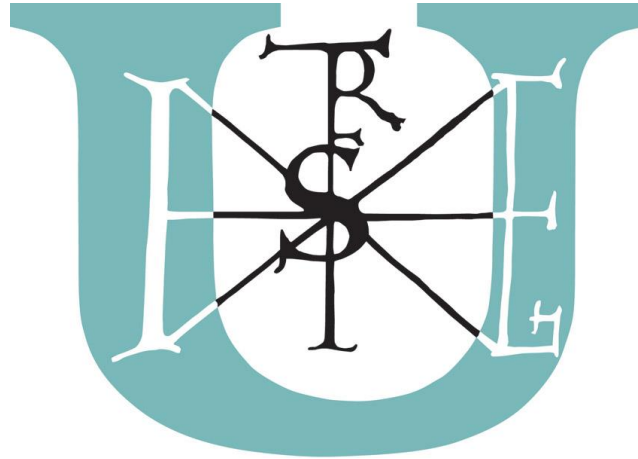


DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Tóth Adrienn

Budapest

2019



Szent István Egyetem

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**Tojáslevek eltarthatóságának növelése kombinált kíméletes tartósítási
eljárások alkalmazásával**

Tóth Adrienn

Budapest

2019

Szent István Egyetem - Élelmiszertudományi Doktori Iskola

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Simonné Dr. Sarkadi Livia
egyetemi tanár, DSc
SZIE, Élelmiszertudományi Kar,
Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék

Témavezetők:	Dr. habi. Friedrich László egyetemi docens, PhD SZIE Élelmiszertudományi Kar, Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék	Dr. Németh Csaba címzetes egyetemi docens, PhD Capriovus Kft.
---------------------	--	---

A doktori iskola-és a témavezető jóváhagyó aláírása:

A jelölt a Szent István Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, a műhelyvita során elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezetők jóváhagyása

1 A MUNKA ELŐZMÉNYEI, KITŰZÖTT CÉLOK

A tojás az ősidők óta az emberiség egyik legfontosabb tápláléka. Már a gyűjtögető ősember is szívesen választotta táplálékának, ahogyan a modern, egyre tudatosabban táplálkozó ember is szívesen fogyasztja. Ennek oka nem csupán a számtalan módon variálható elkészítésében, vagy ízletességében keresendő, hanem kiemelkedően jó tápanyag-összetételében is. A tojásban fellelhető majdnem minden, az emberi szervezet számára szükséges esszenciális aminosav, miközben lényegében szénhidrátokat nem tartalmaz.

A kiváló tápanyag-összetétel és érzékszervi tulajdonságok mellett meg kell említenünk kiváló technofunkciós tulajdonságait is. Az ipari feldolgozásban – és egyre gyakrabban a háztartásokban is – a héjas tojás használatát felváltja a tojáslevek alkalmazása. Azonban a feldolgozási eljárások, mint a hőkezelés, gyakran negatív hatással vannak a tojáslevek technofunkciós tulajdonságaira. Ahhoz, hogy a fogyasztói igényeknek megfelelő terméket állítsunk elő, innovatív feldolgozási technológiákra van szükség, ugyanis a hagyományos, „régiji” módszerek sokszor nem garantálják a megfelelő minőséget. Kézenfekvő megoldás az is, ha a hagyományos eljárásokat új módszerekkel kombináljuk. Ugyanakkor az eltarthatóság növelése céljából a kezelés paramétereit megfelelően kell kombinálnunk, így elérhetjük azt, hogy a kezelések minimális változást okozzanak a termék tulajdonságaiban, szerkezetében. A dolgozatomban olyan kíméletes technológiák hatását vizsgálom tojáslevek esetén, amelyek ezen negatív hatásokat csökkenthetik.

Az egyik ilyen kíméletes technológia a nagy hidrosztatikusnyomású kezelés (high hydrostatic Pressure, HHP). A dolgozatomban a HHP technológia hatásait önmagában, illetve kishőmérsékletű hőkezeléssel kombinálva vizsgálom. Öt kísérlet segítségével kerestem a választ a következő kérdésekre:

1. A HHP technológia 150 és 600 MPa közötti nyomástartományban hogyan befolyásolja a tojáslevek érzékszervi tulajdonságait (színét, reológiai tulajdonságait), technofunkcionális tulajdonságait (pH-értékét, a fehérjék denaturációját), illetve mezofil aerob csíraszámát
2. A HHP technológia kezelési idejének milyen hatása van a tojáslevek érzékszervi tulajdonságaira (színére), technofunkcionális tulajdonságaira (pH-értékére, a fehérjék denaturációjára, reológiai tulajdonságaira), milyen késztermék készíthető belőlük (a késztermékek állományára, érzékszervi tulajdonságaira), illetve mezofil aerob csíraszámára
3. Milyen hatással bír a HHP technológia kombinálva kishőmérsékletű hőkezeléssel a tojásfehérje-lé érzékszervi tulajdonságaira (színére, reológiai tulajdonságaira), technofunkcionális tulajdonságaira (pH-értékére, a fehérjék denaturációjára), valamint mezofil aerob csíraszámára

