

**DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM**  
**MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR**  
**MOSONMAGYARÓVÁR**  
Agrárműszaki, Élelmiszeripari és  
Környezettechnikai Intézet

Program- és Doktori Iskola Vezető  
Prof. Dr Schmidt János, DSc  
az MTA levelező tagja

Alprogram- és témavezető  
Prof. Dr. Neményi Miklós, DSc  
az MTA doktora

**ÉLELMEZÉSI CÉLÚ BIOLÓGIAI ANYAGOK ULTRAHANGOS**  
**BESUGÁRZÁSÁNAK ÉLELMISZERFIZIKAI ÉS MIKROBIOLÓGIAI**  
**VONATKOZÁSAI**

Készítette:  
LŐRINCZ ATTILA

MOSONMAGYARÓVÁR  
2004

## **1. BEVEZETÉS, A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI**

Az aktív ultrahangnak, a hangtér anyagán létrehozott fizikai és sejtbiológiai kölcsönhatásainak kutatásával azért kezdtünk el foglalkozni, mert a sejtbiológiai rendszerek élettevékenységébe, így például a sejtpopulációk túlélési dinamikájába, illetve a fizikai rendszerekbe úgy kívántunk beavatkozni, hogy a kezelt anyaggal semmiféle materiális, vagyis anyagi, kémiai, illetve biológiai kontamináció ne történjen. Ebben a témában összefüggő, rendszerszemléletű munkával sem a hazai, sem a nemzetközi szakirodalomban nem találkoztunk, inkább csak egyes részterületeinek kutatási adatai állnak rendelkezésre.

## **2. A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI**

Fő célunk a mechanikai ultrahanghullámok sejtbiológiai hatásainak, valamint az ultrahang feltételezett szelektív sejtbiológiai hatásainak, illetve az ezt kiváltó és befolyásoló legfőbb tényezőknek a tanulmányozása volt. További cél a fizikai paramétereken keresztül befolyásolható sejtbiológiai hatások célszerű irányítása, a sejtek élettevékenységének manipulálása, illetve az ultrahang fizikai paramétereinek hangtérbeli elváltozásának tanulmányozása volt. Szelekció alatt egy, vagy több kiválasztott sejtípus életképességének olyan irányú megváltoztatását értjük, amelynek során a kiválasztott organizmus élősejtszáma a kezelés hatására kívánt mértékben megváltozik. Az ultrahang szelektív hatásának kimutatása, illetve az ezt befolyásoló tényezők feltárása az élelmiszeriparban, illetve akár a humán gyógyászatban új távlatokat nyithat a sejtszám befolyásoló műveletek szempontjából, akár mint önálló, akár mint kombinált kezelési eljárás. A szelektivitás céljának megvalósítására a szeparáció és az inaktiválás, vagy

szaporodáserkentés lehetnek a járható utak. Munkánk során az ultrahang által kialakított sejt inaktiválást, illetve szaporodáserkentő hatást tanulmányoztuk, a túlélési dinamikát befolyásoló fő fizikai tényezők mellett.

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatások során különböző modellanyagokkal dolgoztunk, melyek közül a legfontosabbak a *Saccharomyces cerevisiae* élesztőgomba, az élesztőgombával megegyező átlagos szemcseátmérőjű dolomitliszt, illetve a feltételesen kórokozó *Pseudomonas aeruginosa* HNCMB170001 baktérium törzs. A kísérleteket 1,1MHz frekvenciaszint körül és 3-12W/cm<sup>2</sup> ultrahang teljesítmény szint mellett végeztük, azonos kezelési körülmények mellett. Összesen nyolc különböző vizsgálati szempontnak megfelelő, egyenként több kísérletsorozatból álló kutatást végeztünk. A kísérletekhez három különböző ultrahangrendszert terveztünk és kiviteleztünk, analóg és digitális sejtanalitikai berendezésekkel, folyadékáramoltatásos rendszerekkel. Az akusztikai jelenségek, így az akusztikai áramlás, az állóhullám és a kavitáció detektálására műszeres és vizuális rendszereket, eljárásokat fejlesztettünk ki. Külön tanulmányoztuk az ultrahang hőhatását, infra- és termoelemes hőmérővel, melyet előzetesen a biológiai hatások egyik kiváltójának feltételeztünk. Mikrobiológiai képleteket és egyenleteket alkalmaztunk, illetve alakítottunk, írtunk át, valamint fizikai számítási módszereket alkalmaztunk a mért eredmények értékeléséhez és a nehezen mérhető paraméterek meghatározásához. Kidolgoztuk a kavitációs határkoncentráció, illetve a kavitáció kialakulási időintervallum meghatározási módszerét, valamint több modellanyag esetén és különböző teljesítmény szinteken meghatároztuk azokat. A 9W/cm<sup>2</sup> teljesítményszinten végzett kísérletek esetén mért kavitációs

