



## Narancslé mikrohullámú hőkezelése

KAPCSÁNDI VIKTÓRIA – LAKATOS ERIKA –  
FÁBRI ZSÓFIA NÓRA – NEMÉNYI MIKLÓS

Nyugat-magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatási célunk a narancslében előforduló élesztő- és penészgombák számának csökkentése volt alacsony teljesítményű mikrohullámú besugárzás révén. A mikrohullámú kezelések során 440 W-os, 600 W-os és 900 W-os kimenő teljesítményt alkalmaztunk. A mintákat a gyümölcslevek pillanatpasztörözése során alkalmazott hőfokig, 85 °C-ig melegítettük fel. Kontrollként kezeletlen narancslevet, valamint főzőlapon 85 °C-ig melegített narancslé-mintát vizsgáltunk. A kezelések után a minták élesztő- és penészgomba számát felületi szélesztéses módszerrel határoztuk meg, YGC táptalajon. Konduktív hőkezelés alkalmazásakor megközelítőleg egy nagyságrenddel tudtuk lecsökkenteni a kiindulási telepszámot. Ennél a kezelésnél a narancslé átlagosan 9 perc 35 másodperc alatt érte el a 85 °C-ot. A 440 W-os mikrohullámú kezelés során a felmelegedési idő átlagosan 8 perc 30 másodperc volt. A kiindulási telepszámok ebben az esetben is jelentős mértékben csökkentek mind a kontroll (2 nagyságrend), mind a főzőlapon (1 nagyságrend) értékekhez képest. A 440 W-os kezeléshez képest nem következett be jelentős telepszámcsökkenés a 600 W-os (átlagosan 5 perc 41 másodperc felmelegedési idő) és a 900 W-os (átlagosan 4 perc 46 másodperc felmelegedési idő) kezelés hatására. A mérések során a mikrohullám mikroapasztító hatásának vizsgálata mellett egy energiatakarékos, gyors, ugyanakkor a jelenlegi hőkezelési folyamatok hatékonyságával megegyező módszer kidolgozását tűztük ki célul.

**Kulcsszavak:** mikrohullámú besugárzás, narancslé, élesztő.

### BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Napjainkban a vásárlók már nemcsak olyan termékeket keresnek, amelyek hosszú szavatossági idővel rendelkeznek, hanem egyre fontosabb szemponttá válik a minőség is. Az élelmiszer-ipari vállalatok olyan technológiák kifejlesztésén dolgoznak, melyek nem túl agresszívnek és a kezelések után is friss, tápláló és egészséges marad az élelmiszer (Rivas et al. 2006).

A narancs hosszú időnk óta egyike a világon legnagyobb mennyiségben megtermelt gyümölcsöknek, leve az egyik legkeresettebb gyümölcsle a fogyasztók körében (FAO 2000). A narancsleveleknek jelentős az antioxidáns-, a vitamin- és egyéb funkcionális összetevőtartalmuk (Stern 1998). Mindemellett karotinoidokat is kimutattak a citrusfélék héjából és húsából, bár a különböző struktúrák nem egyenletesen oszlanak el a gyümölcsben (Pascual et al. 1993, Melendez-Martinez et al. 1999).

Nagy problémát jelent azonban, hogy a nyersen fogyasztott zöldségekkel és gyümölcsökkel közvetített megbetegedések száma világszerte jelentős mértékben megnövekedett az elmúlt évtizedekben. A növényi nyersanyagok elsődleges mikrobiotája elsősorban a talajból, vízből, levegőből, csapadékból, rovaroktól és állatoktól származik. A gyümölcsökön átlagosan  $10^3$ – $10^5$  tke/g nagyságrendben találunk mikroorganizmusokat. A baktériumok közül csak tejsav- és az ecetsavbaktériumok jelentősek. A mikrobiota többségét élesztőgombák alkotják (*Hanseiaspora*, *Torulaspóra*, *Saccharomyces*, *Candida*). A penészgombák között a gyümölcsök kórokozói és romlást okozói az *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Fusarium* fajok (Deák 2006).