4. A HHP és hőkezelés sorrendje milyen hatással bír a tojáslevek érzékszervi tulajdonságaira (színére), technofunkcionális tulajdonságaira (pH-értékére, a fehérjék denaturációjára), a késztermékek érzékszervi tulajdonságaira, valamint mezofil aerob csíraszámára, az eltarthatóságot hogyan befolyásolja kezelések sorrendje
5. Hogyan hatnak a HHP és hőkezelés paramétereinek egyes kombinációi a tojáslevek érzékszervi tulajdonságaira (színére, reológiai tulajdonságaira), technofunkcionális tulajdonságaira (pH-értékére, a fehérjék denaturációjára, habképző és habstabilizáló tulajdonságaira, emulzióképző- és stabilizáló tulajdonságaira), valamint mezofil aerob csíraszámára

2 EREDMÉNYEK

Az élelmiszeriparban és a catering rendszerekben a héjas tojás felhasználását egyre inkább visszaszorítja a tojástermékek alkalmazása, amelyek számos előnnyel rendelkeznek a héjas tojással szemben (pl. kisebb munkaerő-igény, egyszerűsödő technológiai sor, kisebb beruházási költségek). Legnagyobb piaci részesedéssel a tojástermékek közül a tojáslevek rendelkeznek. Azonban a tojás feltörését követően beltartalma kiváló táptalajt jelent a mikrobák számára. A mikrobiológiai élelmiszerbiztonság garantálásához az iparban jelenleg hőkezelési eljárásokat (pasztörözést) alkalmaznak. A hő hatására azonban egyes értékes komponensek (pl. fehérjék) sérülhetnek, ami a tojáslevek további feldolgozhatóságát károsan befolyásolja. Ennek ellenére a kíméletes (nem termikus) technológiákat jelenleg nem alkalmazzák a tojáslevek ipari feldolgozása során.

Ezen problémafelvetés hívta életre doktori kutatásom témáját, amelyben a nagy hidrosztatikus nyomású technológia (HHP) hatásait vizsgáltam önmagában és kíméletes hőkezeléssel kombinálva a tojáslevek egyes tulajdonságaira. Célul tűztem ki, hogy egyes vizsgált tulajdonságok alapján meghatározzam, mely technológiai paraméterek (nyomásérték, kezelési idő, illetve hőkezelési hőmérséklet és idő) a legalkalmasabbak a tojáslevek kíméletes tartósítására.

A kísérleteim során a teljes tojáslé, tojásfehérje- és tojássárgája-lé fizikai, kémiai, valamint technofunkcionális tulajdonságaiban bekövetkező változásokat vizsgáltam. A dolgozat öt kísérletre épül.

Az első kísérletben a HHP kezelés nyomásértékének hatásait vizsgáltam 100 és 600 MPa közötti nyomásérték-tartományban, 5 perc kezelési idővel. Eredményeim alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a tojáslevek színében jól látható különbségek alakultak ki a 350 MPa-nál nagyobb nyomásértékek hatására. A mezofil aerob összes csíraszám lineáris csökkenését figyeltem meg 150 és 450 MPa között a teljes tojáslé és tojásfehérje esetében, míg tojássárgája-lénél 150 és 500 MPa között. A nagyobb nyomásértékek szemmel is jól látható fehérje-agglomerátumok képződéséhez, illetve gélesedéshez vezettek. Az 550 és 600 MPa alkalmazása tojásfehérje-lénél már további feldolgozásra alkalmatlan terméket eredményeztek. A fehérjeszerkezetekben a 400 MPa feletti nyomásértékeket már kedvezőtlennek tekinthetjük a DSC módszerrel mért eredményeim alapján.

A második kísérletben ezért a tojásleveket 400 MPa-on vizsgáltam, 1-10 perces kezelési idő tartományban. Az egyes technofunkcionális tulajdonságoknál (viszkozitás, fehérje-szerkezetek) az 5-7 perc az a maximális kezelési idő, amely még nem befolyásolja olyan mértékben a vizsgált tulajdonságokat, hogy feldolgozásra alkalmatlanná váljanak. Mikrobiológiai szempontból a kezelési idő kisebb hatással bír, mint a nyomásérték növelése. A kezelési idő és a mezofil aerob csíraszám csökkenése között exponenciális összefüggést találtam. Tehát, ha a mikrobaszám-csökkentés a célunk a HHP kezeléssel, javaslom a nagyobb nyomásértékek alkalmazását a hosszabb kezelési idő helyett.

A kísérletben vizsgáltam a késztermékek állományát és érzékszervi tulajdonságait. Eredményeim alapján, a kezelési idő növelésével a tojáslevekből keményebb késztermékeket tudtam készíteni. Tehát, a hosszabb HHP kezelés állománykialakításra alkalmas. Az érzékszervi bírálatok alapján ezen változások kedvezők az érzékszervi paraméterekre. Az állomány- és érzékszervi tulajdonságokat módosító hatás valószínű, a fehérjeszerkezetekben bekövetkező változásokra vezethetők vissza.

