

## Development of egg product's preservation in the last 25 years

# A tojáslétermékek tartósításának fejlődése az elmúlt 25 évben

Tóth Adrienn<sup>1</sup>, Németh Csaba<sup>2\*</sup>

Jónás Gábor<sup>1</sup>, Zeke Ildikó<sup>1</sup>

Csehi Barbara<sup>1</sup>, Salamon Bertold<sup>1</sup>

Fehér Orsolya<sup>3</sup>, Surányi József<sup>4</sup>

Póti Péter<sup>5</sup>

A. Tóth<sup>1</sup>, Cs. Németh<sup>2\*</sup>

G. Jónás<sup>1</sup>, I. Zeke<sup>1</sup>

B. Csehi<sup>1</sup>, B. Salamon<sup>1</sup>

O. Fehér<sup>3</sup>, J. Surányi<sup>4</sup>

P. Póti<sup>5</sup>

1. SZIE ÉTK Hűtő- és Állatitermék

Technológiai Tanszék

1118 Budapest, Ménesiút 43-45. D.

épület

2. Capriovus Kft., Szigetcsép

\* e-mail: nemeth.csaba@capriovus.hu

3. SZIE ÉTK Élelmiszeripari

Gazdaságtan Tanszék, Budapest

4. Pest Megyei Kormányhivatal

Élelmiszerlánc-biztonsági és

Állat-egészségügyi Igazgatósága,

Budapest

5. SZIE MÉK Szarvasmarha- és

Juhtenyésztési Tanszék,

Gödöllő

# ÉLELMISZER- HIGIÉNIA

## ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők bemutatják, hogy a tojáslé tartósítására milyen lehetőségek vannak, ill. születtek az elmúlt 25 évben. Bemutatják a tojáslé előállításban alkalmazott termikus és nem termikus technológiákat, és a termékekhez adagolható tartósítószerket is. Ismertetik a különböző eljárások mikrobiológiai kockázatokat csökkentő hatékonyságát, és azt, hogy azok hogyan változtatják meg a natív tojás érzékszervi és technofunkcionális tulajdonságait. A cikkből kiderül, hogy annak ellenére, hogy napjainkban a tojáslétermékekben lévő patogén mikrobák elpusztítása és a romlást okozó baktériumok számának csökkentésére az ipar viszonylag egységes, hasonló kezelési paraméterekkel működő hőkezelést alkalmaz, számos kutatás irányul hatékonyabb, a tojás eredeti tulajdonságait jobban megőrző eljárások kifejlesztésére

## SUMMARY

In the study the opportunities to preserve egg products are presented, highlighting the developments of the last 25 years. Thermal and non-thermal preservation technologies and preservatives for the production of liquid egg products are described. The microbiological risk reduction and influences on sensorial and techno-functional quality of the different technologies are compared. In the article it is shown that the inactivation of pathogens and spoilage microbes is solved with uniformed, very similar technological parameters in industrial conditions. In turn, several research results are available to develop more effective technologies preserving the original properties.

A piaci verseny megkívánja a hűtve forgalmazott tojáslétermékek eltarthatósági idejének növelését, ehhez viszont az általánosan elterjedt pasztörözési eljárásoknál nagyobb arányú csíraszámcsökkentésre van szükség. Az erre irányuló fejlesztéseket mutatjuk be a következőkben.

## A TOJÁSLÉTERMÉKEK KIALAKULÁSA, A FEJLESZTÉS INDOKAI

Az élelmiszeriparban a nagyüzemi tézsa- és kekszgyártók támasztottak először igényt a tojás mint nyersanyag „technológiához kész” formában történő előállítására. Ezért a gyártás során felhasználásra kerülő héjas tojásokat egy, a technológia többi részétől elválasztott, külön üzemszobában dolgozták fel törés (héj eltávolítása), homogenizálás alkalmazásával ún. tojáslévé, majd pasztörözést követően juttatták a feldolgozás helyére. A pasztörözést a tojás állati eredete indokolja, a szárnyas bélszatornájával és környezetével való kapcsolat révén külső felülete erősen szennyeződik (1. táblázat) (6, 13). A feltört tojásba mikroorganizmusok kerülhetnek a héjről, amelyek ott gyorsan elszaporodhatnak, mivel a tojáslé kiváló táptalaj a baktériumok számára.

