



**Nyugat-Magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Mosonmagyaróvár  
Biológiai Rendszerek Műszaki Intézete**

---

## **DOKTORI (PhD) TÉZISEK**

**Összefoglaló**

**Folyékony élelmiszerek kezelése, különös tekintettel a  
mikrohullám tejsre gyakorolt hatására**

**LAKATOS ERIKA**

**Mosonmagyaróvár  
2006**

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEINK</b>	<b>2.</b>
<b>2. ANYAG ÉS MÓDSZER</b>	<b>2.</b>
2.1. Hőmérsékleteloszlás vizsgálata	2.
2.2. Homogén mikrohullámú tér kialakítása	3.
2.3. Fogyasztói-, illetve nyers tej minták zsírtartalmának meghatározása	3.
2.4. Mikroszkópos vizsgálatok	4.
2.5. A tejben lévő lipáz és xantin oxidáz enzimek aktivitásának vizsgálata	4.
<b>3. EREDMÉNYEK</b>	<b>5.</b>
3.1. Hőmérsékleteloszlás vizsgálata	5.
3.2. Homogén mikrohullámú tér kialakítása	5.
3.3. Fogyasztói-, illetve nyers tej minták zsírtartalmának meghatározása	6.
3.4. Mikroszkópos vizsgálatok	8.
3.5. A tejben lévő lipáz és xantin oxidáz enzimek aktivitásának vizsgálata	11.
<b>4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK (TÉZISEK)</b>	<b>14.</b>
<b>5. PUBLIKÁCIÓS LISTA</b>	<b>16.</b>

## **1. KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEINK**

Az értekezésben beszámolunk a mikrohullámú élelmiszerkezelésekkel kapcsolatos kutatásainkról. Munkánk során elsőként a mikrohullám analitikai célú felhasználásának megteremtését tűztük ki célul. Ennek megvalósítása érdekében a kezelt anyagon belül a mikrohullám hatásainak egyenletes eloszlását kellett elérnünk. A kialakított kezelési körülmények lehetővé tették egy új tejszír meghatározási módszer kidolgozását. A módszer a különböző fizikai eljárások együttes alkalmazásával, a működő referencia módszerek megbízhatóságával és pontosságával kell, hogy működjön. Az eredmények alapján felvetődött, hogy a kezelések során az anyagban nem csupán a mikrohullám melegítő hatása, hanem az úgynevezett nem termikus hatások is érvényesülnek. Melyek ezek a hatások, hogyan befolyásolják a mérési eredményeket, okoznak e káros elváltozásokat az anyagban, szintén megválaszolandó kérdésként merültek fel.

## **2. ANYAG ÉS MÓDSZER**

### **2.1. Hőmérsékleteloszlás vizsgálata**

Különböző biológia anyagok esetében vizsgáltuk a mikrohullámú besugárzás során az anyagban kialakuló hőmérséklet különbségeket. A kezeléseket kezdetben egy egyedei kialakítású, majd egy FISO MWS-4 száloptikával kiegészített Panasonic NNF 653WF típusú inverter mikrohullámú egységben végeztük. A hőmérsékleteloszlások szemléltetése érdekében a kezelések után az anyagokról infrakamerás felvételeket készítettünk.

## **2.2. Homogén mikrohullámú tér kialakítása**

A kezelőtérbe önmagában behelyezett minták egyenlőtlen felmelegedése miatt (mivel nem tudtunk homogén hőmérsékleteloszlást kialakítani az anyagban) vízcsapdák alkalmazásával kívántuk a teret homogenizálni. A mérések során egy edényt a kezelő térben lévő forgó tányér középpontjára helyeztük, amiben a kezelni kívánt anyagot helyeztük el. A fennmaradó négy edény pozícióját aszerint változtattuk, hogy homogén térerő eloszlás alakuljon ki. A kísérletek során vizsgáltuk, hogy a különböző geometriájú mintatartó edényekben, illetve ugyanazon edényben, de eltérő fizikai tulajdonságokkal rendelkező anyagok melegítése során hová kell helyezni a négy magas teflon edényt, annak érdekében, hogy a középső edényben lévő anyag egyenletes felmelegedését tudjuk elérni.