Az első két kísérletben az önmagában alkalmazott HHP nem eredményezett szignifikáns fehérje denaturáció és állomány-változás nélküli kielégítő mikroba-szám csökkentést (5 nagyságrendnyi csökkenés). Ezért a harmadik kísérletben a HHP kezelést megelőzően hőkezelést is alkalmaztam tojásfehérje-lé esetében. Eredményeim alapján ugyan a hosszabb idejű hőtartás (53 °C, 6 óra) és HHP (350 MPa, 5 perc) kombinációja nagymértékben befolyásolta a tojásfehérje-lé reológiai tulajdonságait, azonban a pasztörözés (57 °C, 7 perc) és HHP kombinációja kedvező volt mikrobiológiai és techno-funkcionális szempontokból egyaránt.

A negyedik kísérletben mindhárom tojáslénél vizsgáltam a hő- és HHP kezelés kombinációit. Ezúttal a kezelések paraméterei mellett a sorrend hatását is vizsgáltam. A hő- és nyomáskezelés együttes nagyobb változásokat eredményezett a tojáslevek színében, mint az önmagukban alkalmazott kezelések. A kezelések sorrendje a színtényezők változását tekintve kedvezőbb, ha előbb hő-, majd nyomáskezeljük a tojásleveget. A hő- és HHP kezelés kombinálásával a teljes tojáslében 4, a fehérje-lénél 3, míg a sárgája-lénél több, mint 6 nagyságrendnyi csökkenést értem el a minták mezofil aerob összes csíraszámának csökkentésében. A DSC vizsgálataimban megállapítottam, hogy a teljes tojáslére hasonló hatást gyakorolnak a kombinált kezelések, mint a 10 perces, 400 MPa-on végzett HHP. A kombinált kezelések alkalmazása a tojásfehérje-lénél kedvezőbb, mint a kezelési idő növelése. A kezelések sorrendje lényegében nem befolyásolja a fehérje denaturáció mértékét, a fehérje-lében, azonban a sárgája-lénél kedvezőbb a hőkezelést követő HHP alkalmazása.

A kombinált kezeléseket követően a tojáslevekből készült „omlettek” érzékszervi tulajdonságait kedvezőbbnek ítélték a bírálók, mint a szimpla hő- vagy nyomáskezeléseket követően. A bírálatok alapján az egyes érzékszervi tulajdonságokra kedvezőbb hat a hőkezelést követő HHP kezelés, mint a fordított kezelési sorrend.

Az ötödik kísérletben a hő- és HHP kezelés paramétereinek (hőmérséklet és nyomásérték) együttes változtatásának hatásait vizsgáltam központi elrendezésű, rotáció kísérleti terv segítségével 53-67 °C (12 perc) és 330-470 MPa (5 perc) intervallumon. A hőkezelést követően alkalmaztam HHP kezelést, az előző kísérlet eredményei alapján.

Eredményeim alapján az egyes tulajdonságoknál és tojásleveknél más-más kombináció optimális. Például a tojásfehérje-lé színét és reológiai tulajdonságait a nagyobb nyomásértékek befolyásolták nagyobb mértékben, míg a teljes tojáslénél inkább a nagyobb hőkezelési hőmérséklet.

A dolgozatomban bemutatott eredmények alapján a nagy hidrosztatikus nyomású technológia a tojásleveknél 400 MPa-nál nagyobb nyomásértékeken alkalmazva megfelelő mikrobiológiai kockázatot csökkentő kezelés lehet, azonban ennél kisebb nyomásértékeken inkább állomány- és érzékszervi tulajdonságokat kialakító eljárásnak tekinthetjük. Amennyiben a technológiai tulajdonságok szempontjából kíméletes tartósítás, mikroba-szám csökkentés a célunk, a HHP kezelést más technológiával (hőkezeléssel) kell kombinálnunk.

Eredményeim alapján az alkalmazott kezelések és paraméterek eltérő módon hatnak a tojáslevek vizsgált tulajdonságaira. Az egyes vizsgált tulajdonságok alapján más és más önmagában alkalmazott nyomáskezelési paraméter, vagy kezelés-kombináció a legkedvezőbb. Úgy gondolom, nem egy „mindenre viszonylag kedvező” paraméter- vagy paraméter-kombinációt kell választanunk, hanem a kutatási, vagy ipari célnak legmegfelelőbb tulajdonsághoz optimális paraméter(ek)t kell alkalmaznunk.

