



---

Élelmiszertudományi Kar

# **BOGYÓS GYÜMÖLCSLEVEK KÍMÉLETES SŰRÍTÉSÉNEK VIZSGÁLATA**

*Doktori (PhD) értekezés tézisei*

**Kozák Áron**

Budapest  
2011

## A doktori iskola

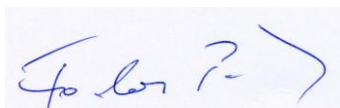
**megnevezése:** Élelmiszertudományi Doktori Iskola

**tudományága:** Élelmiszertudományok

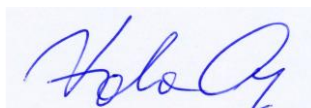
**vezetője:** Dr. Fodor Péter  
egyetemi tanár, DSc  
BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM,  
Élelmiszertudományi Kar,  
Alkalmazott Kémia Tanszék

**Témavezető:** Dr. Vatai Gyula  
egyetemi tanár, DSc  
BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM,  
Élelmiszertudományi Kar,  
Élelmiszeripari Műveletek és Gépek Tanszék

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.



.....  
Az iskolavezető jóváhagyása



.....  
A témavezető jóváhagyása

## A MUNKA ELŐZMÉNYEI

A 19. század második felétől kezdődően az emberiség táplálkozási szokásai jelentős változásokon mentek keresztül. Az egyhangú, főként gabona és hús alapú étrendben megjelentek a vitaminokban és ásványi anyagokban gazdag gyümölcsök és zöldségek legkülönfélébb képviselői. Felismerve a fogyasztással járó élettani előnyöket az igény és a kereslet egyre nagyobb lett irántuk. A kereslet nem csak a mennyiség, de az új, mindaddig csak főként vidéken ismert és fogyasztott fajták iránt is növekedett. Ennek köszönhetően az elmúlt 30 évben egyre gyorsuló ütemben törtek előre a különféle bogyós gyümölcsök, magas vitamin- és antioxidáns tartalmuknak köszönhetően, amelyek - kutatásokkal alátámasztva - jótékony hatással vannak a szív- és érrendszeri megbetegedésekre, valamint a daganatos elváltozásokra.

A gyümölcsfogyasztás egy fontos és nem elhanyagolható aspektusa az érés szezonálisága, amely megnehezíti az egész éves folyamatos ellátottságot. Ennek kiküszöbölésére különféle tartósítási eljárásokat kezdtek kidolgozni. Már a 20. század elején felismerték, hogy a magas 85-90% víztartalmú gyümölcsök eltarthatóságát a víztartalom egy részének eltávolításával megnövelhetik. A gyümölcslé víztartalom egy részének eltávolításával nem csupán az eltarthatóságukat lehet növelni, de jóval kisebb térfogatuknak köszönhetően egyszerűbb a szállításuk és a raktározásuk is. Jó minőségű sűrítmények hozzáadásával akár gyengébb minőségű levek is feljavíthatóak, így növelve azok tápértékét. Ma a legszélesebb körben alkalmazott gyümölcslé tartósítási eljárás a többlépcsős bepárlás, a művelettel előállított koncentrátumok hűtés nélkül is hosszú ideig eltarthatók. A bepárlásos sűrítés hátránya, hogy az így kapott koncentrátumokból visszahígított gyümölcslé készítmények minősége gyakran nem megfelelő a besűrítési technológia során elszenvedett termikus sérülések miatt.

A piac egyre nagyobb telítettsége és a fogyasztói igények növekedése megköveteli a kíméletes úton előállított, ezáltal magasabb eredeti értékes anyag tartalmú készítmények előállítását. A nyers gyümölcsök élvezeti értékének és kedvező élettani tulajdonságainak megőrzésére ma a legmegfelelőbb eljárásnak a különféle membrántechnológiai műveletek mutatkoznak. A hagyományos membránszűrési műveletek már régóta a figyelem középpontjában álltak, mint alternatív tartósítási eljárások, de felhasználhatóságukat behatárolja a folyamatok során alkalmazott hajtóerő, így ezeket a műveletek csak a nyers levek tükrösítésére és elősűrítésére alkalmazzák ipari méretben. Ezzel szemben ígéretes eljárásoknak tűnnek a különféle anyagátadási membránműveletek, amelyeket nem határol be az alkalmazott transzmembrán nyomáskülönbség és a sűrítmény ozmotikus nyomása. Ipari méretű elterjedésüknek azonban határt szab a mind laboratóriumi, mind félüzemi méretben tapasztalt viszonylag alacsony fluxus értékek.