határkoncentráció többszörös mennyiségeivel vizsgáltuk a hangtérben kialakuló akusztikai jelenségek dinamikáját, illetve az akusztikai jelenségeknek, az élesztőgomba túlélési dinamikájára vonatkozó hatását. Végül az azonos körülmények között, élesztőgombánál és a baktériumnál mért biológiai hatásokat összehasonlítottuk és levontuk a lehetséges szelektivitás kritériumait a vizsgálatokra vonatkozóan.

## 4. EREDMÉNYEK

### 4.1. A VIZSGÁLATOK VÉGEREDMÉNYEI

Folyadékáramoltatásos ultrahangrendszerben 7,5, 9,6, 10,5, és 12W/cm<sup>2</sup> kisugárzott teljesítmény mellett 7,37, 9,43, 10,32 és 11,79W/cm<sup>2</sup> jutott be az alkalmazott kezelő küvetába. Az 50ml, 2-3\*10<sup>7</sup>sejt/ml koncentrációjú *Saccharomyces cerevisiae* szuszpenzió esetén 20°C-on 209,36, 108,42, 59,34 és 53,65 másodperces tizedelődési időintervallum, *D* értékeket kaptunk, az alkalmazott teljesítménnyel fordított arányban. A *D* értékek egy nagyságrenddel való megváltozásához szükséges teljesítményváltozás 11,89W/cm<sup>2</sup> értékre adódott folyadékáramoltatásos rendszerben.

A nem állandó hőmérsékletű 1MHz-es ultrahangos sejtroncsolás, 2,07W/cm<sup>2</sup> teljesítménynél 100,1, 158,1, 133,7 és 91 perces, a 2,7W/cm<sup>2</sup> teljesítményű ultrahangkezelés 34,9, 30,64, 35,33, 52,2 perces *D* értéket eredményezett az 50ml, 0,4-2\*10<sup>7</sup>sejt/ml kiinduló sejt koncentráció mellett *Saccharomyces cerevisiae* élesztőgomba esetén.

A termoelem önabszorpciója miatt, az infrahőmérővel végeztük az ultrahang hőhatásával kapcsolatos méréseket. Az ultrahangtér *Saccharomyces cerevisiae* sejt tartalma csökkentette a kavitáció aktivitását és a hőképződés

mértékét a tiszta szuszpendáló szerhez képest, viszont sejtpusztulás így is jelentkezett, tehát nem csak az ultrahang hőhatása a sejtroncsoló hatás oka.

Akusztikai jelenségek vizsgálatával kapcsolatban összefüggő fizikai jelenségsort figyeltünk meg, mely nyugalomban lévő folyadékból, szökőkút-jelenségből, kavitációból, kavitációs buborékokat és szemcséket tartalmazó akusztikai áramlásból, szemcsesodró akusztikai áramlásból, állóhullámból és kavitációs buborékokat és szemcséket tartalmazó akusztikai áramlásból tevődött össze.

