



Tojáslevek kis hőmérsékletű hőkezelése

című
Doktori értekezés tézisei

Németh Csaba

**Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Karának
Hűtő- és Állattermek Technológiai Tanszékén
Budapest, 2012**

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Dr. Fodor Péter
Egyetemi tanár, DSc
Budapesti CorvinusEgyetem

Témavezető: Dr. Balla Csaba
Egyetemi docens, PhD
Hűtő- és Állatiermek Technológiai Tanszékén
Budapesti Corvinus Egyetem

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.



.....
Az iskolavezető jóváhagyása



.....
A témavezető jóváhagyása

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

A mai korszerű tojásfeldolgozó üzemek különböző pasztörözési technológiákat fejlesztettek ki, melyeknél minden esetben két fontos problémát kell szem előtt tartani: minél több romlást okozó mikroba és minden patogén mikroba pusztuljon el, ugyanakkor a tojás értékes anyagai ne károsodjanak.

A gyakorlatban leginkább olyan pasztörözési eljárások terjedtek el, amelyek során a tojáslevet szakaszosan vagy folyamatosan hőcserélőn vezetik át, ahol néhány perces hőkezeléssel csökkentik az élő sejtszámot. Pasztörözés után dobozást követő hűtve tárolás vagy a tojásle porlasztva szárítása a következő technológiai lépés, melyeket követően a tojásle-termékek élelmiszerbiztonsági szempontoknak megfelelően jutnak el a fogyasztókhoz.

A piaci verseny megkívánja a hűtve forgalmazott tojásle-termékek eltarthatósági idejének növelését, ehhez viszont hatékonyabb eljárások kidolgozására van szükség. Egy lehetséges megoldás a tojásle alacsony hőmérsékletű (55°C, vagy az alatti), hosszú ideig tartó hőntartása. Amennyiben csomagolt tojásleveket kezelnének hőntartással, ki lehet zárni a hőkezelés utáni utófertőződés esélyét. Azonban számolni kell azzal, hogy a tojáslevek felmelegedése csomagolóanyagban viszonylag hosszú időt vehet igénybe, amely a hősokk hatása miatt a baktériumok megnövekedett hőtoleranciájához vezethet.

Fontos továbbá megvizsgálni, hogy a hőntartásos tartósítás elvégezhető-e már pasztörözött tojásle-termékeken. Ugyanis amennyiben a pasztörözés hatására jelentősen megnövekedik a tojásle-ben lévő mikrobák hőrezisztenciája, úgy a már pasztörözött, dobozott levek nem kezelhetők hőntartással.

A technológia kivitelezhetőségét tovább egyszerűsítene, ha a fehérje-, sárgája- és teljes-tojáslevet azonos körülmények között egyszerre lehetne kezelni, így azt is érdemes megvizsgálni, hogy a különböző tojáslevekben mennyire eltérő a mikrobák hőpusztulása.

Ismert tény, hogy a tojásle-termékek eltarthatósági ideje jelentősen meghosszabbítható tartósítószer alkalmazásával. Ugyanakkor keveset tudni arról, hogy amennyiben a csomagolás előtt a nyers tojásle-hez citromsavat, Na-benzoátot, K-szorbátot adagolunk, azok hogyan befolyásolják a tojásle hőérzékeny alkotóinak hőstabilitását, mivel ezeket a tartósítószereket a már hőkezelt tojáslevekbe szokták bekeverni.

A termékek mikrobiológiai stabilitása mellett fontos hogy érzékszervi és funkcionális tulajdonságaik, mint amilyen a tojásfehérje habképző és habtartó képesség ne romoljanak.

Mindezek alapján a következő kérdésre kerestem a választ:

1. A tojáslé-termékek fehérjedenaturáló határhőmérsékleten mikrobiológiailag stabillá tehetőek-e hosszú idejű hőkezeléssel?
2. Növeli-e az előzetes pasztörözés a hőntartásos kezelés élelmiszerbiztonsági kockázatát?
3. *Salmonella* spp. hőrezisztenciájára jelentős hatással van-e hőntartás során, hogy a tojásfehérje-, tojássárgája-lé és teljes tojáslé mintákban van?
4. A legnagyobb mennyiségben használt tojáslé-termékben, a teljes tojáslében hogyan változik a *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* és *Staphylococcus aureus* tizedelési ideje a felmelegítési sebesség és a hőkezelési hőmérséklet függvényében?
5. A különböző tartósítási eljárások befolyásolják-e a tojásfehérje habképző képességét és a hab stabilitását?
6. Kimutatható-e DSC ill. NIR módszerrel 50 – 55°C-os hosszú ideig tartó hőntartás során kalorimetrikus, szerkezeti változás a tojásfehérjében?
7. Amennyiben a tartósítószeret még hőkezelés előtt a nyers tojáslevekhez hozzáadjuk, azok befolyásolják-e a hőérzékeny frakciók hőstabilitását?

2. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

2.1. Pasztörözés hatása a *Salmonella* tizedelési idejére

10^2 - 10^3 CFU/ml nagyságrendű élősejtszámú, pasztörözetlen teljes-tojáslé, tojásfehérje-lé és tojássárgája-lé mintákat a *Salmonella* spp.-kel 10^6 - 10^7 cfu/ml nagyságrendű mértékben mesterségesen fertőztem, majd a 24 órás hőntartás élősejtszám csökkentő hatását vizsgáltam 55°C-on, előzetes pasztörözés alkalmazásával, illetve anélkül.

Részletes hőpusztulási vizsgálatokat végeztem. Méréseink során külföldről beszerzett tojástermékből izolált és azonosított *Salmonella* izolátumot, valamint *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, serotype *Enteritidis* NCAIM B2052 törzset használtam.