A pasztőrözés művelete nagyon fontos a citrusfélék stabilitásának megőrzése érdekében mind a szállítás, mind pedig az értékesítés idején (Borenstein és Bunnell 1966). Hagyományos pasztőrözés során a 4,5 pH-jú, illetve e pH-érték alatti gyümölcsleveket 60 °C és 100 °C között hőkezelik 30 perc és 1–2 másodperc közötti időtartamig, az adott hőmérséklettől függően (Jay 1992, Chen et al. 1993). Általános gyakorlat szerint a leveket a lehető legrövidebb időtartamon belül felmelegítik 82–85 °C-ra, ezután forrón, aseptikus körülmények között letöltik őket és megtörténik a zárás (Varma és Kannan 2005).

A mikrohullám melegítő hatása közel 50 év óta ismert, előnyös tulajdonságainak ellenére mégsem terjedt el az élelmiszeriparban. Ennek oka, hogy a berendezések költségesek, és nem áll rendelkezésre elég adat a különböző frekvenciák hatásairól, az inhomogén elektromos erőterőről vagy akár az élelmiszerek dielektromos jellemzőiről (Géczi és Sembery 2005). Ismeretes, hogy az elektromágneses tér energiája felhasználható fizikai-kémiai és biológiai folyamatok befolyásolására. A folyamat attól függ, hogy milyen viszonyban van az elektromágneses tér energiakvantuma azzal az anyagmennyiséggel, amely képes változást vagy károsodást okozni a kezelt biológiailag aktív objektumban a különböző termikus műveletek (sterilizálás, sejt bontás, főzés, tartósítás, fermentálás, enzim-átalakítás) során (Szabó 1990). A mikrohullámú sugárzás alkalmazása során a mikroorganizmusok és enzimek inaktiválását lehet elvégezni olyan hőmérsékleten, ami az inaktiválási hőmérséklet alatt van (Culkin és Fung 1975, Khalil és Villota 1988). Tajchakavit et al. (1998) a narancslében lévő *Saccharomyces cerevisiae* és *Lactobacillus plantarum*, Koutchma és Ramaswamy (2000) pedig az *Esherichia coli* élettevékenységét inaktiválták 50 °C-os mikrohullámú kezelés során. A mikrohullámmal történő anyagkezelés alapvető jellegzetessége, hogy a hagyományos hőközléstől eltérő hő- és anyagtranszport-folyamatok játszódnak le a termék teljes térfogatában. Ennek következtében az alkalmazott műveletek ideje lecsökkenhet (Singh és Heldman 2001). Mindezen ismeretek birtokában arra kerestük a választ, hogy a kis teljesítményű mikrohullámú besugárzás mennyire csökkenti a penész- és élesztőgombák számát a narancslémintákban a kontroll (nem hőkezelt) és a konduktív úton hőkezelt mintákhoz képest.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Az YGC táptalaj összeállításánál élesztőkivonatot (5,0 g/l), glükózt (20,0 g/l), kloramfenikolt (100 mg/l), agar-agar (14,8 g) és desztillált vizet használtunk. A Petri-csészékbe 15 cm<sup>3</sup> került a táptalajból. A táptalajok megszilárdulása után a Petri-csészék 24 órára 37 °C-os termosztátba kerültek, majd ezt követően még 12 órát szobahőmérsékleten álltak. Miután a lemezek készen voltak, elkezdődött a narancslé előkészítése és hőkezelése.

A mérésekhez kereskedelmi forgalomban kapható, *Lane-late* fajtájú, spanyolországi narancsból frissen narancslevet készítettünk. A préselés során a teljes gyümölcsöt felhasználtuk. A kifacsart narancslevet öt egyenlő részre osztottuk. A friss narancslé képezte a kontrollmintát. Emellett közvetlen a préselés után elektromos főzőlapon (konduktív úton) 85 °C-ig melegítettünk 200 g narancslevet. A minta kiindulási hőmérséklete 16 °C, a felmelegítés sebessége 8,4 °C/perc volt. A mikrohullámú kezeléseket FISO MWS-4 száloptikával kiegészített Panasonic NNF 653WF típusú inverter (folyamatos teljesítmény leadásra képes) mikrohullámú egységben végeztük. A kezelés paramétereit a mikrohullámú kezelőtérrel összekötött számítógép révén állítottuk be, így egyéni kezelési programokat hoztunk létre. A mikrohullámú kezelést 440 W-os, 600 W-os majd 900 W-os magnetron teljesítmények alkalmazása mellett hajtottuk végre.