## **2.3. Fogyasztói-, illetve nyers tej minták zsírtartalmának meghatározása**

Különböző zsírtartalmú nyers, illetve fogyasztói tejek zsírtartalmát kombinált mikrohullámú kezelés és konvektív szárítási eljárás során határoztuk meg. A mikrohullámú kezelést 100 W teljesítmény mellett 25 percig végeztük. A mikrohullámú kezeléseket után a tejminták közvetlenül a szárítócsatornába kerültek, ahol a mintákat fogyasztói tej esetében 30 °C-os, 2 m/s sebességű levegővel; nyers tej esetében 40 °C-os, 1,5 m/s sebességű levegővel; fogyasztói tejminták esetében 90 percig; nyers tej minták esetében 120 percig szárítottuk. A szárítás alatt a minták hőmérsékletváltozását, valamint tömegváltozását Labview program segítségével rögzítettük. A kapott nyers adatokat Matlab 7.0 programmal értékeltük ki, amely során meghatároztuk a különböző zsírtartalmú tejminták tömegváltozási görbéit, valamint a görbék meghatározott szakaszára illesztett egyenesek egyenleteit.

## **2.4. Mikroszkópos vizsgálatok**

A szárítócsatornából kikerült minták tetején tejbőr alakult ki. A tejbőr vastagsága, illetve területe a minta zsírtartalmának függvényében változott. Feltételeztük, hogy a tejbőr szerkezete, illetve a tej alkotórészeinek (elsősorban a zsírgolyók) felépítése a melegítés után megváltozik. Ezt a változást mikroszkópos vizsgálatok során kívántuk detektálni. A főzőlapon, illetve a mikrohullámmal melegített tejminták felszínén kialakult tejbőr szerkezeti struktúráját letapogató (scanning) elektronmikroszkóppal (Philips XL30 ESEM), a mintákban lévő zsírgolyók átmérőjének változását fénymikroszkóppal vizsgáltuk.

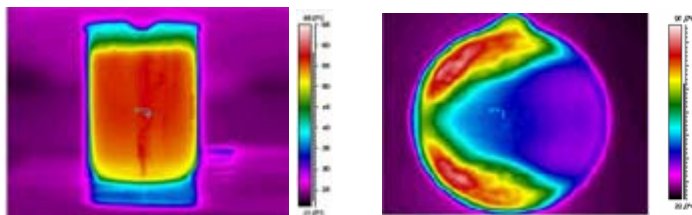
## **2.5. A tejben lévő lipáz és xantin oxidáz enzimek aktivitásának vizsgálata**

A zsírgolyók méretváltozását a mikrohullámú besugárzás után 30 perccel tapasztaltuk nagyobb mértékben. Ebből következtettünk arra, hogy a tejben lévő zsírgolyócskák megváltozásában a tej különböző enzimjeinek aktiválása is szerepet játszik. Mikrohullámú, illetve hagyományos úton, főzőlapon melegített 3,6% zsírtartalmú fogyasztói tejmintákban, valamint kontroll (nem melegített fogyasztói tejmintákban) lévő lipáz és xantin oxidáz (XO) enzimek aktivitásának megváltozást vizsgáltuk, HPLC és spektrofotométer felhasználásával. Annak érdekében, hogy pusztán az enzimre, illetve annak aktivitására gyakorolt hatásokat tudjuk vizsgálni, (a tej egyéb alkotórészeinek zavaró hatását kiküszöbölve) mértük a tiszta enzimszuszpenzióban bekövetkezett enzimaktivitások változását a kontroll, a főzőlapon történő és a mikrohullámú melegítés során.

### 3. EREDMÉNYEK

#### 3.1. Hőmérsékleteloszlás vizsgálata

A biológia anyagok kezelése során minden esetben az anyagon belül nagyfokú hőmérsékletkülönbségeket tapasztaltunk. Desztillált víz esetében ez az érték esetenként 5,2 °C, míg sűrűbb anyag esetében (ketchup) a hőmérsékletkülönbség eléri az 56 °C –ot (1. ábra).

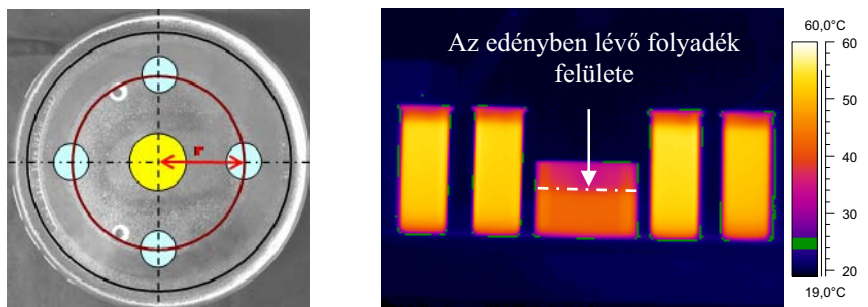


**1. ábra** Infrakamerás felvételek mikrohullámmal kezelt desztillált vízről, valamint ketchupról.

A kialakult hőeloszlásokat a besugárzott anyag fizikai-kémia tulajdonságain túl a kezelőedény alakja is nagymértékben befolyásolja.

