békássy-Molnár E.*: Modelling of permeate flux of membrane filtration in the base of wine filtration measurements. *Horticultural Science* **29** (3–4), p.83–86. (1997)
- [ 8] *Edwards J.S.A. Ed.*: Culinary Arts and Sciences, p.241–250. Computation Mechanics Publications, Southampton, Boston (1996)
- [ 9] *Domany Z., Galambos I., Vatai Gy., Bekassy-Molnar E.* (2002): Humic acid substances removal from drinking water by membrane filtration. *Desalination* **145**, p. 333–337.
- [10] *Galambos I., Domány Z., Vatai Gy., Békássy Molnár Erika* (2001): Huminanyagok eltávolítása felszínalatti vizekből. XI. Membrántechnikai Konferencia, Konferenciakiadvány 57–60, Tata
- [11] *Gyura J., Seres Z., Vatai Gy., Bekassy-Molnar E.* (2002): Separation of non-sucrose compounds from the syrup of sugar-beet processing by ultra- and nanofiltration using polymer membranes. *Desalination* **148**, 49–56.
- [12] *Vatai Gy., Békássy Molnár E., Karlovits Gy.* (1998): Membránműveletek alapjai és növényolajipari alkalmazási lehetőségei. *Olaj, Szappan, Kozmetika* **47**, 64–70.
- [13] *Koris A., Vatai Gy.* (2002): A nyersolaj membránszűrésének vizsgálata. *Olaj, Szappan, Kozmetika* **51**, 50–53, 2002.
- [14] *Bandy T., Magda S., Bekassy-Molnar E., Vatai Gy.* (1998): Oil and Fat Removal from Industrial Wastewaters by Ultrafiltration. *Proceedings of International Symposium Energy and Food Industry, Budapest, 1998. September 15–16*, p. 206–211
- [15] *Magda S., Goers B., Békássy Molnár E., Vatai Gy.* (2000): Felületaktív anyag kinyerése mosóvizekből membránszűréssel környezetvédelmi céllal. *Olaj, Szappan, Kozmetika* **49**, 156–159.
- [16] *Vatai Gy., Bekassy-Molnar E., Goers B., Magda S., Wozny G.* (2000): CIP water treatment and reuse with membrane separation. *Hung. J. Ind. Chem.* **28**, p.305–310.
- [17] *Bekassy-Molnar E., Vatai Gy.* (1999): Metal ion removal from Hungarian drinking water sources. 79. *Congres AGHTM (Association Generale des Hygienistes, Techniciens Municipaux)*, Budapest, May 25–28, p. 307–313.
- [18] *Mora M. J., Vatai Gy., Békássy Molnár Erika* (2002): Fermentációs szennyvíz tisztítása nanoszűréssel és fordított ozmózissal. *Műszaki Kémiai Napok '02, Konferenciakiadvány* 141–145, Veszprém
- [19] *Máriás K., Vatai Gy., Békássy Molnár E.* (2001): Különböző tenzidek eltávolíthatósága vízből nanoszűréssel. XI. Membrántechnikai Konferencia, Konferenciakiadvány 39–44, Tata
- [20] *Békássy Molnár E., Vatai Gy.* (2000): A membrántechnika környezetvédelmi alkalmazásai. *PURE Környezetbarát technológiák tervezése, Anket. Előadások Kötet*, 1–11. Budapest.
- [21] *Békássy Molnár E., Vatai Gy.* (2001): A membrántechnika környezetvédelmi alkalmazásai. *Magyar Kémikusok Lapja* **56**, p. 369–372.
- [22] *Benito J. M., Ebel S., Gutierrez B., Pazos C., Coca J.*, Ultrafiltration of a waste emulsified cutting oil using organic membranes, *Water, Air & Soil Pollut.* **128**(2001) 181–195.
- [23] *Mahdi S. M., Skold R. O.*, Experimental study of membrane filtration for the recycling of synthetic water-based metal working fluids, *Tribology Intl.*, **24**(1991) 389–395.
- [24] *Arnot T. C., Rfield W., Koltuniewicz A. B.*, Cross-flow and dead-end microfiltration of oily-water emulsions: Part II – Mechanisms and modeling of flux decline, *J. Membr. Sci.*, **169**(2000) 1–15.
- [25] *Vatai Gy., Békássy Molnár E.* (1997): Olaj-víz emulzió szétválasztása ultraszűréssel. *Olaj, Szappan, Kozmetika* **46**, 228–230.
- [26] *Hu X., Bekassy-Molnar E., Vatai Gy.* (2002): Study of ultrafiltration behaviour of emulsified metalworking fluids based on environmental protection. *Desalination* **149**, p.191–197.
- [27] *Hu X., Bekassy-Molnar E., Vatai Gy., Meiszel L., Olah J.* (1998): The study of oil/water separation in emulsion by ultrafiltration membranes. *Chem. Technik* **50**, p.119–124.
- [28] *Hu X., Békássy-Molnár E., Vatai Gy., Meiszel L., Oláh J.* (1996): Removal of water from oil-water emulsion by ultrafiltration membranes. *Hung. J. Ind. Chem.*, **24**, 241–246.
- [29] *Koltuniewicz A. B., Field R. W.*, Process factors during removal of oil-in-water emulsions with cross-flow microfiltration, *Desalination*, **105** (1996) 79–89.
- [30] *Lee S., Aurelle Y., Roques H.*, Concentration polarization, membrane fouling and cleaning in ultrafiltration of soluble oil, *J. Membr. Sci.*, **19**(1984) 23–38.
- [31] *Magda S., Vatai Gy., Bándy T., Békássy Molnár E.* (1998): Olaj-víz emulziók szétválasztása ultraszűréssel II. A kísérleti eredmények modellezése és a rendszer berendezésének költségfüggvényei. *Olaj, Szappan, Kozmetika* **47**, 265–270, 1998.
- [32] *Hu X., Bekassy-Molnar E., Vatai Gy., Meiszel L., Olah J.*: Removal of water from oil-water emulsion by ultrafiltration membrane, *Hungarian J. Ind. Chem.*, **24**(1996) 241–246.
- [33] *Hu X., Bekassy-Molnar E., Vatai Gy., Meiszel L., Olah J.*: The study of oil/water separation in emulsion by ultrafiltration membranes, *Chemische Technik (Leipzig)*, **50**(1998) 119–123.
- [34] *Hu X., Bekassy-Molnar E., Vatai Gy.* (2002): Characterization of gel concentration in ultrafiltration of oil-in-water emulsion. *Hungarian Journal of Industrial Chemistry* **30**, 47–52.
- [35] *Hu X., Bekassy-Molnar E., Vatai Gy.* (2002): Study of ultrafiltration behaviour of emulsified metalworking fluids based on environmental protection. *Desalination* **149**, 191–197.
- [36] *Hu X., Bekassy-Molnar e., Vatai Gy.* (2002): Effect of transmembrane pressure on ultrafiltration behaviour of emulsified oily wastewater. *CHISA 2002, Int. Congr of Chem. And Proc. Engng. P3.73.*, Prague, Czech Republic
- [37] *Bélaifiné Bakó K.*: Membrános műveletek. *Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém*, 2002.