2.1 ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- 1) *Megállapítottam, hogy a tojáslevek 5 perces HHP kezelése során a teljes tojáslé és tojásfehérje-lé 150-450 MPa nyomástartományban, míg a tojássárgája-lé esetében 150-500 MPa tartományban a nyomásérték növelésével a mezofil aerob csíraszám lineárisan csökken. Megállapítottam, hogy a teljes tojáslé, tojásfehérje-lé és a tojássárgája-lé esetében az aerob összes csíraszám 4 nagyságrendnyi csökkentése 450 MPa nyomású, 5 perces nagy hidrosztatikus kezeléssel valósítható meg.*
- 2) *Megállapítottam, hogy a teljes tojáslé (300 MPa, 5 perc) és a tojásfehérje-lé (400 MPa, 5 perc) összes mezofil aerob csíraszám HHP kezeléssel fehérje denaturáció és a látszólagos viszkozitás szignifikáns változása nélkül 2, illetve 4 nagyságrenddel csökkent. A tojássárgája-lé esetében a HHP kezelés (350 MPa, 5 perc) a látszólagos viszkozitás szignifikáns változása nélkül 3 nagyságrendnyi összes csíraszám csökkenést eredményezett.*
- 3) *Megállapítottam, hogy a tojáslevek esetében a kezelési idő és a mezofil aerob összes csíraszám között 0-10 perc kezelési idő tartományban 400 MPa nyomásértéken exponenciálisan csökkenő összefüggést találtam.*
- 4) *Kimutattam, hogy a tojásfehérje-lé esetében az 57 °C, 7 perc hőkezelés és a 350 MPa nyomású 5 perces HHP kezelés kombinációja biztosítja a mezofil aerob csíraszám 4 nagyságrendnyi csökkenését szignifikáns fehérje denaturáció, szín- és látszólagos viszkozitás- változás nélkül.*
- 5) *Megállapítottam, hogy a tojáslevekben a fehérje denaturáció tekintetében az alkalmazott nyomás nagyságának nagyobb hatása van, mint a kezelés idejének, bár a tojáslevek denaturációja más-más nyomásértéken kezdődik (teljes tojáslé > 300 MPa, tojásfehérje-lé > 450 MPa, tojássárgája-lé > 150 MPa).*
- 6) *Megállapítottam, hogy a tojáslevek látszólagos viszkozitása 5 perces 400 MPa-nál nagyobb nyomáskezelés mellett, illetve 400 MPa 5 perc feletti kezeléseknél szignifikánsan nő.*
- 7) *Kimutattam, hogy a tojáslevek a HHP kezelés hatására világosodnak. A szignifikáns színváltozás 5 perc kezelési idő esetén a teljes tojáslében 450 MPa nyomás felett, a tojásfehérje-lében 250 MPa felett, a tojássárgája-lében 350 MPa felett kezdődik.*

8) *Megállapítottam, hogy a 350 MPa 5 perc nyomáskezelés és az 53 °C 12 perc hőkezelés kombinációja csökkenti a tojáslevek mezofil aerob csíraszámát szignifikáns fehérje denaturáció és világosodás nélkül. A nagy hidrosztatikus nyomás- és a hőkezelés kombinált alkalmazása a sorrendtől függetlenül csökkenti a teljes tojáslé mezofil aerob csíraszámát. A tojásfehérje- és tojássárgája-lé esetében a kezelések sorrendje mikrobiológiai szempontból kedvezőbb, ha elsőként hő- majd nyomáskezelést alkalmazunk.*

9) *Megállapítottam, hogy a központi összetett rotációs kísérleti terv segítségével az 53-67 °C, 12 perc és 330 - 470 MPa, 5 perc tartományban hő- majd nyomáskezelt teljes tojáslé sárga-kék színezete, látszólagos viszkozitása, a tojássárgája-lé világossági tényezője és mezofil aerob összecsíraszám, a tojásfehérje-lé pH-értéke, szintényezői, látszólagos viszkozitása és mezofil aerob összecsíraszám modellezhető.*

3 KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Doktori dolgozatomban a nagy hidrosztatikus nyomású technológia hatásait vizsgáltam önmagában, illetve kíméletes hőkezeléssel kombinálva tojáslevek fizikai-kémiai, mikrobiológiai, érzékszervi, illetve techno-funkcionális tulajdonságaira.

A HHP kezelés önmagában, illetve hőkezeléssel kombinálva is igen csekély, gyakorlati szempontból elhanyagolható, hatással bír a tojáslevek **pH**-értékére.

A tojáslevek a HHP kezelés hatására világosodnak. A tojáslevek **színére** összességében a nyomásérték nagysága nagyobb hatása van, mint a kezelési idő. Szignifikáns színváltozás 5 perc kezelési idő esetén a teljes tojáslében 450 MPa nyomás felett, a fehérje-lében 250 MPa felett, míg a sárgája-lében 350 MPa felett kezdődik. A hő- és nyomáskezelés együttesen nagyobb változásokat okoz, mint az önmagukban alkalmazott kezelések. A kezelések sorrendje a színtényezők változását tekintve kedvezőbb, ha előbb hő-, majd nyomáskezeljük (53 °C, 12 min, vagy 45 °C, 8 óra; 350 MPa, 5 perc) a tojásleveket. Amennyiben a tojáslevek színének megőrzése fontos szempont a késztermék minőségében, javaslom, hogy kisebb nyomásértéken, hosszabb kezelési idővel önmagában alkalmazzuk a HHP kezelést.