#### 3.2. Homogén mikrohullámú tér kialakítása

A mikrohullámú kezelőtérbe helyezett mintatartó edény körül a térerő homogén eloszlását kell kialakítani. A kezelőtérbe helyezett vízcsapdák alkalmazásával a mintatartó edény körül homogén tér alakul ki, ami a minták egyenletes felmelegedésében nyilvánul meg. A vízcsapdák pozícióját (2. ábra) a mintatartó edény alakja, illetve a kezelt anyag minősége és mennyisége határozza meg. Optimális esetben a minták besugárzása után az anyagon belül maximum 2,6 °C-os hőmérsékletkülönbséget tapasztalhatunk.

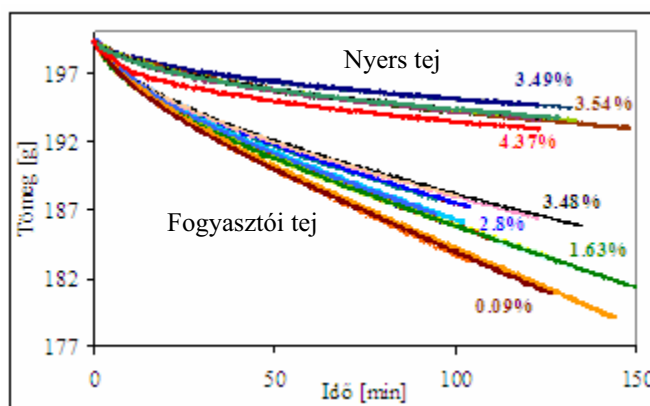


**2. ábra** A vízcsapdát alkotó edények elhelyezkedése a forgótányéron.

Abban az esetben, ha a központi edényben lévő kezelt anyag homogénezett tej, a vízcsapdákat a középponttól számítva 4,7 cm-re kell elhelyezni. Ebben az esetben a kezelőedény és a vízcsapda edényeinek középpontja között a távolság 10,85 cm.

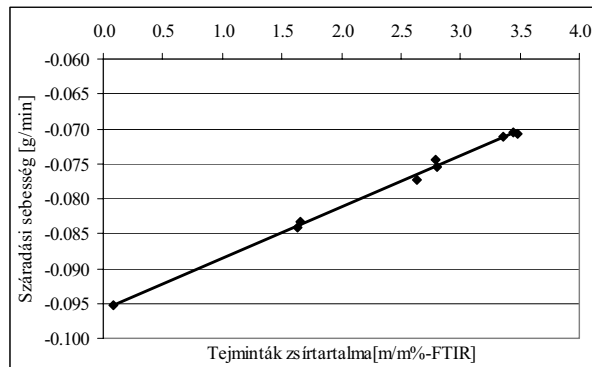
### 3.3 Fogyasztói-, illetve nyers tej minták zsírtartalmának meghatározása

A mikrohullám és a konvektív szárítócsatorna együttes alkalmazása képezi az általunk kidolgozott tejsír meghatározási módszer alapjait. A mikrohullámmal történő melegítés után a szárítócsatornába helyezett fogyasztói és nyers tej minták tömegcsökkenését reprezentáló dehidratációs görbéket a 3. ábrán mutatjuk be.

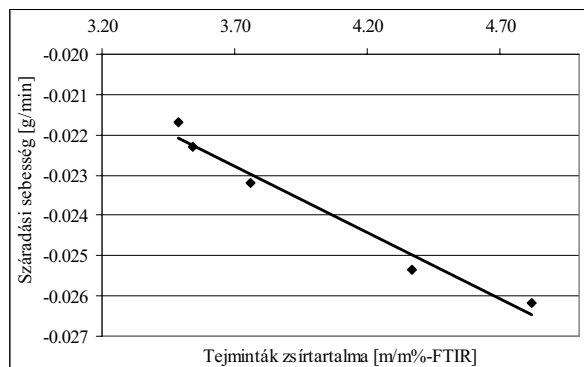


**3. ábra** Fogyasztói és nyers tej minták jellemző dehidratációs görbéi.

Fogyasztói tejminták esetén a száradási görbék 40 perc, valamint 90 perc közötti szakaszára, nyers tej minták esetén száradási görbék 75 perc, valamint 120 perc közötti szakaszára vonatkoztatva számítottuk ki a száradási sebességet. A görbék adott szakaszára illesztett száradási egyenesek meredeksége alapján határoztuk meg a kalibrációs egyeneseket (4.-5. ábra), amelyek adott meredekségi értékeknek a zsírtartalom ( $FC$ ) függvényében történő ábrázolását jelenti.



