

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Szücs Petra

Mosonmagyaróvár

2015

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
MEZŐGAZDASÁG- ÉS ÉLELMISZERTUDOMÁNYI KAR
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI INTÉZET**

Wittmann Antal Növény-, Állat- és Élelmiszer- tudományi
Multidiszciplináris Doktori Iskola
Pulay Gábor Élelmiszer-tudományi Doktori Program

Doktori Iskola vezetője:
Prof. Dr. Neményi Miklós, CMHAS
egyetemi tanár

Programvezető:
Prof. Dr. habil. Szigeti Jenő, CSc
egyetemi tanár

Tudományos vezetők:
Prof. Dr. habil. Szigeti Jenő, CSc
egyetemi tanár
Dr. Ásványi Balázs PhD
egyetemi docens

**Élelmiszerek mikrobiológiai stabilitásának növelése
kíméletes hőkezeléssel (sous-vide technológia)**

Készítette:
Szücs Petra

**Mosonmagyaróvár
2015**

1. BEVEZETÉS

A világ népességének növekedésével a humán élelmiszer-ellátás, sőt még a takarmányozás is egy sajátos kettősséggel találta magát szemben: egységnyi területről minél több élelmiszer és takarmány alapanyagot (biomasszát) előállítani és feldolgozni úgy, hogy azok a fogyasztó szempontjából kedvező beltartalmi mutatókkal rendelkezzenek. Mióta az urbanizáció következtében a termelés, feldolgozás és a fogyasztás időben és térben egyaránt elkülönül, egyetlen élelmiszer-előállítási folyamat sem képzelhető a tartósítási módszerek nélkül. Ennek egyik megvalósítási lehetősége a sous-vide (vákuum alatt) technológia, amelyet a kíméletes hőkezelések közé sorolunk. Kísérleteimben mind vákuumcsomagolásban, mind pedig légköri nyomáson csomagolt (kontroll) mesterségesen befertőzött tápleveseket és élelmiszer mátrixokat (darált sertéshús és zöldség mix) hőkezelttem ezen kíméletes technológiát modellezve.

Munkám céljai az alábbiakban foglalhatók össze:

- Kutatásaim során megvizsgáltam a sous-vide termékekben is előforduló *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, valamint a *Zygosaccharomyces bailii* esetében a vákuumcsomagolás és a cirkulációs hőntartóban végzett hőkezelés pusztulási kinetikára - elsősorban a z-értékre, a D-értékre, a Q10 értékre, valamint a relatív pusztulási sebességre és időre - gyakorolt hatását.
- További célkitűzésem volt, hogy a sous-vide elvekkel összhangban meghatározzam azon minimális hőkezelési paramétereket, amelyekkel ezen fajok száma a biztonságos szintre csökkenthető.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataimat a Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának Élelmiszertudományi Intézetében végeztem. Kísérleteimben két baktérium a *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T típus törzsének és a koaguláz pozitív *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 törzsének hőpusztulását vizsgáltam sous-vide technológiát modellezve mesterséges tápközegben, és élelmiszer mátrixban (sertés hús). Kontrollként kezeletlen mintákat alkalmaztam. Vizsgálataimat eltérő hőfokon, de ugyanezen körülményeket modellezve *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T élesztőtörzssel is elvégeztem. A modell közeg mellett élelmiszer mátrixként zöldség mixet alkalmaztam.

Listeria monocytogenes és koaguláz pozitív *Staphylococcus aureus* esetében 55, 60 és 65 °C-on, *Zygosaccharomyces bailii* élesztő esetében pedig 50, 55 és 60 °C-os hőntartásokat végeztem. Kontrollként légköri nyomáson lecsomagolt mintákat alkalmaztam. A pusztulási görbéket a hőkezelések során túlélő sejtek száma alapján vettem fel, melyek kimutatására klasszikus tenyésztéses mikrobiológiai módszereket alkalmaztam. Eredményeimből meghatároztam a hőpusztulási paraméterek közül a pusztulási együtthatót (k érték), a tizedelési időt (D -érték), a z -értéket, a hőmérsékleti együtthatót (Q_{10}), illetve a relatív pusztulási sebességet és időt (RPS és RPI). A túlélő sejtek számainak logaritmusát regresszióval, szórásaik egyezését F próbával, a normális eloszlású sokságok várható értékeinek egyezését pedig t -próbával hasonlítottam össze.

