



A Sous-vide, mint kíméletes hőkezelési technológia élelmiszer-higiéniái vonatkozásai

¹Szücs P., ²Vajda K., ¹Szigeti J., ¹Molnár J., ¹Lakatos E., ¹Ásványi B.

¹Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Élelmiszertudományi Intézet
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

²Nyugat-magyarországi Egyetem, Apáczai Csere János Kar, Turizmus Intézet
H-9022 Győr, Liszt Ferenc utca 42.

ÖSSZEFOGLALÁS

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. Ennek egyik megvalósítási lehetősége a sous-vide (vákuum alatt) technológia, amelyet a kíméletes hőkezelések közé sorolunk. Kísérleteinkben mind vákuumcsomagolásban, mind pedig légköri nyomáson csomagolt (kontroll) és mesterségesen befertőzött élelmiszer mátrixokat (darált sertéshús és zöldség mix) hőkezelték ezen kíméletes technológiát modellezve. Ennek során meghatározták a különböző hőfokokon (50–65 °C) és hőtartási idővel (10–40 perc) végzett hőkezelések *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, valamint *Zygosaccharomyces bailii* fajok pusztulási paramétereire (*k*-érték, *D*-érték, *z*-érték) gyakorolt hatását. A pusztulási görbéket a hőkezelések során túlélő sejtek száma alapján vették fel, melyek kimutatására klasszikus tenyésztéses mikrobiológiai módszereket alkalmaztak. *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T törzssel befertőzött minták túlélő sejtek számában szignifikáns különbséget a kontroll mintákhoz képest hús mátrixban 55 és 60 °C-os hőtartás mellett kaptak. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 törzs mindhárom hőfokon (55, 60 és 65 °C) hús mátrixban végzett hőtartásának eredményei szignifikáns különbséget mutattak. *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954 típus törzsével befertőzött minták zöldség mixben végzett hőkezelése a túlélő sejtek számában mindhárom hőtartási hőfokon (50, 55 és 60 °C) szignifikáns különbséget eredményezett. A sous-vide elvekkel összhangban definiálták azon minimális hőkezelési paramétereket, amelyekkel a vizsgált fajok száma a 6D elvet figyelembe véve biztonságos szintre csökkenthető, biztosítva ezzel a termékek mikrobiológiai stabilitását.

(Kulcsszavak: *Listeria*, *Staphylococcus*, *Zygosaccharomyces*, hőpusztulás)

ABSTRACT

The food hygiene aspects of the Sous-vide, as a mild heat treatment technology

P. Szücs¹, K. Vajda,² J. Szigeti¹, J. Molnár¹, E. Lakatos¹, B. Ásványi¹

¹University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences, Institute of Food Sciences, H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u.15-17

²University of West Hungary, Apáczai Csere János Faculty, Institute of Tourism, H-9022 Győr, Liszt Ferenc u.42

Due to the world population growth, human food supply and even the feeding faced a peculiar dichotomy: producing and processing the more food and feed material (biomass) per unit area in such a way as to have favorable nutritional indicators to consumers. To accomplish this, there is a great opportunity called sous-vide (French word for 'under vacuum') technology, which is classified as a gentle heat treatment. In their researches, they heat treated artificially preserved food matrixes (minced pork and vegetable mix) which were packed under vacuum and atmospheric pressure (control) modelling this gentle heat treatment. They determined the effects of heat treatments with different temperatures (50–65 °C) and holding times (10–40 minutes) on the mortality parameters (k-value, D-value, z-value) of species like Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, and Zygosaccharomyces bailii. The mortality curves were based on the number of surviving cells during heat treatments. To detect them, classical microbiological methods were used. According to their results, a significant difference in the number of surviving cells was experienced on 55 to 60 °C holding time in meat matrix. This occurred in the case of samples inoculated by Listeria monocytogenes NCAIM B.01373^T strains and the control samples as well. Heat holding results of Staphylococcus aureus ATCC 25923 strain showed a significant difference in meat matrix (on three temperatures: 55, 60 and 65 °C). As for the number of surviving cells, heat treatment of samples inoculated by Zygosaccharomyces bailii NCAIM Y.00954^T type strain resulted a significant difference in vegetable mix on all three heat holding temperatures (50, 55 and 60 °C). In accordance with the sous vide principles, they defined the minimum heat treatment parameters with which the number of the test species, considering the 6D principle, can be reduced to a safe level. This ensures the microbiological stability of the products.

(Keywords: Listeria, Staphylococcus, Zygosaccharomyces, thermal death)

BEVEZETÉS

A mikrobiota és az élelmiszer-biztonság kapcsolata

Az élelmiszerlánc szereplői közül a tartósítóiipar napjainkig különös jelentőséggel bír. Mióta az urbanizáció következtében a termelés, feldolgozás és a fogyasztás időben és térben egyaránt elkülönül, egyetlen élelmiszer-előállítási folyamat sem képzelhető el nélküle. Az élelmiszer eredetű megbetegedések világszerte jelentős, és egyre növekvő problémát jelentenek, melyek előidézésében a patogén mikroorganizmusok között kell megemlíteni az élelmiszer-fertőzést, vagy élelmiszermérgezést okozó baktériumokat, a mikotoxint termelő fonalas gombákat, valamint az élelmiszer eredetű parazitákat (Knura et al., 2006). A WHO (World Health Organization) a fejlett ipari országok vonatkozásában évente 10–30 %-ra becsüli az élelmiszer eredetű megbetegedések számát (WHO, 2007). Az élelmiszereredetű megbetegedések kialakulásába érintett élelmiszerek közül legnagyobb arányban 40 %-ban a tojás és tojástartalmú étel szerepe mutatható ki. Hús- és hústermékek 15%-ban, több összetevőkből álló ételek 10%-ban, tej-és tejtermékek 8%-ban, hal és kagylófélék 5%-ban, zöldségfélék 4%-ban. (Rodler,

2007). A bakteriológiai élelmiszer-biztonságot veszélyeztető kórokozók tekintetében a leggyakoribb az állati eredetű élelmiszerek okozta zoonózisok kockázata, a keresztszennyeződések, a patogének átjutása a szennyezett nyers élelmiszerről más élelmiszerekre. E lehetősége révén azonban az élelmiszerek szélesebb körében is szerepet játszhatnak az állati eredetű élelmiszereket szennyező kórokozók (Szeitzné, 2008). Az élelmiszereket általánosságban biztonságosnak tekintjük, feltételezve, hogy megfelelő gondossággal állították elő, készítették el, tárolták és kezelték (Constable et al., 2007).