**4. ábra** A dehidratáció 40 – 90 perc közötti szakaszára illesztett egyenesek meredeksége a fogyasztói tej minták zsírtartalmának függvényében.



**5. ábra** A dehidratáció 75 – 120 perc közötti szakaszára illesztett egyenesek meredeksége a nyers tej minták zsírtartalmának függvényében.



A 4.ábrán és az 5.ábrán feltüntetett egyenesek egyenletét zsírtartalomra rendezve a végső kalibrációs egyeneseket kapjuk meg:

Fogyasztói tej esetén ( $R^2=0,996$ ):

$$FC = 135,77 \cdot \alpha + 13,026 \quad (1)$$

Nyers tej esetén ( $R^2=0,97$ ):

$$FC = -293,75 \cdot \alpha - 2,9796 \quad (2)$$

Ahol:

$FC$ : a tejminta zsírtartalma [m/m%];

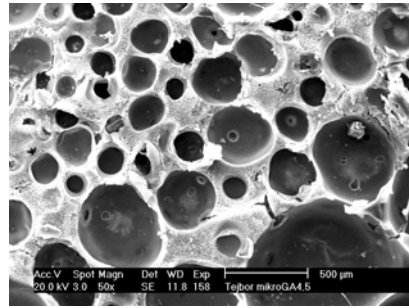
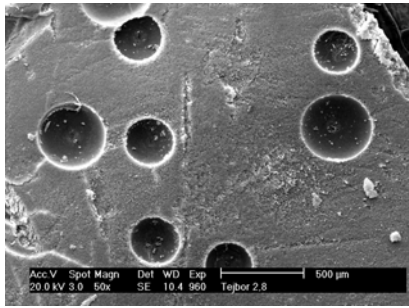
$\alpha$ : a dehidrációs egyenes meredeksége.

A kalibrációs egyenesek (1) és (2) egyenleteinek alkalmazásával, továbbá meghatározva az ismeretlen tejminta dehidratációs egyenesének meredekségét ( $t\alpha$ ), annak zsírtartalma kellő pontossággal kiszámítható. A fogyasztói, illetve a nyers tej minták  $t\alpha$  értékei különböznek, így ismeretlen tejminta esetén azt is meghatározhatjuk, hogy a tej nyers tej vagy fogyasztói tej.

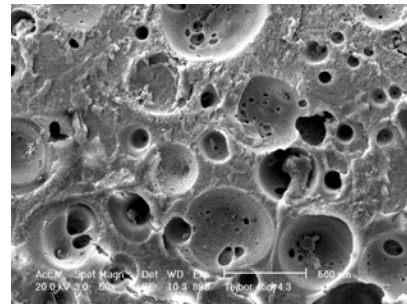
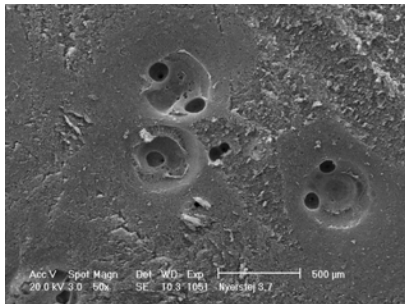
### 3.4. Mikroszkópos vizsgálatok

Amint az a 4. és az 5. ábrán is látható a különböző zsírtartalmú tejmintákhoz tartozó meredekségek értékei által meghatározott egyenesek tendenciája a fogyasztói tej, illetve a nyers tej esetében különbözőek. Ennek magyarázata a tejek szerkezeti különbségében rejlik.

A tejminták elektronmikroszkópos vizsgálata során kiderült, hogy a minták zsírtartalma és a dehidratáció során a minták felszínén megjelenő tejbőr szerkezete között összefüggés áll fent. A fogyasztói tej (6. ábra) és a nyers tej (7. ábra) esetében egyaránt a növekvő zsírtalommal párhuzamosan megnövekedik a tejbőrben lévő levegő, illetve vízgőz buborékok lenyomatainak száma.