Az adott *Salmonella* sp. 24 órás húslé agaros ferde tenyészetéről steril vízzel inokulumot készítettem, úgy, hogy két kacsnyi mennyiséget vittem a tenyészetekről 10-10 ml steril vízbe, majd ezek 1-1 ml-ével oltottam be a tojáslé-minták és a peptonvíz 100-100 ml-ét. Ezzel az eljárással a különböző mintákkal nagyjából hasonló, 10^6 - 10^7 cfu/ml nagyságrendű kiindulási csíraszámokkal dolgoztam. A mikrobák beoltását a tojáslé-termékekre előírt tárolási hőmérsékleten, 4°C-on végeztem, majd a megfertőzött 3-3 párhuzamos tojásfehérje-lé,

tojássárgája-lé, teljes-tojáslé és peptonvíz minták 100-100 ml-ét 55°C-os légterű termosztátba helyeztük. Ezt követően hígítással lemezöntéssel tápagon meghatároztam a kiindulási élősejtszámot. A minták élősejtszámát a méréseim során 3 óránként vizsgáltam. A különböző mintáknál hígításonként 3-3 párhuzamossal dolgoztunk. 10^3 TKE/ml alatti eredmények esetén XLD, BPL és Bizmut-szulfitos szalmonellára szelektív tápagon ellenőriztem, hogy a mintához adott *Salmonella* spp.-t, vagy háttérszennyeződést mérünk-e.

Az esetleges hőrezisztencia-változás indukálására néhány mintánál előzetes pasztörözést alkalmaztam. A fentiek szerint megfertőzött tojástermékeket és kontroll peptonvizeket a fertőzést követően vízfürdőben hőkezelésnek vettem alá (a minták hőmérséklete 12 percig 50 °C feletti és min. 7 percig 58 °C-os volt), majd csapvízzel lehűtötte, szobahőmérsékletre 20°C). Ezt követően 30 percig hűtőben tároltam a mintákat, majd az előzetesen nem hőkezelt mintákhoz hasonlóan az 55 °C-os termosztátba helyeztem őket. Az élőcsíraszám meghatározását a nem hőkezelt mintákéval azonos módon végeztem. Összehasonlítottuk adott mikrobák hőpusztulási sebességét hősokkal, ill. hősökkel a tizedelési idejük alapján.

2.2. *Salmonella Enteritidis*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* és *Staphylococcus aureus* hőrezisztenciája a felmelegítési idő és a kezelési hőmérséklet függvényében

A méréshez homogenizált teljes-tojáslé mintákat használtam. Méréseim során a tojáslé-mintákat mesterségesen fertőztem *Escherichia coli*-val, *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, valamint *Staphylococcus aureus* friss tenyészetével.

A *L. monocytogenes*-t Brain Heart agaron, a többi baktériumot Nutrient agaron tartottam fenn és felhasználásig 4°C-on hűtőszekrényben tároltam. A mérésekhez az adott törzs 37°C-on elszaporított 24 órás ferde agaros tenyészetét használtam fel. A baktériumok 24 órás Brain Heart/Nutrient agaros ferde tenyészetéről steril vízzel kb. 10^8 - 10^9 sejt/ml koncentrációjú inokulumot készítettem, melynek 1-1 ml-ével oltottam be az előzőleg alaposan homogenizált tojáslé-minták 100-100-ml-ét.

Kísérletemben a Central Composite Design elrendezést (CCD) használtam. Az egyes változók (felmelegítési sebesség, hőntartási hőmérséklet) a tizedelési időre (D-érték) gyakorolt hatásának elemzéséhez a választófelület módszert (RSM) használtam. Ennek a kísérleti megközelítésnek a fő előnye, hogy kevesebb kísérletet kell elvégezni, hogy statisztikailag elfogadható eredményekhez elegendő információhoz jussak. A közelítéshez a másodfokú polinomiális modell alapján kapott válaszfelületet használtam.

Az adott hőmérsékletre való felfűtés után 20 percen keresztül a kezelési hőmérsékleten tartottam a mintákat. A kezelési hőmérséklet elérése után közvetlenül, majd ezt követően 5 percenként vettem mintákat. A mintákból tizedelő hígítási sort készítettem steril vízzel, majd Brain Heart/Nutrient agaros lemezöntéssel meghatároztam a minták mikrobaszámát. Az lemezeket 37°C-on 48 órán keresztül inkubáltam, majd telepszámláló segítségével megszámloltam a kinőtt telepeket.

2.3. Tojásfehérje habok stabilitásának vizsgálata

Alapanyagként négy féle tojásfehérje terméket használtam: nyers tojásfehérje-levet, rehidratált tojásfehérjeport, kémialetesen hőkezelt tojáslevet és pasztörözött tojásfehérje-levet. A tojásfehérje termékek és édesítőanyagok (szacharóz, frukto-oligoszaharid szirup, isosweet) kombinálásával kézi habverő segítségével 12 tojáshabot állítottam elő, és ezen haboknak vizsgáltam a reológiai tulajdonságait, a habstabilitását, állományát és érzékszervi tulajdonságait.

A reológiai mérések során az édesítőszerrel tojásfehérje-lé mintákat vizsgáltam Physica MCR 51 (Anton Paar Hungary) rotációs viszkoziméterrel, CC 27 (27 mm átmérőjű henger) mérőtestből és ST 24 -2V-2V-2D mérőfejből álló mérőrendszerrel végeztem el. A mintaoldatok folyásgörbéjét: 100–1000 1/mp deformációsebesség mellett vettem fel, 20°C hőmérsékleten. Minden folyásgörbén 20 pontot vettem fel, a mérés időtartama 80 másodperc volt.