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

3.1. *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373T hőpusztulása modell közegben

A modell közegben végzett hőkezelések esetében a hőközlésből származó jobb entalpiaviszonyok következtében a *Listeria* szám csökkenése gyorsabb volt a mátrix közegéhez viszonyítva. 10 percig tartó 55 °C-os hőkezelés esetében több mint két és fél ($\log 2,67 \text{ CFU/cm}^3$), míg 60 és 65 °C-on közel négy, illetve három és fél nagyságrendnyi ($\log 4,11 \text{ CFU/cm}^3$ és $\log 3,67 \text{ CFU/cm}^3$) csökkenést mutattam ki. Utóbbi két esetben a hőkezelés az öt, illetve egy perces folyamat végére a sejtszámot a kimutathatósági határ alá redukálta.

A vákuumcsomagolt minták hőkezelése során 55 °C-on 10 perc elteltével közel három ($\log 2,91 \text{ CFU/cm}^3$), míg 60 és 65 °C-on öt nagyságrendet meghaladó ($\log 5,63 \text{ CFU/cm}^3$ és $\log 5,1 \text{ CFU/cm}^3$) csökkenést jelentettek az öt és egy perces hőkezelések, így az utóbbi két esetben a hőkezelés végére a tápközeg már nem tartalmazta kimutatható mennyiségben a keresett mikroorganizmust.

A túlélő sejtszám értékek képezték a hőpusztulási paraméterek meghatározásának alapját amelyeket a 1. táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat: A *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T modell tápközegben végzett hőkezelésének eredményei

(°C)	k (1/perc)	D (perc)	RPS (1/perc)	RPI (perc)	Q ₁₀	Z érték (°C)
<i>Légtéri nyomáson csomagolt minták</i>						
55	-0,63	3,68	5,98E-09	1,67E+08	17,54	8,04
60	-2,42	0,95	2,50E-08	4,00E+07		
65	-8,22	0,28	1,05E-07	9,54E+06		
<i>Vákuumcsomagolt minták</i>						
55	-0,64	3,62	5,12E-09	1,95E+08	17,96	7,97
60	-2,46	0,93	2,17E-08	4,61E+07		
65	-10,82	0,21	9,19E-08	1,09E+07		

3.2. *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T hőpusztulása hús mátrixban

A húsféleségek konyhatechnikában végzett hőkezelésének célja a nyers fehérjék emészthetőségének javítása. A modell közegben végzett kezelések alkalmával olyan hőfokot választottam, amely a sous-vide technológiában általánosan alkalmazott. Az alkalmazott hőfokokon azonban tekintettel kell lenni arra, hogy a fizikai hőhatásokon túl kémiai hatás is éri a húst a hőkezelés során. A szarkoplazmafehérjék és a miofibrilláris fehérjék kicsapódnak, koagulálnak a hőre, és így alakul ki a főtt hús jellegzetes szerkezete. Az átalakulás során a mikrobák szempontjából számos kedvező tényező érvényesül. Ilyen a húsok fehérje- és zsírtartalmából eredő védő hatás, és a sokfehérjék képződése, amely alapvetően a fehérjék hőhatásra történő negyedleges szerkezetében bekövetkező kedvezőtlen változások kijavítását szolgálja. Mindezen okok vezetnek a mátrixban tapasztalható lassúbb hőpusztuláshoz. Az általam vizsgált sertéshús mátrixban ez annyit jelentett, hogy 55 °C-on

