



## **PhD értekezés tézisei**

**MATUSEK ANIKÓ**

**FRUKTO-OLIGOSZACHARIDOK  
ALKALMAZÁSÁNAK MODELLEZÉSE  
OZMOTIKUS DEHIDRATÁLÁSI MŰVELETTEL  
DIFFÚZIÓS ÉS BOMLÁSKINETIKAI  
MEGKÖZELÍTÉSBEN**

Témavezető: Dr. Czukor Bálint

Konzulens: Dr. Örsi Ferenc



**Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet**

**2008**

# 1. ELŐZMÉNYEK, CÉLKITŰZÉSEK

A korszerű táplálkozás irányelvei a XXI. század élelmiszer előállítóit és az élelmiszer-tudomány kutatóit olyan új, táplálkozás-élettani szempontból értékes, egészség-megőrző tulajdonságokkal rendelkező élelmiszerek kifejlesztésére sarkallják, amelyek jellegüknél fogva hozzájárulnak a jó egészségi állapot fenntartásához, korszerű diéták elemeiként alkalmazhatók, valamint megjelenésüknél fogva képesek a fogyasztói érdeklődést megragadni, kiváló minőségükön keresztül pedig megtartani azt.

A hazai táplálkozási szokások ismeretében figyelemfelkeltő a magyar lakosság gyümölcsfogyasztásának, valamint rostfogyasztásának rendkívül alacsony volta, amely a korszerű dietetikai irányelvek térhódításával is csak csekély mértékben növekszik. A funkcionális élelmiszerek előállítása terén kiemelkedő fontosságúak a rostban gazdag termékek, így a gyümölcsalapú, frukto-oligoszacharidokkal dúsított készítmények is. A frukto-oligoszacharidok számos táplálkozás-élettani előnnyel rendelkeznek, amelyek közül kiemelkedő fontosságú a prebiotikus aktivitásuk.

A gyümölcsfogyasztás szezonálisának kiküszöbölését is szolgáló aszalt, szárított gyümölcsök előállítási technológiájának részét képezheti az elsősorban, illetve hagyományos értelemben víztelenítést célzó ozmotikus dehidratálás. A művelet alkalmazása során lejátszódó transzportfolyamatok ismeretében a fellépő szárazanyag dúsulás kiaknázásával funkcionális komponensek növényi mátrixba történő bejuttatása valósítható meg.

A publikált tudományos közlemények alapján a frukto-oligoszacharidok még nem ismertek, mint ozmotikus ágens. Táplálkozás-élettani előnyeik következtében funkcionális élelmiszer-összetevők. **A frukto-oligoszacharidok gyümölcs mátrixba diffúzióval történő bejuttatása, mint megoldandó ipari technológiai probléma jelentkezett, ezért munkám céljaul tűztem ki a frukto-oligoszacharidok ozmotikumként történő felhasználási lehetőségének technológiai jellegű kutatását.**

Kutatási célok:

- A frukto-oligoszacharidok (Raftilose<sup>®</sup> P95, ORAFTI) és a szacharóz diffúziós együtthatójának összehasonlító meghatározása, az oligomer komponensek egyedi diffúziós viselkedésének elemzése, a transzport-folyamatok leírása.
- Az ozmotikus dehidratálást megelőző kezelések (blansírozás, mikrohullámú kezelés) állományra, sejtmembrán áteresztőképességre, szárazanyag-tartalom változásra, valamint az ozmotikus dehidratálás során fellépő transzportfolyamatokra gyakorolt hatásának vizsgálata alma modellel (*Malus domestica* cv. Idared).
- A vákuum-kezeléssel kombinált ozmotikus dehidratálás jellemzése, a dehidratálódás jellegére és az állományra gyakorolt hatás vizsgálata.
- A technológiai műveletek során bekövetkező hidrolitikus bomlások sebességének meghatározása. A bomlás laboratóriumi szimuláción alapuló kinetikai leírása.