A frissen elkészített habokat 50 ml-es mérőhengerekbe töltöttem és szobahőmérsékleten 18 napig tároltam. Naponta leolvastam, hogy a mérőhenger alján hány ml folyadék gyűlt össze. A folyadékszintet a tárolási idő függvényében ábrázolva felvettem az egyes termékek ún. „léveszteségi” görbéit. A tojáshabok állományát állományvizsgáló (Brookfield LFRA Texture Analyser) jellemeztem. Az adatok rögzítését és az állományprofil elemzését az TexturePro Lite v1.1 Build 4 software segítségével készítettem el.

A vizsgálat előtt a mintákat újra elkészítettem, majd a hűtve tárolás után ostyákon tálaltam. A termékeket 100 pontos rendszerben egy 23 főből álló bírálócsoporttal minősítettem. A habok állományára és ízére legfeljebb negyven pontot lehetett adni, míg az illatra és az összbenyomásra tíz-tíz pont volt adható.

2.4. 50, 55 és 60°C-os hőntartás során bekövetkező változások vizsgálata DSC és NIR módszerekkel

Tojásfehérje-lé mintákat 100 ml-es üveglombikokban 50, 55 és 60°C-on 24 órán át légtérű termosztátban hőntartottam, és a bennük bekövetkező változásokat 3, 6, 9, 12 ill. 24 óra után vizsgáltam.

A kalorimetrikus méréseket MicroDSC III. típusú készülékkel végeztem. A tojáslé minták lemért tömege 500 mg \pm 0,1 mg volt, referencia oldatként desztillált vizet használtam. Néhány esetben elvégeztem második mérési kört is, de semmilyen reverzibilis jelenséget nem figyeltem meg. A kiértékelést a készülékhez tartozó Seftsoft2000-s program segítségével végeztem.

Méréseimet a MetriNIR 10-17 ST típusú reflexiós készülékkel végeztem, 700-1700 nm között 2 nm kaputávolsággal. A réshomogenizátorral és keveréssel ágyneműsített tojásfehérje-lé mintákat 3 független betöltéssel, 90°-os elforgatással mértem. A spektrumok kiértékelését diszkriminancia analízissel (DA, alkalmazott software: SPSS 15.0) és polár minősítő rendszerrel végeztük (PQS, alkalmazott software: PQS 1,56) végeztem.

A vizsgált tojás fehérje minták spektrumait és a hődenaturációs vizsgálatokból nyert entalpia értékek kapcsolatát részleges legkisebb négyzetek (PLS) módszerével modelleztem. A modellezéshez az 50 és 60°C-on hőntartott minták átlag spektrumait használtam fel.

2.5. Tartósítószer hatása a tojáslevek kalorimetrikus tulajdonságaira

Nyers tojásfehérje-, tojássárgája-, és teljes tojás-levet vizsgáltam. A mintákhoz nátrium-benzoátot valamint kálium-szorbátot adtunk úgy, hogy 0,1; 0,3; 0,5 g/l koncentrációjú oldatokat alakítsak ki. A különböző pH-értékű (5,5; 5,0; 4,5) tojáslé-termékek elkészítéséhez citromsavat használtam.

A citromsavval történő pH beállítást CONSORT C831 típusú folyadék pH mérő segítségével végeztem. A beállított tartósítószer koncentrációjú ill. pH-értékű tojáslé-mintákkal végeztem el a kalorimetrikus méréseket DSC-módszerrel.

A kalorimetrikus méréseket MicroDSC III. típusú készülékkel végeztem. A tojáslé-mintákat minden esetben 20°C-ról 95°C-ra fűtöttem fel 1,5 °C/perc felfűtési sebességgel.

A tojáslé minták lemért tömege 500 mg \pm 0,1 mg volt, referencia oldatként desztillált vizet használtam. Néhány esetben elvégeztem második mérési kört is, de semmilyen reverzibilis jelenséget nem figyeltem meg.

A kiértékelést a készülékhez tartozó Seftsoft2000-s program segítségével végeztem. A programmal a kalorimetrikus paraméterek közül a denaturációs hőmérsékleteket (°C) valamint a denaturációs entalpiát (J/g) határoztam meg.

3. EREDMÉNYEK

3.1. Pasztörözés hatása a *Salmonella* tizedelési idejére

Meghatározva az élőcsíraszámok időbeli csökkenését, megállapítottam, hogy a csomagolást követő, 55°C-os hőntartást megelőző pasztörözés megnövelheti a *Salmonella* spp. hőtoleranciáját. Ez a jelenség azonban nem mindig jelentkezik szignifikánsan.

Az előzetes pasztörözésnél sokkal jelentősebb hatása volt a minták lassú felmelegedésének. A termosztátba kerülésük után a szalmonellával fertőzött tojáslevek és a peptonvíz több mint 60 perc elteltével érték el az 55°C-os kezelési hőmérsékletet. Ez alatt a bennük lévő *Salmonella* baktériumokat feltehetőleg hősokk hatás érte, mely hőtoleranciájuk többszörösére növekedéséhez vezetett.

A hősokk-válasz ellenére kísérleteim alapján a 24 órás, 55°C-os hőntartásos kezelés a *Salmonella* spp. elölésére a szokásos tojásle-pasztörözési eljárásnál (itt 5 nagyságrendnyit csökkenés valósul meg) eredményesebbnek bizonyult, amikor nem alkalmaztam előzetes pasztörözést. Ugyanis a különböző tojásle mintákban a 24 órás 55°C-os hőntartás végére vizsgált baktériumok száma kimutathatósági szint alá csökkent, ha nem rendelkeztek szerzett, a sublethális hő hatására létrejövő hősokk-válaszon túli többlet hőtűrő-képességgel.