alig több mint fél ($\log 0,6 \text{ CFU/cm}^3$) de $60 \text{ }^\circ\text{C}$ -on is csupán kevéssel több, mint kettő ($\log 2,25 \text{ CFU/cm}^3$) nagyságrendnyi *Listeria* szám csökkenést értem el 40 percnyi hőkezelést követően. Egyedül $65 \text{ }^\circ\text{C}$ -on kaptam több mint hat ($\log 6,27 \text{ CFU/cm}^3$) nagyságrendnyi csökkenést, amely a kezdeti sejtszámot 10 perc elteltével gyakorlatilag nullára redukálta. A vákuumsomagolás szignifikánsan ($p < 0,05$) gyorsította a *Listeria monocytogenes* hőpusztulását hiszen 55 és $60 \text{ }^\circ\text{C}$ -on a légköri mintákhoz képest a sejtszám redukcióban több mint kétszeres különbséget kaptam ($\log 1,60$, illetve $\log 5,61 \text{ CFU/cm}^3$). A növekmény egyedül $65 \text{ }^\circ\text{C}$ -on nem volt szignifikáns, jóllehet a közel öt nagyságrendnyi ($\log 4,90 \text{ CFU/cm}^3$) csökkenést a magasabb hőfokra történő melegítés következtében elért alacsonyabb kiindulási sejtszám mellett tapasztaltam. Mindkét kezeléssorban a pusztulási görbe lineáris szakaszára illesztett egyenesek egyenletéből meghatároztam a 2. táblázatban feltüntetett pusztulási paramétereket.

2. táblázat: A *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T sertéshúsban végzett hőkezelésének eredményei

($^\circ\text{C}$)	k (1/min)	D érték	RPS (1/min)	RPI (min)	Q_{10}	Z érték ($^\circ\text{C}$)
Légköri nyomáson csomagolt minták						
55	-0,01	66,23	3,69E-08	2,71E+07	13,32	8,89
60	-0,02	17,61	1,35E-07	7,43E+06		
65	-0,08	5,35	4,91E-07	2,04E+06		
Vákuumsomagolt minták						
55	-0,02	26,25	1,39E-08	7,19E+07	15,44	8,41
60	-0,06	7,40	5,47E-08	1,83E+07		
65	-0,21	2,04	2,15E-07	4,66E+06		

3.3 *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 hőpusztulása modell közegben

A gram pozitív *Staphylococcus aureus* előkísérleteimben tapasztalt nagyobb hőtürése a kezelések alkalmával is megmutatkozott. 55 °C-on alig több mint fél nagyságrendnyi pusztulást tapasztaltam (log 0,55 CFU/cm³). Negyed órás hőkezelést követően, amelyet a vákuumcsomagolás szignifikánsan ($p < 0,05$) javított, jóllehet ez utóbbi csupán 0,2 tizednyi növekményt eredményezett. Az ilyen közepes z-értékű mikroorganizmusok esetében ez is elegendő a technológia javító hatásának igazolására. 60 °C-on a légköri mintáknál közel három (log 2,96 CFU/cm³), míg vákuumcsomagolásban egy nagyságrenddel nagyobb (log 4,00 CFU/cm³) sejtszámredukciót mértem 15 perc elteltével. A 65 °C-on végzett kezelések mikrobapusztító hatása mindkét mintasorozathoz meghaladta az öt és fél nagyságrendet (légköri: log 5,61 CFU/cm³, vákuumcsomagolt: log 5,72 CFU/cm³). Jóllehet ezt a légköri mintáknál 6., míg a vákuumcsomagolás hatására a 4. percben értem el. A hőpusztulási görbékre illesztett egyenesek egyenletéből meghatároztam a törzsre jellemző pusztulási paramétereket modell közegben, amelyeket a 3. táblázatban foglaltam össze.