## 2. KÍSÉRLETI, SZÁMÍTÁSI MÓDSZEREK

- Szénhidrátösszetétel meghatározása HPLC módszerrel (Merck & Hitachi rendszer, L-6200 pumpa; Waters 6250 differenciál refraktométer; D 2500 Integrátor; Spherisorb SQ NH (SUPELCO) oszloptöltet, acetonitril-víz eluens elegy).
- Szöveti áteresztőképesség mérés (100 cellás Labvig konduktométer).
- Állományjellemzők meghatározása (Lloyd LR-5K állományvizsgáló berendezés + Nexygen szoftver; TA.XT. Plus komplex állományvizsgáló berendezés (Stable Micro System) + Texture Exponent 32 szoftver).
- Szárazanyag- és víztartalom meghatározás gravimetriás úton; vízdoldható szárazanyag-tartalom meghatározás (Carl Zeiss refraktométer), térfogat meghatározás granulátum kiszorításos elven, sűrűség és porozitás meghatározás (piknométer 21/996).
- Pontozásos érzékszervi bírálat.
- Ozmotikus dehidratálás során lejátszódó transzportfolyamatok jellemzése a vízvesztés (1), a szárazanyag-növekmény (2); és a diffúziós együttható meghatározásával (3):

$$WL = \frac{m_b \cdot (MC_b / 100) - m_{OD} \cdot (MC_{OD} / 100)}{m_b \cdot (TSC_b / 100)} \quad (1)$$

$$SG = \frac{m_{OD} \cdot (TSC_{OD} / 100) - m_b \cdot (TSC_b / 100)}{m_b \cdot (TSC_b / 100)} \quad (2)$$

$$D_{eff} = \frac{m}{Fo} \cdot \frac{a^2}{3} \quad (3)$$

(1)-(2): *WL*: vízvesztés, g/g; *SG*: szárazanyag-növekmény, g/g; *m*: tömeg, g; *MC*: víztartalom, m/m%; *TSC*: összes szárazanyag-tartalom, m/m% (*b*: blansírozott; *OD*: ozmotikusan dehidratált)

(3): *D<sub>eff</sub>*: effektív diffúziós együttható, m<sup>2</sup>/s; *m*: az  $\ln\left(\frac{c - c_\infty}{c_0 - c_\infty}\right) = f(t)$  függvényre illesztett trendvonal meredeksége, *Fo*: Fourier szám

- Oligofruktózok bomlásának kinetikai leírása a (4)-(10) differenciál-egyenlet-rendszer numerikus megoldásával (Maple™ 9 - Maplesoft™).

$$\frac{dc_7}{dt} = -k_7^6 * c_7 - k_7^5 * c_7 - k_7^4 * c_7 \quad (4)$$

$$\frac{dc_6}{dt} = -k_6^5 * c_6 - k_6^4 * c_6 - k_6^3 * c_6 + k_7^6 * c_7 \quad (5)$$

$$\frac{dc_5}{dt} = -k_5^4 * c_5 - k_5^3 * c_5 + k_7^5 * c_7 + k_6^5 * c_6 \quad (6)$$

$$\frac{dc_4}{dt} = -k_4^3 * c_4 - k_4^2 * c_4 + k_7^4 * c_7 + k_6^4 * c_6 + k_5^4 * c_5 \quad (7)$$

$$\frac{dc_3}{dt} = -k_3^2 * c_3 + k_7^4 * c_7 + 2 * k_6^3 * c_6 + k_5^3 * c_5 + k_4^3 * c_4 \quad (8)$$

$$\frac{dc_2}{dt} = -k_2^1 * c_2 + k_7^5 * c_7 + k_6^4 * c_6 + k_5^3 * c_5 + k_4^2 * c_4 + k_3^2 * c_3 \quad (9)$$

$$\frac{dc_1}{dt} = k_7^5 * c_7 + k_6^4 * c_6 + k_5^3 * c_5 + k_4^2 * c_4 + k_3^2 * c_3 + k_2^1 * c_2 \quad (10)$$

(4)-(10):  $c_i$ :  $i$  tagszámú oligomer koncentrációja;

$k_i^j$ : az  $i$  tagszámú oligomer  $j$  tagszámú oligomerré bomlásának sebességi állandója

- A statisztikai értékelést – Excel (Microsoft) és Statistica 7.1 szoftverrel végeztem (StatSoft).