A tojás beltartalmába kerülő mikroorganizmusok számát napjainkban főként hőkezeléssel csökkentik, amely hőmérsékletének és időtartamának megválasztásánál két fontos problémát kell szem előtt tartani: a tojáslében jelen lévő romlást okozó mikroorganizmusok minél nagyobb arányban, a vegetatív patogén baktériumok teljes mértékben pusztuljanak el, ugyanakkor a tojás értékes összetevői – főleg a fehérjék – ne károsodjanak. Ezért a tojáslé hőkezelése során a kezelési hőmérséklet és idő optimalizálására van szükség. A 2. táblázatban (11) szerepelnek a tojásfehérjében található proteinek és hőérzékenységek. Látható, hogy az ovotranszferin (konalbumin) denaturálódása már 61 °C-on végbemegy. Az 1. ábra pedig a tojástermékek esetében kritikus baktériumok hőpusztulásának hőmérséklettől való függését mutatja be (21).

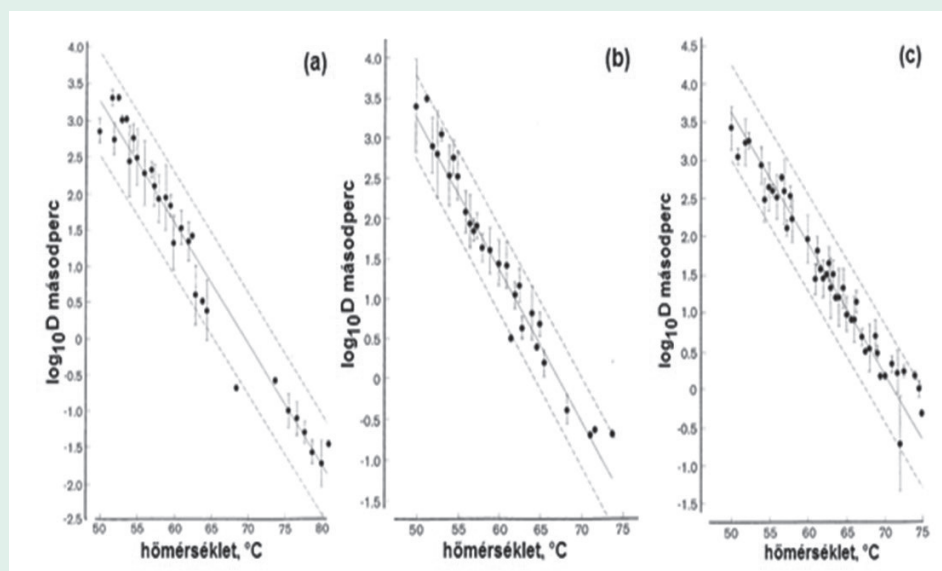
A gyakorlatban leginkább olyan pasztörözési eljárások terjedtek el, amelyek során a tojáslevet szakaszosan vagy folyamatosan hőcserélőn vezetnek át, ahol néhány perces hőkezeléssel csökkentik a sejtszámot. A fehérjék és baktériumok hőtürése függ a kezelendő anyag zsírtartalmától, így a különböző tojástermékek (teljes tojáslé, tojássárgájalé, tojásfehérjelé) hőkezelési paraméterei eltérőek (3. táblázat) (25, 26). Pasztörözés után a tojáslé dobozolását, ill. kannába

**A tojáslé kiváló táptalaj a baktériumok számára**

**A tojáslébe kerülő mikroorganizmusok számát főként hőkezeléssel csökkentik**

**1. ÁBRA.** A hőkezelési hőmérséklet hatása az *Escherichia coli* (a), a *Salmonella spp.* (b) és a *Listeria monocytogenes* (c) hőpusztulására folyadék élelmiszer közegekben

**FIGURE 1.** Effect of temperature of heat treatment on inactivation of *Escherichia coli* (a), *Salmonella spp.* (b) and *Listeria monocytogenes* (c) in liquid medium



**1. TÁBLÁZAT.** A baromfi-tojás héján előforduló mikrobák

**TABLE 1.** Major microorganism on the shell of chicken eggs

Mikroba	Előfordulás gyakorisága
<i>Streptococcus</i>	±
<i>Staphylococcus</i>	+
<i>Micrococcus</i>	++
<i>Sarcina</i>	±
<i>Arthrobacter</i>	+
<i>Bacillus</i>	+
<i>Pseudomonas</i>	+
<i>Acinetobacter</i>	+
<i>Alcaligenes</i>	+
<i>Flavobakterium</i>	+
<i>Cytophage</i>	+
<i>Escherichia</i>	+
<i>Aerobacter</i>	+
<i>Aeromonas</i>	±
<i>Proteus</i>	±
<i>Serratia</i>	±