3. táblázat: A *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 modell közegben végzett hőkezelésének eredményei

(°C)	k (1/min)	D érték	RPS (1/min)	RPI (min)	Q ₁₀	Z érték (°C)
<i>Légköri nyomáson csomagolt minták</i>						
55	-0,02	25,67	3,70E-10	2,70E+09	26,72	7,01
60	-0,08	5,28	1,91E-09	5,23E+08		
65	-0,42	1,02	9,89E-09	1,01E+08		
<i>Vákuumcsomagolt minták</i>						
55	-0,02	23,49	4,85E-11	2,06E+10	36,35	6,41
60	-0,11	3,98	2,92E-10	3,42E+09		
65	-0,62	0,70	1,76E-09	5,68E+08		

3.4. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 hőpusztulása hús mátrixban

A sertéshús mátrixban végzett hőpusztulási paraméterek meghatározását ebben a kísérletsorban is a sous-vide technológia jellemző hőfokain végeztem. Az általam választott sertés comb közel 75% vizet, 20% fehérjét, 5% zsírt tartalmaz. A fehérje összetételét tekintve 50-55% miofibrilláris fehérje (aktin, miozin) alkotja, amelyek a hőkezelések alkalmával kicsapódnak. Mindezek mellett 30-34% szarkoplazmafehérje és 10- 15% kötőszöveti fehérje is található benne. A hőkezeléseim során tapasztalt izomsugorodás 35-40 °C közelében indul meg és ez a folyamat 80 °C-ig folyamatosan megy végbe. Mindezek mellett a mikrobák hőpusztulásának csökkentésében szerepet játszik a kollagén hő hatására bekövetkező ellentétes változása. Az általam is vizsgált 60 °C-on zsugorodni kezd és „A”-típusú kollagénből „B”-típusú lesz. A „B”-típusú további hőkezelésre vizet vesz fel, megduzzad és zselatinná alakul. Mindezek alapján értelmezhetjük azt, hogy míg a légköri mintáknál 55 °C-on hőkezelve a táplevesben végzett hőkezelésekhez képest fél

nagyságrendnyi a növekmény ($\log 0,93 \text{ CFU/cm}^3$), addig $60 \text{ }^\circ\text{C}$ -on hőkezelve a kollagén változása miatt ugyanennyi csökkenés ($\log 2,47 \text{ CFU/cm}^3$) jellemzi a *Staphylococcus aureus* 40 perces hőpusztulását a hús mátrixban. Vákuumcsomagolás hatására a sejtszám változás $55 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 0,3 tizeddel, $\log 1,25 \text{ CFU/cm}^3$ -re nőtt, míg $60 \text{ }^\circ\text{C}$ már fél nagyságrendnyi különbséget jelentett az alkalmazott sous-vide technológia (légköri: $\log 2,47 \text{ CFU/cm}^3$, vákuumcsomagolt: $\log 3,03 \text{ CFU/cm}^3$). $65 \text{ }^\circ\text{C}$ -on a hőpusztulás a kontroll mintáknál 3,15, míg a vákuumcsomagolt mintákbanöt és fél nagyságrendnyi csökkenést jelentett a 9 perces hőkezelések alkalmával (légköri: $\log 3,15 \text{ CFU/cm}^3$, vákuumcsomagolt: $\log 5,54 \text{ CFU/cm}^3$). Mindhárom kezelési hőfokon a különbségek szignifikánsak voltak. A telepszámlálások eredményeiből felvett pusztulási görbék alapján számított paramétereket a 4. táblázatban foglaltam össze.