Olyan szerencsés helyzetben vagyunk, hogy hazánkban számos kedvező élettani hatású bogyós gyümölcs található, ugyanakkor ezek feldolgozása, kíméletes tartósítása nem minden esetben megoldott. Kísérleteim során ezért az oly népszerű bogyós gyümölcsök, mint a ribizskék, a málna és a bodza

kíméletes módon, alternatív membrános technológia alkalmazásával, magas szárazanyag tartalomig történő besűríthetőségét vizsgáltam, mind laboratóriumi, mind félüzemi méretben, hogy a kapott eredmények segítségével ipari méretű eljárás alapjait dolgozzam ki.

## A KITŰZÖTT CÉLOK

Kísérleteim során célom elsősorban a fekete- és piros ribiszke, a málna és a fekete bodza membránesztillációval (MD) és ozmotikus desztillációval (OD) történő besűrítése során tapasztalt fluxus értékek, valamint az elérhető szárazanyag tartalom vizsgálata volt. Modelloldatok segítségével vizsgáltam a műveleti paraméterek hatásait és a műveletek összehasonlíthatóságát. Valamint különféle analitikai és érzékszervi vizsgálatokat végeztem az eredeti és koncentrált levek fizikai és kémiai tulajdonságainak összehasonlítása érdekében.

A modellezés során főként a két művelet összehasonlíthatóságát és a műveleti paraméterek hatását vizsgáltam kísérletterves mérések segítségével. Fontos célomnak tekintem mindkét művelet gazdaságossági vizsgálatát.

Kísérleteimben a következő részcélokat igyekeztem megvalósítani:

- a) Műveleti paraméterek hatása az MD és OD esetében – modelloldatokkal
  - különböző koncentrációjú modelloldatok besűríthetőségének vizsgálata
  - a műveleti paraméterek hatásainak vizsgálata kísérletterv segítségével
- b) Kísérletek gyümölcslevekkel
  - mind a négyfajta bogyós gyümölcs levének besűrítése membrán- és ozmotikus desztillációval
  - a gyümölcslevek fiziko-kémiai tulajdonságainak, valamint a műveleti paraméterek hatásának vizsgálata a fluxusra és az elérhető szárazanyag tartalomra
- c) Félüzemi méretű besűrítési kísérletek gyümölcslevekkel
  - félüzemi méretű megvalósíthatóság vizsgálata
  - a léptéknövelés során tapasztalható fluxusok és koncentrációk vizsgálata
- d) MD és OD matematikai modellezése
  - a besűrítési kísérletek során tapasztalt permeátum fluxus modellezése és jellemzése időállandók segítségével
  - sűrítmény koncentráció modellezése
  - regressziós modell felállítása a műveleti paraméterek hatásainak leírására
- e) Gazdaságossági elemzés

- a vizsgált bogyós gyümölcslevek membrán- és ozmotikus desztillációval történő besűrítésének gazdaságossági vizsgálata, üzemi méretű megvalósítás költségbecslése

## ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

Kísérleteim során laboratóriumi és félüzemi méretű készülékekkel végeztem méréseket. Laboratóriumi méretben modelloldatok, valamint négy különböző bogyós gyümölcs levének besűríthetőségét vizsgáltam. A vizsgált bogyósok a fekete ribizli (*Titania*), a piros ribizli (*Jonkheer van Tets*), a málna (*Glen Ample*), valamint a fekete bodza (*Haschberg*) voltak.

A modelloldattal végzett kísérletek arra szolgáltak, hogy megvizsgáljam az általam használt berendezés, azon belül is főleg a membránmodul alkalmazhatóságát nem illékony komponenseket tartalmazó vizes oldatok magas szárazanyag tartalomig történő besűrítésére. Megvizsgáltam, hogy mekkora végkoncentrációt lehet elérni modelloldat betöményítése során. Ezt követően mind a membrámdesztilláció (MD), mind az ozmotikus desztilláció (OD) esetében három különböző műveleti paraméter hatását vizsgáltam a permeátum fluxusára.