A narancsleveket a pasztőrözés általános hőfokprogramja szerint 85 °C-ig melegítettük hűntartási idő nélkül. A hőkezelés során a minták hőmérsékletét a száloptikás hőmérő segítségével követtünk nyomon. Az optika a Fabry-Perot elven működik (*Datta et al.* 2001). A mikrohullámú mérési sorozatokban vízcsapdákkal egészítettük ki a berendezést. A kezelőtérbe önmagában behelyezett minták egyenlőtlen felmelegedése miatt (mivel nem tudtunk homogén hőmérséklet-eloszlást kialakítani az anyagban) vízcsapdák alkalmazásával kívántuk a teret homogenizálni. *Villamiel et al.* (1996) véleménye szerint a mikrohullámú tér homogenizálható vízcsapdák felhasználásával, az irodalomban azonban ennek konkrét kidolgozását *Lakatos et al.* (2005) fogalmazta meg.

Az anyagban disszipált teljesítmény 440 W magnetron teljesítmény alkalmazása esetén, 508 másodperces átlagos kezelési időt figyelembe véve 0,37 W/g. A kezelés során a vízcsapdák a kibocsátott teljesítmény 83%-át elnyelik (*Lakatos et al.* 2010).

*Deák* (1998) szerint a felületi szélesztéses módszer alkalmasabb az élesztők kitenyésztésére, mert a lemezöntés a hősokk és a korlátozott oxigénellátás miatt kisebb telepszámokat eredményez. Ez alapján a hőkezelések után a kontroll és a kezelt mintákból három párhuzamos leoltás három ismétlésével felületi szélesztést végeztünk. A leoltott YGC táptalajokat ezután 37 °C-on 48 órán át inkubáltuk, majd elvégeztük a kiértékelést. Az eredmények statisztikai értékelése során t-próbát végeztünk, amelynek során 95%-os szignifikancia szint alkalmazása mellett vizsgáltuk az összefüggéseket.

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A hőkezeléseknél folyamatosan nyomon követtük a minták hőmérséklet-változását. Az élesztők 55 °C-nál nagyobb hőmérsékleten néhány perc alatt elpusztulnak, vagyis hőtűrésük a vegetatív

baktériumokéhoz képest kisebb. Tizedelőési idejük (D-érték) 55 °C-on mintegy 1–5 perc, 60 °C-on már kevesebb, mint 0,1 perc (Deák 1998.) A penészgombák hőtűrése a mezofil baktériumokéhoz hasonló. Hőtűrésüket 60 °C-on 1 perc körüli D-érték jellemzi (Deák 2006). Ezért fontos tényező a minták felmelegedési ideje (1. táblázat), melyből látszik, hogy az összes kezelésnél a minták elég időt töltöttek 60 °C fölött ahhoz, hogy jelentős pusztulás következzen be.

1. táblázat A főzőlapon és a mikrohullámmal kezelt minták átlagos felmelegedési ideje 85 °C-ra

Table 1. Hot plate and microwave average warm-up time of treated samples to 85 °C

	<b>Idő</b> (min) (1)	<b>Felmelegítés sebessége</b> (°C/min) (2)
Főzőlap (3)	9:46*	8,4*
440 W (4)	8:30*	8,2*
600 W (5)	5:41*	4,9*
900 W (6)	4:46*	4,1*

(1) time (min), (2) warming rate (°C/min), (3) hot plate, (4) 440 W sample, (5) 600 W sample, (6) 900 W sample, (\*) average of three parallel measurements

A kontroll és a főzőlapos (konduktív úton kezelt) minta tenyésztési eredményei a 2. táblázatban láthatók. A főzőlapos mintánál a telepszámok megközelítőleg 1 nagyságrendet csökkentek, feltehetően a 85 °C-ra való felmelegítés hatására, mely elegendő volt a jelentős mértékű mikrobapusztuláshoz.