Mikrobiológiai szempontból nagyobb hatással bír a HHP kezelés nyomásértékének növelése, mint a kezelés idejének növelése. Megállapítottam, hogy a teljes tojáslé, tojásfehérje-lé és a tojássárgája-lé esetében az aerob összes csíraszám 4 nagyságrendnyi csökkentése 450 MPa nyomású, 5 perces nagy hidrosztatikus kezeléssel valósítható meg. A tojáslevek 5 perces HHP kezelése során a teljes tojáslé és fehérje-lé 150-450 MPa nyomástartományban, míg a sárgája-lé esetében 150-500 MPa tartományban a nyomásérték növelésével a mezofil aerob összes csíraszám lineárisan csökken. A kezelési idő és a mezofil aerob összes csíraszám között 0 – 10 perc kezelési idő tartományban 400 MPa nyomásértéken exponenciális összefüggést találtam.

A nagy hidrosztatikus nyomás- és a hőkezelés kombinált alkalmazása a sorrendtől függetlenül csökkenti a teljes tojáslé mezofil aerob csíraszámát. A fehérje- és sárgája-lé esetében a kezelések sorrendje kedvezőbb, ha elsőként hő- majd nyomáskezelést alkalmazunk. A hő- és HHP kezelés kombinálásával a teljes tojáslében 4, a fehérje-lénél 2,5, míg a sárgája-lénél több, mint 6 nagyságrendnyi csökkenést értem el a mezofil aerob összes csíraszámomban. Ez alapján megállapítottam, hogy mikrobiológiai szempontból előnyös, ha a nyomáskezelést önmagában alkalmazva legalább 450 (teljes tojáslé és tojásfehérje-lé), vagy 500 MPa-on (tojássárgája-lé) végzem. Amennyiben a techno-funkcionális tulajdonságok megőrzése is fontos szempont a mikrobaszám csökkentése mellett, célszerű a 450 MPa-nál kisebb nyomásértéken végzett nyomáskezelést hőkezeléssel kombinálni.

A **reológiai** vizsgálataim alapján a nyomásérték és a kezelési idő növelése egyaránt növeli a tojáslevek látszólagos viszkozitását. A teljes tojáslé pszeudoplasztikus folyadékként viselkedik a két paraméter változtatásakor. A teljes tojáslénél minden önmagában, illetve hőkezeléssel kombinált kezelés esetében a folyáshatár és konzisztenciaállandó növekedését tapasztaltam, míg az önmagában alkalmazott HHP kezelések a folyásindex csökkenését okozták. Ezzel szemben a sárgája-lé a nyomásérték növelésével inkább pszeudoplasztikus, míg a kezelési idő növelésével és a kombinált hő- és nyomáskezelések hatására inkább Herschel-Bulkley folyadékként viselkedik. A sárgája-lé folyáshatárát, konzisztenciaállandóját minden alkalmazott kezelés növelte, míg folyásindexét csökkentette.

A fehérje-lé a nyomásérték növelésének hatására dilatális (shear-thickening) típusú folyadékként viselkedik, míg a kezelési idő növelésének hatására inkább pszeudoplasztikus folyadékként írható le. A fehérje-lénél a nyomásérték és a kezelési idő növelésével τ_0 és K értéke nő, míg n értéke csökken. Az 550 és 600 MPa, 5 perc nyomáskezelés olyan mértékű aggregátum-kialakuláshoz vezet, hogy a fehérje-lé rotációs módszerrel nem vizsgálható. A kombinált kezelések hatására a fehérje-lé pszeudoplasztikus, illetve Herschel-Bulkley folyadékként jellemezhető. Összességében a teljes, fehérje- és sárgája-lé látszólagos viszkozitása a HHP kezelés hatására nő. Szignifikáns állományváltozás 5 perces kezelést alkalmazva 400 MPa nyomás felett, míg 400 MPa nyomásértéket alkalmazva, 5 percnél hosszabb kezelés esetén történik.

A központi elrendezésű, rotációs kísérleti terv alapján a hő- és nyomáskezelés kombinálásának hatására - hasonlóan az önmagában alkalmazott nagyobb nyomásértékű HHP kezelésekhez – gélszerkezet (teljestojáslé, sárgája-lé), illetve aggregátumok (fehérje-lé) kialakulását tapasztaltam. A tojássárgája gélesedését első sorban a nyomásérték növelése okozta – főleg a 400 MPa-nál nagyobb nyomásértékeken - szemben a hőkezelés hőmérsékletének növelésével. A fehérje-lében a 60 °C-nál nagyobb hőmérsékletű hőkezelések és a legalább 400 MPa nyomásértékű HHP együttes alkalmazása eredményezte a legnagyobb mennyiségű aggregátum keletkezését. A teljes tojáslénél a nagyobb hőmérséklet (65 és 67 °C) hatására figyeltem meg nagyobb aggregátum-képződést.