3.2. *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* és *Staphylococcus aureus* hőrezisztenciája a felmelegítési idő és a kezelési hőmérséklet függvényében

Mérési eredményeim alapján a vizsgált mikrobák (*Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*) közül mindegyik tizedelési idejére szignifikáns ($p < 0,15$) hatása volt a felmelegítési sebességnek az $1 - 5,1^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ tartományban. A hőmérséklet $48,96 - 56,04^{\circ}\text{C}$ -os tartományban egyedül a *Listeria monocytogenes* D-értékére nem volt szignifikáns hatással.

Eredményeim alapján olyan esetekben, ahol a teljes-tojáslevet viszonylag hosszú idő alatt melegítik fel a kezelési hőmérsékletre, számolni kell azzal, hogy egyes mikrobák tizedelési ideje többszörösére növekedhet, amit főként alacsony kezelési hőmérsékleten kell szem előtt tartani.

3.3. Tojásfehérje habok stabilitásának vizsgálata

Megállapítottam, hogy a habstabilitás szempontjából a legjobb minta a tojásporból szacharózzal készült hab, mivel léveszteséget nem tapasztaltam a tárolási kísérletek során, és frissen készítve is szilárdabbnak bizonyult a többi vizsgált mintánál, valamint a reológiai vizsgálat során is kimagasló eredményt ért el. Különösen jó eredményeket sikerült mérni a tojásporból isosweet-tel készült minta esetében is, ahol a keménységi és adhéziós értékekben kiugróan nagy eredményeket kaptunk és a léveszteség értéke is alacsony volt, bár a reológiai vizsgálat során nem mutatott kiemelkedően magas értékeket.

A nyers tojásfehérje-léből szacharózzal készült minta frissen készítve nagyon magas keménységi és adhéziós értékeket mutatott, és lévesztesége is kedvezőnek bizonyult. A reológiai vizsgálat során ez a minta rendelkezett a legmagasabb látszólagos viszkozitás értékkel.

A kíméletesen hőkezelt tojásfehérje-léből isosweet-tel és a pasztörözött tojásfehérje-léből szacharózzal készült minták állományparaméterei nem voltak kiemelkedőek, azonban alacsony léveszteség értékeik miatt eltarthatóság szempontjából megfelelőek.

A pasztörözött tojásfehérje-léből szacharózzal készült minta a reológiai vizsgálat során a legjobbnak bizonyult, ennek a terméknek volt a legbiztosabb a folyásgörbéje.

Az érzékszervi vizsgálatot pontozásos módszerrel, 100 pontos rendszerben, 23 fős bírálóbizottsággal végeztettük el. A bírálók véleménye alapján az egyes termékek érzékszervi tulajdonságai között szignifikáns különbség nem volt, kellemetlen mellékíz nem azonosítottak.

Összességében megállapítottam, hogy az 55°C-on 24 órán át hőntartott tojásfehérje-lé termék techno-funkcionális tulajdonságai cukrászati alkalmazáshoz megfelelőek.

3.4. 50, 55 és 60°C-os hőntartás során bekövetkező változások vizsgálata DSC és NIR módszerekkel

Megállapítottam, hogy az 50, 55°C-os hőkezelésnél nem tapasztaltam összefüggést a hőkezelés és a tojásfehérje-lében bekövetkező szerkezeti változás között, így arra a következtetésre jutottam a NIR valamint a DSC mérések alapján, hogy az 50-55°C-os hőkezelés hatására nem történik számottevő fehérje denaturáció vagy szerkezeti változás. Így ezeken a hőmérsékleteken olyan technológia kidolgozása lehetséges, ahol az élőcsíraszám

nagymértékű csökkentése mellett a termék megőrzi előnyös, a natív tojásra jellemző tulajdonságait.

60°C-on találtam korrelációt a tojásfehérje-lé PQS minőségpontjai és a hőkezelési idő között, így bizonyítottam, hogy a NIR módszer alkalmas a fehérje denaturáció nyomonkövetésére. Továbbá a különböző időpontokig 60°C-on hőkezelt tojásfehérje-lé termékekhez tartozó NIR alapspektrumok és a DSC eredmények összehasonlítása is alátámasztotta azt a megállapítást, hogy az 50 illetve 55°C-on való hőntartás esetében a tojásfehérje lében történő változások elenyészőek, nincs nagymértékű fehérje denaturáció a 60°C-os hőntartáshoz képest.

Bár 50-55°C-os hőntartás során a különböző csoportok szintén jól elkülönültek, azonban az elkülönülés okaira nem találtam meg az egyértelmű választ. Az infravörös tartományban detektált változások okai ezeken a hőmérsékleteken (50-55°C) valószínűleg a fehérje denaturációtól függetlenek voltak (pl.: lizozim-ovomucin komplex képződés, másodlagos fehérjék kismértékű denaturációja).

3.5. Tartósítószeres hatása a tojáslevek kalorimetrikus tulajdonságaira

Méréseim alapján már a pH-érték 5,0-re csökkentésével szignifikánsan megváltoztak a tojásle-minták kalorimetrikus paraméterei. Az minták savanyításának hatására bekövetkező denaturációs entalpia csökkenés mellett a fehérjében a denaturációs hőmérséklet lecsökkenése is megfigyelhető volt. Míg natív állapotban a fehérje 60°C-on kezdett kicsapódni, addig pH 5,0 érték mellett már 54,5°C megkezdődött a denaturáció. Nátrium-benzoát és kálium-szorbát tojáslevekhez adagolása esetén az általam vizsgált kalorimetrikus értékekben csak a tartósítószer 0,5 g/l mennyiségben tartalmazó teljes tojásleiben tapasztaltam szignifikáns eltérést.