± esetenként előfordul

+ a legtöbb esetben kis mennyiségben előfordul

++ mindig nagy mennyiségben jelen van

**2. TÁBLÁZAT.** A tojásfehérje fehérjei és azok hőérzékenysége

**TABLE 2.** Proteins of egg white and their heat sensibility

Fehérje	Tojásfehérje fehérjetartalma, %	Denaturálódása vízben, °C
Ovalbumin	54	84,0
Ovotransferrin	12	61,0
Ovomucoid	11	79,0
Ovomucin	3,5	-
Lizozim	3,4	75,0
G2 Globulin	4,0	92,5
G3 Globulin	4,0	-
Ovoinhibitor	1,5	-
Ovoglikoprotein	1,0	-
Ovoflavoprotein	0,8	-
Ovomakroglobulin	0,5	-
Cisztein	0,05	-
Avidin	0,05	85,0

**3. TÁBLÁZAT.** Az USDA tojáslétermékek pasztörözésére vonatkozó ajánlása

**TABLE 3.** Recommended parameters of pasteurization of liquid egg products by USDA

Folyékony tojástermék neve	Minimális kezelési hőmérséklet, °C	Minimális hőntartási idő, min.
Tojásfehérjelé	56,7	3,5
	55,6	6,2
Teljestojáslé	60,0	3,5
Tojássárgájálé	61,1	3,5
	60,0	6,2

töltését követő hűtve tárolás a következő technológiai lépés, majd a tojástermékeket élelmiszerbiztonsági szempontból megfelelő minőségben juttatnak el a fogyasztókhoz.

A piaci verseny megkívánja a hűtve forgalmazott tojáslétermékek eltarthatósági idejének növelését, ehhez viszont az általánosan elterjedt pasztörözési eljárásoknál nagyobb arányú csíraszámcsökkentésre van szükség. Az erre irányuló fejlesztéseket mutatjuk be a következőkben.

### TOJÁSLÉTERMÉKEK MINŐSÉGMEGŐRZÉSI IDEJÉNEK NÖVELÉSE TERMIKUS TECHNOLÓGIÁKKAL

A tojáslétermékek esetében különösen fontosak a technofunkcionális tulajdonságok károsodásának elkerülése. Még a piac által elfogadott, eltérő módon kezelt termékeknek is jelentősen eltérő lehet a felhasználhatósága. Így pl. a sokszorosára növelt eltarthatósági idő sem ellensúlyozza a tojásfehérjelé habképző és habtartó képességének csökkenését.

Ezt is figyelembe véve tojáslevek hőkezelési technológiájának továbbfejlesztésére számos kutatást végeztek és végeznek napjainkban is a hosszabban eltartható tojáslétermékek előállítására érdekében. A fő fejlesztési irányok 1990 és 2000 között születtek meg, melyeket egy-egy szabadalom kapcsán mutatunk be.

#### Eljárás tojáslé ultrapasztörözésére

Az US 5019408 szabadalmi leirat (23) teljes tojáslé folyamatos áramban történő pasztörözéséről számol be. A fehérjekicsapódás folyamata 80 °C-nál nem enged meg nagyobb egyenérték-hőmérsékletet, mert az e fölötti kezelési hőmérsékleten nem tartható a fogyasztók számára még elfogadható, 5%-nál kevesebb fehérjeaguláció. 80 °C-on a *Salmonella* spp. száma 9 nagyságrenddel csökken, míg a *Streptococcus faecalis* esetében 7 nagyságrend csökkenés valósul meg 5 perces kezelés során. A *Salmonella* spp. hőpusztulását kis hőmérsékletű kezelés során a 4. táblázatban mutatjuk be.

Az eljárás során a 4 °C-os tojáslevet először homogenizálják, fűtött felület segítségével előmelegítik, majd az egyenértékponthoz tartozó ideig egyenérték-hőmérsékleten tartják, végül hűtik. Aszeptikus technológiával csomagolva a termék 8–36 hétig használható fel.