4. táblázat: A *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 sertéshúsban végzett hőkezelésének eredményei

($^\circ\text{C}$)	k (1/min)	D érték	RPS (1/min)	RPI (min)	Q_{10}	Z érték ($^\circ\text{C}$)
Légköri nyomáson csomagolt minták						
55	-0,01	41,32	1,61E-08	6,20E+07	15,10	8,48
60	-0,03	16,39	6,27E-08	1,59E+07		
65	-0,15	2,96	2,44E-07	4,10E+06		
Vákuumcsomagolt minták						
55	-0,01	33,33	1,96E-09	5,11E+08	20,77	7,59
60	-0,03	12,48	8,92E-09	1,12E+08		
65	-0,26	1,68	4,06E-08	2,46E+07		

3.5. *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T hőpusztulása modell közegben

A két baktérium mellett megvizsgáltam a *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T élesztőgomba sous-vide technológiában való hőpusztulását. Ennek első lépéseként az említett konyhatechnológia sejtpusztító hatását az élesztő optimális tápközegében (Malátakivonat leves) teszteltem, kontrolként a technológiában szereplő vákuumsomagolás nélküli mintát alkalmazva.

Az élesztőgombák, mint a *Zygosaccharomyces bailii* vegetatív sejtjei jellegükből adódóan alacsonyabb hőtűréssel jellemezhetők, mint a baktériumok. A hőkezeléseket ennek megfelelően alacsonyabb hőfokokon végeztem, igazodva az alkalmazott, többnyire vegetatív sejtek alkotta 48-72 órás tenyészetek sejtösszetételéhez. Jóllehet a választott hőfoktartomány (50-60 °C) a modellezett sous-vide technológia kezelési minimumát jelenti, a vizsgált élesztőgomba előkísérletekben is tapasztalt hőérzékenysége megakadályozza hőpusztulásának magasabb hőmérsékleten végzett tanulmányozását. A malátakivonat levesben 50 és 55 °C-on 12 percig végzett hőkezelések vákuumsomagolása okozta szignifikáns különbségeinél megjegyzendő, hogy a kiindulási csíraszámok kismértékű csökkenése a mintaátlagok kis eltérése mellett is már szignifikáns különbségeket eredményeznek. Ennek megfelelően a vákuumsomagolással elért sejtszám-csökkenés különbsége is minimális (légköri: log 0,07 CFU/cm³, vákuumsomagolt: log 0,08 CFU/cm³). 60 °C-on a szignifikáns különbség már kifejezettebb. Míg a légköri mintáknál log 4,30 CFU/cm³, addig a vákuumsomagolásban közel öt és fél (log 5,45 CFU/cm³) sejtszám-csökkenést mértem.

A vizsgált baktérium törzseknél bemutatottakhoz hasonlóan a pusztulási paramétereket itt is a pusztulási görbék lineáris szakaszára illesztett egyenesek adataiból számítottam (5. táblázat)

5. táblázat: A *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T modell
közegben végzett hőkezelésének eredményei

(°C)	k (1/min)	D érték	RPS (1/min)	RPI (min)	Q10	Z érték (°C)
<i>Légköri nyomáson csomagolt minták</i>						
50	-0,002	180,65	3,08E-17	3,24E+16	210,01	4,31
55	-0,010	41,48	4,47E-16	2,24E+15		
60	-0,495	0,88	6,47E-15	1,55E+14		
<i>Vákuumcsomagolt minták</i>						
50	-0,003	147,37	4,87E-17	2,05E+16	196,91	4,36
55	-0,013	33,94	6,84E-16	1,46E+15		
60	-0,600	0,72	9,59E-15	1,04E+14		

3.6. *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T hőpusztulása zöldség mátrixban

A rosttartalom miatt a zöldségek hőkezelését a húsokénál magasabb hőfokon végzik a sous-vide technológiában, de a táplevesben végzett hőkezeléseknél ismertettek miatt a *Zygosaccharomyces bailii* vegetatív sejtjeinek hőtűrése itt is gátat szab a modellezés hőfokmaximumának. Hasonlóan a táplevesben tapasztaltakhoz a vákuumcsomagolás ebben az esetben is minden vizsgált hőfokon szignifikáns különbségeket eredményezett. 50 °C-on 12 percig zöldség mixben hőkezelve az élesztőt mindkét technológiában minimális sejtszám csökkenést tapasztaltam (légköri: log 0,05 CFU/cm³, vákuumcsomagolt: log 0,06 CFU/cm³), amelyek értelmezése a malátakivonat agarban hőkezelt sejtekénél