Vizsgálataim bizonyítják, hogy a megengedett koncentrációban alkalmazott tartósító adalékanyagok megváltoztathatják a tojásle-termékek olyan kalorimetrikus tulajdonságait, mint a kezdeti denaturációs hőmérséklet.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK, TÉZISEK

1. Megállapítottam, hogy az 55°C-os 24 órás hőkezelés alkalmas *Salmonella* Enteritidis mentes tojáslé-termékek előállítására.
2. Megállapítottam, hogy a hűtött tojáslevek kezelési hőmérsékletre történő felmelegítésének sebessége szignifikáns ($P < 0,05$) hatással van a benne lévő *Salmonella* Enteritidis, *Staphylococcus aureus*, *Echerichia coli* és *Listeria monocytogenes* baktériumok hőtoleranciájára. A 15 percet meghaladó idejű felmelegítés akár három-négyszeresére is növelheti ezen mikroba D_{50-55} értékét, amit egy előzetes (58°C, 10 perc) hőkezelés tovább növelhet.
3. Igazoltam, hogy a *Salmonella* spp. hőpusztulása tojássárgája-lében, teljes-tojáslében és tojásfehérje-lében szignifikánsan eltérnek az 55°C-os 24 órás hőntartás során. Míg a *Salmonella* spp. D_{55} -értéke 24 órás hőntartás során tojásfehérje-lében a legkisebb, tojássárgájában a legnagyobb.
4. DSC módszerrel megállapítottam, hogy a tojásfehérje-lében 55°C-on történő hőkezelése során nem történik fehérje denaturáció. Továbbá az 55°C-on 24 órán át kezelt tojásfehérje-lé reológiai, habképző és habtartó tulajdonságai nem térnek el szignifikánsan a nyers, ill. hagyományos módon kezelt (64°C-on 5 percig hőkezelt) tojásfehérje-levektől.
5. Vizsgálataim bizonyítják, hogy a tojáslé termékekben megengedett tartósító adalékanyagok (citromsav, Na-benzoát, K-szorbát) már a Magyar Élelmiszerkönyvben engedélyezett koncentráció határokon belül is megváltoztathatják a tojáslé-termékek olyan kalorimetrikus tulajdonságait, mint a kezdeti denaturációs hőmérséklet. A már 55°C-nál alacsonyabb hőmérsékleten bekövetkező fehérje denaturációt figyelembe kell venni a hőkezelési paraméterek megválasztásánál.

5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ TARTOÍZÓ PUBLIKÁCIÓK

Könyv, könyvfejezet

Friedrich L., **Németh Cs.**, 2011. Baromfifeldolgozás, VM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest, (ISBN 978-963-309-013-8)

Friedrich L., **Németh Cs.**, 2011. Baromfiipari gépek üzemeltetése, VM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest, (ISBN 978-963-309-013-8)

Bejelentett magyar szabadalom

Németh Cs., Nády N., Balla Cs., Friedrich L., Németh Z. (ifj.), Németh Z., Tóth K. 2011. Sajt jellegű tojásfehérje készítmény és eljárás előállítására, (ügyszám: P1100509)

Balla Cs., Friedrich L., **Németh Cs.**, Németh Z. (ifj.), Németh Z., Tóth K., 2009. Eljárás hosszan eltartható tojáslé előállítására és az eljárással előállított tojáslé készítmény, (ügyszám: P0900493)

IF-es folyóiratban megjelent közlemények

Németh Cs., Pataki Á., Jónás G., Surányi J., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Balla Cs. 2011. Near Infrared Spectroscopic measurements in liquid egg white products kept at 50, 55 and 60°C, *International Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(3-4) pp. 49-52. (IF = 0,425)

Németh Cs., Dalmadi I., Friedrich L., Balla Cs. 2011. *Salmonella* Enteritidis és *Listeria monocytogenes* hőrezisztenciájának változása tojásfehérje-lében a kezelési hőmérséklet és a felmelegítési sebesség függvényében, *Magyar Állatorvosok Lapja* 133(10) pp. 605-611. (IF=0,300)

Németh Cs., Dalmadi I., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Suhajda Á., Ivanics J., Balla Cs. 2011. Pasteurization of liquid egg by HHP treatment, *African Journal of Microbiology Research* (elfogadva, megjelenés alatt) (IF=0,528)

Cs. Németh, B. Mráz, L. Friedrich, Á. Suhajda, B. Janzsó, Cs. Balla, 2011. Microbiological measurements for development of a new preservation procedure for liquid egg, *Czech Journal of Food Science*, 29(6) pp. 469-474. (IF = 0,602)

Németh Cs., Friedrich L., Surányi J., Balla Cs. 2011. The heat destruction of *Salmonella* Enteritidis in liquid egg white as a function of heat treatment, temperature and heating rate, *Journal of Food Protection* (elfogadva, megjelenés alatt) (IF=1,96)

Németh Cs., Dalmadi I., Surányi J., Balla Cs. 2011. Effect of high-pressure treatment on the microorganisms in whole liquid egg, *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 58(S1) 192. (IF=0,625)

Németh Cs., Friedrich L., Dalmadi I., Surányi J., Balla Cs. 2011. Heat-Resistance of *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in whole liquid egg, *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 58(S1) 193 (IF=0,625)

Németh Cs., Dalmadi I., Mráz, B., Friedrich L., Pásztor-Huszár, K., Suhajda, Á., Janzsó B., Balla Cs., 2011. Study of Long Term Post-Treatment of Whole Egg Powder at 50–55°C, *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 61(4), pp. 239-243. (IF = 0,217)

Cs. Németh, Friedrich, J. Surányi, 2011. Effect of heat resistance of *Salmonella* spp. during pasteurisation on the efficiency of long term heat treatment, *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 58(S1) pp. 79 (IF=0,625)

Cs. Németh, Friedrich, Cs. Balla, B. Mráz, L. Á. Suhajda, 2011. Effect of changes in heat resistance of *Salmonella* spp. during pasteurization on the efficiency of long term heat treatment at 55 °C, *International Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9, pp. 125-128 (IF = 0,425)