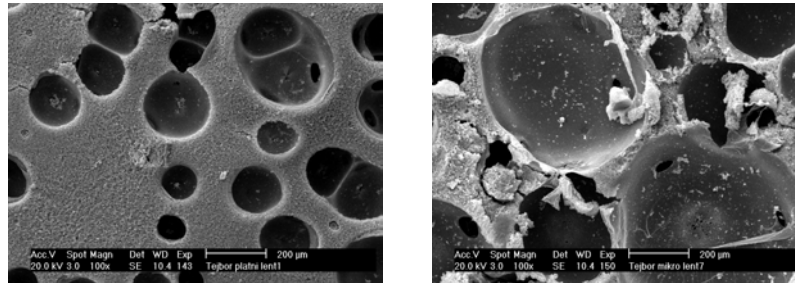
**6. ábra** A 2,8% valamint a 3,6% zsírtartalmú fogyasztói tej minták 50× nagyítású elektronmikroszkópos képe.



**7. ábra** A 3,7% valamint a 4,3% zsírtartalmú nyers tej minták 50× nagyítású elektronmikroszkópos képe.

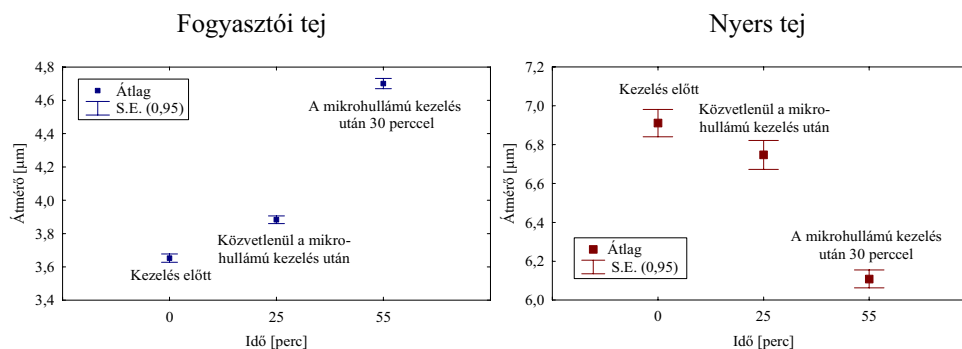
A tejben a melegítés során lokálisan keletkező vízgőzbuborékok a felszín felé törekednek. Eközben érintkeznek a tejben lévő zsírgolyókkal. A zsírgolyók bevonják a buborékok hártáját, így stabilabbá teszik azt. Minél több és minél nagyobb zsírgolyóval (trigliceriddel, szabad zsírsavval) találkozik egy buborék, annál több zsír juthat a hártya felszínére, annál stabilabb lesz a buborék, így annál nagyobb az esélye, hogy elérje a felszínt. Ez a jelenség mind a fogyasztói, mind a nyers tej mintákban egyaránt lejátszódik. Ez az oka annak, hogy a nagyobb zsírtartalmú nyers tej minták nedvességleadásának intenzitása nagyobb, mint a kisebb zsírtartalmú mintáké. Fogyasztói tej esetében a nedvesség leadást a tejbőr szerkezete kevésbé befolyásolja, a párolgást a tejbőr felülete (nagysága) határozza meg.

A mikrohullám hatására megnőtt a tejbőrben lévő vízgőzbuborékok mérete, megváltozott a tejbőr szerkezete. A főzőlapon melegített minták esetén ez a tendencia nem figyelhető meg, aminek feltételezhető oka, hogy a mikrohullám nem termikus hatása is befolyást gyakorol az előbbieken vázolt folyamatokra (8. ábra).



**8. ábra** A 3,6% zsírtartalmú tejbőr főzőlapon, valamint mikrohullámmal történő melegítés után. Az alkalmazott nagyítás 100×.

A fénymikroszkópos vizsgálatok során tapasztaltuk, hogy a fogyasztói tejmintákban lévő zsírgolyók átmérője a mikrohullámú kezelés után megnövekedett, míg nyers tej esetében golyók átmérője a mikrohullámú kezelés után csökkent (9. ábra).