elmondottakkal azonos. Ugyan két nagyságrendnyi, de egymáshoz képest minimális különbség figyelhető meg az 55 °C-os hőkezeléseknél (légköri: log 0,23 CFU/cm³, vákuumsomagolt: log 0,28 CFU/cm³). A 60 °C-os minták esetében 4 perces hőkezelést követően a légköri mintáknál közel kettő (log 2,03 CFU/cm³), míg vákuumsomagolásban egy nagyságrenddel nagyobb (log 3,12 CFU/cm³) sejtszám-redukciót figyelhettem meg.

A pusztulási görbék lineáris szakasza alapján ebben az esetben is elemeztem a sous-vide technológia hőpusztulásra gyakorolt hatását, amelynek eredményeit a 6. táblázatban foglaltam össze.

6. táblázat: A *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T zöldség mixben végzett hőkezelésének eredményei

(°C)	k (1/perc)	D (perc)	RPS (1/perc)	RPI (perc)	Q ₁₀	Z érték (°C)
<i>Légköri nyomáson csomagolt minták</i>						
50	-0,002	233,33	2,21E-15	4,52E+14	115,14	4,85
55	-0,009	48,70	2,37E-14	4,22E+13		
60	-0,207	2,10	2,55E-13	3,93E+12		
<i>Vákuumsomagolt minták</i>						
50	-0,002	215,38	5,57E-17	1,80E+16	193,24	4,37
55	-0,010	42,11	7,74E-16	1,29E+15		
60	-0,348	1,25	1,08E-14	9,29E+13		

A pusztulási paraméterek számítása mellett a sejtszám értékek logaritmikus transzformációját követően azokat statisztikailag összehasonlítottam a szignifikáns különbségek megállapítása céljából.

Listeria monocytogenes NCAIM B.01373 típusörzsének modell közegekben és sertéshúsban végzett hőkezelése során a vákuumcsomagolás az 55 és 60 °C-on végzett hőntartások esetében szignifikáns különbséget eredményezett. A vákuumcsomagolt *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 törzs hőpusztulása modell közegekben 55 °C-os, míg sertéshúsban mindhárom vizsgált hőntartás mellett szignifikánsan gyorsabb volt.

Zygosaccharomyces bailii NCAIM Y.00954 számú típusörzsének hőkezelése során a túlélő sejtek számának várható értéke mindhárom hőntartási hőmérsékletnél (50, 55 és 60 °C) szignifikánsan különbözött, gyorsabb pusztulást eredményezve a vákuumcsomagolt minták javára.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

4.1. Minimális hőntartási idő 6D pusztulás esetén

Bigelow et al. (1921) megállapították, hogy a mikrobiológiai sterilitás csak a minőség számottevő csökkenésével érhető el. Egy bizonyos hőkezelési idő után, adott hőmérsékleten már nagy valószínűséggel állítható, hogy mikrobiológiai romlással nem kell számolni. A mikrobiológiai stabilitás és a termék minőség elfogadható fogyaszthatósági szinten tartáshoz az un. D-elveket alkalmazzuk. Sous-vide esetében a megfelelő tartósság eléréséhez a sokkolást megelőzően minimum 6D hőpusztítás szükséges. Eredményeimet ezen követelményekhez igazítva a 6D pusztuláshoz szükséges hőntartási időket a 7-9. táblázatokban foglaltam össze.