#### Eljárás teljes tojáslé pasztörözésére szeparált fehérje és sárgája áramokkal

A teljes tojáslé pasztörözésére érdekes elgondolás, amikor a szeparált fehérje és sárgája áramokat külön hőkezelik, majd ezt elegyítik (24).

**4. TÁBLÁZAT.** *Salmonella* spp. hőpusztulása kis hőmérsékletű kezelés során

**TABLE 4.** Heat inactivation of *Salmonella* spp. during low temperature heat treatment

Minta	<i>Salmonella</i> spp. D55-értékének	
	átlaga, min.	95%-os konfidenciaintervallumnak határai, min.
Folyadékok (21)	3,7	3,5–4,0 (1,1–12,9)*
Teljes tojáslé ( <i>Salmonella</i> Senftenberg) (1)	11,31	11,07–11,55
Teljes tojáslé ( <i>S. Enteritidis</i> ) (1)	7,04	7,01–7,07
Teljes tojáslé ( <i>S. Enteritidis</i> ) (18)	92,7	71,9–130,6
Tojásfehérjelé ( <i>S. Enteritidis</i> ) (9)	1,5	1,3–1,7
Tojássárgájálé ( <i>S. Enteritidis</i> ) (9)	21,0	19,5–22,5
Tojássárgájálé ( <i>S. Enteritidis</i> ) (18)	193,6	145,4–290,3

\* Kivételes esetekben előforduló értékek

Ennél az eljárásnál külön fehérje- és sárgájaáramot hoznak létre. A sárgájaáramot felmelegítik egy olyan hőmérsékletre (78 °C), amely a fehérjeáram legmagasabb hőmérsékleténél (kb. 62 °C, de létezik olyan módszer is, amelynél a fehérjét külön nem hőkezelik) nagyobb, majd újra egész (teljes) tojásléárammá egyesítik a két áramot, ami egy újabb meghatározott hőmérsékletet (67 °C) vesz fel. Ezen a hőmérsékleten az így keletkező tojásmelanzsot kb. 2,5 percig „hőntartják”. Az újraegyesítés előtti hőntartás idejét olyan hosszúságúnak választják meg, amely még elegendő mindkét áramban a *Salmonella* spp. 9 nagyságrenddel történő csökkentésére.

A második hőntartás után a kapott terméket homogenizálják, majd aszeptikusan csomagolják. Az így kapott termék 4 °C-on akár 4–6 hétig eltartható.

### **Eljárás folyékony tojástermékek csíracsökkentő kezelésére gőzbefúvással**

Tojásfehérje, tojássárgája vagy teljes tojáslé pasztörözéséről ad felvilágosítást az US 6149963 számú szabadalmi leirat. A módszer alapja, hogy a hagyományos, megközelítőleg 60 °C-on, rövid ideig végzett pasztörözést egy nagyon gyors előmelegítés előzi meg. A hőkezelés elvégezhető közvetlen gőzbefúvással, így a tojáslé nem érintkezik forró felülettel, és a hőkezelést követő hűtés megoldható a tojáslé expanziójával. Rendkívül gyors hőkezelést tesz lehetővé az esőáramú melegítő, amelyben nagy pontossággal és megbízhatósággal érhető el a kívánt hőmérséklet a termék esése (2–4 m/s) közben (5).

A folyamat során a tartályban tárolt hűtött tojáslevet szivattyú segítségével szállítják az első hőcserélőbe, ahol 30–40 másodperc alatt 45 °C-ra melegítik fel az anyagot. Ezután egy második hőcserélőben 10–20 másodperc elteltével 50–55 °C-ot ér el a tojáslé, majd innen az esőáramú melegítőbe kerül, ahol gyorsan 80–90 °C-ra melegszik fel, kevesebb mint egy másodperc alatt. Ebből a melegítőből a „flash” edényen át (gyors hűtés érhető el vele, mialatt a folyadék expandál, addig a gőzbevezetés alatt a tojáshoz adagolt összes vízgőz formájában távozik) egy első majd egy második kamrába kerül a tojáslé. Az első kamrában a termék 0,1 másodperc alatt 40 °C-ra hűl az expanzió következtében.

A második kamrából kikerült folyadékot meleg víz közvetítésével 5 percig 60–65 °C-on pasztörözik, majd 15 másodperc alatt hűtőhőmérsékletre hűtik, mely állapotban aszeptikusan csomagolják. Az így kapott termék maximális összcsíraszám 20 °C-on tárolva 10 hét után 1000 TKE/ml.