2. táblázat A telepszámok átlagos értékei a kontroll, a főzőlapos a 440 W-os, a 600 W-os és a 900 W-os mintákban

Table 2. The average CFU in control, hot plate, 440 W, 600 W and 900 W samples

<b>Minták</b> (1)	<b>(Tke/cm<sup>3</sup>)</b> (7)
Kontroll (2)	248,2±22,3*
Főzőlap (3)	202,0±32,1*
440 W (4)	8,5±4,0*
600 W (5)	2,0±1,3*
900 W (6)	1,6±0,8*

(1) samples, (2) control sample, (3) conductive sample, (4) 440 W sample, (5) 600 W sample, (6) 900 W sample, (7) CFU/ml, (\*) 3 parallel measurements mean and standard deviation

A 2. táblázatban látható, hogy a 440 W-os mikrohullámú kezelés hatására a telepszám mindhárom minta esetében megközelítőleg 1 nagyságrenddel csökkent a konduktív kezeléshez viszonyítva. Ez egyértelműen bizonyítja a mikrohullám (nem termikus) pusztító hatását a konduktív hőkezeléssel szemben, ugyanis a hőkezelések során a narancslémintákat minden esetben 85 °C-ig melegítettük fel hőtartási idő nélkül. Az eredmények statisztikai

értékelése során (t-próba) 95%-os szignifikanciaszinten tudtunk igazolni különbséget a mikrohullámmal (440 W) és a főzőlapon melegített minták telepszámai között.

A 2. táblázat mutatja, hogy a 600 W-os és a 900 W-os teljesítményű kezelés nem csökkentette drasztikusan a telepszámokat a 440 W-os teljesítményű kezeléshez viszonyítva. Egyértelműen látszik, hogy már a kisebb teljesítményű kezelés is elegendő volt a telepszám olyan mértékű csökkentéséhez, amihez képest a nagyobb teljesítményű kezelés nem okozott további jelentős pusztulást. Feltételezhetően azonban szükségesegek további mérések a kapott eredmények korrektebb interpretálásához.

## Microwave heat treatment of orange juice

VIKTÓRIA KAPCSÁNDI – ERIKA LAKATOS – NÓRA ZSÓFIA FÁBRI – MIKLÓS NEMÉNYI

University of West Hungary  
Faculty of Agricultural and Food Sciences  
Mosonmagyaróvár

### SUMMARY

The aim of the experiments was to reduce the yeast and mold counts in orange juice through a low-power microwave radiation. During the treatments three different outputs (440 W, 600 W, and 900 W) were applied. The samples were heated to 85 °C because this temperature is widely used in pasteurization processes. Untreated orange juice was used as control. Furthermore, orange juice samples heated up to 85 °C by hot plate were also examined. Following the treatments, yeast and mold counts were enumerated in the samples using YGC agar. Based on our results, conductive heating resulted in reducing the viable counts of yeast and molds by approximately 1 log cycle. In this case the orange juice was heated up to 85 °C. In this treatment the orange juice achieved the required temperature value in 9 min 35 sec, on average. A significant change was observed in colony counts when 440 W was applied. In this case the heat treatment was carried out without holding time and the average warming up time was 8 min 30 sec. The results demonstrated that yeast and mold counts decreased considerably compared to the control and conductive methods. No significant decrease was observed in colony counts in the case of the 440 W-treatment compared to the 600 and 900 W-treatments. In conclusion, next to the microwave devastating impact analysis one energy-saving rapid method was developed, which is as effective as the conventional heat treatment procedures.