### 3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK - TÉZISEK

- I. Igazoltam, hogy a frukto-oligoszacharidok almaszövetbe diffúzióval történő bejuttatása technológiailag elfogadható sebességű folyamat. Ennek alapján lehetőség van oligofruktózzal dúsított gyümölcs alapú funkcionális (prebiotikus aktivitású) élelmiszertermékek létrehozására ozmotikus dehidratálási művelet alkalmazásával. /Matusek és mtsai. (2005) Élelm Ipar LIX(1), 18-20.; Czukor és mtsai. (2005) Konzervújság, 4, 92-96.; Matusek és mtsai. (2008) Innov Food Sci Emerg Technol, in press/

*A minta fizikai jellemzőiben blansírozás után nincs különbség a különböző ozmotikummal kezelt minták között. Ozmotikus dehidratálás után azonban lényeges eltérés mutatkozik állományukban. A szacharózzal történő OD során a rugalmassági modulus értéke nő, a gyümölcs keménysége pedig nem változik, ugyanakkor az oligofruktózzal történő kezelés során mindkét fizikai jellemző mintegy 30-50%-kal romlik.*

- II. Megállapítottam, hogy a frukto-oligoszacharidok és a szacharóz diffúzió sebessége egy nagyságrendbe esik. A frukto-oligoszacharidok diffúziója jobban gátolt, mint a szacharózé, a dehidratáló hatásban jelentős az eltérés. A frukto-oligoszacharidok dehidratálási képessége szobahőmérsékleten gyengébb, ám a hőmérséklet emelésével nő, és 40-50°C-on jobb, mint a szacharózé. /Matusek és Merész (2002) Per Pol, 46(1-2), 83-92.; Matusek és mtsai. (2005) Hung J Ind Chem, 33(1-2), 43-48.; Matusek és mtsai. (2004) Élelm Ipar LVIII(4), 103-108.; Matusek és mtsai. (2008) Innov Food Sci Emerg Technol, in press/

*A szacharóz felvétel csaknem kétszerese az oligofruktóz felvételnek azonos körülmények között, ám a vízvesztés értéke szacharóz esetében alig 30-40%-kal nagyobb. Szacharózzal történő kezelés esetén a szövetek a beáramló nagyobb mennyiségű oldott anyagtól töményednek, míg frukto-oligoszacharid esetében a víz kiáramlása eredményez hasonló refrakciót a szövetekben. A transzportfolyamatok eredőjeként mért refrakció nem különbözik jelentősen a két ozmotikum esetében.*

III. Megállapítottam, hogy az oligofruktóz komponensek egyedi diffúziós együtthatói nem térnek el egymástól szignifikánsan. A dimer látszólagos diffúziós együtthatójának értéke 0, mert rá vonatkozóan dinamikus egyensúly áll fenn. /Matusek és mtsai. (2008) Eur Food Res Technol, in press/

*A monomer molekulák mennyisége az ozmotikus dehidratálási idő növekedésével csökken, mivel koncentrációja a kezeletlen gyümölcsben nagyobb, mint a monomert gyakorlatilag nem tartalmazó oligomer keverékben. Ezért a gyümölcssejtekből az oldat felé diffundál. A dimer (nagy többségében szacharóz) molekulák mennyisége a kezelés vizsgált tartományában gyakorlatilag változatlan. A nagyobb oligomer molekulák (DP3-DP6) mennyisége természetesen logaritmus görbével leírhatóan növekszik a diffúziós idő növekedésével. Az effektív diffúziós együtthatók értéke  $2,3-2,5 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ .*

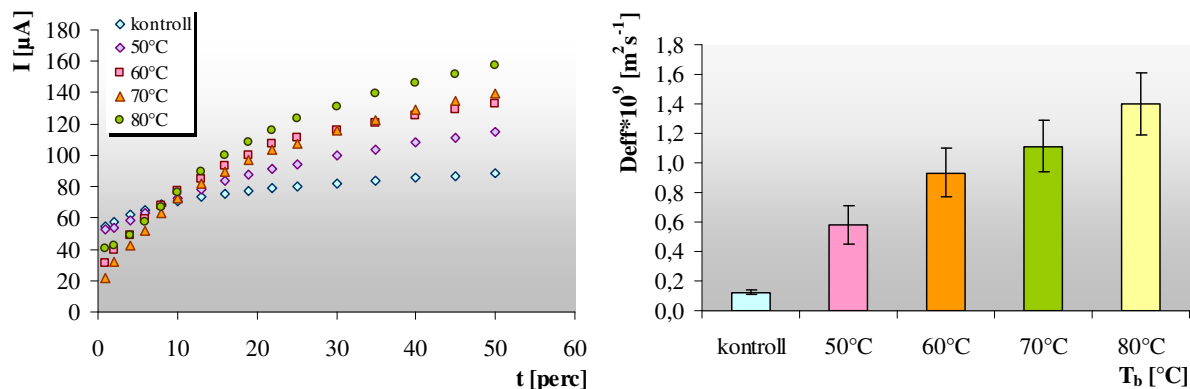
*A transzportfolyamatok elemzése alapján sem a szacharóz, sem az oligofruktóz felvétel mértékét nem befolyásolja jelentősen a blansírozás hőmérséklete és ideje a vizsgált tartományban, ezzel szemben a vízvesztésre hatással vannak az előfőzési paraméterek. Blansírozás során a vízvesztés nő a hőmérséklet és az idő emelkedésével. A változások szacharóz esetében markánsabban jelentkeznek.*