Németh Cs., Horváth K., Drobecz Á., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Balla Cs., 2010. Calorimetric study of changes induced by preservatives in liquid egg products, *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 60, pp. 347-352. (IF = 0,217)

Németh Cs., Friedrich L., Balla Cs., Mohácsi-Farkas Cs., 2010. Thermal destruction of *Listeria monocytogenes* in liquid egg. *Journal of Food Protection*, 73(S1), pp. 174. (IF = 1,96)

Németh Cs., Fiedrich L., Surányi J., Balla Cs. 2011. Examinations to develop an alternative pasteurisation method, *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 2009, 56(S1) pp. 214. (IF=0,625)

Nem IF-es folyóiratcikkek, idegen nyelvű

Németh Cs., Dalmadi I., Jónás G., Friedrich L., Surányi J., Mráz B., Suhajda Á., Balla Cs., 2011. Analysis of parameters affecting the shelf life of liquid whole egg. *Acta Agronomica Óváriensis*, (elfogadva, megjelenés alatt)

Németh Cs., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Pipoly E., Suhajda Á., Balla Cs., 2011. Thermal destruction of *Listeria monocytogenes* in liquid egg products with heat treatment at lower temperature and longer than pasteurization, *African Journal of Food Science*, 5. pp. 161-167.

Németh Cs., Friedrich L., Zeke I., Balla Cs., 2010. A new liquid egg product, Review of Faculty of Engineering (Analecta Technica Szegediensis), 2-3, pp. 165-170.

Németh Cs., Friedrich L., Surányi J., Balla Cs., 2010. Calorimetric effects of potassium sorbate and sodium benzoate in egg processing, *Review of Faculty of Engineering (Analecta Technica Szegediensis)*, 2-3, pp. 159-164.

Németh Cs., Friedrich L., Balla Cs., Suhajda Á., 2010. Effect of changes in heat resistance of *Salmonella spp.* during pasteurization on the efficiency of long term heat treatment at 55 °C, *Acta Agronomica Óváriensis*, 52, pp. 3-10.

Németh Z., **Németh Cs.**, Pásztor-Huszár K., Czóbel Sz., 2010. Resilience in C₃ and C₄ weed stands, in response to different water regimes, *Crop Production*, S1, pp. 541-586.

Németh Cs., Zeke I., Juhász R., Friedrich L., Dr. Barta J., Balla Cs., 2010. Flow properties of processes liquid egg white products, *Annual Transactions the Nordic Rheology Society*, 18, pp. 71-75.

Németh Cs., Friedrich L., Horváth K., Pásztor-Huszár K., Balla Cs., 2009. Calorimetric analysis of egg white products preserved by different methods, *Journal of Food Physics*, 22, pp. 17-23

Ozsváth P., **Németh Cs.**, Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Németh Z., Horváth K., Vén Cs., Balla Cs., 2009. Retail Storage of peeled, hard-boiled whole eggs, *Review of faculty engineering*, pp. 83-89

Nem IF-es folyóiratcikkek, magyar nyelvű

Németh Cs., Drobecz Á., Friedrich L., Pásztor-Huszár, K., Balla Cs., 2010. Tartósítószer hatására bekövetkező kalorimetrikus változások tojáslé-termékekben, *Élelmiszer Tudomány Technológia*, S1, pp. 13-14.

Németh Cs., Friedrich L., Suhajda Á., Janzó B., Balla Cs., 2010. Salmonella spp. hőpusztulásának vizsgálata 55 °C-on hőntartott tojáslé-termékekben, *Élelmiszer Tudomány Technológia*, 2, pp. 15-19.

Németh Cs., Friedrich L., Zeke I., Balla Cs., 2010. Hőntartással tartósított tojáslé-termékek eltarthatóságának növelése II., *Hűtőipar*, 58, pp. 9-13.

Németh Cs., Horváth K., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Zeke I., Balla Cs., 2009. A tojásfehérjelé, a tojássárgájale, és a teljes tojásle hőérzékenységének vizsgálata, *Baromfi ágazat*, 1, pp. 72-74

Ozsváth P., **Németh Cs.**, Friedrich L., Németh Z., Zeke I., Horváth K., Pásztorné Huszár K., Balla Cs., 2009. Héj nélküli, főtt egész tojások kiskereskedelmi hűtve tárolási lehetőségeinek vizsgálata, *Élelmezési Ipar*, 63, pp. 115-118

Németh Cs., Drobecz Á., Horváth K., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Balla Cs., 2009. Kalorimetrikus tanulmány a tojásle-termékekben különböző tartósítószer hatására bekövetkezett változásokról, *Élelmezési ipar*, 63, pp. 251-254

Németh Cs., Friedrich L., Drobecz Á., Balla Cs., 2009. Különböző módon hőkezelt tojásfehérje-termékek kalorimetrikus tulajdonságainak összehasonlítása, *Magyar Baromfi*, 50, pp. 26-29

Németh Cs., Friedrich L., Suhajda Á. (2008) Mikrobiológiai mérések új tojásle-tartósítási eljárás kidolgozásához. *Magyar Baromfi*, pp. 35-37.

Németh Cs., Friedrich L., Suhajda Á., Balla Cs. (2008) Tojásle-termékek alacsony hőmérsékletű hőkezelésének vizsgálata. *Élelmezési Ipar*, 7, pp. 202-204.