A kavitációs határkoncentráció az alkalmazott  $3-12\text{W/cm}^2$  ultrahang teljesítmény tartományban egyenletesen növekedett, liofilizált élesztő esetében  $2-4,2\text{g/l}$ , préselt élesztőnél  $9,12-12,08\text{g/l}$ , dolomit liszt esetén  $0,88-5,12\text{g/l}$  sűrűségtartományban, a kavitáció kialakulási időpillanat pedig  $12\mu\text{m}$  átlagos átmérőjű dolomit lisztnél 750másodperc, a liofilizált élesztő esetén 45másodperc körüli érték volt.

A  $1,72*10^7-5,37*10^7$ sejt/ml kiinduló koncentrációjú *Saccharomyces cerevisiae* szuszpenziók  $D$  értéke  $9\text{W/cm}^2$  teljesítményen,  $1,117\text{MHz}$  frekvencián akusztikai áramlásnál  $160-130$ másodperc, állóhullám mellett  $1500-800$ másodperc volt, a kiinduló sejtkoncentrációval fordított arányban, kavitáció mellett pedig  $39-150$ másodperc volt a kiinduló sejtkoncentrációval egyenes arányban.

A *Pseudomonas aeruginosa* HNCMB170001 baktérium törzs  $D$  értékei  $9\text{W/cm}^2$  esetén  $10056-1205$ másodperc között és  $6\text{W/cm}^2$  esetén  $2656-1968$ másodperc között adódtak  $1,117\text{MHz}$  és  $5,5*10^7-1,24*10^7$ sejt/ml kiinduló csíraszám mellett a kiinduló sejtkoncentrációval fordított arányban.

## 4.2. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

4.2.1. Megállapítottam, hogy állandó hőmérsékletű folyadékáramoltatásos és nem állandó hőmérsékletű töltő-ürítő ultrahangrendszerekben a *Saccharomyces cerevisiae* „D” értékei, az alkalmazott teljesítményekkel fordított arányban állnak, illetve a nem állandó hőmérsékletű ultrahangrendszerben a „D” értékek a kiinduló sejtkoncentrációkkal egyenes arányban változnak alacsonyabb, illetve fordított arányban változnak magasabb ultrahang teljesítmények mellett.

4.2.2. Megállapítottam, hogy az ultrahangos kavitáció felel a vízben jelentkező fokozott hőképződésért, de nem csak a hőhatás felel az ultrahang biológiai hatásaiért.

4.2.3. Megállapítottam, hogy a kavitációs határkoncentráció, 3-12W/cm<sup>2</sup> között egyenes arányban változik minden alkalmazott modellanyag esetén a teljesítménnyel, illetve ennek és a kavitáció kialakulási időintervallumnak az ismeretében meghatározható az adott anyag.

4.2.4. Megállapítottam, hogy a kavitáció kialakulási időintervallum egyenes arányban változik az alkalmazott részecskekoncentrációval, azonban nem változik a teljesítménnyel, a kavitációs határkoncentráció mindig azonos mértékű változtatásakor.

4.2.5. Megállapítottam, hogy a *Saccharomyces cerevisiae* „D” értékei a kiinduló sejtkoncentrációkhoz fordítottan aránylanak az akusztikai áramlás és állóhullám mellett, illetve egyenesen aránylanak a kavitáció akusztikai jelensége mellett 1,72\*10<sup>7</sup>-5,37\*10<sup>7</sup>/ml sejtkoncentráció és 9W/cm<sup>2</sup> teljesítményszinten.

4.2.6. Bebizonyítottam, hogy az alkalmazott analóg sejtanalitikai rendszerrel a *Saccharomyces cerevisiae* túlélési dinamikája egyszerűbben gyorsabban követhető, mint azonos körülmények mellett, manuális elemzéssel.

4.2.7. Megállapítottam, hogy a *Pseudomonas aeruginosa* baktérium „D” értékei a vizsgált  $5,5 \cdot 10^7$ - $1,24 \cdot 10^7$  tartományban a kiinduló sejtkoncentrációval fordított arányban állnak kavitáció mellett 6 és  $9 \text{ W/cm}^2$  teljesítményszinten.