*A hőkezelés szignifikánsan kisebb keménységet eredményez a kezeletlen mintához képest. A hőkezelési hőmérséklet  $60^\circ\text{C}$ -ról  $70^\circ\text{C}$ -ra történő emelése jelentős mértékben csökkenti a keménység értékét, míg a további  $10^\circ\text{C}$ -os emelés során további szignifikáns csökkenés nem következik be. A rugalmassági modulus szignifikánsan lecsökken a kezelésekre hatására (a kontrollhoz képest), azonban a blansírozási paraméterek a vizsgált tartományban nem befolyásolják szignifikáns mértékben. A blansírozás a szövetszerkezet lazulása miatt csökkenést okoz az almaminták tömegében, ez az oligofruktóz oldat esetén erősebben nyilvánul meg. Az oligofruktózok kicsit jobban lágyítják az anyag szerkezetét. A kétféle blansírozás hatását egymással összevetve szignifikáns eltérés, hogy az oligofruktózzal történt előfőzést követő OD után a tömegvesztés átlagosan 3-5%-kal nagyobb ( $18-20\%$  a  $14-17\%$ -kal szemben).*

Mikrohullámú kezelés esetében a keménység csökkenése sokkal jelentősebb, mint a hagyományos blansírozás esetén. A keménység és a rugalmassági modulus változására a kezelési hőmérsékletnek és időnek szignifikáns hatása van.

A blansírozás hőmérsékletének növelésével a szöveti permeabilitás monoton módon egyre nagyobb. A kezelési hőmérséklet növelésével 60°C-ig az effektív diffúziós együttható értéke növekszik ( $2,2 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ ), a változás nagyobb hőmérsékleten nem szignifikáns. A mikrohullámú kezelés hatására is a permeabilitás a hőmérséklet függvényében szignifikánsan és monoton emelkedik. A diffúziós együttható értéke szignifikánsan nő a hőmérséklet emelésével.

IV. Kimutattam, hogy a vákuum előkezelés nem változtat az ozmotikus dehidratálás során mérhető diffúzió sebességén. Megállapítottam, hogy a kombinált vákuum-blansírozási előkezeléses technológia előnye a szöveti áteresztőképesség növelése, ugyanakkor hátránya, hogy 60°C felett jelentősen rontja az állományjellemzőket. /Matusek és mtsai. (2008) Eur Food Res Technol, in press/



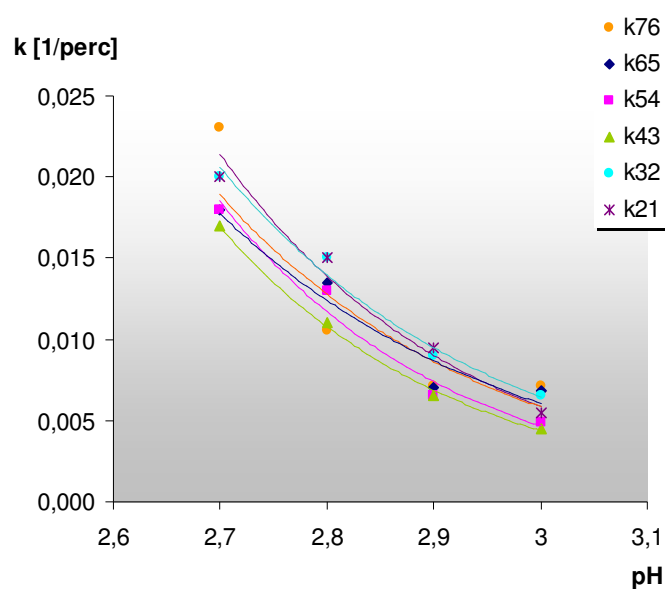
1. ábra Szöveti áteresztőképesség változás, iondiffúziós együtthatók a vákuum-blansírozási hőmérséklet függvényében