**Keywords:** microwave radiation, orange juice, yeast.

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Borenstein, B. – Bunnell, R. H. (1966): Carotenoids: properties, occurrence and utilization in foods. *Advances in Food Research*. **15**, 195–276.
- Chen, C. S. – Shaw, P. E. – Parish, M. E. (1993): Orange and tangerine juices. In S. Nagy – C.S. Chen – P.E. Shaw (Eds.), *Fruit Juice Processing Technology*. Agscience, Auburndale.
- Culkin, K. A. – Fung, D. Y. C. (1975): Destruction of *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* in microwave-cooked soups. *Journal of Milk and Food Technology*. **38**, (1), 8–15.
- Datta, A. K. – Anantheswaran, R. C. (2001): *Handbook of Microwave Technology for Food Applications*. Marcel Dekker, New York.
- Deák T. (1998): Élesztőgombák. Mezőgazdaság Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Deák T. (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- FAO (2000): *FAO Yearbook: Production*. FAO Statistics Series, No. **123**, FAO, Rome.
- Géczy G. – Sembery P. (2005): Mikrohullám az élelmiszeriparban. *Áram és Technológia*. **3**, 19–21.
- Jay, J. M. (1992): *Modern Food Microbiology* (4th ed.). Van Nostrand Reinhold, New York.
- Khalil, H. – Villota, R. (1988): Comparative study on injury and recovery of *Staphylococcus aureus* using microwaves and conventional heating. *Journal of Food Protection*. **51**, (3), 181–186.
- Koutchma, T. – Ramaswamy, H. S. (2000): Combined effects of microwave heating and hydrogen peroxide on the destruction of *Escherichia coli*. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*. **33**, (1), 30–36.
- Lakatos E. – Kovács A. J. – Neményi M. (2005): Homogeneous microwave field creation. *Hungarian Agricultural Engineering*. **18**, 80–81.
- Lakatos E. – Kovács A. J. – Neményi M. (2010): Milk fat content determination by combined physical (microwave and convective dehydration) method. *Milchwissenschaft*. **65**, (4), 373–376.
- Melendez-Martínez, A. J. – Britton, G. – Vicario, I. M. – Olson, J. A. (1999): Carotenoids and human health. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. **49**, 7–11.
- Pascual, M. – Mallet, D. – Cuñat, P. (1993): Estudio de los carotenoides de naranjas cv. Navelina. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. **33**, (2), 179–196.
- Rivas, A. – Rodrigo, D. – Martínez, A. – Barbosa-Cánovas, G. V. – Rodrigo, M. (2006): Effect of PEF and heat pasteurization on the physical–chemical characteristics of blended orange and carrot juice. *LWT* **39**, (10), 1163–1170.
- Singh, R. P. – Heldman, D. R. (2001): *Introduction to Food Engineering*. Academic Press, London.
- Stern, P. (1998): Fruit and vegetable beverages with added ingredients. *Flüssiges Obst*. **65**, (3), 126–130.
- Szabó G. (1990): Gyorsfagyaszott élelmiszerek mikrohullámú felengedtetése üregezonátoros térben. *Hűtőipar*. **1**, 14–20.
- Tajchakavit, S. – Ramaswamy, H. S. – Fustier, P. (1998): Enhanced destruction of spoilage microorganisms in apple juice during continuous flow microwave heating. *Food Research International*. **31**, (10), 713–722.
- Varma, M. N. – Kannan, A. (2005): Enhanced food sterilization through inclination of the container walls and geometry modifications. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. **48**, (18), 3753–3762.
- Villamiel, M. – Corzo, N. – Martínez-Castro, I. – Olano, A. (1996): Chemical changes during microwave treatment of milk. *Food Chemistry*. **56**, (4), 385–388.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

KAPCSÁNDI Viktória – LAKATOS Erika – FÁBRI Zsófia Nóra – NEMÉNYI Miklós  
 Nyugat-magyarországi Egyetem  
 Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
 H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.  
 E-mail: kapocs@mtk.nyme.hu  
 lakatose@mtk.nyme.hu  
 fabri@mtk.nyme.hu  
 nemenyim@mtk.nyme.hu