Mindkét művelet esetében ugyanazt a kapilláris csöves membrán modult használtam. A modulban egy MYCRODYN gyártmányú, 020 CP 2N típusú, hidrofób, mikroszűrő membrán található, melynek hasznos felülete  $0,1 \text{ m}^2$  volt.

A különböző műveleti paraméterek hatásainak modelloldat alkalmazásával történő vizsgálatához  $2^p$  típusú kísérlettervet készítettem, hogy azok eredményeit statisztikai módszerekkel is kielemezhessem. A vizsgált paraméterek mindkét művelet esetében a recirkulációs térfogatáram ( $Q_{\text{rec}}$ ), a betáp koncentráció ( $C_B$ ), valamint MD esetében az alkalmazott hőmérsékletkülönbség ( $\Delta T$ ), OD esetében az üzemi hőmérséklet ( $T$ ).

A modelloldatos kísérleteket követően bogyós gyümölcslevekkel végeztem méréseket. Az itt alkalmazott műveleti paraméter értékeket a modelloldatokkal végzett kísérletek eredményei alapján határoztam meg. A kísérleteket laboratóriumi és félüzemi méretben is elvégeztem. A félüzemi méretű méréseket a Fitomark '94 Kft. tolcsvai telephelyén végeztem egy, az Élelmiszeripari Műveletek és Gépek tanszék által tervezett és a Hidrofilt Kft. által elkészített berendezésen, mely alkalmas mindkét anyagátadási művelet elvégzésére. Az alkalmazott MYCRODIN hidrofób mikroszűrő membrán modul hasznos felülete  $10 \text{ m}^2$  volt.

A kísérletek előtt és azok után analitikai vizsgálatokat végeztem, hogy megvizsgáljam a besűrítés hatását a gyümölcslevek fizikai és beltartalmi tényezőire, azok mennyiségének változására. A vizsgált paraméterek a következők voltak: vízdoldható szárazanyag tartalom, sűrűség, titrálható savtartalom, antocianin tartalom, összes fenol tartalom, cukortartalom, szerves sav tartalom. Ezenkívül érzékszervi minősítést végeztem kereskedelmi forgalomban kapható, nyers, valamint elősűrítmenyből és az általam

készített végsűrítmenyből visszahígított feketeribizli levek érzékszervi tulajdonságainak összehasonlítására.

## ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

I. Laboratóriumi membránesztillációs kísérletekkel cukoroldatok segítségével vizsgáltam a műveleti paraméterek hatását a permeátum fluxusára. A vizsgált paraméterek az alkalmazott hőmérsékletkülönbség ( $\Delta T$ ), a recirkulációs térfogatáram ( $Q_{rec}$ ), és a betáp kezdeti koncentráció ( $C_B$ ) voltak.

Az eredmények alapján a vizsgált intervallumokon belül a következő célfüggvényt állítottam fel:

$$J_{MD} = a_{0_{MD}} + a_{1_{MD}} \Delta T + a_{2_{MD}} Q_{rec} + a_{3_{MD}} \Delta T Q_{rec} + a_{4_{MD}} Q_{rec} C_B, \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h})$$

ahol  $a_{0_{MD}} = 0,593$ ,  $a_{1_{MD}} = 0,106$ ,  $a_{2_{MD}} = 0,007$ ,  $a_{3_{MD}} = -0,002$  és  $a_{4_{MD}} = -0,0004$

$$10 \leq \Delta T \leq 20 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad 20 \leq Q_{rec} \leq 40 \text{ L/h}$$

amely alapján megállapítottam, hogy MD esetében mind az alkalmazott hőmérsékletkülönbség, mind a recirkulációs térfogatáram hatása szignifikáns, a betáp koncentrációjának hatása nagyon csekély volt.

II. Laboratóriumi ozmotikus desztillációs kísérletekkel cukoroldatok, mint modelloldatok segítségével vizsgáltam adott intervallumon belül három műveleti paraméter hatását a permeátum fluxusára. A vizsgált paraméterek az alkalmazott üzemi hőmérséklet ( $T$ ), a recirkulációs térfogatáram ( $Q_{rec}$ ), és a betáp kezdeti koncentráció ( $C_B$ ).