7. táblázat: a 6D pusztuláshoz szükséges hőntartási idő (perc)

A hőkezelés közege	Hőkezelés hőmérséklete (°C)	<i>Listeria monocytogenes</i> NCAIM B.01373 ^T	
		Vákuumcsomagolás	Kontroll
Modell (Caso leves)	55	21,7	22,1
	60	5,6	5,7
	65	1,3	1,7
Élelmiszer mátrix (sertéshús)	55	157,5	397,4
	60	44,4	105,6
	65	12,2	32,1

8. táblázat: A 6D pusztuláshoz szükséges hőntartási idő (perc)

A hőkezelés közege	Hőkezelés hőmérséklete (°C)	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	
		Vákuumcsomagolás	Kontroll
Modell (Caso leves)	55	140,9	154,1
	60	23,9	31,7
	65	4,2	6,1
Élelmiszer mátrix (sertéshús)	55	200,0	247,9
	60	74,9	98,4
	65	10,1	17,7

9. táblázat: a 6D pusztuláshoz szükséges hőntartási idő (perc)

A hőkezelés közege	Hőkezelés hőmérséklete (°C)	<i>Zygosaccharomyces bailii</i> NCAIM Y.00954 ^T	
		Vákuumcsomagolás	Kontroll
Modell (Caso leves)	50	884,2	1083,9
	55	203,6	248,9
	60	4,3	5,3
Élelmiszer mátrix (zöldség mix)	50	1292,3	1400,0
	55	252,6	292,2
	60	7,5	12,6

4.2. A vizsgált fajok össz DNS mennyiségének változása a hőkezelés során

A kapott Cq értékek a mintában mért DNS koncentrációkkal fordítottan arányosak, vagyis alacsonyabb Cq érték nagyobb DNS koncentrációt jelent. Tekintettel a módszerben rejlő mérési és egyéb hibákra kijelenthető, hogy az eredményként kapott megközelítőleg azonos Cq értékek ($x \pm 1$) azonos mennyiségű DNS jelenlétét feltételezik. Az élelmiszer mátrix inhomogenitása ezt a bizonytalanságot valamelyest

rontja, ezért a kiértékelésnél minden mintasornál figyelembe kell venni, hogy mátrixból, vagy tápoldatból (táplevesből) származik.

Fontos megjegyezni, hogy a C_q értékek összehasonlításának csak mintasoron belül van értelme és jelentősége, mivel minden mintasor újabb kísérletet és nem feltétlenül pontosan ugyanannyi kiindulási mikrobaszámot jelent, továbbá a DNS tisztítás hatékonysága erősen függ a mátrixtól.

4.3. Mikrobiológiai-higiéniai állapot megítélése a tárolási kísérletek alapján

A sous-vide technológia az általam meghatározott hőntartási paraméterekkel alkalmazva darált sertéshús mátrixnak, illetve zöldség mixnek a tárolás 8. hetéig megfelelő mikrobiológiai-higiéniai stabilitást biztosít.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T törzs 55 °C-on 10 percig, 60 °C-on 4 percig modell közegben, valamint 40 percig hús mátrixban végzett hőntartása alkalmával a sejtek pusztulását a 99%-os vákuumcsomagolás szignifikánsan gyorsította.
2. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 törzs 55 °C-on 15 percig modell közegben, illetve 55 és 60 °C-on 40 percig, valamint 65 °C-on 9 percig hús mátrixban végzett hőntartása alkalmával a sejtek pusztulását a 99%-os vákuumcsomagolás szignifikánsan gyorsította.
3. *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954 típus törzsének modell közegben és zöldség mátrixban 50 és 55 °C-on 12 percig, valamint 60 °C-on 4 percig végzett hőntartása alkalmával a vegetatív sejtek pusztulását a 99%-os vákuumcsomagolás szignifikánsan gyorsította.
4. *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373 számú típus törzsének 6 nagyságrendnyi pusztulásához szükséges minimális hőntartási idő modell közegben (Caso leve) 55 °C-on 21,7, 60 °C-on 5,6, illetve 65 °C-on 1,3 perc, darált sertéshúsban pedig 55 °C-on 157,5, 60 °C-on 44,4, valamint 65 °C-on 12,2 perc.

5. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 törzs 6 nagyságrendnyi pusztulásához szükséges minimális hőntartási idő modell közegben (Caso leves) 55 °C-on 140,9, 60 °C-on 23,9, illetve 65 °C-on 4,2 perc, darált sertéshúsban pedig 55 °C-on 200,0, 60 °C-on 74,9, valamint 65 °C-on 10,1 perc.