Ez alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a tojásleveket érdemes hosszabb ideig, kisebb nyomásértéken kezelni, ez kevésbé befolyásolja a reológiai tulajdonságaikat. Amennyiben a HHP-t hővel kombináljuk, a teljes tojáslénél érdemes 60 °C-nál kisebb hőmérsékletet választani (akár nagyobb nyomásértékkel). Míg a fehérje- és sárgája-lénél legfeljebb 400 MPa nyomásértéket célszerű alkalmazni (akár nagyobb hőmérséklettel).

A nyomásérték és kezelési idő hatásait összehasonlítva azt tapasztaltam, hogy a kezelési idő növelése kisebb mértékben csökkenti a **denaturációs entalpia**-értékeket. A *teljes tojáslé* esetében a 600 MPa,

5 perc kezelés a fehérjék mintegy 60%-át denaturálja, míg a 400 MPa, 10 perces kezelés csak 12%-át. A fehérje-lénél ugyanezen kezelések mintegy 75% és 35% csökkenést okoztak a denaturálható fehérjék mennyiségében. A sárgája-lénél a 600 MPa, 5 perc kezelés 66%, míg a 400 MPa, 10 perc kezelés 30% csökkenést eredményezett ΔH értékében.

Az önmagában alkalmazott HHP kezeléshez viszonyítva a kombinált kezelések kisebb mértékben denaturálták a *teljes tojáslé* fehérjéit, mint a nyomásérték növelése (mintegy 60% csökkenés), viszont a kezelési idő növelésével közel azonos ΔH csökkenést (12-15%) tapasztaltam. A kezelések sorrendjének nincs hatása a fehérje denaturáció mértékére.

A nyomáskezelt tojáslevekből készített „omlett” és habcsók minták keményebb **állománnyal** rendelkeznek, mint a kezeletlen tojáslevekből készültek. A nyomáskezelés ideje egyértelműen növelte a késztermék keménységét. Tehát a nyomáskezelés ideje állománykialakító hatással van a késztermék esetében is, nem csak a nyers tojáslevek reológiai tulajdonságait befolyásolja.

A nyomáskezelt mintákból készült késztermékek („omlett” és habcsók) **érzékszervi tulajdonságait** kedvezőbbnek ítélték a bírálóknak résztvevők. A HHP kezelés önmagában, illetve hőkezeléssel kombinálva is kedvező hatással bír a késztermék érzékszervi minőségére. A legtöbb bírálati szempontra kedvezőbb pontértékeket kaptak a hosszabb nyomáskezelésen átesett minták. Az érzékszervi vizsgálatok igazolták a műszeres mérések eredményeit. A kombinált kezeléseket követően az „omlettek” érzékszervi tulajdonságait kedvezőbbnek ítélték a bírálók, mint a szimpla hő- vagy nyomáskezeléseket követően. A bírálóknak alapján a hőkezelést követő HHP kezelés kedvezőbb hat az egyes érzékszervi tulajdonságokra.

Eredményeim összegzésésként megállapítottam, hogy az általam alkalmazott kezelések különböző módon hatnak a tojáslevek vizsgált tulajdonságaira. Az egyes vizsgált tulajdonságok szempontjából más és más önmagában alkalmazott nyomáskezelési paraméter, vagy kezelés-kombináció a legkedvezőbb. Ez alapján javaslom, hogy nem egy „mindenre viszonylag kedvező” paramétert vagy paraméter-kombinációt válasszunk, hanem a kutatási, vagy ipari célnak legmegfelelőbb tulajdonságra legkedvezőbb paramétert kell kiválasztanunk.

4 KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

4.1 IF FOLYÓIRATCIKK

- 1) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Jónás Gábor, Zeke Ildikó, Csehi Barbara, Salamon Bertold, Fehér Orsolya, Surányi József, Póti Péter. 2016. "A Tojástermékek Tartósításának Fejlődése Az Elmúlt 25 Évben." Magyar Állatorvosok Lapja 138 (8): 495–502.
- 2) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Csáti Rebeka, Zeke Ildikó, Noori Khabat, Pintér Richárd, Friedrich László. 2018. "A pilot study of ultrasonication pre-treatment and high pressure processing affecting microbial inactivation and color attributes of liquid whole egg." Journal Of Hygienic Engineering And Design 23: 21–24. IF: 0,16
- 3) **Tóth A**; Németh Cs; Palotás P; Surányi J; Zeke I; Csehi B; Castillo L A; Friedrich L; Cs, Balla, HHP treatment of liquid egg at 200-350 MPa, Journal Of Physics-Conference Series 950 Paper:042008 , 6 p. (2017) IF: 0,45
- 4) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Tóth Kálmán, Hidas Karina, Ayari Emna, Póti Péter, Pajor Ferenc, Friedrich László (2019). Heat treatment of fermented, spreadable products from egg white. Journal of Hygienic Engineering and Design, Vol. 29, pp. 166-171.
- 5) Csehi B, Szerdahelyi E, Pásztor-Huszár K, Salamon B, **Tóth A**, Zeke I, Jónás G, Friedrich L Changes of protein profiles in pork and beef meat caused by high hydrostatic pressure treatment ACTA ALIMENTARIA HUNGARICA 45:(4) Pp. 565-571. (2016) IF:0,333
- 6) Salamon B, **Tóth A**, Palotás P, Südi G, Csehi B, Németh Cs, Friedrich L Effect of high hydrostatic pressure (HHP) processing on organoleptic properties and shelf life of fish salad with mayonnaise, Acta Alimentaria Hungarica 45:(4) pp. 558-564. (2016) IF:0,333
- 7) Darnay Livia, **Tóth Adrienn**, Salamon Bertold, Papik Kármén, Oros Gergely, Jónás Gábor, Horti Krisztina, Koncz Kálmánné, and Friedrich László. 2017. "Texture-modifying properties of microbial transglutaminase on 2 popular hungarian products: trappist cheese and frankfurter." Acta Alimentaria: An International Journal Of Food Science 46 (1): 116–122. doi:10.1556/066.2017.46.1.15.IF:0,33