### Dr. Perédi József 80 éves

Sok szeretettel köszöntjük 80. születésnapján, valamint 50 éves növényolajipari tevékenysége alkalmából.

Vegyésszérményi diplomáját 1944-ben szerezte a Budapesti József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. Néhány évi ásványolaj-ipari tevékenysége után 1952-ben a Növényolaj- és Háztartásvegyipari, ill. névváltozása után a Növényolaj- és Mosószeripari Kutatóintézet munkatársa lett. Tudományos munkatárs, majd osztályvezető, később pedig tudományos igazgatóhelyettesként dolgozott. 1979-től 1986-ig, nyugdíjbamenetelig az intézet vezetője volt. Majd 1992-ig a vállalat privatizációjáig annak tudományos tanácsadójaként tevékenykedett. Tudományos munkássága alapján 1967-ben elnyerte a kémiai tudomány kandidátusa címet, 1995-ben pedig az akadémiai doktori címet.

Zsiradék-kémia tárgykörben mintegy 15 könyvnek, jegyzetnek volt a szerzője, társszerzője. Kétszázötvennél több tudományos, műszaki cikket közölt hazai és külföldi folyóiratokban, kongresszusi kiadványokban.

Több mint 40 éve lapunknak a szerkesztő bizottsági tagja. Sokáig rovatvezetője is volt. Munkássága révén a fiatal szakemberek publikációs tevékenységét is segítette, vezetésével az egyetemen számos szakdolgozat készült, a szerzőit segítette, hogy publikáljanak a folyóiratokban.

1989-ben egyetemi docensé nevezték ki a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen, ahol azóta is a növényolajipari technológiát oktatja és lipidkémiai-technológiai kutatómunkával is foglalkozik.

Dr. Perédi József a szakmában eltöltött hosszú évek során bel- és külföldön egyaránt jelentősen gyarapította a magyar tudományos munka hírnevét.

További jó egészséget és aktív, de nyugalmas és hosszú nyugdíjas kort kíván Szerkesztőségünk és olvasóink nevében:

Kiss Béla