Ozmotikus desztilláció esetében a következő célfüggvény adódott:

$$J_{OD} = a_{0_{OD}} + a_{1_{OD}} T, \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h})$$

ahol  $a_{0_{OD}} = -0,334$ ,  $a_{1_{OD}} = 0,067$

$$20 \leq T \leq 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

amely alapján megállapítottam, hogy OD esetén a permeátum fluxusára egyedül a művelet során alkalmazott üzemi hőmérséklet van szignifikáns hatással.

III. Laboratóriumi méretű berendezésen végzett MD és OD kísérleteimet cukros modell oldattal és négy különböző bogyós gyümölcs levével elvégezve megállapítottam, hogy

- a.) membránesztilláció esetén a gyümölcsfajtáknak a vizsgált intervallumokban gyakorlatilag nincs hatása a permeátum fluxusra és annak értékei adott szárazanyag tartalom esetén nem különböznek a modelloldat fluxusától.

A kísérleti körülményeim között elért maximális végkoncentrációk a következők:

- Fekete ribizli: 66,3 °Brix
- Piros ribizli: 65,7 °Brix
- Málna: 69,5 °Brix
- Fekete bodza: 61,1 °Brix

b.) ozmotikus desztilláció esetén az egyes bogyós gyümölcsökből készült levek permeátum fluxusai jelentős különbséget mutatnak a modelloldat fluxusához viszonyítva, és közöttük a következő sorrendet állapítottam meg:

$$J_{\text{modelloldat}} > J_{\text{piros ribizli}} > J_{\text{málna}} > J_{\text{fekete ribizli}} > J_{\text{fekete bodza}}$$

Kísérleteim során a következő maximális végkoncentrációkat értem el:

- Fekete ribizli: 65,7 °Brix
- Piros ribizli: 68,4 °Brix
- Málna: 71,8 °Brix
- Fekete bodza: 68,7 °Brix

A végkoncentrációk alapján megállapítottam, hogy mindkét anyagátadási membránművelet alkalmas a vizsgált bogyósok besűrítésére.

IV. Fekete ribizli félüzemi méretű OD besűrítésének eredményeit összehasonlítva a labor méretben tapasztalt fluxus értékekkel megállapítottam, hogy labor méretben magasabb permeátum fluxust értem el. Az alacsonyabb félüzemi fluxus oka a kisebb hajtóerő, mely a felhasznált só tisztaságának következménye. Míg labor méretben analitikai tisztaságú  $\text{CaCl}_2$ -t használtam az ozmotikus oldat elkészítéséhez, ami így minden esetben 65-70 °Brix töménységű volt, addig félüzemi méretben 77-80% tisztaságú ipari  $\text{CaCl}_2$ -ből készítettem a sóoldatot, amely kiindulási koncentrációja 60,7 °Brix volt. Ennek köszönhetően az így kapott félüzemi eredmények jobban közelítenek az ipari méretű megvalósításhoz.

Az alacsonyabb fluxus ellenére a félüzemi mérések során sikerült 63,2 °Brix töménységre besűrítenem a fekete ribizli levét, ami megfelel a labor méretű kísérletek során tapasztalt eredményeknek. Így a félüzemi méretű eredményekből megállapítottam, hogy a léptéknövelés sikeres volt, a művelet alkalmas a vizsgált bogyósok leveinek besűrítésére.

V. Az előállított sűrítmények számos beltartalmi paraméterének analitikai vizsgálatával meghatároztam, hogy mindkét anyagátadási membránművelet az alkalmazott műveleti paraméterek mellett visszatartja a savakat, cukrokat, antocianinokat és egyéb fenolos vegyületeket.

A antocianin tartalom vizsgálatának eredményei alapján megállapítottam, hogy a vizsgált gyümölcslevek OD-vel történt besűrítése során tapasztalt besűríthetőségi sorrendben szerepe van a gyümölcsök antocianin tartalmának. Valamint megállapítottam, hogy a magas antocianin tartalom hatással van a sűrítmények elérhető végső szárazanyag tartalmára, mindkét anyagátadási membránművelet esetében.

Az elvégzett érzékszervi profilanalízis eredményei alapján megállapítottam, hogy az ozmotikus desztillációval készített sűrítmenyből visszahígított fekete ribizli lé, mind íz, mind szín intenzitásban, mind pedig összbenyomásban a bírálók véleménye alapján jobbnak bizonyult egy a kereskedelemben kapható, bepárlással előállított sűrítmenyből készített gyümölcslénél.