A mikrobiológiai élelmiszer-biztonság helyzetének megítélésére az élelmiszer eredetű megbetegedések, valamint az élelmiszerláncban észlelt mikrobiológiai szennyeződések alakulása ad információt. Az egyik ilyen ágens a patogenitása miatt kiemelkedő faj a *Listeria monocytogenes*. A fajt az állati megbetegedés kórokozójaként Murray már 1926-ban leírta. Miután a fertőzés egyik jellegzetes tünete a monocytosis, első neve *Bacterium monocytogenes* volt, melyet később a neves tudós, Lister tiszteletére *Listerella monocytogenes*-nek nevezték el. Az élelmiszerek széles köréből kimutatták már. Megtalálható feldolgozatlan állati eredetű élelmiszerekben, nyers tejben, húsban, halban, zöldségeken, gyümölcsökön, de kimutatható feldolgozott és fogyasztásra kész élelmiszerekben, csakúgy, mint sajtokban, jégkrémekben, húskészítményekben az utószennyeződés következményeként (Guerra et al., 2001), valamint hűtőhőmérsékleten tárolt nyers élelmiszerekben, melyek a fertőzés forrásai is egyben.

A *Staphylococcus aureus* szintén az élelmiszer-higiéniai szempontból jelentős fajokhoz tartozik. A gram-pozitív baktériumot 1874-ben Billroth mutatta ki, és Pasteur tenyésztette ki először emberi seb gennyéből. Fakultatív anaerob, mezofil baktérium, amely a legrezisztensebb nem spórás fajok közé tartozik, így a kiszáradást jól tűri. Nyers húsokban és feldolgozáson keresztül felkész, kész ételekben egyaránt veszélyt jelent. Olyan húsok, amelyek erőteljesebb kezelést, előkészítést igényelnének, vagy amelyeket szobahőmérsékleten tartanak az elkészítés után, ételmérgezést, toxikoinfekciót is okozhatnak. Élelmiszerekbe kerülve elszaporodhat, és megfelelő körülmények között toxinokat termel (A, B, C1, C2, C3, D, E), köztük hőstabil enterotoxint is, amely 100 °C-on egy óra elteltével is aktív marad. Az ételmérgezést kiváltó toxintermeléshez több mint 10^6 sejt/g szükséges. A *Staphylococcus* intoxicatio a világon a leggyakrabban előforduló ételmérgezés. Ez annak ellenére így van, hogy minden lehetőséget megtesznek a visszaszorítására. Európában és Magyarországon az esetszámot tekintve a második helyen áll a Salmonellosis után (Bíró, 2014).

Az élelmiszeriparban széles körben elterjedt *Zygosaccharomyces bailii* élesztőgomba kivételes toleranciája miatt jelentős gazdasági veszteségeket okozhat. A faj a gombák *Ascomycota* törzsébe ezen belül a *Saccharomycetes* osztályába tartozik. Kiemelkedő tulajdonsága, hogy ellenáll a gyenge savaknak és tartósítószernek, mint az ecetsav, tejsav, propionsav, benzoosav és szorbinsav. A *Zygosaccharomyces bailii* képes tolerálni a magas etanol koncentrációt ($\geq 15\%$ (v/v)). Széles pH tartományok (pH= 2,0 – 7,0) és vízkiváltsági viszonyok ($a_w=0,80 - 0,99$) között is képes a szaporodásra, valamint magas cukor (50–60%) és ecetsav (2,0–2,5%) toleranciát mutat. Erőteljesen fermentálja a cukrokat és ellentétben a legtöbb más élesztővel gyorsabban metabolizálja a fruktózt mint a glükózt, így sokkal gyorsabban mutat növekedést fruktózt tartalmazó ($\geq 1\%$ w / w) élelmiszereknél (Erickson és McKenna, 1999).

A suos-vide technológia

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. Az előbbi törekvés érhető utol a GMO megjelenésében, amelyet a feldolgozási kapacitások sokszor csak késve reagáltak le. A klasszikus nagyipari tartósító technológiák nagy mennyiségű, és a technológia szempontjából változatos élelmiszer alap-, adalék- és segédanyag költséghatékony kezelését végzik, amely feltételezi az élelmiszer-mátrixba való gyors és drasztikus beavatkozást. Az ilyen feldolgozási technológiák – szemben a „kéméletes technológiákkal” – az élelmiszer beltartalmi paramétereire általában kedvezőtlenül hatnak. A tömegtermelésen túl egyrészt – mondjuk ki őszintén – a divatirányzatok, másrészt az egészség tudatosabb táplálkozás következtében az élelmiszer garanciális minőségén túl előtérbe került a fogyasztók elvárt (funkcionális) igényeinek kielégítése is. A feldolgozási és tartósítási technológiák elmozdulása ebbe az irányba napjainkig tart. Azt már mi is tudjuk nagyszüleinktől, hogy a jó ételek elkészítésének titka a lassú, takaréklángon történő sütés-főzés. Ez nem újkori találmány, már évszázadokkal ezelőtt különböző népcsoportok világszerte, egymástól függetlenül eredményesen használták. (URL¹)

Nemcsak tapasztalatból, de Leistner óta egzakt módon kifejezve is tudjuk, hogy az élelmiszerre ható, önmagukban enyhe behatások összességében tartós élelmiszert eredményeznek. A gát elv e sajátos alkalmazását valósítja meg a kombinált tartósítások közé sorolható sous-vide technológia, amely az élelmiszer mátrixra – sőt a mátrixban – ható biotikus és abiotikus tényezőket úgy kombinálja, hogy azok a folyamat végére egy tartós terméket eredményeznek, amely beltartalmi és organoleptikus tulajdonságait tekintve is szignifikánsan jobbak az üzemi/ nagyüzemi feldolgozású hasonló termékekénél. A sous-vide (ejtsd: szu vid, magyarul vákuum alatt) egy francia kifejezés az élelmiszer fóliás csomagolását, vákuumozását, majd a csomagban való kéméletes hőkezelését jelenti, amely minden esetben 100 °C alatti hőkezelést jelent. Az eljárás során a nyersanyagot, vagy a félkész élelmiszert szigorúan kontrollált körülmények között (hőmérséklet és időtartam) hőálló vákuumtasakokban főzzük. A sous-vide alapja és lényege, hogy minden alapanyagot és terméket a saját összetevőinek függvényében hőkezelnek, figyelembe véve annak biológiai és kémiai tulajdonságait. Függetlenül a nyersanyagok összetételétől - legyen az marhahús, hal, vagy zöldség - mindent külön hőmérsékleten kezelnek, ezáltal az optimális eredmény elérése lényegesen kevesebb sejtszerkezeti roncsolással valósítható meg. Nem egy konyhaművészeti megoldásról van tehát elsősorban szó, hanem tudományról. A sous-vide technológia sikeressége nagyon sok tényező függvénye: az állat kora, a hús összetétele, sejtszerkezete, a hőkezelés célja, direkt, vagy indirekt a főzési módszer, a pasztörözés a cél, vagy az azonnali fogyasztás, resz állag, vagy a teljes puhulás. Ezen diverzitás az oka annak, hogy a sous-vide, mint kéméletes hőkezelési technológia a termék minősége szempontjából nem feltétlenül jelent biztonságot a romlást okozó mikroorganizmusok elpusztítását illetően. Az élelmiszer-biztonság szempontjából szükséges tehát meghatározni és kimérni az egyes alapanyag mátrixok összetételétől, és mikrobiális terheltségétől függően a pusztulási paramétereket, növelve ezzel az élelmiszer-biztonságot.