4.2.8. Megállapítható, hogy a vizsgált baktérium és az élesztőgomba kavitációval szemben tanúsított ellentétes túlélési dinamikája, a fajok közti szelektív sejtbilógiai ultrahangkezelés lehetőségét bizonyíthatja.

4.2.9. Új berendezés és eszköz a folyadékáramoltatásos ultrahangrendszer, a nem állandó hőmérsékletű ultrahang rendszer, az ultrahang hőhatásának vizsgálatakor kifejlesztett ultrahang és detektor rendszerek, a műszeres kavitáció detektor és az analóg és digitális sejtanalitikai rendszerek.

4.2.10. Új tudományos módszerek a szono-termogramok és differenciál szono-termogramok, a kavitációs határkoncentráció meghatározásának alap és kiegészítő módszerei, a kavitáció kialakulási időpillanat meghatározásának, a szimultán akusztikai jelenség – sejtbilógiai hatás vizsgálat módszerei, a sejtanalitikai eljárások *Saccharomyces cerevisiae* ultrahangtérbeli túlélésének vizsgálatára.

## **5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK**

### **5.1. FOLYADÉKÁRAMOLTATÁSOS ÉS NEM ÁLLANDÓ HŐMÉRSÉKLETŰ ULTRAHANGVIZSGÁLATOK**

A vizsgált folyadékáramoltatásos ultrahangrendszerben  $7,5$ ,  $9,6$ ,  $10,5$  és  $12 \text{ W/cm}^2$  kibocsátott ultrahang intenzitások mellett,  $7,37$ ,  $9,43$ ,  $10,32$  és  $11,79 \text{ W/cm}^2$  intenzitás értékek jutottak be az alkalmazott ultrahangos átfolyó rendszerű kezelő küvetába, amely intenzitás csökkenés a reflexióból adódott. Javasoljuk, hogy bármilyen ultrahangkezelés folyamán, a fő fizikai paramétereket

állandó értéken érdemes stabilizálni, vagy ha erre nincs mód, akkor az eredmények értékeléséhez ismerni kell a leglényegesebb fizikai paraméterek ultrahangtér módosító hatását és ultrahangtérbeli módosulását, illetve azokkal számolni kell.

Mind a folyadékáramoltatásos, mind a nem állandó hőmérsékletű töltő-ürítő ultrahangrendszerben a *Saccharomyces cerevisiae* élesztőgomba tizedelődési *D* értékei és az alkalmazott ultrahang teljesítmény fordított arányban állnak, ami a nagyobb teljesítmény erőteljesebb biofizikai roncsoló hatásából következik.

## 5.2. AZ ULTRAHANG HŐHATÁSA

Tiszta szuszpendáló szerhez képest, szuszpenziókban az akusztikai kavitáció intenzitása és a kialakult hőmérsékleti értékek is alacsonyabbak voltak. Az eredményekből az következik, hogy az ultrahangos kavitáció felel a fokozottabb hőképződésért, folyadékokban. Csak a vizsgálatok végső időszakában alakult ki az akusztikai jelenségek átváltásától függetlennek-tűnő hőmérséklet érték, ebben a zónában viszont nem volt mérhető különbség a különböző koncentrációjú szuszpenzió minták szuszpendáló szerhez viszonyított hőmérsékletkülönbség értékei között sem. Javasoljuk, hogy az akusztikai jelenségek dinamikáját minden kezelendő akusztikai rendszer, vagyis minden vizsgálandó anyag esetében előzetesen meg kell ismerni, mely nélkülözhetetlen alapja az aktív és a passzív ultrahangos munkának.