VI. Laboratóriumi és félüzemi kísérletek alapján meghatároztam a két vizsgált membrános művelettel történő gyümölcslé besűrítés fluxusának időállandóit, valamint azokra matematikai modellt illesztettem:

$$\frac{J - J_0}{J_{SS} - J_0} = 1 - e^{-\frac{t}{T_i}}$$

$$T_{i_{MD}} = 3,36 \cdot \left( \frac{\Delta T}{\Delta T_0} \right)^{-1,01} \cdot \left( \frac{Q_{rec}}{Q_{rec_0}} \right)^{-0,685}$$

$$T_{i_{OD}} = 1,02 \cdot \left( \frac{T}{T_0} \right)^{-0,815} \cdot \left( \frac{Q_{rec}}{Q_{rec_0}} \right)^{-0,214}$$

ahol  $J - J_{MD}$ , vagy  $J_{OD}$ ,  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{h})$   
 $J_0$  – kezdeti fluxus,  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{h})$   
 $J_{SS}$  – állandósult fluxus,  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{h})$   
 $t$  – idő, h  
 $T_i$  – időállandó, h

paraméterek:  $10 \leq \Delta T \leq 20 \text{ }^\circ\text{C}$  és  $\Delta T_0 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $20 \leq Q_{rec} \leq 40 \text{ L/h}$  és  $Q_{rec_0} = 20 \text{ L/h}$   
 $20 \leq T \leq 40 \text{ }^\circ\text{C}$  és  $T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

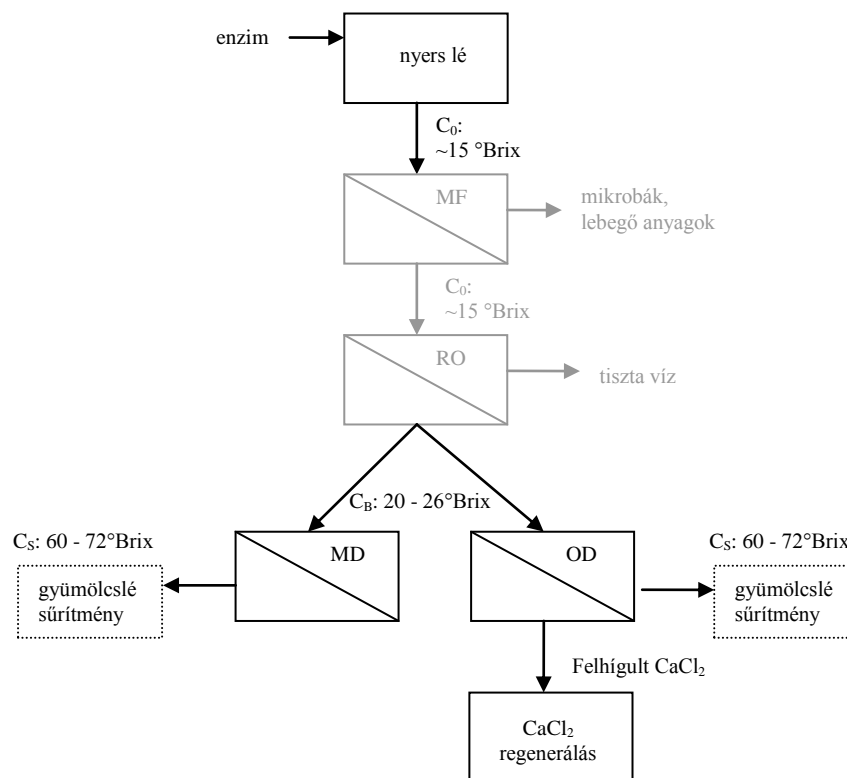
Irodalmi matematikai modellt használtam fel a sűrítmeny koncentráció ( $C_s$ ) várható értékének meghatározásához, valamint a laboratóriumi kísérletek eredményei alapján meghatároztam a modell paramétereit, a sűrítési idő ( $t$ ) és a kezdeti koncentráció ( $C_0$ ) függvényében:



$$C_s = a'' \cdot t^{b''} + C_0$$

VII. Komplex membrántechnikai eljárásba illeszhető végsűrítési műveleteket dolgoztam ki, melyek alkalmazásával bogyós gyümölcslevek kíméletesen, alacsony hőterhelés mellett magas szárazanyag tartalomra (60 – 70 °Brix) sűrítethetők be. A komplex eljárás lényege a következő: a nyers lé egy enzimés pektinbontását membránszűrési műveletekkel végzett előkezelés követi, majd MD, vagy OD alkalmazásával a gyümölcslevek besűrítethetők.