Vákuum előkezelést és a hagyományos blansírozást követő ozmotikus dehidratálás során hasonló sebességű diffúzió mérhető:  $1,8-2,2 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ . Kombinált előkezelés során a szöveti áteresztőképesség növekedett a vákuum-blansírozási hőmérséklet emelésével (1. ábra). A diffúziós együttható értéke a hőmérséklet emelésével monoton nőtt és már 50°C-on való kezelés során is jelentősen nagyobb. 50°C-80°C között közelítőleg  $0,6 \times 10^{-9}$ -ról  $1,4 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ -ra emelkedett.



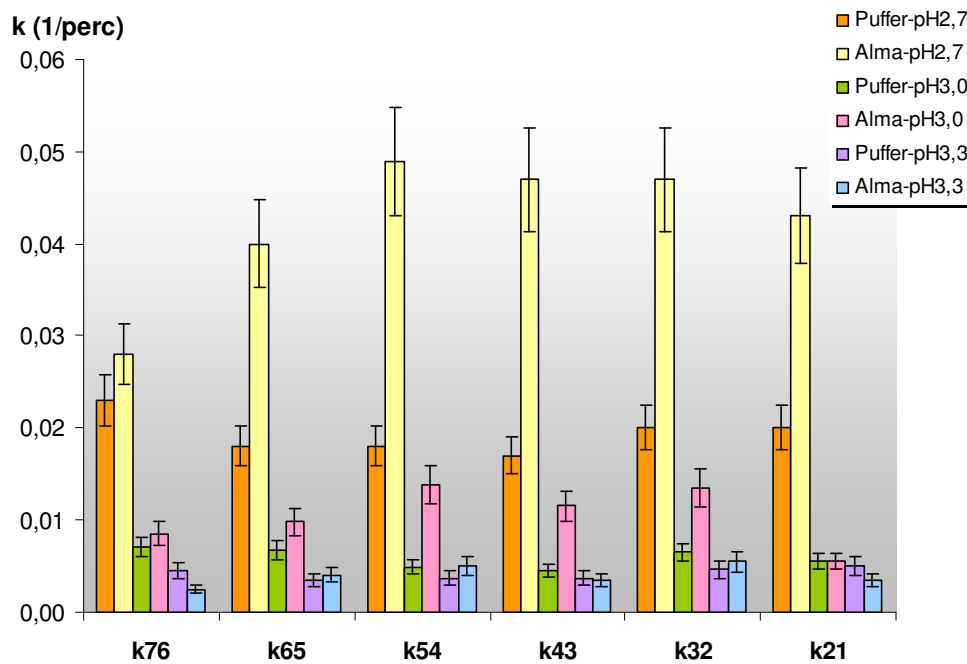
*Ugyanakkor az állományjellemzők romlása abban mutatkozik meg, hogy 60°C és 70°C között a rugalmassági modulus, a húskeménység, valamint a tömegveszteség értéke mintegy 1/3-ára csökken.*

- V. Igazoltam, hogy az oligofruktózok hidrolízise proton-katalitikus folyamat és technológiailag reális körülmények között (pH=2,7-3,3) 0,3 egység pH csökkenés négyszeres növekedést okoz a bomlási sebességben. Megállapítottam, hogy vizes közegben az aktiválási energia értéke pH-tól és az oligomer tagszámától függően 70-120 kJ/mol. /Matusek és mtsai. (2008) Acta Aliment, accepted; Matusek és mtsai. (2008) submit. Eur Food Res Technol/