### 5.3. AZ AKUSZTIKAI JELENSÉGEK VIZSGÁLATA

A kavitációs határkoncentráció az alkalmazott  $3-12 \text{ W/cm}^2$  teljesítmény és  $1,117\text{MHz}$  frekvencia mellett, liofilizált élesztőgombánál  $2-4,2\text{g/l}$ , préselt élesztőgombánál  $9,12-12,08\text{g/l}$  volt. A két különböző formátumú élesztőgomba nedves bázisra számolt szárazanyag tartalmára vonatkoztatva a kapott eredményeket, nagyon hasonló kavitációs határkoncentráció értékek adódtak az egyes teljesítményszintek mellett. Ebből arra a következtetésre jutottunk, hogy a kavitációs határkoncentráció az egyes anyagok szárazanyag tartalmától függ alapvetően.

A kavitáció kialakulási időpillanat dolomitlisztnél  $750$  másodperc körüli, liofilizált élesztőgombánál  $45$  másodperc körüli értéket mutatott, amely különbség az egyes részecskék térfogattömegéből és mozgásából származó tehetetlenségéből adódhat. Következésképpen a kavitációs határkoncentrációval és a kavitáció kialakulási időpillanattal a szemcsés anyagok minőségileg és mennyiségileg reprodukálható módon jellemezhetők. Javaslatunk, hogy figyelemmel kell lenni a különböző akusztikai jelenségek ultrahangtérbeli jelenlétének körülményeire és fizikai kritériumaira, továbbá szemcseanalitikai eljárásként, illetve gyors szárazanyag meghatározásra javasoljuk a fenti vizsgálati módszereket.

### 5.4. A *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* ÉLESZTŐGOMBA TÚLÉLÉSI DINAMIKÁJÁNAK ÉRTÉKELÉSE AZ AKUSZTIKAI JELENSÉGEK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

Magasabb *Saccharomyces cerevisiae* kiinduló csíraszámú szuszpenziók esetén egyre később alakult ki az akusztikai áramlás után az állóhullám, majd a kavitáció a részecskék adszorpciójából és szórásából származó alacsonyabb

akusztikai nyomás amplitúdóból következően. Az akusztikai áramlás és az állóhullám esetén a tizedelési időintervallum értékek a kiinduló sejtkoncentrációval fordított, kavitáció esetén egyenes arányban változtak. Kölcsönhatás volt az ultrahangtérbeli szuszpenzió koncentráció és az akusztikai jelenségek kialakulása között, illetve ebből következően a szuszpenzióbeli sejtek túlélési dinamikája és a szuszpenzió koncentrációja között. Javasoljuk tehát, hogy a túlélési dinamikát meghatározó akusztikai jelenségeket a hangtér fizikai paraméterein keresztül befolyásoljuk, ezáltal szabályozhatjuk a sejtek túlélési dinamikáját magával a sejtkoncentrációval, visszacsatolás elvén.

## **5.5. A SEJTANALITIKAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA**

Az alkalmazott analóg sejtanalitikai rendszerrel *Saccharomyces cerevisiae* túlélési dinamikája ultrahang besugárzás során egyszerűbben, gyorsabban követhető volt, mint manuális vitális festéssel. Javasoljuk, az alkalmazott analóg sejtanalitikai eljárás alkalmazását a sejtek ultrahang rezisztenciájának felderítése céljából, gyors módszerként. Segítségével indirekt módon információt kaphatunk egy sejtpopuláció koreloszlásáról, egy rendszer faji összetételéről, a környezeti analitikában toxicitásról, vagy mutagenitásról.

## **5.6. PSEUDOMONAS AERUGINOSA BAKTÉRIUM ULTRAHANGKEZELÉSE**

A *Pseudomonas aeruginosa* HNCMB170001 baktérium törzs  $D$  értékei 6 és  $9\text{W}/\text{cm}^2$  teljesítmény és 1,117MHz frekvencia mellett, a kiinduló sejtkoncentrációkkal fordított arányban alakultak. Következésképpen, az alkalmazott koncentrációtartományban a rendszer még nem érthette el a