Konferencia kiadványok teljes, idegen nyelvű

Németh Cs., Balla Cs., Dalmadi I., Pásztor-Huszár K., Friedrich L., Zeke I. 2011. Effect of high-pressure treatment on liquid whole egg from microbiological and physical aspect, Conference Chinese-European Cooperation for a Long-term Sustainability, november 9-11, Budapest

Németh Cs., Mráz B., Suhajda Á., Dalmadi I., Friedrich L., Balla Cs., 2011. Study of long term post-treatment of whole liquid egg powder, 2nd CEFSE Workshop, szeptember 8-10. Újvidék, Szerbia

Németh Cs., Friedrich L., Dalmadi I., Surányi J., Suhajda Á., Balla Cs., 2011. Thermal death of Salmonella Enteritidis and Listeria monocytogenes in liquid egg in function of treatment temperature and heating rate, 6th International CIGR Technical Symposium, április 18-20. Nantes, Franciaország

Németh Cs., Friedrich L., Surányi J., Zeke I., Suhajda Á., Balla Cs., 2011. Calorimetric changes induced by preservatives in liquid egg products, 6th International CIGR Technical Symposium, április 18-20. Nantes, Franciaország

Németh Cs., Friedrich L., Suhajda Á., Balla Cs., 2011. Changes in thermal tolerance of *Salmonella* spp. incubated at 55 °C for 24 °C (in liquid egg products), 9th APPC, március 20-23., Taipei, Tajvan

Németh Cs., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Vén Cs., Zeke I., Balla Cs., 2010. New pasteurisation procedure for liquid egg, V. CEFood Conference, május 19-21., Pozsony, Szlovákia

Zeke I., Balla Cs., Vén Cs., **Németh Cs.**, Pásztor-Huszár K., Friedrich L., 2009. Studies of cryogenic freezing of multilayer confectionery products, 5th CIGR International Symposium, augusztus 31-szeptember 2., Potsdam, Németország

Németh Cs., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Vén Cs., Zeke I., Balla Cs., 2009. New preservation procedure for liquid egg, 5th CIGR International Symposium, augusztus 31-szeptember 2., Potsdam, Németország

Konferencia kiadványok teljes, magyar nyelvű

Németh Cs., Pataki Á., Dalmadi I., Friedrich L., Balla Cs. 2011. Tojásfehérjében hőkezelés hatására bekövetkező változások nyomon követése NIR módszerrel, XXXIV. Kémiai Előadói Napok, november 2-4, Szeged,

Németh Cs., Balla Cs. 2010. *Salmonella spp.* hőpusztulásának vizsgálata 55 °C-on hűntartott tojáslé-termékekben, XXXIII. Óvári Tudományos Nap, október 7., Mosonmagyaróvár

Konferencia kiadványok összefoglaló, idegen nyelvű

Németh Cs., Dalmadi I., Friedrich L., Balla Cs. 2011. Examination of the possibilities in storing boiled whole eggs, Microbiologia BALKANICA 2011, október 25-29, Belgrád, Szerbia

Németh Cs., Radványi D., Juhász R., Balla Cs., 2011. Evaluation of stability of whipped egg white, 7th International Congress of Food Technologists, Biotechnologists and Nutritionists, szeptember 20-23, Opatija, Horvátország

Németh Cs., Dalmadi I., Friedrich L., Zeke I., Juhász R., Suhajda Á., Balla Cs., 2011. Effect of high-pressure treatment on liquid whole egg, 49th EHPRG conference, augusztus 28. – szeptember 2. Budapest

Németh Cs., Zeke I., Juhász R., Surányi J., Balla Cs., 2011. Destruction of *Salmonella* in the function of treatment temperature and heating rate, IAFP European Symposium, május 18-20. Ede, Hollandia

Németh Cs., Zeke I., Juhász R., Surányi J., Dalmadi I., Balla Cs., 2011. Parameters (storage temperature, pH and preservative content) affecting the shelf life of liquid whole egg, IAFP European Symposium, május 18-20. Ede, Hollandia

Németh Cs., Mráz, B., Suhajda, Á., Dalmadi I., Friedrich L., Balla Cs., 2011. Study of long term post-treatment of whole egg powder at 50-55 °C, DIFSC 2011, február 27.- március 1., Dubai, Egyesült Arab Emírségek

Mráz, B., **Németh Cs.**, Suhajda, Á., Dalmadi I., Friedrich L., Balla Cs., 2011. Thermal death of *Salmonella Enteritidis* and *Listeria monocytogenes* in liquid egg as a function of treatment temperature and heating rate, DIFSC 2011, február 27.- március 1., Dubai, Egyesült Arab Emírségek

Németh Cs., Friedrich L., Balla Cs., 2010. Investigation of retail storage possibilities of peeled, boiled eggs, 1st International Congress on Food Technology, november 3-6., Antalya, Törökország,

Németh Cs., Friedrich L., Suhajda Á., Balla Cs., 2010. Thermal destruction of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in liquid egg. FoodInnova 2010. október 25-29., Valencia, Spanyolország

Németh Cs., Friedrich L., Surányi J. 2010. Effect of changes in heat resistance of *Salmonella spp.* during pasteurization on the efficiency of long term heat treatment, MMT Nagygyűlés. október 13-15., Keszthely

Németh Cs., Friedrich L., Suhajda Á., Balla Cs., 2010. Thermal destruction of pathogenic micro-organisms in liquid egg, EHEDG 1st Hygienic Engineering and Design Conference for Food Factories, október 4-5., Szentpétervár, Oroszország

Németh Cs., Friedrich L., Mohácsi-Farkas Cs., Suhajda Á., Balla Cs., 2010. Thermal destruction of *Salmonella spp.* in liquid egg products with heat treatment at lower temperature and longer than pasteurization, Food Micro 2010. augusztus 30.-szeptember 3., Koppenhága, Dánia

Németh Cs., Balla Cs., Pipoly E., Suhajda Á., 2010. Thermal destruction of *Listeria monocytogenes* in liquid egg products with heat treatment at lower temperature and longer than pasteurization, Food Micro 2010. augusztus 30.-szeptember 3., Koppenhága, Dánia