Céltűzések

Munkánk célja az volt, hogy megvizsgáljuk a sous-vide termékek mikrobiotájából a *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, valamint a *Zygosaccharomyces bailii* esetében ezen tartósítási technológia pusztulási kinetikára gyakorolt hatását. További céltűzésünk volt, hogy a sous-vide elvekkkel összhangban meghatározzuk azon

minimális hőkezelési paramétereket, amelyekkel ezen fajok száma a biztonságos szintre csökkenthető.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat a Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszer tudományi Karának Élelmiszertudományi Intézetében működő NAT-1-1674/2012 számon akkreditált Élelmiszer és Vízvizsgáló laboratóriumában végeztük. Kísérleteinkben két baktérium a *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T típus törzsének és koaguláz pozitív *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 törzsének hőpusztulását vizsgáltuk vákuum csomagolt élelmiszer mátrixban (sertés hús) sous-vide technológiát modellezve. Kontrollként légköri nyomáson csomagolt mintákat alkalmaztunk. Vizsgálatainkat eltérő hőfokon, de ugyanezen körülményeket modellezve *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T élesztőtörzssel is elvégeztük. Élelmiszer mátrixként zöldség mixet alkalmaztunk.

A vizsgált törzsek

A vizsgálataink alapjául szolgáló *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T számú, illetve *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T számú típus törzseket vákuumzárásos, dupla ampullás, liofilezett preparátum formájában szereztük be a Budapesti Corvinus Egyetem keretein belül működő Mezőgazdasági és Ipari Mikroorganizmusok Nemzeti Gyűjteményéből (MIMNG). A szintén vizsgált *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 törzset az American Type Culture Collection (ATCC) termékeinek magyarországi forgalmazójától szereztük be szintén liofilezált preparátum formájában.

Az előkészítések során a *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T törzset tartalmazó dupla ampullás liofilezett tenyészetéhez fiziológiás sóoldatot pipettáztunk, majd a preparátumokhoz kapott protokollban meghatározottak szerint 20 percig rehidratáltuk. Ezt követően Caso levesbe oltottuk, és 24+24 órán keresztül inkubáltuk aerob körülmények között 37±1 °C-on. A levestenyészetből ritkító szélesztést végeztünk szelektív ALOA agarlemezre, majd újabb 24-órás inkubáció következett 37±1 °C-on aerob körülmények között. Az így kapott tenyészetet gram-festést követően morfológiailag ellenőriztük (gram-pozitív rövid pálcika). A hőkezelésekhez minden esetben szelektív ALOA lemezen elszaporított 24 órás tenyészeteket használtunk. A tenyészetek sejtsűrűségét minden esetben Densimat® (BioMerieux) készülék segítségével ellenőriztük és agy-szív influenziás agaron tartottuk fent a kísérlet ideje alatt.

A *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 liofilezett preparátumát megtörve az ampullát a benne lévő tápközegbe rehidratáltuk, majd CASO levesben szaporítottuk 24+24 órán át 37±1 °C-on, aerob körülmények között. A beoltott és zavarosodást mutató táplevesből ritkító szélesztéssel Baird-Parker agarlemezeken felületére szélesztettünk, melyeket az előzőekhez hasonló körülmények között inkubáltunk. A törzset gram festést követő morfológiai vizsgálat után (gram pozitív coccus, tetrádokba rendeződve) TSA ferde tápagon tartottuk fenn a kísérlet ideje alatt. A hőkezelésekhez minden esetben szelektív Bair-Parker agarlemezeken elszaporított 24 órás tenyészeteket használtunk. A tenyészetek sejtsűrűségét minden esetben Densimat® (BioMerieux) készülék segítségével ellenőriztük.

A *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T liofilezálatot 20 percig rehidratáltuk, majd maláta kivonat levesben 48–72 órán át aerob körülmények között 26 °C-on tenyésztettük. A szaporodást mutató csövekből Malátakivonat agarra szélesztettünk, és

az előzőekben ismertetett körülmények között inkubáltuk. Az így kapott tenyészetet morfológiailag ellenőriztük (3.5–6.5 x 4.5–11.5 µm-es ellipszis alakú, nem mozgó, egyesével, vagy rövid láncokat alkotó multipolárisan sarjadzó élesztő), és ez képezte kísérleteink alapját, melyet annak ideje alatt ferde malátakivonat agaron tartottunk fent. A beoltásokhoz minden esetben 48–72 órás tenyészetet alkalmaztunk.

Hőtűrési vizsgálatok élelmiszer-mátrixban

A *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T törzs szelektív ALOA agaron 24 órás aerob körülmények inkubálással felszaporított tiszta tenyészetét 850 cm³ hígítóvízbe oldottuk. Az előzetesen steril körülmények között ledarált, és alaposan összekevert sertés húsból hőálló műanyag tasakokban 100 g-os egységeket képeztünk. A tasakok mindegyikét a *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T 30 cm³-nyi szuszpenziójával oltottuk be. Az így kapott 27 mintaegység közül 13-at a sous-vide technológiának megfelelően 99%-os légritkítás mellett vákuumsomagoltunk, 14-et pedig légköri nyomáson lezártunk (kontroll). A kiindulási sejtszámok tenyésztésének eredményei: légköri nyomáson csomagolt minták esetében 7,9×10⁶ CFU/cm³, vákuumsomagoltak esetében pedig 5,1×10⁶ CFU/cm³. A hőkezelések során adott időpontban kivett mintaegységből lemezöntéses-telepszámlálásos módszerrel határoztuk meg a cm³-kénti sejtszámokat.

Staphylococcus aureus ATCC 25923 esetében a sous-vide technológia csírapusztító hatását minél életszerűbben modellezve kísérleteinket szintén befertőzött serteshús modellben is elvégeztük az ide tartozó konyhatechnika paramétereit alkalmazva. Az élelmiszer mátrixban végzett hőkezelések a *Listeria* esetében ismertetett módon zajlottak. Különbség csupán az előkísérleteink alkalmával tapasztaltak alapján a hőtartási időkből volt. A kiindulási alapanyagot ledaráltuk és elszívófülke alatt hőálló tasakokban 28 db 100 g-os csomagot képeztünk. Mindkét csoportot *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 törzs 30 cm³-nyi levestenyészetével fertőztük be, melyet előzetesen 37±1 °C-on aerob körülmények között 24 órán át inkubáltunk. Homogenizálás után a mintegyiségek felét 99%-os légritkítás mellett, másik felét légköri nyomáson lecsomagoltam. A kiindulási sejtszámok az előbbinél 2,3×10⁶ CFU/cm³, az utóbbinál pedig 5,2×10⁶ CFU/cm³ volt.