### **Eljárás teljes tojáslétermékek pasztörözésére elektromos fűtéssel**

Tojáslevek pasztörözésénél a forró felülettel történő fűtés legfőbb problémája, hogy a fűtött felület idővel eltömődik a fehérjekoaguláció miatt. Alternatíva lehet egyes termékeknél az elektromos fűtés (22).

Az eljárás során a hő úgy termelődik, hogy a termék folyamatos áramára váltakozó elektromos áramot kapcsolnak. A legtöbb élelmiszerben vannak töltéssel rendelkező részecskék, ezért vezetőképeseek annyira, hogy elektromos áram folyjon át rajtuk.

A folyamat röviden összefoglalva: a teljes tojáslé folyamatos áramban áramlik át egy előmelegítő berendezésen, melyben hőmérséklete 55 °C-ra emelkedik. Ezután egy magasabb hőmérsékletre melegítik ( $\Delta T_{\max} = 10$  °C) az első elektromos fűtőberendezésben, mely elektromos feszültséget és áramot közöl a benne lévő tojáslével. Ezután egy második hőmérsékletre ( $\Delta T_{\max} = 10$  °C) lehet melegíteni a tojáslevet egy második elektromos fűtőberendezésben. Megfelelő időközönként mindkét elektromos fűtőberendezésben turbulens tojásléáramot hoznak létre. A folyamat beállítható úgy, hogy a teljes tojásléterméket érő hőkezelés elegendő legyen a termék pasztörözéséhez.

Az utolsó fűtési lépés után aszeptikus csomagolás következik, melynek eredményeként a csomagolt tojáslétermék legalább 4 hétig, de akár 4–36 hétig eltartható hűtőhőmérsékleten (0–5 °C).

**A hőkezelés elvégezhető közvetlen gőzbefúvással**

**Az elektromos fűtés egy új lehetőség a pasztörözésre**

**A tojáslé pasztörözését elvégezhetik a fogyasztói csomagolásban is**

#### **Eljárás tojáslétermékek előállítására rövid pasztörözést követő hőntartással**

Amennyiben a tojáslétermékeket hőkezelés utáni csomagolása nem aszeptikusan történik, a termék utófertőződhet. Ennek kiküszöbölésére az egyik módszer, ha a tojáslé pasztörözését már fogyasztói csomagolásban végzik el (8).

Az eljárás során a későbbi felhasználáshoz, fogyasztáshoz megfelelő térfogatú csomagolásba töltött nyers teljes tojáslevet legalább 57 °C-ra, a pasztörözés megkezdéséhez megfelelő hőmérsékletre előmelegítik. A terméket homogenizálják, majd ezen a hőmérsékleten a töltőgép segítségével a csomagolóanyagba pumpálják és légmentesen zárják. A csomagolóanyag lehet műanyag palack, fóliatasak, fémdoboz, üvegedény vagy bármilyen más nem légáteresztő csomagolóanyag. A becsomagolt, előmelegített tojáslevet meleg tárolókamrába (tulajdonképpen pasztöröző egység) továbbítják, ahol legfeljebb 60 percig pasztörözik, ill. „hőntartják”.

Az ezt követő magasabb hőmérsékletű hőkezelésnek különböző módjai lehetnek, pl. mikrohullám, rádiófrekvencia vagy ohmikus fűtés hőcserélőkön keresztül, vagy bármilyen egyéb hőkezelési technika. A melegítő tárolókamrában fűtőfolyadékot vagy levegőt áramoltatnak. A pasztörözés hőmérsékletére 65–67 °C-ot, idejére 20–60 percet javasolnak. A szükséges hőmérséklet csökkenthető, ha tartósítószerrel adagolnak, ezáltal csökkenthető a koaguláció veszélye. A tojáslevet ezután tárolási hőmérsékletre hűtik (0–5 °C-ra, itt akusztikus vagy mechanikus rezgést alkalmaznak a folyamatot segítségére), hogy az esetleg benne lévő baktériumspórák csírázását megakadályozzák. Lehűtési időnek kb. 17 percet ajánlanak.

A folyamat eredményeként a 0–5 °C-os hűtőhőmérsékleten tárolva hosszan, legalább 10 hétig eltartható tojásléterméket lehet előállítani. A módszer nagy előnye, hogy a csomagolási műveletnél nem kell aszeptikus körülményeket biztosítani, ugyanakkor kizárja a pasztörözés utáni fertőződés lehetőségét.