Németh Cs., Friedrich L., Balla Cs., 2010. Examinations to develop germ-free liquid egg products, IUFOST 2010, augusztus 22-26, Fokváros, Dél-Afrika

Németh Cs., Friedrich L., Mohácsi-Farkas, Balla Cs., 2010. Thermal denaturation of *Listeria monocytogenes* in liquid egg, IAFP 2010 Annual Meeting, augusztus 1-4., Anaheim, USA

Németh Cs., Friedrich L., Pásztor-Huszár, K., Vén, Cs., Zeke I., Balla Cs., 2010. An alternative pasteurisation method, Food Factory 2010, június 31. -július 2., Göteborg, Svédország

Németh Cs., Zeke I., Juhász R., Friedrich L., Dr. Barta J., Balla Cs., 2010. Rheological properties of processes liquid egg white products, XVIIth World Congress of International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering, június 13-17, Quebec, Kanada

Németh Cs., Friedrich L., Balla Cs., Pipoly E., Suhajda Á., 2010. Thermal destruction of *Listeria monocytogenes* in liquid egg, június 9-11, Dublin, Írország

Németh Cs., Friedrich L., Balla Cs., Pipoly E., Suhajda Á., 2010. Safety of liquid egg products, ISOPOL XVII., május 5-8., Porto, Portugália

Juhász R., Zeke I., Nótin B., **Németh Cs.**, Stréger-Máté M., Barta J., Balla Cs., 2010. Rotációs és oszcillációs viszkozimetria alkalmazása az élelmiszervizsgálatokban, KÉKI 340. Tudományos Kollokvium, szeptember 24. Budapest

Németh Cs., Zeke I., Juhász Réka, Friedrich L., Barta J., Balla Cs., 2010. Flow properties of processes liquid egg white products, Annual European Rheology Conference, április 7-9., Göteborg, Svédország

Németh Cs., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Koncz Á., Balla Csaba, 2010. Safe liquid egg white based drink, Functional Food Conference 2010, március 9-11, Cork, Írország

Németh Cs., Friedrich L., Dalmadi I., Pásztor-Huszár K., Balla Cs., 2009. Examinations to develop an alternative egg pasteurisation method, New challenges in food preservation-Effost2009, november 11-13, Budapest

Németh Cs., Friedrich L., Koncz Á., Balla Cs., 2009. Examinations to develop an alternative pasteurisation method, 2th Central European Forum of Microbiology, október 7-9, Keszthely

Horváth K., **Németh Cs.**, Friedrich L., Dalmadi I., Balla Cs., 2009. Near-infrared spectroscopic and microbiological measurements in carefully heat treated liquid egg products, Conferentia Chemometrica 2009, szeptember 27-30, Siófok

Németh Cs., Friedrich L., Suhajda Á., Pásztor-Huszára K., Zeke I., Vén Cs., Horváth K., Balla Cs., 2009. Investigation of the thermal resistance of *Salmonella* spp. in liquid egg products, ISAM 2009 - 6th International Symposium of Anaerobic Microbiology, június 17-20, Prága, Csehország

Németh Cs., Friedrich L., Pásztor-Huszár, K., Vén, Cs., Koncz, K., Balla, Cs., 2009. Development of a safe liquid egg white based drink, Food and Function 2009 - International Scientific Conference on Nutraceuticals and Functional Foods, június 9-11, Zsolna, Szlovákia

Konferencia kiadványok összefoglaló, magyar nyelvű

Németh Cs., Horváth K., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Zeke I., Balla Cs., 2011. Baktériumok szaporodását gátló adalékanyagok hatása a tojáslevek kalorimetrikus tulajdonságaira, Magyar Kémikusok Egyesületének 1. Nemzeti Konferenciája, május 22-25. Sopron

Pataki Á.G., **Németh Cs.**, Balla Cs., 2011. Tojásfehérje-lében kíméletlen hőntartás során bekövetkező változások vizsgálata NIR és DSC módszerekkel, Magyar Kémikusok Egyesületének 1. Nemzeti Konferenciája, május 22-25. Sopron

Németh Cs., Pipoly E., Suhajda Á., Friedrich L., Surányi J., Balla Cs. 2011. *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* és *Staphylococcus aureus* mikrobák hőrezisztenciájának változása teljes-tojásleiben, Hungalimentária 2011, április 19. Budapest

Németh Cs., Friedrich L., Zeke I., Balla Cs, 2010. A tojáslé tartósítására alkalmas hőntartó terem ipari alkalmazása, 34. Kutatási és fejlesztési tanácskozás, február 2. Gödöllő

Németh Cs., Friedrich L., Zeke I., Dalmadi I., Suhajda Á., Janzsó B., Juhász R., Mráz B., Balla Cs., 2010. Tojáslevek hosszan tartó, a fehérjék natív tulajdonságait megőrző kezelése, KÉKI 341. Tudományos Kollokvium, november 26., Budapest

Németh Cs., Drobecz Á., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Balla Cs., 2009. Kalorimetrikus tanulmány a tojáslé-termékekben különböző tartósítószer hatására bekövetkezett változásokról, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, október 28-30, Budapest

Németh Cs., Horváth K., Drobecz Á., Friedrich L., Zeke I., Balla Cs., 2009. Tartósítószer hatása a tojáslé-termékekben, XXXII. Kémiai Előadói Napok, október 26-28, Szeged

Németh Cs., Friedrich L., Pásztor-Huszár K., Balla Cs., 2009. Mérések hőntartásos tojáslé-tartósító technológia kifejlesztéséhez, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, október 28-30, Budapest

Németh Cs., 2009. Mikrobiológiai mérések új tojáslé-tartósítási eljáráshoz –XXIX. OTDK, Agrártudományi szekció - Előadás kivonatok, Gödöllő, 122