A *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T irodalomban is ismertetetten egyik jellemző előfordulási helye a szaprofita mikrobióta. Az innen származó élelmiszer-mátrixokban való hőpusztulásának modellezésére *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T törzssel befertőzött zöldség mixet (összetevők: fejeskáposzta, sárgarépa, endívia saláta) hőkezeltünk. Ennek során a ledarált és blansírozott (forrásban lévő vízbe mártva) zöldség mixek 100 g-os egységeit előzetesen 26±1 °C-on malátakivonat levesben 48–72 óráig szaporított *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T levestenyészet 30 cm³-ével fertőztük be. A 38 mintaegység felét alapos homogenizálás után a sous-vide technológiának megfelelően 99%-os légritkítás mellett vákuumsomagoltuk. Az elkészített szuszpenziók indulási csíraszámra vákuumsomagolt minták esetében 1,9×10⁶ CFU/cm³, a kontrolloknál pedig 5,1×10⁶ CFU/cm³ volt. A cirkulációs hőtartóban végzett kísérletek az élesztők hőérzékenysége miatt az előzőekben ismertettekénél alacsonyabb hőfokon és rövidebb ideig történtek.

A pusztulási paraméterek meghatározása

Listeria monocytogenes NCAIM B.01373^T törzs és koaguláz pozitív *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 törzs esetében 55, 60 és 65 °C-on, *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T élesztő esetében pedig 50, 55 és 60 °C-on végzett hőtartásokat

alkalmaztunk. Kontrollként légköri nyomáson lecsomagolt mintákat használtunk. A pusztulási görbéket a hőkezelések során túlélő sejtek száma alapján vettük fel, melyek kimutatására klasszikus tenyésztéses mikrobiológiai módszereket alkalmaztunk. Méréseink alapján meghatároztuk a hőpusztulási paraméterek közül a pusztulási együtthatót (k érték), a tizedelési időt (D -érték), a z -értéket, valamint a hőmérsékleti együtthatót (Q_{10}). A légköri és a vákuum csomagolt minták hőkezelése során logaritmikus transzformációt követően a túlélő sejtek számait regresszióval, szórásaik egyezését F próbával, a normális eloszlású sokságok várható értékeinek egyezését pedig t -próbával hasonlítottuk össze.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Listeria monocytogenes NCAIM B.01373^T hőpusztulása hús mátrixban

A *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T törzs élelmiszer mátrixban (sertéshús) elvégzett hőkezeléseinek mintavételi gyakoriságát a 1–2. ábrák szemléltetik. A modell közegben végzett kezelések alkalmazásával olyan hőfokot választottunk, amely a sous-vide technológiában általánosan alkalmazott. A mintákból meghatározott élősejt-számok logaritmikus transzformációját elvégeztük és azokat az idő függvényében ábráztuk. A túlélő sejtszám értékek képezték az anyag és módszer fejezetben ismertetett hőpusztulási paraméterek meghatározásának alapját.

1. ábra

A *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T túlélő sejtjeinek száma sertéshúsban hőkezelve

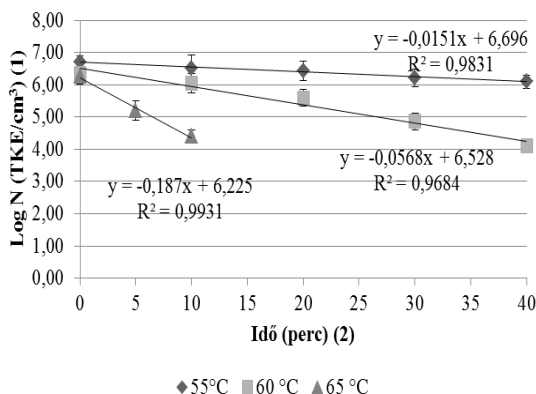


Figure 1. Surviving cells of *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T heat treated in pork meat

$\text{Log } N$ (TKE/cm^3) ($\text{Log cell number /CFU-Colony Forming Unit}/\text{cm}^3$), Idő (perc) (Time /min)

Az általunk vizsgált sertéshús mátrixban 55 °C-on alig több mint fél ($\log 0,6 \text{ CFU}/\text{cm}^3$) de 60 °C-on is csupán kevéssel több, mint kettő ($\log 2,25 \text{ CFU}/\text{cm}^3$) nagyságrendnyi *Listeria* szám csökkenést értünk el 40 percnyi hőkezelést követően. Egyedül 65 °C-on kaptunk több mint hat ($6,27 \text{ CFU}/\text{cm}^3$) nagyságrendnyi redukciót, amely a kezdeti

sejtszámot 10 perc elteltével gyakorlatilag nullára redukálta. A vákuumcsomagolás szignifikánsan ($p < 0,05$) gyorsította a *Listeria monocytogenes* hőpusztulását hiszen 55 és 60 °C-on a légköri mintákhoz képest a sejtszám redukciónban több mint kétszeres különbséget kaptunk (log 1,60, illetve log 5,61 CFU/cm³). A növekmény egyedül 65 °C-on nem volt szignifikáns, jöllehet a közel öt nagyságrendnyi (log 4,90 CFU/cm³) csökkenést a magasabb hőfokra történő melegítés következtében elért alacsonyabb kiindulási sejtszám mellett tapasztaltuk.

2. ábra

A *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T túlélő sejtjeinek száma vákuumcsomagolt sertéshúsban hőkezelve

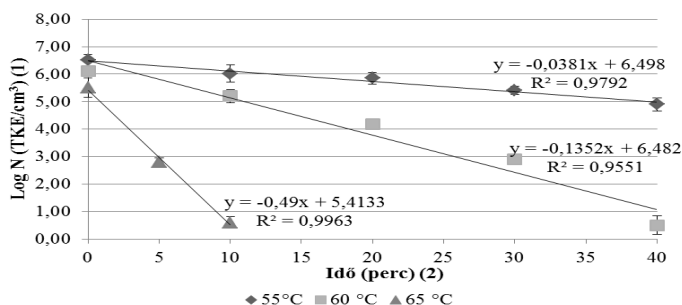


Figure 2. Surviving cells of *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T heat treated in vacuum-packaged pork meat

Log N (TKE/cm³) (Log cell number /CFU-Colony Forming Unit/cm³/), Idő (perc) (Time /min/)

A pusztulási görbe lineáris szakaszára illesztett egyenesek egyenletéből mindkét kezeléssorban meghatároztuk az 1. táblázatban feltüntetett pusztulási paramétereket.