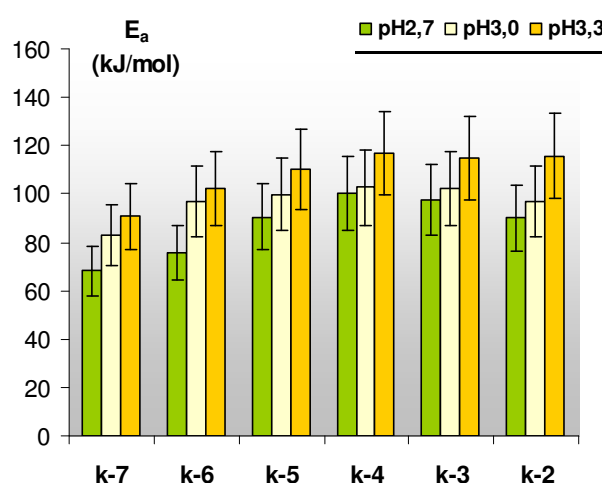
**2. ábra** Sebességi állandó a pH függvényében 80°C, pufferelt vizes közegben

*Az oligofruktóz bomlása végbemehet a feldolgozás körülményei között (2. ábra), amennyiben a pH 3,5 érték alatt van, továbbá a hőmérséklet meghaladja a 60°C-ot. 3,0-as pH alatt az almamátrix, azaz az almában található komponensek jelentősen gyorsítják a bomlást (3. ábra). A mátrixhatás mibenlétére több elképzelés is megfogalmazható. Egyrészt a bomlás sebességét ugyan alapvetően a nagy H<sup>+</sup> ion koncentráció növeli, az alma savkomponensei azonban szinergikus gyorsító, katalizáló hatással lehetnek e folyamatra.*



3. ábra Sebességi együttható az oligomer tagszám függvényében különböző pH-n (2,7-3,0-3,3) pufferelt vizes és almapép közegben

VI. Kimutattam, hogy a bomlás sebessége tagszámfüggő. Az aktiválási energia értékének megfelelően a nagyobb tagszámú oligomerek (k6-k7) bomlási sebessége szignifikánsan nagyobb. /Matusek és mtsai. (2008) Acta Aliment, accepted; Matusek és mtsai. (2008) submit. Eur Food Res Technol/

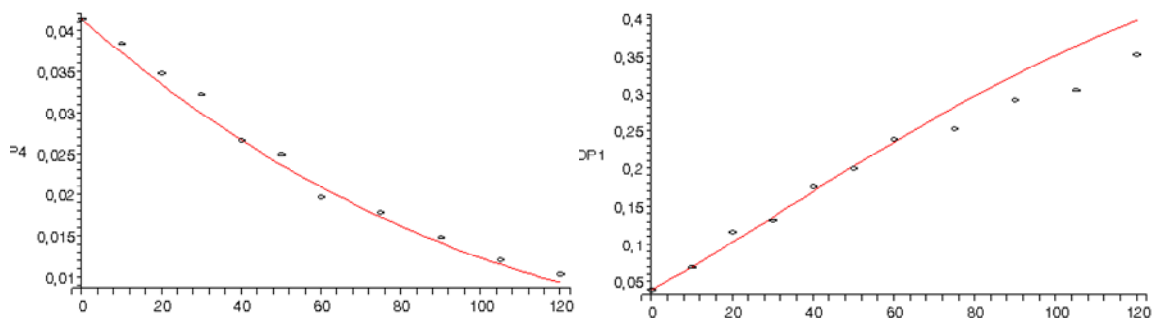


4. ábra Az össz bomlási együtthatókkal számított aktiválási energia pufferelt vizes közegben (k-7, k-6, k-5, k-4, k-3, k-2: az oligomer tagszám jele)

VII. Bizonyítottam, hogy a frukto-oligoszacharidok lehetséges hidrolízis útjai közül a láncvégi fruktóz lehasadással járó reakció sebessége többszöröse a láncon belüli hidrolízissel járó folyamatokénak. /Matusek és mtsai. (2008) Acta Aliment, accepted; Matusek és mtsai. (2008) submit. Eur Food Res Technol/

**1. táblázat** Bomlási sebességi együtthatók a bomlási lehetőségek szerint (80°C, pH=2,7; vizes közeg)

Bomlási sebességi együtthatók						
Láncvégi bomlás			Láncon belüli bomlás			
$k_{76}$	0,023		$k_{75}$	0,004	$k_{74}$	0,003
$k_{65}$	0,018		$k_{64}$	0,005	$k_{63}$	0,003
$k_{54}$	0,018		$k_{53}$	0,005		
$k_{43}$	0,017		$k_{42}$	0,005		
$k_{32}$	0,020					
$k_{21}$	0,020					



**5. ábra** Számított és mért oligomer és monomer koncentrációk összehasonlítása (Négyes tagszámú oligomer bomlása és monomer keletkezése (80°C, pH=2,7; vizes közeg)

## 4. GYAKORLATI ALKALMAZHATÓSÁG

A frukto-oligoszacharidok almaszövetbe diffúzióval történő bejuttatása technológiailag elfogadható sebességű folyamat. Ennek alapján lehetőség van oligofruktózzal dúsított gyümölcsalapú funkcionális (prebiotikus aktivitású) élelmiszertermékek létrehozására ozmotikus dehidratálási művelet alkalmazásával.