Gazdaságossági vizsgálatot és költségbecslést végeztem MD és OD alkalmazhatóságának összehasonlítására, OD esetében figyelembe véve az ozmotikus oldat regenerálásának költségeit is, Ennek eredményeként megállapítottam, hogy 1 m<sup>3</sup> gyümölcslé sűrítmény előállításának költsége MD esetén 53 ezer Ft, OD esetén 65 ezer Ft.



## KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kutatásaim során négyféle bogyós gyümölcs levének besűrítettségét vizsgáltam két anyagátadási membránművelet alkalmazásával.

1. A laborkísérletek eredményei alapján megállapítottam, hogy a vizsgált gyümölcslevek hasonlóan viselkednek mindkét művelettel végzett besűrítések során. Kisebb-nagyobb eltéréssel közel azonos sűrítmény koncentráció érhető el mind a négy gyümölcslé esetében.

2. A műveleti paraméterek vizsgálatából meghatároztam, hogy MD esetében legnagyobb mértékben az alkalmazott hőmérséklet különbség, majd a recirkulációs térfogatáram van hatással a kialakult permeátum fluxusra. OD esetében az üzemi hőmérséklet hatása annyira erőteljes, hogy elnyomja a másik két műveleti paraméter hatását.

3. Az érzékszervi minősítés eredményeiből arra következtetek, hogy a membrán pórusokon keresztül a vízén kívül egyéb illékony komponensek, mint például az illatanyagok egy része is átmegy a permeátum oldalra. A bírálók összbenyomásából viszont megállapítható, hogy a vizsgált besűrítési műveletekkel jó minőségű értékes termék állítható elő.

4. A költségbecslés eredményei alapján az anyagátadási membránműveletekkel végzett gyümölcsle sűrítvény előállítás költsége elfogadható, az előállított termék minősége, mind érzékszervi, mind beltartalmi szempontból kiválónak bizonyult, jelentős mennyiségben tartalmaz antioxidáns tulajdonságú összetevőket.

### **További feladatok**

1. MD esetében is érdemes lenne elvégezni a félüzemi besűrítési kísérleteket, a labor méretben alkalmazott hajtóerőt biztosítva.

2. További analitikai kémiai vizsgálatok szükségesek más értékes beltartalmi tényezőkre, hogy minden kétséget kizáróan megállapítást nyerjen a két művelet „kíméletes” jellege.

3. OD esetében a  $\text{CaCl}_2$  mellett alternatív sókkal és egyéb jól oldódó vegyületekkel lenne érdemes további besűrítési kísérleteket végezni.

### **AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK**

#### ***Impakt faktoros cikkek***

Á. Kozák, E. Békássy-Molnár, Gy. Vatai (2009): Production of black-currant juice concentrate by using membrane distillation, *Desalination*, 241, 309-314. (IF=2,034)

Á. Kozák, Sz. Bánvölgyi, I. Vincze, I. Kiss, E. Békássy-Molnár, Gy. Vatai (2008): Comparison of integrated large scale and laboratory scale membrane processes for the production of black currant juice concentrate, *Chemical Engineering and Processing*, 47, 1171-1177. (IF=1,742)

A. Rektor, Á. Kozák, Gy. Vatai, E. Bekássy-Molnár (2007): Pilot plant RO-filtration of grape juice, *Separation and Purification Technology*, 57,473-475. (IF=2,879)

Á. Kozák, A. Rektor, Gy. Vatai (2006): Integrated large-scale membrane process for producing concentrated fruit juices, *Desalination*, 200, 540-542. (IF=2,034)

#### ***Konferencia kiadványokban megjelent teljes terjedelmű közlemények***

Á. Kozák, E. Békássy-Molnár, Gy. Vatai (2007): Production of black-currant juice concentrate by using membrane distillation, PERMEA 2007, Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries, Siófok, Magyarország, konferencia-kiadvány (CD) ISBN 978-963-9319-69-1