A D-értékek tekintetében eredményeink megegyeznek Anon (2000), Brennan et al. (1990), illetve Heldman és Hartel (1997) eredményeivel, akik hús mártixban 60 °C-on maximálisan D₆₀=16,7 perc értéket határoztak meg. Bolton et al. (2000) viszont darált húst vízfürdőben, vákuumcsomagolásban hőkezelve az általunk mért értékeknél alacsonyabb, 55 °C-on 3,2–3,4, 60 °C-on pedig 0,15–0,31 perc tizedelési időket mértek. Murphy et al. (2002) *Listeria innocua*-t csirke húsban hőkezelve 55 °C-on 56,169, míg 60 °C-on 7,362 percnyi D értéket határozott meg, melyek közül az előbbi a légköri nyomáson mért, utóbbi pedig a vákuumcsomagolt mintáink eredményeihez hasonló. Gaze et al. (1989) marhahúsban 60 °C-on 8,32 perc tizedelési időt mértek. Az általunk kalkulált z-értékhez hasonlózt közölte Leasor és Foegeding (1988), akik *Listeria monocytogenes* esetében 9,0 °C-os z-értéket számítottak.

1. táblázat

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

(°C) (1)	<i>k</i> (1/min) (2)	<i>D</i> érték (perc) (3)	<i>Q</i> ₁₀ (4)	<i>Z</i> érték (°C) (5)
Légtéri nyomáson csomagolt minták (6)				
55	-0,01	66,23	13,32	8,89
60	-0,02	17,61		
65	-0,08	5,35		
Vákuumcsomagolt minták (7)				
55	-0,02	26,25	15,44	8,41
60	-0,06	7,40		
65	-0,21	2,04		

Table 1. Results of *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T heat treated in pork meat

Heat treatment temperature /°C/(1), *k*-value(2), *D*-value /decimal reduction time/(3), Temperature coefficient (4), *z*-value(5), Atmospheric pressure packed samples (6), Vacuum-packaged samples(7).

***Staphylococcus aureus* ATCC 25923 hőpusztulása hús mátrixban**

A sous-vide technológiát modellezve kísérleteinket a *Listeria*-hoz hasonló módon mesterségesen befertőzött hús mátrixban is elvégeztük. Ennek eredményeként a túlélő sejtszámok logaritmusait az idő függvényében ábrázolva a pusztulási görbék a 3-4. ábrákon feltüntetett lineáris szakaszait kaptam.

Míg a légtéri mintáknál 55 °C-on hőkezelve közel egy nagyságrendnyi a csökkenés (log 0,93 CFU/cm³), addig 60 °C-on hőkezelve a kollagén változása miatt már log 2,47 CFU/cm³ csökkenés jellemzi a *Staphylococcus aureus* 40 perces hőpusztulását hús mátrixban. Vákuumcsomagolás hatására a sejtszám változás 55 °C-on 0,3 tizeddel 1,25 CFU/cm³-re nőtt, míg 60 °C már fél nagyságrendnyi különbséget jelentett az alkalmazott sous-vide technológia (légtéri: log 2,47 CFU/cm³, vákuumcsomagolt: log 3,03 CFU/cm³). 65 °C-on a hőpusztulás mindkét vizsgálati sorban 6 nagyságrend körül mozgott a 9. perces minták esetében (légtéri: log 6,15 CFU/cm³, vákuumcsomagolt: log 5,54 CFU/cm³). Mindhárom kezelési hőfokon a különbségek szignifikánsak voltak. A telepszámlálások eredményeiből felvett pusztulási görbék alapján számított paramétereket a 2. táblázatban foglaltam össze.

3. ábra

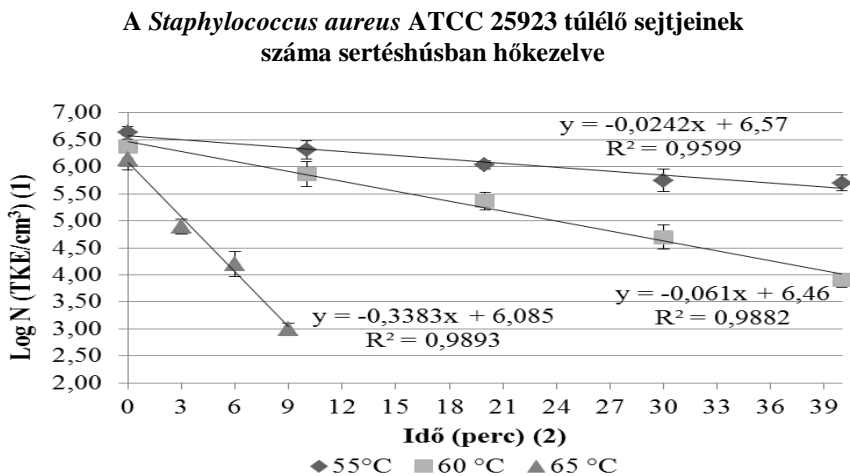


Figure 3. Surviving cells of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 heat treated in pork meat

$\text{Log } N \text{ (TKE/cm}^3\text{)}$ (Log cell number /CFU-Colony Forming Unit/cm³), Idő (perc) (Time /min/)

4. ábra

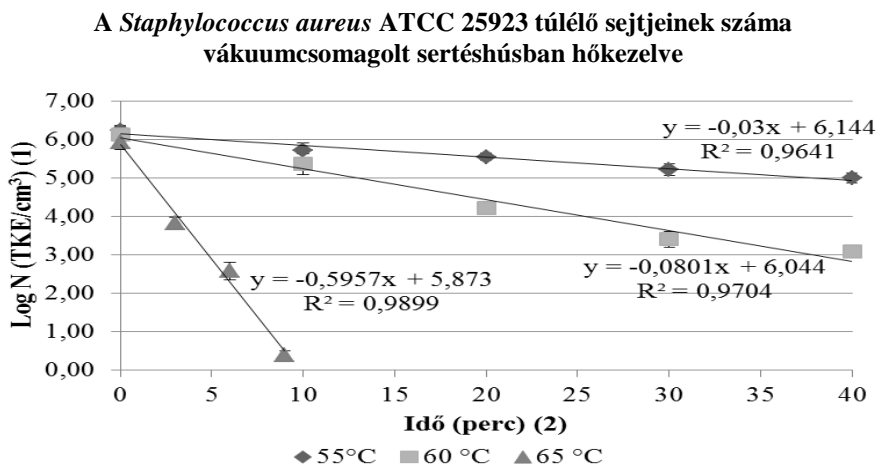


Figure 4. Surviving cells of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 heat treated in vacuum-packaged pork meat