#### **Eljárás tojáslé termék csíramentesítésére hosszantartó hőtárolással**

A csomagolóanyagban végzett hőkezelés hőkezelési idejének, és ezzel gyártási folyamatának megnövelésével akár szobahőmérsékleten is tárolható termék is előállítható (12).

Az eljárás kivitelezhető tojásfehérjelé, tojássárgájale és teljes tojáslé esetében egyaránt, a különbség csak az alkalmazott hőmérsékletben rejlik. A fehérjefrakciót általában 44–55 °C közé melegítik fel, míg a sárgáját és a teljes tojáslevet 50–70 °C-ra. A felmelegített tojáslevet melegen csomagolóanyagba töltik, és azután meleg tárolóba helyezik, pl. a teljes tojáslé esetében 55 °C-on. A tojás-termékek esetében leginkább kritikus *Salmonella* spp. tizedelési ideje ezen a hőmérsékleten viszonylag magas, ill. a kezelési hőmérséklet időigényes elérése miatt még magasabbá válhat (14), így akár több napig terjedő időtartamig tartják ezen a hőmérsékleten, majd a termékeket 20 °C-ra hűtik vissza. A késztermék ez esetben nem igényel hűtőtárolást.

#### **TOJÁSLÉTERMÉKEK MINŐSÉGMEGŐRZÉSI IDEJÉNEK NÖVELÉSE NEM TERMIKUS TECHNOLÓGIÁVAL**

A hőkezeléssel kombinálva, ill. esetenként önállóan is egyre elterjedtebben használ az élelmiszeripar nem termikus tartósítási módszereket is (10). Tojáslétermékek esetében különösen fontos ezek termékmennyiségre jutó többletköltsége, ill. ipari szintű alkalmazhatósága. Éppen ezért a kutatások főként a nagy hidrosztatikus nyomású technológiára, valamint tojás-termékeknél eddig nem alkalmazott élelmiszeripari tartósítószer hatásvizsgálatára irányulnak.

#### **Tojáslétermékek tartósítása nagy hidrosztatikus nyomással (HHP-technológia)**

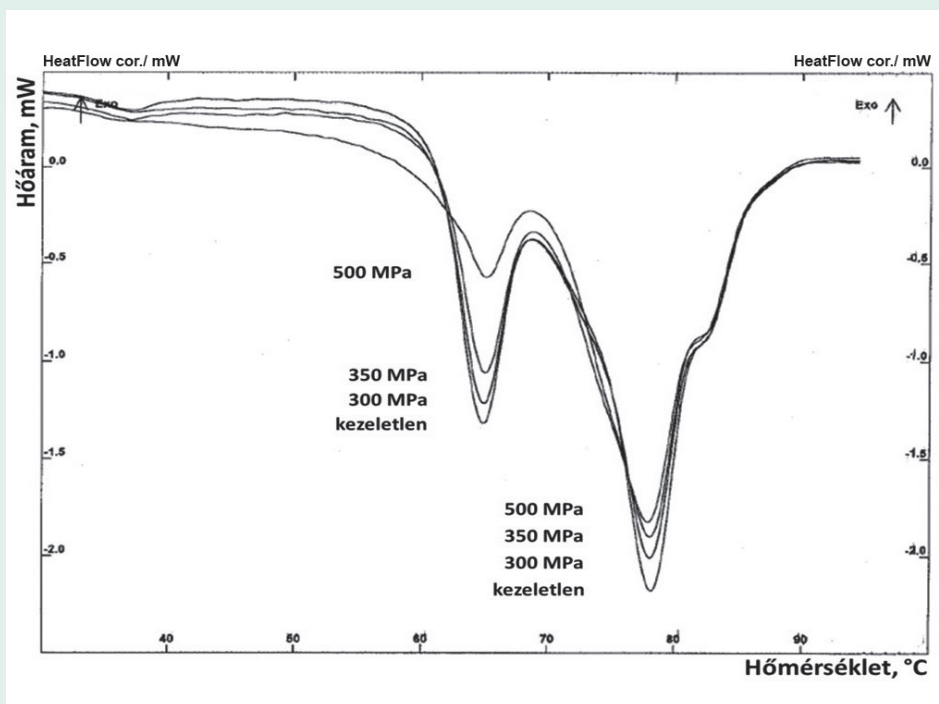
A nagy hidrosztatikus nyomáskezelés során az élelmiszereket 100 és 1000 MPa közötti hidrosztatikus nyomásnak teszik ki (4, 7). Tojás-termékek esetében leg-