6. *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954 számú típustörzsének 6 nagyságrendnyi pusztulásához szükséges minimális hőntartási idő modell közegben (Caso leves) 50 °C-on 884,2, 55 °C-on 203,6, illetve 60 °C-on 4,3 perc, zöldség mixben pedig 50 °C-on 1400, 55 °C-on 292,2, valamint 60 °C-on 12,6 perc.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN ÍRT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

LEKTORÁLT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Magyarul

Szücs, P., Ásványi, B., Szigeti, J. (2011) Sous-vide termékekben előforduló mikroorganizmusok hőpusztulásának vizsgálata. Animal Welfare, etiológia és tartástechnológia, Volume 7, Issue 4, Különszám, Gödöllő, pp.404-411

Régaiszné Vajda, K., Szigeti, J. Ásványi, B., **Szücs, P.** (2014) Sous-vide húsokban előforduló humán patogén baktériumok hőrezisztenciájának vizsgálata. Élelmiszervizsgálati közlemények. Journal Of Food Investigation LXI. 3. szám. pp. 729-741.

Szücs, P., Vajda, K., Szigeti, J., Molnár, J., Lakatos, E., Ásványi, B. (2015) A Sous-vide, mint kéméletes hőkezelési technológia élelmiszer-higiéniai vonatkozásai. Acta Agraria Kaposváriensis. *Közlésre elfogadva.*

Angolul

Régaiszné Vajda, K., Halbritter, A.A., **Szücs, P.,** Szigeti, J. Ásványi, B. (2015) Heat resistance of human pathogens in in sous-vide products studied in model nutrition media. Acta Alimentaria, An International Journal of Food Science. Akadémiai Kiadó, Budapest. (Közlésre elfogadva) **IF: 0,274** (2014)

TUDOMÁNYOS KONFERENCIÁK TELJES TERJEDELEMBEN MEGJELENT ANYAGAI

Magyarul

Szücs, P., Ásványi, B., Szigeti, J. (2011) Sous-vide termékekben előforduló *Zygosaccharomyces bailii* hőpusztulásának vizsgálata modell tápközegben. XLIII. Konzervipari Napok. MÉTE Konzervipari szakosztály, Nagykovács 2011. május 2-3.

Szücs, P., Ásványi, B. (2011) *Zygosaccharomyces bailii* hőpusztulásának vizsgálata modell környezetben. Erdei Ferenc VI. Tudományos Konferencia, Kecskemét 2011. augusztus 25-26. ISBN 978-615-5192-01-2 III. kötet.

Szücs, P., Ásványi, B., Szigeti, J. (2011) Sous-vide termékekben előforduló mikroorganizmusok hőpusztulásának vizsgálata. III. Gödöllői Állattenyésztés Tudományos Napok, Gödöllő 2011. október 13-15.

Szücs, P., Ásványi, B., Szigeti, J. (2012) Húskészítmények kíméletes hőkezelése sous-vide technológiával (Mild heat treatment of meat products using sous-vide technology). *XXXIV. Óvári Tudományos Napok „Magyar Mezőgazdaság –Lehetőségek, Források, Új Gondolatok”* ISBN: 978-963-9883-93-2 Az előadások és poszterek teljes terjedelemben megjelent anyagai, Élelmiszertudományi Szekció, Mosonmagyaróvár, Compact Disc. p. 13.

TUDOMÁNYOS KONFERENCIA KIADVÁNYOKBAN MEGJELENT ÖSSZEFOGLALÓK

Magyarul

Szücs, P., Ásványi, B., Szigeti, J. (2011) Sous-vide termékekben előforduló *Zygosaccharomyces bailii* hőpusztulásának vizsgálata modell tápközegben. Konzervújság, 59. évf. 3-4. sz. pp. 26-27.