$\text{Log } N \text{ (TKE/cm}^3\text{)}$ (Log cell number /CFU-Colony Forming Unit/cm³), Idő (perc) (Time /min/)

2. táblázat

A *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 sertéshúsban végzett hőkezelésének eredményei

°C (1)	k (1/min) (2)	D érték (perc) (3)	Q_{10} (4)	Z érték (°C) (5)
<i>Légköri nyomáson csomagolt minták (6)</i>				
55	-0,01	41,32	15,10	8,48
60	-0,03	16,39		
65	-0,15	2,96		
<i>Vákuumcsomagolt minták (7)</i>				
55	-0,01	33,33	20,77	7,59
60	-0,03	12,48		
65	-0,26	1,68		

Table 2. Results of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 heat treated in pork meat

Heat treatment temperature °C/(1), k-value(2), D-value /decimal reduction time/(3), Temperature coefficient (4), z-value(5), Atmospheric pressure packed samples (6), Vacuum-packaged samples(7).

A D-értékek tekintetében Anon (2000), Brennan et al. (1990), illetve Heldman és Hartel (1997) hús mártixban 60 °C-on $D_{60}=6$ perc értéket határoztak meg, amely az általunk mért értéknél gyorsabb hőpusztulást jelent.

***Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T hőpusztulása zöldség mártixban**

Az élesztő élelmiszer mártixban történő hőpusztulásának vizsgálatát az anyag és módszer fejezetben ismertetett módon zöldség mixben végeztük. A mintavételi gyakoriságot és a túlélő sejtek számának logaritmusát az idő függvényében ábrázolva az 5-6. ábrák szemléltetik.

A *Zygosaccharomyces bailii* vegetatív sejtjeinek hőtűrése itt is gátat szab a modellezés hőfokmaximumának. A vákuumcsomagolás minden vizsgált hőfokon szignifikáns különbségeket eredményezett. 50 °C-on 12 percig zöldség mixben hőkezelve az élesztőt mindkét mintasornál minimális sejttség csökkenést tapasztaltunk (légköri: $\log 0,05$ CFU/cm³, vákuumcsomagolt: $\log 0,06$ CFU/cm³), de fontos megjegyezni, hogy a kiindulási csíraszámok kismértékű csökkenése a mintaátlagok kis eltérése mellett is már szignifikáns különbségeket eredményez. Ugyan két nagyságrendnyi, de egymáshoz képest minimális különbség figyelhető meg az 55 °C-os hőkezeléseknél (légköri: $\log 0,23$ CFU/cm³, vákuumcsomagolt: $\log 0,28$ CFU/cm³).

A 60°C-os minták esetében 4 perces hőkezelést követően a légköri mintáknál közel kettő ($2,03$ CFU/cm³), míg vákuumcsomagolásban egy nagyságrenddel nagyobb ($3,12$ CFU/cm³) sejttség-redukciót figyelhattunk meg.

A pusztulási görbék lineáris szakasza alapján ebben az esetben is elemeztük a sous-vide technológia hőpusztulásra gyakorolt hatását, amelynek eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze.

5. ábra

A *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T túlélő sejtjeinek száma zöldség mixben hőkezelve

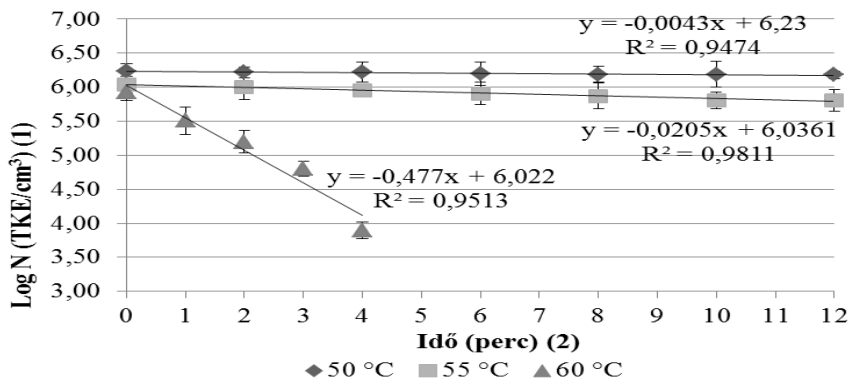


Figure 5. Surviving cells of *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T heat treated in vegetable mix

Log N (TKE/cm³) (Log cell number /CFU-Colony Forming Unit/cm³), Idő (perc) (Time /min/)

6. ábra

A *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T túlélő sejtjeinek száma zöldség mixben, vákuumsomagolásban hőkezelve

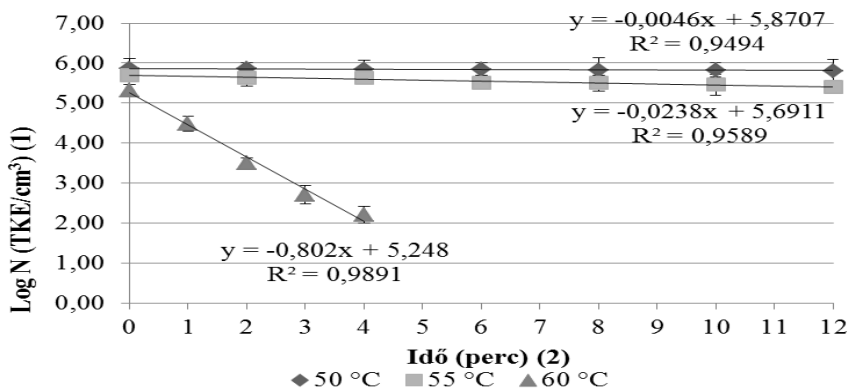


Figure 6. Surviving cells of *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T heat treated in vacuum-packaged vegetable mix

Log N (TKE/cm³) (Log cell number /CFU-Colony Forming Unit/cm³), Idő (perc) (Time /min/)

3. táblázat

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

(°C) (1)	<i>k</i> (1/min) (2)	<i>D</i> érték (perc) (3)	<i>Q</i> ₁₀ (4)	<i>Z</i> érték (°C) (5)
<i>Légköri nyomáson csomagolt minták (6)</i>				
50	-0,002	233,33	115,14	4,85
55	-0,009	48,70		
60	-0,207	2,10		
<i>Vákuumcsomagolt minták (7)</i>				
50	-0,002	215,38	193,24	4,37
55	-0,010	42,11		
60	-0,348	1,25		

Table 3. Results of *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T heat treated in vegetable mix

Heat treatment temperature °C/(1), *k*-value(2), *D*-value /decimal reduction time/(3), Temperature coefficient (4), *z*-value(5), Atmospheric pressure packed samples (6), Vacuum-packaged samples(7).