4.2 FOLYÓIRATCIKKEK

- 1) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Ayari Emna, Pásztorné Huszár Klára, Zeke Ildikó, Hidas Karina, Friedrich László. 2019. "Effects of Minimal Processing and Vitamin C Enrichment on Microbiological Safety and Viscosity of Liquid Egg White." Journal of Engineering & Processing Management 11 (1): 46–50.

- 2) **Tóth Adrienn**, Palotás Péter, Németh Csaba, Csehi Barbara, Louis Argüello Castillo, Friedrich László, Balla Csaba, Póti Péter Increasing shelf life of fish through high hydrostatic pressure treatment Journal Of Hygienic Engineering And Design 12: pp. 118-122. (2015)
- 3) **Tóth Adrienn**, Friedrich László, Jónás Gábor, Salamon Bertold, Németh Csaba. 2015b. "Frissen Préselt Narancslé Eltarthatóságának Növelése HHP Technológia Alkalmazásával." Ipari Ökológia 1: 23–35
- 4) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Friedrich László. 2015a. "Szeletelt, Főtt Tojástermékek - Eltarthatóság És Csomagolás." Baromfi Ágazat: Baromfi- És Nyúltenyésztők Lapja 16 (1): 66–69.
- 5) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Friedrich László Juhász Réka. 2015b. "Solutions for Storage Life and Packaging of Sliced, Cooked Egg Products." Journal Of Hygienic Engineering And Design 12: 107–110.
- 6) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Juhász Réka, Zeke Ildikó, Bényi Dóra, Friedrich László. 2016. "Effects of HPH Processing at 400 MPa on Proteins of Liquid Egg Products." Review On Agriculture And Rural Development 5 (1–2): 153–157.
- 7) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Juhász Réka, Zeke Ildikó, Salamon Bertold, Bényi Dóra, Friedrich László. 2016. "Effect of High Hydrostatic Pressure at 400 MPa on Quality Attributes of Liquid Egg Products." Review On Agriculture And Rural Development 5 (1–2): 148–152.
- 8) **Tóth Adrienn**, Palotás Péter, Németh Csaba, Csehi Barbara, Argüello Castillo Louis, Friedrich László, Balla Csaba, Póti Péter. 2015g. "Increasing Shelf Life of Fish through High Hydrostatic Pressure Treatment." Journal Of Hygienic Engineering And Design 12: 118–122.
- 9) Németh, Csaba, Dávid Láng, **Tóth Adrienn**, Surányi József, Friedrich László. 2015. "Microbiological Condition Of 'eggshellfluor' in the Food Industry." Journal Of Hygienic Engineering And Design 13: 3–6.
- 10) Németh Csaba, Lelbach Ádám, **Tóth Adrienn**, Surányi József, Friedrich László. 2019. Egészséges, biztonságos tojás-termékek az időskori fehérjepótláshoz (II. rész) Újdonságok a termékfejlesztésben. Idősgyógyászat, 4 (3-4) 87-94.

4.3 KONFERENCIAKIADVÁNYOK

- 1) **Tóth A**, Németh Cs, Vajda Á, Zeke I, Csehi B, Friedrich L Nyomáskezelés idejének hatása tojáslevek színére 400 MPa-o In: Szalka Éva, Bali Papp Ágnes (szerk.) XXXVI. Óvári Tudományos Nap: Hagyomány és innováció az agrár- és élelmiszergazdaságban I-II. 335 p. Konferencia helye, ideje: Mosonmagyaróvár, Magyarország, 2016.11.10 Mosonmagyaróvár: Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, 2016. pp. 340-344.