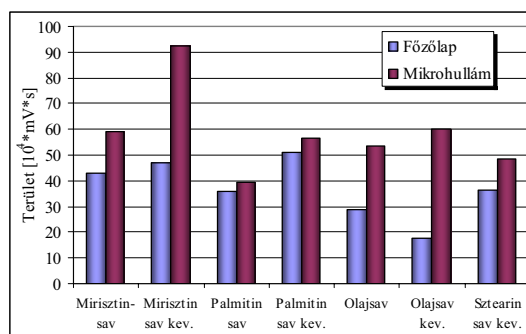


**9. ábra** A fogyasztói, illetve nyers tejben lévő zsírgolyók átlagos átmérőjének változása a mikrohullámú kezelés előtt, közvetlen a kezelés után, valamint a 25 percig tartó kezelést követően 30 perc múlva.

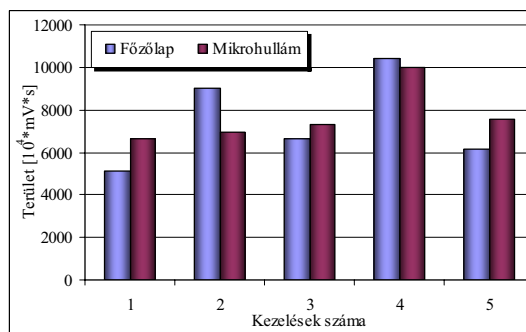
Mind a fogyasztói, mind nyers tej mintákban a zsírgolyók méretének jelentős megváltozását, a mikrohullámú kezelést követően 30 perc múlva tapasztaltuk. Ebből arra következtettünk, hogy ezt a jelenséget nem kizárólag a mikrohullámú besugárzás okozza, hanem enzimikus folyamatok is lejátszódnak.

### 3.5. A tejben lévő lipáz és xantin oxidáz enzimek aktivitásának vizsgálata

A tejben lévő enzimek közül elsőként a lipázok (lipoprotein lipáz) aktivitásának megváltozását vizsgáltuk. Magas nyomású folyadékkromatográfiával (HPLC) detektálni a tej, valamint az enzimszuszpenzió szabad zsírsav szintjének megváltozását (10.–11. ábra).



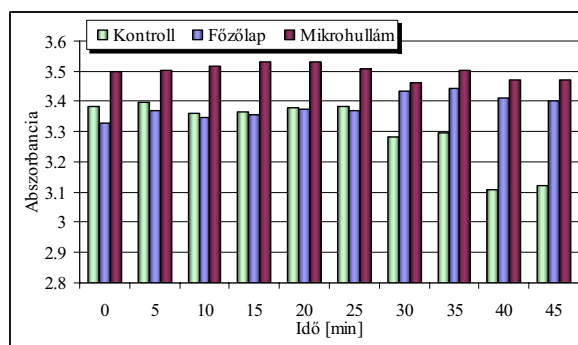
**10. ábra** A főzőlapon, valamint a mikrohullámmal melegített tejmintákban lévő zsírsavak mennyiségi változása zsírsavanként, illetve a zsírsavkeverékben.



**11. ábra:** A főzőlapon, valamint a mikrohullámmal melegített enzimszuszpenzióban lévő zsírsavak mennyiségi változása.

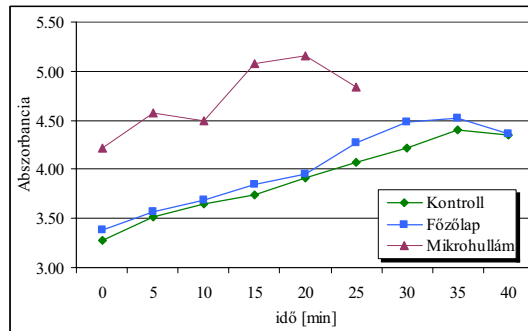
A tejben igen, de a tiszta enzimszuszpenzióban nem mutatható ki szignifikáns különbség a mikrohullámmal és a főzőlapon melegített tejminták szabad zsírtartalmának megváltozása között. A szakirodalommal ellentétben az eredmények alapján nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy a mikrohullám hatására megnövekedik a lipáz enzim aktivitása. A mérési eredményekből kiindulva feltételeztük, hogy a mikrohullám egy másik, szintén a zsírgolyókkal szoros kapcsolatban lévő enzim aktivitását befolyásolhatja, ami majd közvetve hozzájárul a lipáz aktivitásának megnövekedéséhez.

A xantin oxidáz enzim által katalizált reakciók sebességének megváltozását mértük a korábban alkalmazott melegítési paraméterek alkalmazása mellett. Az XO aktivitás megváltozás mérése során a tej hidrogén peroxid szintjének megváltozását detektáltuk spektrofotométer felhasználásával 290 nm-en (12. ábra).