**A csíramentesítés kivitelezhető hosszantartó hőtárolással**

**A tojáslétermékek tartósíthatók nagy hidrosztatikus nyomású kezeléssel is**

**2. ÁBRA.** Teljes tojáslé termogramjának változása nagy hidrosztatikus nyomáskezelés (300, 350 és 500 MPa) hatására

**FIGURE 2.** Changes in thermogram of liquid whole egg caused by high hydrostatic pressure (300, 350 and 500 MPa)



feljebb 350–400 MPa nyomás alkalmazható, mert ezen nyomásérték fölött a fehérjék denaturálódnak, ill. különböző mértékű fehérjebomlás mutatható ki (2. ábra) (2), ugyanakkor már 400 MPa nyomáson is 5 nagyságrendet meghaladó *S. Enteritidis* csökkenés tapasztalható (15, 16).

#### Tojáslétermékek minőségmegőrzési idejének növelése tartósítószerrel

**A tartósítószer közül  
a citromsav,  
a nátrium-benzoát,  
a kálium-szorbát és  
a nizin engedélyezett**

A tojáslétermékek eltarthatósági idejének növelésére a hatékonyabb csíraszámcsökkentő kezelési technológiák alkalmazása mellett lehetőség van mikrobaszaporodást gátló tartósítószer használatára. Sokáig Magyarországon csak a citromsav, a nátrium-benzoát és a kálium-szorbát használata volt engedélyezett.

Az étkezési savak különböző funkciókat töltenek be az élelmiszerekben. Tojáslevekben az étkezési savak közül a citromsav használata engedélyezett, amelynek funkciója a mikrobákkal szembeni gátló hatása, ill. egyes tartósítószer, mint pl. a savanyú közegben alkalmazható benzoésav hatásának növelése (3, 17). A citromsav felhasználhatósága a tojás fehérjéinek pH-érzékenysége miatt korlátozott.

A tojáslétermékekben a Magyar Élelmiszerkönyv sokáig a citromsav mellett kizárólag a nátrium-benzoát és a kálium-szorbát használatát engedélyezte, amelyek együttes koncentrációja nem haladhatja meg az 5000 mg/kg-ot. A benzoátok az élelmiszerekben gyakorta használt antimikrobás anyagok, főként élesztő- és penészgombákkal szemben hatásosak. Baktériumok visszaszorítására kevésbé hatásosak, mert 4,5 feletti pH-értéken (amely értékek mellett tojáslevekben alkalmazható), amikor is a baktériumok szaporodása erőteljesebb, a benzoátok hatásmechanizmusa csökken (20).

Napjainkban már engedélyezett a nizin ipari alkalmazása is (27). Ez az antibiotikum bizonyos sajtokban az érési folyamat következtében természetesen is jelen lehet. Használata tojáslétermékekben 6,25 mg/l koncentrációig engedélyezett, és különösen más kezelési módszerekkel kombinálva hatékony a tojáslétermékek tartósításában (19).

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük a Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kara Hűtő- és Állatitermék Technológiai Tanszékének, valamint a Capriovus Kft. összes munkatársának segítségét! Köszönjük, hogy szakmai tudásukkal, pozitív hozzáállásukkal segítették munkánkat!