- 2) **Tóth, A**, Cs Németh, Á Vajda, R Juhász, B Salamon, R Pintér, and L Friedrich. 2016. “Hő- És Nyomáskezelés Kombinált Alkalmazásának Hatása Tojásfehérje Lé Egyes Tulajdonságaira.” In XXXVI. Óvári Tudományos Nap, 162–168.
- 3) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Herczeg Csilla, Pintér Richárd, Friedrich László. 2017. “Hogyan Lesz a Narancslé 10 Héti Frissen Préselt? A Nagy Hidrosztatikus Nyomású Technológia Bemutatása.” In Tavasz Szél = Spring Wind 2017 1., 123–130.
- 4) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Bényi Dóra, Juhász Réka, Zeke Ildikó, Salamon Bertold, Friedrich László. 2016. “A Kezelési Idő Paraméter Vizsgálata Tojásfehérje Lére 400 MPa HHP Kezelés Esetében Effects of High Hydrostatic Pressure on Quality Attributes of Liquid Egg White at 400 MPa.” In XXII. Nemzetközi Vegyészkonferencia, 112.
- 5) **Tóth Adrienn**, Németh, Csaba Csehi Barbara, Pintér Richárd, Vajda Ágnes Gizella, Friedrich László. 2018. “A HHP és hőkezelés kombinációinak hatása a tojásfehérje-lé fehérjéire és mikrobiológiai állapotára.” In Táplálkozástudományi Kutatások Viii. Phd Konferencia Program És Előadás Összefoglalók, 26.
- 6) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Láng Péter, Láng Dávid, Hidas Karina, Friedrich László. 2018. “A Tojásfehérje Por Innovatív Felhasználásának Lehetőségei.” In Tavasz Szél Konferencia 2018, 59.
- 7) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Surányi József, Zeke, Ildikó Jónás Gábor, Friedrich László. 2016. “Tojásfehérje lé alapú gyümölcslevekkel kombinált funkcionális élelmiszer eltarthatósága HHP alkalmazásával.” In A 60 Éves Magyar Táplálkozástudományi Társaság XLI. Vándorgyűlése, 70.
- 8) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Zeke Ildikó, Pintér Richárd, Bényi Dóra, Friedrich László. 2016. “A Nagy Hidrosztatikus Nyomású Kezelés Tojáslevek Gyakorolt Hatásának Bemutatása DSC Módszer Alkalmazásával.” In XXXIX Kémiai Előadói Napok, 102–103.
- 9) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Pintér Richárd, Réka Juhász, and Friedrich László. 2016. “High Pressure Processing and Heat Treatment: Safety and Functional Properties of Liquid Egg White.” In Proceedings of 1st International Conference on Biosystems and Food Engineering.
- 10) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba., Pintér Richárd., Ayari Emna., Noori Khabat., Friedrich László. 2019. “Effects of high hydrostatic pressure’s holding time on protein sturcutre of liquid egg products.” In SYNERGY - Engineering, Agriculture and Green Industry Innovation : PAPERS of the VI. International Conference of CIGR Hungarian National Committee and the Szent István University, Faculty of Mechanical Engineering and the XXXIX. R&D Conference of Hungarian Academy of Sciences, Committee of Agricultural and Biosystems Engineering Gödöllő, Hungary, 4 – 6. November 2019 (Electronical Issue), 1–6.

- 11) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Zeke Ildikó, Ayari Emna, Hidas Karina, Friedrich László. 2018. “Effects of Combined HHP and Heat Treatment on Viscosity Attributes and Microbiological Condition of Liquid Egg Yolk.” In 2nd International Conference on Biosystems and Food Engineering in Memory of Professor András Fekete.
- 12) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Surányi József, Vajda Ágnes, Friedrich László. 2018. “Impact of HHP on Quality and Rippering of Hungarian Fermented Meat Products.” In Third International Conference on Food Science and Technology, 169.
- 13) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Juhász Réka, Surányi József, Csurka Tamás, Pásztor-Huszár Klára, and Friedrich László. 2019. “Combinations of High Pressure Processing and Heat Treatment: Safety and Protein Structure of Liquid Egg White.” In Book of Abstracts of the 1st International Conference on Advanced Production and Processing, 69.
- 14) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Csáti Rebeka, Zeke Ildikó, Noori Khabat, Pintér Richárd, Friedrich László. 2017. “A Pilot Study of Ultrasonication Pre-Treatment and High Pressure Processing Affecting Microbial Inactivation and Color Attributes of Liquid Whole Egg.” In Food Quality & Safety, Health & Nutrition, 33.
- 15) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Jónás Gábor, Juhász Réka, Zeke Ildikó, Friedrich László. 2016. “Influence of HHP’s Holding Time at 400 MPa on Technofunctional Properties of Liquid Egg Products.” In Book of Abstracts 4th International ISEKI Food Conference, 346.
- 16) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Juhász Réka, Zeke Ildikó, Friedrich László. 2016. “Rheological and Colour Properties of Liquid Egg White Affected by Combinations of Heat Treatment and HHP.” In XIIth International Conference of Food Physicists, 29.
- 17) **Tóth Adrienn**, Németh Csaba, Zeke Ildikó, Surányi József, Salamon Bertold, Friedrich László. 2017. “A Kinetic Study of Changes in Protein Structure of Liquid Whole Egg Caused by HHP.” In XIXth EuroFoodChem Conference, 185.