A szakirodalom feldolgozása során nem találtunk olyan forrásmunkát, amelyben az általunk is vizsgált *Zygosaccharomyces bailii* élesztőt hasonló technológiát modellezve hőkezelték volna. Az élelmiszer mátrixok közül egyedül *Raso et al.* (1998) végeztek vizsgálatokat a faj gyümölcslevekből történő pusztulására vonatkozóan. Eredményként 60 °C-on pH 4,0 körüli értéken hőkezelve 1,97–4,48 perc *D*-értéket kaptak, amely megfelel az általunk számított értékeknek.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az egyes termékcsoportok élelmiszer biztonságának kialakítása során arra törekednek, hogy a mátrix természetes mikrobiotájának leg hőellenállóbb és/vagy patogén tagjához igazítva a hőkezelést, a nevezett faj nagy biztonsággal elpusztítható legyen. Mivel a másik oldalon a késztermék organoleptikus tulajdonságainak minél kisebb arányú változása áll, ezért a sous-vide technológiában meg kell találni azon egyensúlyt, amellyel az étel élelmiszer biztonsága alacsony hőmérsékleten hőkezelve biztosítható; mindezt tartósítószer hozzáadása nélkül. A technológia mellett szól az igen jelentős kálió veszteség csökkenése; azaz 8–10% a megszokott, tradicionális eljárásnál előforduló 23–34% helyett. Az eljárással készült termékek esetében függően a direkt, indirekt, vagy vegyes főzési technológiától a 3–4 hetestől (*Durucz*, 2010) a 18 hónapos (URL²) eltarthatóság a cél.

A 6D pusztuláshoz szükséges minimális hőntartási idő

Bigelow (1921) megállapították, hogy a 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 fogyasztásági szinten tartáshoz az ún. *D*-elveket alkalmazzuk. Sous-vide esetében a megfelelő tartósság

eléréséhez a sokkolást megelőzően minimum 6D hőpusztítás szükséges. Eredményeinket ezen követelményekhez igazítva a 6D pusztuláshoz szükséges hőntartási időket a 4. táblázatban foglaltuk össze.

4. táblázat

A 6D pusztuláshoz szükséges hőntartási idő (perc)

A hőkezelés közege (1)	Hőkezelés hőmérséklete (2) (°C)	Vákuumcsomagolás (3)	Kontroll (4)
<i>Listeria monocytogenes</i> NCAIM B.01373^T			
Élelmiszer mátrix (sertéshús) (5)	55	157,5	397,4
	60	44,4	105,6
	65	12,2	32,1
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923			
Élelmiszer mátrix (sertéshús) (6)	55	200,0	247,9
	60	74,9	98,4
	65	10,01	17,7
<i>Zygosaccharomyces bailii</i> NCAIM Y.00954^T			
Élelmiszer mátrix (zöldség mix) (7)	50	1292,3	1400,0
	55	292,2	252,6
	60	12,6	7,5

Table 4. The minimum holding times (min) for reduction the initial cell number by six orders of magnitude (6D principle)

The heat treated medium(1), Heat treatment temperature /°C/ (2), Vacuum-packaged samples (3), Control samples(4).

A mintán belüli hőeloszlást ezáltal a mikrobák 6D hőpusztulását a mátrix beltartalma jelentősen befolyásolhatja. *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T törzs esetében nem csak alacsony hőmérsékleten, de a sous-vide technológiában alkalmazott 65 °C-on hőkezelve a vákuumcsomagolás már jelentős mértékben csökkentette a hat nagyságrendnyi pusztuláshoz szükséges időt. Mindhárom hőfokon közel két és félszeres különbség (2,38–2,62) tapasztalható. Ugyanez kevésbé kifejezett a gram-pozitív *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 törzsnél, amelynek sertéshúsban végzett hőkezelése során 55 °C 1,24, 60 °C-on 1,32, míg a hagyományosan alkalmazott 65 °C-on 1,76-szor több hőntartás szükséges a hat nagyságrendnyi sejtpusztuláshoz.

Az egyik legösszetettebb mártixot *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T törzs esetében alkalmaztuk. A zöldség mix magas rosttartalma jelentősen csökkenti a felmelegítés hatékonyságát, ezáltal az élesztő hőpusztulását a kontrollhoz képest kiegyenlíti. Magában a sous-vide technológiában is magasabb hőfokokat (70–80 °C) alkalmaznak a zöldségfélések kezelése során, mint a húsonál, hiszen előbbieknél a rosttartalom fellazítása, míg utóbbinál a gélesedés elkerülése a cél. A vizsgált hőfokok közül a vákuumcsomagolás mindhárom esetben rövidítette a szükséges hőntartás idejét, de jóval kisebb arányban, mint azt a *Listeria* esetében láttuk. 50 °C-on a valamivel több mint 100 perces különbség is csupán 8 század eltolódást jelentett a vákuumcsomagolás javára, amely arány 60 °C-on is csupán 1,68 századig emelkedett.

Eredményeink alapján elmondható, hogy a sous-vide technológiát modellezve a 6D nagyságrendnyi pusztuláshoz szükséges minimális hőntartási idő *Listeria*

monocytogenes NCAIM B.01373^T esetében 55 °C-on 157,5, 60 °C-on 44,4, míg 65 °C-on 12,2 perc. Ugyanezen céllal *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 törzset hőkezelve a szükséges minimális hőntartási idő 55 °C-on 200,0, 60 °C-on 74,9, míg 65 °C-on 10,7 perc. A *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T törzs esetében az alacsonyabb hőfokokon végzett hőntartások közül az 50 °C 1292,3, az 55 °C 252,6, míg a 60 °C 7,5 perc alatt eredményezi a túlélő élesztősejtek hat nagyságrendnyi pusztulását.

A z-értékek változása a kezelések során

A z-érték elsősorban genetikailag meghatározott faji jellemző, amely a modell közeg és a mátrixban végzett hőkezelések alkalmával számított z-értékek kis eltéréseiben is tetten érhető (1–3. táblázatok). *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373^T esetében hús mátrixban végzett hőkezelések alkalmával közel azonos z-értékeket kaptunk (légköri: 8,89 °C, vákuumcsomagolt: 8,41 °C).

Staphylococcus aureus ATCC 25923 hőpusztulását húsban modellezve a kontrollhoz képest a különbség 0,89 °C volt. A vákuumcsomagolás az eredeti 8,48 °C-os értéket 7,59 °C-ra csökkentette.

A baktériumokhoz képest csekély hőtűréssel rendelkező *Zygosaccharomyces bailii* NCAIM Y.00954^T élesztőnél a z-érték stagnálása még kifejezettebb volt. Zöldség mátrixban hőkezelve csupán 0,48 °C különbség mutatkozott a vákuumcsomagolás javára (4,85 és 4,37 °C).