## IRODALOM

1. ALVAREZ, I. – NIEMIRA, B. A. et al.: Inactivation of Salmonella Serovars in liquid whole egg by heat following irradiation treatments. *J. Food. Protect.*, 2006. 69. 2066–2074.
2. ANDRÁSSY, É. – FARKAS, J. et al.: Changes of hen eggs and their components caused by non-thermal pasteurizing treatments II. Some non-microbiological effects of gamma irradiation or hydrostatic pressure processing on liquid egg white and egg yolk. *Acta Aliment.*, 2006. 35. 305–318.
3. BRUL, S. – COOTE, P.: Preservative agents in foods: Mode of action and microbial resistance mechanisms. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999. 50. 1–17.
4. CASTILLO A. L. – NÉMETH Cs. – NÉMETH Z. – TÓTH K. – JÓNÁS G. – FRIEDRICH L. – PÓTI P.: Nagy hidrosztatikus nyomás hatása az élelmiszerek mikrobiológiai állapotára: laboratóriumi és félüzemi készüléken mért eredmények. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2014. 136. 473–478.
5. CUTLER, J. – HOLLANDER, A.G.D. et al.: *Method for treating a liquid egg product*. US 6149963. 2000.
6. DEÁK T.: *Élelmiszer mikrobiológia*. Mezőgazda Kiadó. Budapest, 2006.
7. FARR, D.: High pressure technology in the food industry. *Trends Food Sci. Tech.*, 1990. 1. 14–16.
8. HAMID-SAMIMI, M. H.: *Process for producing pasteurized liquid egg products*. US 6024999. 2000.
9. HUMPHREY, T. J. – CHAPMAN, P. A. et al.: A comparative study of the heat resistance of salmonellas in homogenized whole egg, egg yolk or albumen. *Epidemiol. Infect.*, 1990. 104. 237–241.
10. KNORR, D. – FROEHLING, A. et al.: Emerging Technologies in Food Processing, *Annu. Rev. Food Sci. Technol.*, 2011. 2. 203–235.
11. LI-CHAN, E. – NAKAI, S.: Biochemical basis for the properties of egg white. *Crit. Rev. Poult. Biol.*, 1989. 2. 21–59.
12. LIOT, M.: *Process for obtaining long shelf life liquid egg products*. FR 2788406. 2000.
13. MOATS, W. A.: Classification of bacteria from commercial egg washers and washed and unwashed eggs. *Appl. Environ. Microb.*, 1980. 40. 710–714.
14. NÉMETH Cs. – DALMADI I. – FRIEDRICH L. – BALLA Cs.: *Salmonella* Enteritidis és *Listeria monocytogenes* hőtűrő képességének változása tojásfehérjében a kezelési hőmérséklet és a felmelegítési sebesség függvényében. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2011. 133. 605–611.
15. NÉMETH Cs. – BALLA Cs. – JUHÁSZ R. – SUHAJDA Á. – MRÁZ B. – NÉMETH Z.: Teljes tojásle pasztörözése nagy hidrosztatikus nyomással. *Magy. Állatorv. Lapja*, 2012. 134. 252–256.
16. NÉMETH, C. – DALMADI, I. et al.: Effect of high pressure treatment on liquid whole egg. *High Press. Res.*, 2012. 32. 330–336.
17. NÉMETH, C. – DALMADI, I. et al.: Analysis of parameters effecting on the shelf life of liquid whole egg. *Acta agronomica Óváriensis*, 2012. 54. 53–66.
18. NÉMETH C.: Tojáslevek kis hőmérsékletű hőkezelése. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Doktori Iskola. Budapest, 2012. 67.
19. PONCE, E. – PLA, R. et al.: Combined effect of nisin and high hydrostatic pressure on destruction of *Listeria innocua* and *Escherichia coli* in liquid whole egg. *Int. J. Food Microbiol.*, 1998. 43. 15–19.
20. ROBACH, M. C.: Use of preservatives to control microorganisms in foods. *Food Technol.*, 1980. 34. 81–84.
21. SÖRQVIST, S.: Heat resistance in liquids of *Enterococcus* spp., *Listeria* spp., *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. *Acta Vet. Scand.*, 2003. 44. 1–19.
22. SWARTZEL, K. R. – PALANIAPPAN, S.: *Method for pasteurizing liquid whole egg products*. US 5670199. 1997.
23. SWARTZEL, K. R. – BALL, H. R. – HAMID-SAMIMI, M. H.: *Method for the ultrapasteurization of liquid whole egg products*. US 5019408. 1991.
24. SWARTZEL, K. R. – BALL, H. R.: *Method for pasteurizing liquid whole egg products*. US 5019407. 1991.
25. USDA: *Egg pasteurization manual*. ARS 74–78. Agricultural Research Service. Albany, CA, 1980.
26. USDA: *Risk characterization for Salmonella spp. in egg products*. ([http://www.fsis.usda.gov/oppde/rdad/FRPubs/04034N/Risk\\_Characterization\\_Part\\_2.pdf](http://www.fsis.usda.gov/oppde/rdad/FRPubs/04034N/Risk_Characterization_Part_2.pdf))
27. 77/2011. (VIII. 3.) VM rendelet a Magyar Élelmiszerkönyv kötelező előírásairól szóló 152/2009. (XI. 12.) FVM rendelet módosításáról  
Közlésre érk.: 2016. jan. 27.