teljesítőképessége csúcsát, vagyis a kavitációs határkoncentrációt, mivel magasabb részecskékonzentrációnál egy kavitációs buborék összeomlása annak közelében lévő több sejtet is szétroncsolhat egyszerre. Alacsonyabb intenzitású, rövidebb időintervallumú ultrahangkezelés szaporodáserkentő hatást fejtett ki. Javaslatunk, hogy a vizsgált *Pseudomonas aeruginosa* HNCMB170001 baktérium törzs, illetve minden mikroorganizmus gazdaságos elpusztításához a kavitációs határkoncentráció közelében, de az alatt érdemes üzemeltetni a rendszert, a stabil maximális teljesítőképességnél, melyet az alkalmazott kavitációs határkoncentráció vizsgálattal határozhatunk meg kísérletileg. A szaporodáserkentéshez rövid időintervallumú alacsonyabb intenzitású kezelést kell alkalmazni.

## 5.7. A SZELEKTÍV ULTRAHANGHATÁS KRITÉRIUMAI

A *Saccharomyces cerevisiae* esetén a kavitáció melletti tizedelési időintervallum és a kiinduló szuszpenzió koncentráció értékek egyenes arányban állnak, míg a *Pseudomonas aeruginosa* HNCMB170001 baktérium törzs esetén e jelenség mellett fordított arány tapasztalható. A szelektív ultrahanghatás kivitelezésének módja, hogy amennyiben a kiinduló csíraszám mindkét vizsgált mikroorganizmus esetén  $9,22 \cdot 10^7$  sejt/ml, akkor elméletileg mindkét mikroorganizmus egyforma 737 másodperces tizedelési időintervallummal rendelkezik, kezelés hatására azonos ütemben pusztul. Ha ennél alacsonyabb mindkettő sejtszáma, akkor az élesztőgombát, illetve fordított esetben a baktériumot lehet kiirtani a másik sejtípus mellől. A teljesítmény szelektivitása gyakorlatilag egyirányú, mivel az élesztőgomba  $D$  értéke megközelítőleg tizede a baktériuménak, vagyis fordított eset az élesztőgomba legalább tíz nagyságrenddel

magasabb koncentrációjánál fordulhat elő csak. Elméletileg, ha a vizsgált baktériumot az alacsonyabb kiinduló csíraszám, vagyis a nagyobb  $D$  értéke ellenére kellene kiirtani az élesztőgomba mellől, akkor a  $6\text{W}/\text{cm}^2$  melletti baktériumra gyakorolt szaporodáskereső hatást alkalmazva, a baktériumszám kellő mértékben megsokszorozható ahhoz, hogy  $D$  értéke az élesztőgomba alá kerüljön, így kiirthatóvá váljon az élesztőgomba mellől. Következésképpen az ultrahang alkalmas lehet a sejtszám szelektív szabályozására.

## 6. PUBLIKÁCIÓK

### 6.1. LEKTORÁLT CIKKEK

1. Neményi, M. – Lőrincz, A. (2002): Ultrahang akusztikai jelenségeinek koncentrációfüggése és ennek hatása a sejtroncsolásra. Élelmiszerfizikai közlemények. (elfogadva, megjelenés alatt)
2. Lőrincz, A. – Neményi, M. (2002): Akusztikai kavitáció kialakulásának koncentrációfüggése szuszpenziókban. Élelmiszerfizikai közlemények. (elfogadva, megjelenés alatt)
3. Lőrincz, A. – Neményi, M. (2003<sup>b</sup>): Appreciation of an complex ultrasound system according to survival cell count. Hungarian Agricultural Engineering. Vol. 16. pp. 32-34.
4. Lőrincz, A. – Neményi, M. (2003): Examination of the concentration dependence of acoustical phenomenon in water based suspensions. Acta Agronomica Ovariensis. Vol. 45. No. 1. pp. 85-96.
5. Lőrincz, A. (2003): Effectiveness of ultrasonic cell disruption as a function of the suspension concentration. Acta Alimentaria (megjelenik: 2004. június, 33. évfolyam. 2. szám)
6. Lőrincz, A. (2003): Ultrasonic Cellular Disruption of Yeast in Water Based Suspensions. Biosystems Engineering (elfogadva)