A dolgozatban összefoglalt technológiai és kinetikai jellegű kísérletek eredményei hasznosíthatók a frukto-oligoszacharidokkal dúsított élelmiszertermékek kialakításában. Az adaptált módszerek segítik a technológiatervezést, valamint alkalmasak a termékek vizsgálatára. Számos termékcsoport előállítási technológiája tartalmazhatja az ozmotikus dehidratálás műveletét, mint a funkcionális komponens bejuttatására szolgáló lépést, így konkrét technológiai ajánlás csak a céltermék teljes ismeretében fogalmazható meg. Néhány általánosan követendő irányelv azonban kijelenthető:

- Az oligofruktózzal dúsított gyümölcskészítmények előállítási technológiájában a természetes pH (3,0) körüli érték mellett a kezelési hőmérséklet nem haladhatja meg a 60°C-ot, a nyersanyagba juttatott frukto-oligoszacharid komponensek bomlásának elkerülése érdekében.
- Kedvező beltartalmi és érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező ozmotikusan dehidratált alma alapú termék kialakításához, izotóniás oldatban blansírozott (kezdeti csíraszám csökkentés) nyersanyag alacsony hőmérsékleten (<60°C) történő ozmotikus dehidratálása javasolható.
- A vákuum-blansírozással kombinált ozmotikus dehidratálás olyan speciális termékcsoportok, félkész-termékek előállítása esetén vehető számításba, amelyeknél az állományjellemzők enyhe romlása nem mérvadó, mivel az ilyen módon kezelt gyümölcs alapanyag továbbfeldolgozásra kerül és egy komplexebb élelmiszermátrix részeként jelenik meg a végtermékben.

## 5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ KÖZLEMÉNYEK

### Angol nyelvű cikkek:

1. Matusek, A., Merész, P. (2002). Modelling of sugar transfer during osmotic dehydration of carrots. *Periodica Polytechnica Ser. Chem. Eng.*, 46(1-2), 83-92.
2. Matusek, A., Czukor, B., Merész, P., Örsi F. (2005). Mathematical modelling in osmotic dehydration. *Hungarian Journal of Industrial Chemistry*, 33(1-2), 43-48.
3. Matusek A., Czukor, B., Merész P. Comparison of diffusion of fructo-oligosaccharide components during vacuum impregnation and osmotic dehydration, *European Food Research and Technology*, In press, Available online: 2007. augusztus 24. IF: 1,084
4. Matusek, A., Czukor, B., Merész, P. Comparison of sucrose and fructo-oligosaccharides as osmotic agents in apple. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, In press, Available online: 2007. november 4. IF: „publishing first in 2008.”
5. Matusek, A., Merész, P., Le T. K. D., Örsi F. (2008) Fructo-oligosaccharide degradation in apple pulp matrix, *Acta Alimentaria*, Accepted IF: 0,253
6. Matusek, A., Merész, P., Le T. K. D., Örsi F. (2008) Effect of temperature and pH on the degradation of fructo-oligosaccharides, Submitted to *European Food Research and Technology* IF: 1,084

### Magyar nyelvű cikkek:

7. Matusek, A., Czukor, B. (2005). Fruktó-oligoszacharidok felhasználási lehetőségei gyümölcskészítményekben. *Élelmezési Ipar*, LIX. (1), 18-20.
8. Czukor, B., Matusek, A., Léder Ferencné., Schusterné Gajzágó, I., Vásárhelyiné Perédi, K. (2005). Az egészségmegőrzést szolgáló minőségnövelő anyagok alkalmazása élelmiszerek előállításánál. *Konzervújság*, 4., 92-96.
9. Matusek, A., Czukor, B., Merész, P., Örsi F. (2004). Szacharóz és frukto-oligoszacharidok diffuzivitásának összehasonlító vizsgálata almán. *Élelmezési Ipar*, LVIII. (4), 103-108.