Á. Kozák, E. Békássy-Molnár, Gy. Vatai (2007): Application of osmotic distillation for production of elder-berry juice concentrate in laboratory scale, PERMEA 2007, Membrane Science and Technology

Conference of Visegrad Countries, Siófok, Magyarország, konferencia-kiadvány (CD) ISBN 978-963-9319-69-1

I. Vincze, É. Bánfi, **Á. Kozák**, Gy. Vatai (2007): From the plantation to the table: using complex membrane process for the concentration of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) juice, PERMEA 2007, Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries, Siófok, Magyarország, konferencia-kiadvány (CD) ISBN 978-963-9319-69-1

Sz. Bánvölgyi, **Á. Kozák**, E. Békássy-Molnár, Gy. Vatai (2007): Concentration of elderberry (*Sambucus nigra L.*) juice by integrated membrane process, PERMEA 2007, Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries, Siófok, Magyarország, konferencia-kiadvány (CD) ISBN 978-963-9319-69-1

**Kozák Á.**, Vatai Gy. (2007): Bogyós gyümölcslevek besűrítése ozmotikus desztillációval laboratóriumi méretben, MTA-AMB 2007. évi XXXI. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozása, Gödöllő, konferencia-kiadvány 65-69. o. ISBN 978-963-611-445-9

A. Rektor, **Á. Kozák**, Gy. Vatai, E. Békássy-Molnár (2005): Pilot plant RO-filtration of grape juice, PERMEA 2005, Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries, Polanica Zdrój, Lengyelország, konferencia-kiadvány (CD) ISBN 83-7085-888-0

A. Rektor, **Á. Kozák** (2004): Enrichment of the sugar content in the grape juice by osmotic distillation, 6<sup>th</sup> International Conference on Food Science, Szeged, Magyarország konferencia-kiadvány (CD) ISBN 963 482 676 8

### **Konferencia előadások összefoglalóval**

**Kozák Á.**, Cai J., Vatai Gy. (2008): Modelloldatok besűrítése anyagátadási membránműveletekkel, MTA-AMB 2008. évi XXXII. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozása, Gödöllő, konferencia-kiadvány 47-48. o. ISBN 978-963-611-445-9

**Kozák Á.**, Békássyné Molnár E., Vatai Gy. (2007): Feketeribizli lé besűríthetőségének vizsgálata félüzemi méretben, „Lippay-Ormos-Vas” Tudományos Ülésszak, Budapest, konferencia-kiadvány 230-231. o. ISBN 978-963-06-3350-5

Fogarassy E., **Kozák Á.**, Bánvölgyi Sz., Román A., Békássyné Molnár E., Vatai Gy. (2007): Kajsziarack-lé készítése többlépcsős membrántechnika alkalmazásával, „Lippay-Ormos-Vas” Tudományos Ülésszak, Budapest, konferencia-kiadvány 212-213. o. ISBN 978-963-06-3350-5

**Á. Kozák**, Gy. Vatai (2006): Concentration of black currant juice with osmotic distillation in laboratory scale, 7<sup>th</sup> International Conference on Food Science, Szeged, Magyarország konferencia-kiadvány 156-157. o. ISBN 963 482 676 8

**Á. Kozák**, I. Kiss, Gy. Vatai, E. Békássy-Molnár (2006): Multi-step membrane process for producing concentrated fruit juices, HUNN-Hungarian Network of Excellent Centres on Nanosciences, Sixth Framework, Miskolc, konferencia-kiadvány 14. o.

**Kozák Á.**, Vatai Gy. (2006): Almalé besűrítése ozmotikus és membrándesztillációval laboratóriumi berendezésen, Műszaki Kémiai Napok '06, Veszprém, konferencia-kiadvány 202. o. ISBN 963 9495 86 7

**Kozák Á.**, Rektor A. (2005): Komplex membránszűrési eljárás alkalmazása mustok tartósítására (3. lépés: Végsűrítés), Műszaki Kémiai Napok '05, Veszprém, konferencia-kiadvány 113-114. o. ISBN 963 9495 71 9

**Kozák Á.**, Rektor A. (2005): Szőlőmust cukortartalmának növelése fordított ozmózis és ozmotikus desztilláció alkalmazásával, „Lippay-Ormos-Vas” Tudományos Ülésszak, Budapest, konferencia-kiadvány 264-265. o. ISBN 963 503 342 7