**12. ábra** A tejminták átlagos hidrogén peroxid tartalmának változása a kezelés óta eltelt idő függvényében a kontroll, a főzőlapon történő, valamint a mikrohullámú melegítés során.

A xantin oxidáz esetében is megvizsgáltuk a tiszta enzimszuszpenzióban bekövetkező aktivitásváltozásokat, a kontroll mintákhoz viszonyítva, a kétféle melegítési mód alkalmazása esetén. Ezeknél a méréseknél 240 nm-en detektáltuk a mintában jelenlévő hidrogén peroxid (13. ábra) mennyiségének megváltozását.



**13. ábra** Az enzimszuspenziók átlagos hidrogén peroxid tartalmának változása a kezelés óta eltelt idő függvényében a főzőlapon történő, valamint a mikrohullámú melegítés során.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy a mikrohullámú besugárzás megnöveli a xantin oxidáz enzim aktivitását, ami szignifikánsan igazolható.

A xanthin oxidáz aktivitásának megváltozása révén a zsírgolyó membrán felszakadhat, a benne lévő trigliceridek kikerülnek a zsírgolyón kívülre, ahol kapcsolatba kerülhetnek a tejben lévő lipázokkal. Részben a trigliceridek, részben a lipázok enzimreakciója nyomán felszabaduló szabad zsírsavak kapcsolatba kerülhetnek a melegítés során a tejben keletkezett buborékokkal és stabilizálhatják azok felületét. Ennek eredményeképpen a mikrohullámmal melegített tejminták felszínén kialakult tejbőrben több, és nagyobb méretű buborékok lenyomata látható. Minél magasabb a tej zsírtartalma, annál stabilabbá válnak a buborékok, amelyek így több vizgőzt szállítanak, ezáltal növelik a párolgás intenzitását, így a nagyobb zsírtartalmú nyers tej minták nedvességleadásának gyorsabb, mint a kisebb zsírtartalmú mintáké. Fogyasztói tej esetében a párolgást a tejbőr felülete (nagysága) határozza meg, a tejbőr szerkezete ezt a jelenséget kevésbé befolyásolja.

#### 4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK (TÉZISEK)

1. Vízcsapda alkalmazásával homogén mikrohullámú teret alakítottam ki. A térben kezelt anyagon belüli hőmérsékletkülönbség maximum 2,6 °C volt. A homogén tér lehetővé teszi a mikrohullám analitikai felhasználását.
2. Módszert dolgoztam ki a fogyasztói, valamint a nyerstej minták zsírtartalmának meghatározására kombinált (mikrohullámú és konvektív szárítási) eljárás felhasználásával. A módszerrel két század százalékos pontossággal adható meg a tejminta zsírtartalma, ami megfelel a referenciamódszerek mérési pontosságának.
3. Megállapítottam, hogy a tejminták párolgása során a tej felszínén bőr szerű réteg alakult ki: szerkezete, valamint nagysága befolyásolja a tejminták párolgását. A tejbőr szerkezetének kialakítását a minták zsírtartalmán túl a melegítés módja (konduktív vagy mikrohullám) is befolyásolja. Ezt a hatást letapogató elektronmikroszkópos felvételek igazolják.
4. Fénymikroszkópos vizsgálatokkal igazoltam, hogy a mikrohullámú besugárzás hatására a homogénezett tejben lévő zsírgolyók átlagos átmérője növekszik, míg a nyerstejben lévő zsírgolyók átlagos átmérője csökken. A változás a kezelést követően 30 perc után szignifikánsan igazolható. Ebből azt a következtetést vontam le, hogy a zsírgolyók méretváltozását a mikrohullám közvetlenül kevésbé befolyásolja. A zsírgolyók méretváltozásának hátterében a mikrohullám által aktivált enzimek tevékenysége áll.
5. Igazoltam, hogy a mikrohullámú besugárzásának hatására mind a tejmintákban, mind a tiszta enzimszuszpenzióban lévő xantin oxidáz enzim

aktivitása megnövekedik. Ugyanolyan körülmények között kezelt lipáz enzimeknél az aktivitás a tejben növekszik, az enzimszuszpenzióban azonban ilyen irányú változás nem tapasztaltunk. Ezzel igazoltam, hogy a mikrohullám az egyes enzimekre különböző mértékben hat.