## 6.2. NÉPSZERŰSÍTŐ CIKKEK

7. Lőrincz, A. – Neményi, M. (2002): Az in vitro sejtfeltárás hatékonyságát befolyásoló fizikai tényezők (1. rész). Laboratóriumi Információs Magazin, Biofizika rovat. XI. évfolyam, No. 2. pp. 36-38.
8. Lőrincz, A. – Neményi, M. (2002): Az in vitro sejtfeltárás hatékonyságát befolyásoló fizikai tényezők (1. rész). Laboratóriumi Információs Magazin, Biofizika rovat. XI. évfolyam, No. 2. pp. 36-38.
9. Lakatos, E. – Lőrincz, A. – Neményi, M. (2002): Az ultrahangos sejtroncsolás fizikai kritériumainak meghatározás a folyékony élelmiszerek csíraszám csökkentésével kapcsolatban. Élelmezési Ipar. LVI. Évfolyam 2002. No. 7. pp. 203-206.
10. Lőrincz, A. (2003): Az aktív ultrahang alkalmazása napjainkban (1. rész). Laboratóriumi Információs Magazin, Biofizika rovat. XII. évfolyam, No. 5. pp. 45-49.
11. Lőrincz, A. (2003): Az aktív ultrahang alkalmazása napjainkban (2. rész). Laboratóriumi Információs Magazin, Biofizika rovat. XII. évfolyam., No. 6. pp. 28-33.
12. Lőrincz, A. (2004): Az aktív ultrahang alkalmazása napjainkban (3. rész). Laboratóriumi Információs Magazin, Biofizika rovat. XIII. évfolyam., No. 1. pp. 50-55.

13. Lőrincz, A. (2004): Az aktív ultrahang alkalmazása napjainkban (4. rész). Laboratóriumi Információs Magazin, Biofizika rovat. XIII. évfolyam., No. 2. pp. 40-44.

### 6.3. ELŐADÁSOK

14. Lőrincz A. – Neményi M. (2001): Az ultrahang hatása folyadékban szuszpendált pékélesztő csíraszámának változására. MTA-AMB Kutatási-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2001. január 23-24. No. 25. p. 14. (előadás + poszter)
15. Lőrincz, A. - Neményi, M. (2001): Cell decrease by ultrasonic effect on yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) suspension and the limit concentration of cavitation. 2001. augusztus 28-30. Physical Methods In Agriculture, Prága (előadás + poszter)
16. Neményi, M. – Lőrincz, A. (2001): Cell concentration decreasing with ultrasonic effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) suspension. Műszaki Kémiai Napok, Veszprém, 2001. április 24-26. p. 254. (poszter)
17. Neményi, M. – Lőrincz, A. (2001): Cell (*Saccharomyces cerevisiae*) disruption with ultrasound treatment. In: Institute of agricultural, food and environmental engineering. Conference für Leben und Überleben, Internationaler Kongress, Wien, Universität für Bodenkultur, 2001. november 18-21. p. 192. (poszter)

- 18.** Neményi, M. – Lőrincz, A. (2002): Komplex ultrahangrendszer értékelése a besugárzás miatt kialakult mikroorganizmus-csíraszám csökkentő hatás alapján. MTA-AMB Kutatási-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2002. január 20-21. Vol. 2. pp. 145-149. (poszter)
- 19.** Lőrincz, A. – Neményi, M. (2002): Ultrahangtér fizikai minőségének befolyása a besugárzás miatt kialakult mechanikai hullámjelenségekre folyadékokban, valamint az ebből következő biológiai és fizikai hatások értékelése. MTA-AMB Kutatási-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2002. január 20-21. Vol. 2. pp. 150-154. (poszter)
- 20.** Neményi, M. – Lőrincz, A. (2002): Különböző típusú szuszpendált szemcsék tulajdonságainak hatása az ultrahangos kavitációra. Műszaki Kémiai Napok, Veszprém, 2002. április 16-18. pp. 260-261. (előadás + poszter)
- 21.** Neményi, M. – Lőrincz, A. (2002): Az ultrahang sejtbiológiai hatásának elemzése a hangtér fizikai paramétereinek függvényében. XXXII. Membrán-Transzport Konferencia. A Romhányi György Alapítvány, A Magyar Élettani Társaság Membránbiológiai Szakosztály és a Magyar Biofizikai Társaság közös rendezvénye. Sümeg, 2002. május 21-24. p. 33. (poszter + előadás)
- 22.** Neményi, M. – Kacz, K. – Kovács, A. J. – Stépán, Zs. – Lőrincz, A. (2002): Agro- és élelmiszerfizikai kutatások a Nyugat-Magyarországi Egyetem Agrárműszaki, Élelmiszeripari és Környezettechnikai