A meghatározott paraméterek gyakorlati alkalmazása

Az általunk meghatározott hőkezelési paraméterek gyakorlatban történő átültetése során figyelemmel kell lenni azon tényezőkre, amelyek a megfelelő pasztörözöttség elérésére hatással vannak. Ilyen maga a termék összetétele, amely erősen befolyásolja annak pH értékét. A vízkötő képessége is befolyásolja. Szerencsére ez utóbbi használata a sous-vide technológiában csupán a fűszerekre korlátozódik. Fontos megemlíteni, hogy a termékek eltarthatóvá tételében nemcsak a mikroorganizmusokat, hanem az enzimeket is inaktíválni kell, mert ha azok tévékénysége fennmarad, a termék hátrányos érzékszervi elváltozáson (pl. avasodás, színváltozás) eshet át, ami romláshoz is vezethet. A hőkezelés mellett egyes esetekben kifejezetten egy adott ízt, színt stb. befolyásoló reakciót akarunk előidézni. A jó minőségű sous-vide termékek előállítása egy sajátos kettősség egyensúlyán múlik: a mikrobiológiai és a technológiai alapelv egyöntetűen a gyors intenzív hőtáradást részesíti előnyben. Ezzel szemben a „fékezőerőt” a művelettani alapelv jelenti, amely kimondja, hogy a hőpenetrációt úgy kell szabályozni, hogy az lehetőleg ne a károsodást, hanem a baktériumpusztító hatású melegedést szolgálja. Az alapelvet a Newton féle lehűlés/felmlegedési törvény és a felület elemre felírt normál irányú Fourier I törvény egyensúlya jelenti, vagyis a felületre bejuttatott hő minél jobban haladhatson befele a termék geometriai középpontja felé. A sous-vide hőkezelések során időegység alatt kevesebb hőmennyiséget juttatunk be a termékbe, tehát a felületről el nem szállított hőmennyiség lecsökken, és így a felületi túlmelegedésből eredő hőkárosodás nem lesz olyan nagymértékű. A felsoroltakat kiegészítve törekedni kell arra, hogy az élelmiszerbiztonsági szabályok betartása mellett a sous-vide alkalmazásához kiváló minőségű, friss és higiénikusan kezelt alapanyagot biztosítsunk.

IRODALOM

- Anon (2000): Kintetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies overarching principles: kinetics and pathogens of concern for all technologies. Center for Food Safety and Applied Nutrition, Us Food and Drug Administration. 1-37.
- Bigelow, W.D. (1921): The logarithmic nature of thermal death time curves. *J. Infectious Dis.*, 29. 528-536.
- Bíró, G. (2014): Élelmiszer higiénia, Agroinform Kiadó, Budapest. pp.1-668.
- Bolton, D.J., McMahon, C.M., Doherty, A.M., Sheridan, J.J., McDowell, D.A., Blair, I.S. and Harrington, D. (2000): Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Yersinia enterocolitica* in minced beef under laboratory conditions and in sous-vide prepared minced and solid beef cooked in a commercial retort. *Journal of Applied Microbiology*, 88. 626-632.
- Brennan, J.G., Butters, J.R., Cowell, N.D., Lilley, A.E.V. (1990): Food Engineering Operations 3rd edn, Elsevier Applied Science, London. 337-370.
- Constable, A., Jonas, D., Cockburn, A., Davi, A., Edwards, G., Hepburn, P., Herouet-Guicheney, C., Knowles, M., Moseley, B., Oberdörfer, R., Samuels, F. (2007): History of safe use as applied to the safety assessment of novel foods and foods derived from genetically modified organisms. *Food and Chemical Toxicology*, 45. 2513-2525.
- Durucz, A. (2010): Főzés sous-vide technológiával. *Élelmezés*. p. 47.
- Erickson, JP, McKenna, DN. (1999) : *Zygosaccharomyces*. In: Robinson, RK., Batt, CA., Patel, PD. (Eds.), Encyclopedia of Food Microbiology, vol. 3. Academic Press, London, 2359-2365.
- Gaze, J.E., Brown, G.D., Gaskell, D.E., Banks, J.G. (1989): Heat resistance of *Listeria monocytogenes* in non-dairy menstrea. Technical Memorandum No. 523. Campden Food and Drink Research Association, Chipping Campden, Gloucestershire, UK.
- Guerra, M., McLauchin, J., Bernardo, F. A. (2001): *Listeria* in ready-to-eat and unprocessed foods produced in Portugal. *Food Microbiol.*, 18. 423-429.
- Heldman, D.R., Hartel, R.W. (1997): Principles of Food Processing. Chapman and Hall, New York, 13-33.
- Knura, S., Gymnich, S., Rembalkowska, E., Petersen, B. (2006): Agri-food production chain. In: Luning, P.A., Devlieghere, F., Verhé, R. (eds.) Safety in the agri-food chain. Chapter 1, 1966. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands. 19-66.
- Leasor, S.B., Foegeding, P.M. (1988): Growth and inactivation of *Listeria monocytogenes* F5069 and Scott A in liquid whole egg. Institute of Food Technologists Annual Meeting, New Orleans. Abstract 168.
- Murphy, R. Y., Duncan, L. K., Berrang, M. E., Marcy, J. A., Wolfe, R. E. (2002): Thermal Inactivation D- and Z-Values of *Salmonella* and *Listeria innocua* in Fully Cooked and Vacuum Packaged Chicken Breast Meat during Postcook Heat Treatment. *Poultry Science*, 81. 1578-1583.
- Raso, J., Calderón, M.L., Góngora, M., Gustavo V. Barbosa-Cánovas, Swanson, B.G. (1998): Inactivation of *Zygosaccharomyces bailii* in fruit juices by heat, high hydrostatic pressure and pulsed electric fields. *Journal of Food Science*. 63. 1042-1044.
- Rodler, I. (2007): Élelmezés-higiéné. Medicina Könykiadó Rt. Budapest. 1-370.
- Szeitzné Szabó, M. (szerk.) (2008): Élelmiszer-biztonsági helyzetelemzés és kockázátértékelés. Agroinform Kiadó, Budapest. 1-238.

WHO (2007): Food safety and foodborne illnesses, Fact sheet N°237, Reviewed March. 1-4.

URL¹: http://culinartist.blog.hu/2008/03/07/mi_az_a_sous_vide

URL²: <http://www.wiselady.hu/2009/03/sous-vide-hosszu-fozes-vakuum-alatt.html>

Levelezési cím (*corresponding author*):

Szüics Petra

Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Élelmiszertudományi Intézet

*University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences
Institute of Food Science*

H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

Tel.: +36 30 514 22 44 Fax.: +36 96 566 653

e-mail: petraszucs@gmail.com