## 5. PUBLIKÁCIÓK

### TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

1. **Lakatos, E. – Lőrincz, A. – Neményi, M (2002):** Az ultrahangos sejtroncsolás fizikai kritériumainak meghatározása a folyékony élelmiszerek csíraszámcsökkentésével kapcsolatban. Élelmezésipar. LVI. pp. 203-207.
2. **Lakatos, E. – Kovács, A.J. – Neményi, M. (2005):** Homogenous microwave field creation. Hungarian Agricultural Engineering. No. 18. pp. 80-81.
3. **Neményi Miklós – Lakatos Erika – Kovács Attila J. (2006):** Examination of milk fat globule changes in homogeneous microwave field. Journal of Food Physics. In press.

### PROCEEDINGEK

1. **Neményi, M. - Lőrincz, A. - Lakatos, E (2003):** Az ultrahang sugár fizikai paramétereinek változása a besugárzott anyagban. MTA-AMB 27. Kutatási-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2003. 01. 21-22., Proceedings, szerk. Dr. Tóth László 3. kötet pp. 66-70. (poszter)
2. **Lőrincz, A. - Neményi, M. - Lakatos, E. (2003):** A magas intenzitású ultrahang sejtroncsoló hatásának alakulása a besugárzott anyagtól függő akusztikai jelenségek mellett. MTA-AMB, 27. Kutatási-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2003. 01. 21-22. Proceedings, szerk. Dr. Tóth László 2. kötet pp. 107-111. (poszter)
3. **Lőrincz, A. - Neményi, M. - Lakatos, E. (2003):** A szelektív sejtbiológiai kezelések ultrahangos megvalósítása. Műszaki kémiai Napok „03” Veszprém 2003. 04. 08-10. Proceedings, szerk. Dr. Filka Judit pp. 154-158. (poszter)
4. **Lakatos, E. (2004):** Ultrahang felhasználása a szárítási folyamatokban. MTA-AMB 8. Kutatási-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2004. 01. 20-21. Proceedings, szerk. Dr. Tóth László, Dr. Vinczeffly Zsoltné pp. 58. (poszter)

5. **Lakatos, E. – Neményi, M. – Kovács A.J. – Stépán, Zs. (2004):** Egyes folyékony élelmiszerek mikrohullámú kezelése. Műszaki kémiai Napok „04” Veszprém 2004. 04. 20-22. Proceedings, szerk. Dr. Filka Judit pp. 217-219.
6. **Neményi, M. – Lakatos, E. – Kovacs A.J. – Kacz, K. – Stépán, Zs. (2004):** Különböző zsírtartalmú tejek mikrohullámú kezelése. VI. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia, Szeged 2004. 05. 20-21. Proceedings, szerk. Hodúr Cecilia pp. 104-105.
7. **Kacz, K. – Lakatos, E. (2004):** Terménydarálók, takarmánykeverők. Agro napló VIII. évf. 8.sz. pp.: 94-96.
8. **Neményi, M. – Lakatos, E. – Kovacs A.J. – Kacz, K. – Stépán, Zs. (2004):** Microwave treatments of milk with different fat content. Sustain Life Secure Survival II. Conference. Socially and Environmentally Responsible Agribusiness. Prága, September 22-25. Conference proceedings p. 76.
9. **Lakatos, E. – Kovács A.J. - Neményi, M. – Némethné Varga, M. (2004):** Mikrohullámmal kezelt folyékony élelmiszerekben a hőeloszlás vizsgálata. XXX. Óvári Tudományos Napok, 2004. október 7. Mosonmagyaróvár szerk.: Kovácsné Prof. Dr. habil. Gaál Katalin pp. 151.
10. **Lakatos, E. – Neményi, M. – Kovács A.J (2005):** Különböző anyagokról készített infrakamerás felvételek kiértékelése. MTA-AMB, 29. Kutatási-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2005. 01. 18-19. Proceedings, szerk. Dr. Tóth László, Dr. Vinczeffly Zsoltné pp. . (poszter)
11. **Neményi, M. – Lakatos, E. – Kovács, A.J. (2005):** Nyers és fogyasztói tej zsírtartalmának meghatározása mikrohullám és konvektív szárítási eljárás során. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly tudományos ülésszak. 2005. 10. 19-21. Proceedings. pp. 272.
12. **Neményi, M. – Lakatos, E. – Kovács, A.J. (2006):** Mikrohullám kezelés használata nyers és fogyasztói tej zsírtartalmának meghatározására. MTA-AMB, 30. Kutatási-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2006. Proceedings, szerk. Dr. Fenyvesi László pp. 10.
13. **Lakatos, E. – Kovács, A.J. – Neményi, M. (2006):** Homogén mikrohullámú tér kialakítása. VII. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. 2006. április 20. Szeged.