Intézetében. EU Konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság. Tudományos Tanácskozás, Debrecen, 2002. szeptember 23. pp. 307-320. (előadás)

- 23.** Neményi, M. – Lőrincz, A. (2002): Ultrahangtérben kialakuló sejtroncsoló hatás értékelése a szelektív biológiai hatások tükrében. XXIX. Óvári Tudományos Napok, Mosonmagyaróvár, 2002. október 3-4. p. 111. Teljes anyag megjelent CD lemezen. (előadás + poszter)
- 24.** Lőrincz, A. – Neményi, M. (2002): A sejtkoncentráció-akusztikus jelenség - sejtleletképesség változás kölcsönhatásának vizsgálata ultrahangtérben. V. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia. A Szegedi Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kara és az MTA Szegedi Területi Bizottsága, Agrárműszaki Szakbizottsága rendezésében. 2002. október 24–25. pp. 99-100. Teljes anyag megjelent CD lemezen. 6 SZTE-SZÉF ISBN 963482577X. (előadás + poszter)
- 25.** Lőrincz, A. – Neményi, M. (2002): Assesement of the effectiveness of ultrasonic cell disruption by acoustic phenomena as a function of the suspension concentration. 32'nd Annual Ultrasonic Industry Association Symposium. October 21 – 23. 2002, The Helmsley Hotel, New York, NY. Medical Session. Teljes anyag megjelent CD lemezen. (előadás)
- 26.** Neményi, M. – Lőrincz, A. – Lakatos, E. (2003): Az ultrahangszugár fizikai paramétereinek változása a besugárzott anyagban. MTA-AMB

Kutatási - Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2003. január 21-22. No. 27.  
p. 55. (poszter)

- 27.** Lőrincz, A. – Neményi, M. – Lakatos, E. (2003): A magas intenzitású ultrahang sejtroncsoló hatásának alakulása a besugárzott anygtól függő akusztikai jelenségek mellett. MTA-AMB Kutatási-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2003. január 21-22. No. 27. p. 79. (poszter)
- 28.** Lőrincz, A.– Neményi, M. – Lakatos, E. (2003): A szelektív sejtbiológiai kezelések ultrahangos megvalósítása (The selective cellbiological treatments by ultrasound) Műszaki Kémiai Napok, Veszprém, 2003. április 16-18. pp. 260-261. (előadás + poszter)
- 29.** Lőrincz, A. (2004): Mesterséges látás sejtanalitikai alkalmazása. MTA-AMB Kutatási-Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2004. január 20-21. No. 28. p. 14. ISBN 963 611 406 4 (előadás + poszter)
- 30.** Lőrincz, A. (2004): Application of the Ultrasound Hyperthermia Model for a Multi-layered Tissue System. Advanced Metrology for Ultrasound in Medicine, 27-28 April 2004, Teddington, UK. (poszter előadás)
- 31.** Lőrincz, A. (2004): Opportunities for Applying Digital and Analogous Machine Vision in Cell Analytical Methods Used for Analyzing Cell Disruption Effect of Ultrasound. XXII International Congress of the International Society for Analytical Cytology (ISAC), 22-27 May 2004 at Le Corum in Montpellier, France. (előadás)