10. Matusek, A., Czukor, B., Merész, P. (2003). Az ozmotikus dehidratáció élelmiszeripari alkalmazásának szempontjai és modern megoldásai. *Élelmészeti Ipar*, LVII. (5), 136-140.

### Magyar nyelvű előadás kivonat

11. Matusek, A., Czukor, B. (2005). Az ozmotikus dehidratálás művelete a gyümölcsfeldolgozás folyamatában. *Műszaki Kémiai Napok '05*, Veszprém, 2005. április 26-28., Konferencia Kiadvány, 74-77.

### Magyar nyelvű referátum

12. Czukor, B., Matusek, A., Léder Ferencné., Schusterné Gajzágó, I., Vásárhelyiné Perédi, K. (2005). Minőség növelést célzó anyagok alkalmazása élelmiszerek előállításánál. *Konzervéjság*, 2., 36.

### Angol nyelvű posztterek:

13. Matusek, A., Czukor, B., Merész, P. Fructo-oligosaccharides in the functional food development. *The First International Congress on Food Safety (SAFE Congress)*, Budapest, 11-14. June, 2006.
14. Matusek, A., Czukor, B., Merész, P., Örsi, F., Kupeczik, M. Comparative investigation of the osmotic behaviour of sucrose and fructo-oligosaccharides in apple. *6<sup>th</sup> International Conference on Food Science*, Szeged, 20-21. May 2004.
15. Matusek, A., Czukor, B., Merész, P., Örsi, F. Osmotic enrichment of apple by fructo-oligosaccharides. *2<sup>nd</sup> Central European Food Congress (2<sup>nd</sup> CEFood Congress)*, Budapest, 24-26. April, 2004.

### Magyar nyelvű posztterek:

16. Matusek, A., Léder Ferencné, Czukor, B. Kedvező érzékszervi tulajdonságú prebiotikus frukto-oligoszacharidokkal dúsított élelmiszerek. *Magyar Táplálkozástudományi Társaság XXXI. Vándorgyűlése*, Keszthely, 2006. okt. 5-7.
17. Czukor, B., Matusek, A., Merész, P., Örsi, F. Diszacharid és oligoszacharid ozmózisos hajlamanak összehasonlító vizsgálata almában. „*Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly*” *Tudományos Ülésszak*, Budapest, 2003. nov. 6-7.

**Angol nyelvű előadások:**

18. Matusek, A., Czukor, B., Merész, P., Örsi, F. Mathematical modelling in osmotic dehydration. *10<sup>th</sup> International Workshop on Chemical Engineering Mathematics*, Budapest, 18-20. August 2005.

**Magyar nyelvű előadások:**

19. Matusek, A., Czukor, B., Merész, P., Albók, N. Vákuum-kezeléssel kombinált ozmotikus dehidratálás vizsgálata almán. „*Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly*” *Tudományos Ülésszak*, Budapest, 2005. október 19-20.
20. Matusek, A., Czukor, B. Prebiotikus szénhidrátok felhasználása gyümölcskészítményekben. *74. Országos Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Kiállítás (OMÉK), Fiatal Kutatók Fóruma*, Budapest, 2005. szeptember 1.
21. Czukor, B., Matusek, A., Léder Ferencné., Schusterné Gajzágó, I., Vásárhelyiné Perédi, K. (2005). Minőség növelést célzó anyagok alkalmazása élelmiszerek előállításánál. *XXXVII. Nagykőrösi Konzervipari Napok Tudományos Tanácskozás*, Nagykőrös, 2005. május 9-10.
22. Matusek, A., Czukor, B. (2005). Az ozmotikus dehidratálás művelete a gyümölcsfeldolgozás folyamatában. *Műszaki Kémiai Napok '05*, Veszprém, 2005. április 26-28., Konferencia Kiadvány, 74-77.
23. Matusek, A., Czukor, B., Örsi, F. Az ozmotikus dehidratálás vizsgálata almán. *II. Doktoráns Konferencia*, BME, 2004. november 24.
24. Matusek, A., Czukor, B. Gyümölcskészítmények előállítási technológiájának kidolgozása frukto-oligoszacharidokkal. *A Magyar Táplálkozástudományi Társaság XXIX. Vándorgyűlése*, Hajdúszoboszló, 2004. október 28-30.