






Majzinger Koppány, Hidas Karina, Visy Anna, Barkó Annamária,
Horváth-Mezőfi Zsuzsanna, Friedrich László, Jónás Gábor


HHP-kezelés hatása mangalicahúsok és -szalonnák minőségi jellemzőire


Szerzők elérhetősége


Majzinger Koppány László¹  0000-0002-9877-878X | PhD-hallgató
majzinger.koppany@gmail.com

Hidas Karina Ilona¹  0000-0002-5499-0623 | tudományos segédmunkatárs
hidas.karina.ilona@uni-mate.hu

Visy Anna¹  0000-0001-8259-8429 | tudományos segédmunkatárs
visy.anna@uni-mate.hu

Barkó Annamária¹  0000-0001-8260-3021 | PhD-hallgató
barko.annamaria@phd.uni-mate.hu

Horváth-Mezőfi Zsuzsanna¹  0000-0002-5161-0699 | PhD-hallgató, kutatási munkatárs
horvath-mezofizsuzsanna@uni-mate.hu

Dr. Friedrich László¹  0000-0002-3679-2391 | intézet- és tanszékvezető, egyetemi tanár
friedrich.laszlo.ferenc@uni-mate.hu

Dr. Jónás Gábor¹  0000-0003-4064-775X | egyetemi adjunktus
jonas.gabor@uni-mate.hu

A szerzők munkahelye:

¹ MATE, Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék
Munkahely címe: 1118 Budapest, Ménesi út 43-45.

Összefoglalás

A kísérlet során egyértelműen megállapítást nyert, hogy komoly potenciál rejlik a húsok és a szalonnák nagy hidrosztatikai nyomás alkalmazásával történő tartósításában. Kijelenthető, hogy a módszer önmagában más, hagyományos eljárásokkal nem kombinálva is képes a megfelelő konzerváló hatás kifejtésére.

A fizikai tulajdonságok vizsgálatakor megállapítottuk, hogy a szín esetében szabad szemmel is tisztán látható változás következett be a kezelés hatására. A nyomás növelésével a világossági tényező értéke is nőtt, azaz kifakult a hús. A textúrában bekövetkezett módosulás és az alkalmazott nyomás közötti korreláció viszont már nem volt ennyire egyértelmű. 200 MPa tenderizáló hatást fejtett ki a húsról, 400, valamint 600 MPa az állomány keményedését eredményezte. A sütés során fellépő veszteséget fokozta az eljárás, de a nyomás nagysága nem befolyásolta a veszteség mértékét. A mikrobiológiai eredmények kiértékelésekor ezzel ellentétes következtetést kaptunk, ugyanis a 600 Mpa-os nyomás nagyságrendekkel nagyobb csírapusztító hatással bírt, mint a 200 MPa-os.

Kulcsszavak: mangalica, mikrobiológia, nagy hidrosztatikai nyomás, színmérés, szalonna, tárolási kísérlet

Bevezetés

Az élelmiszer-tartósítás története egyidős az emberiség történetével. Már az előembernek is szüksége volt arra, hogy a vadászatok során elejtett állatok húsát valamilyen módon konzerválja, raktározza. Az elsőként alkalmazott

metódus valószínűleg a napon történő szárítás lehetett. A tűz használatával bővült a tartósító eljárások köre, megjelent és térhódításnak indult a sütés és a főzés. A történelem előrehaladtával a sózás is bekerült a minőség megőrzésére irányuló folyamatok közé. Ezen módszereket napjainkban is alkalmaz-

zuk, kiegészítve újabb technikákkal, amelyek egy része tudatos kísérletező munka eredményeként látott napvilágot, mások véletlen egybeesések következményeként jöttek létre. Csoportosításuk a következőképpen alakul: biológiai, fizikai, kémiai és fizikai-kémiai tartósítás.

A húsfélék szempontjából kiemelkedő jelentősége van a fizikai eljárások közé tartozó hőelvonásnak, melynek mikroorganizmusokra kifejtett letális hatása nem szignifikáns, de az anyagcsere-folyamatok és a szaporodás sebességét csökkenti, ezáltal növelve az eltarthatóságot. A fizikai-kémiai tartósító technológiák közt meg kell említenünk a nitrítes pác-só alkalmazását, mely a patogén *Clostridium botulinum* gátlásán túl élénk piros színt kölcsönöz a terméknek. A különböző műveletek mellett a csomagolás szerepe is fontos. A légmentesen lezárt, illetve módosított légtér-csomagolású készítmények tovább megőrzik minőségüket.

Napjainkban az élelmiszeriparnak megnövekedett fogyasztói igényekkel kell szembenéznie, így a folyamatos innovációnak komoly szerep jut. A vásárlók egyszerre szeretnének magas élvezeti és tápértékű, esztétikus, valamint tartósítószerrel nem tartalmazó és megfizethető árú készítményeket. Mindezen kívánalmak kielégítésére megfelelő megoldást nyújthat a nagy hidrosztatikai nyomású (high hydrostatic pressure, továbbiakban HHP) kezelés, melyet a világ számos pontján alkalmaznak társítva más eljárásokkal.

Irodalmi áttekintés

A hús definíciója és összetétele

A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/13-1 számú, húskészítményekre vonatkozó 2008. évi 2. kiadása a következőképpen határozza meg a hús fogalmát:

„Az emlősállatok és madárfajok (szárnyasok) emberi fogyasztásra alkalmasnak minősített, természetes alkotórészüket képező, vagy hozzájuk kötődő vázizomzata (a rekeszizom és a rágóizom a vázizomhoz tartozik, míg a szív, a nyelv, a fejen lévő izmok/rágóizmok kivételével), a lábízületek izmai és a farok nem), ha az összes zsír vagy kötőszövet-állomány nem haladja meg az alábbi értékeket, és ha a hús valamely más élelmiszer összetevőjét képezi.”

Tehát a hús kifejezés alatt a vágott, melegvérű állatnak azon részeit értjük, amik izomszövetből állnak, és az emberi szervezet számára táplálékként

funkcionálnak. Egyike a legfontosabb, jó biológiai hasznosulású fehérjeforrásoknak. A fehérjék csoportosítása a következő:

1. Miofibrilláris fehérjék (izomfehérjék)
– albumin, globulin / aktin, miozin
2. Szarkoplazma fehérjék
– enzimek, mioglobin
3. Kötőszöveti fehérjék
– kollagén, elasztin

Az immunrendszer kielégítő működéséhez szükség van olyan aminosavakra, amiket a szervezet nem képes szintetizálni, és amiket a húsok megfelelő arányban tartalmaznak. Ezeket esszenciális aminosavaknak nevezzük. Egy egészséges felnőtt ember napi fehérjeszükséglete 2 g fehérje/testtömeg kg, ami 10 g hús/testtömeg kg-nak felel meg.

A húsnak a zsírbevitel szempontjából is jelentősége van. Az állati zsírok biztosítják a szervezet esszenciális zsírsav-szükségletét, valamint a D, E, K, A vitaminok felszívódásáért is felelősek. Hiányuk neurális problémákhoz vezet.

A hús színe

A hús kétfajta izomból épül fel. A fehér és vörös izomrostok megoszása határozza meg a hús színét. A vörös izmok miofibrillumban szegényebbek, viszont több szarkoplazma fehérjét, mioglobint tartalmaznak, amely kb. 80%-ban felelős a tónusért.

A mioglobin elsősorban az izomsejtekben fordul elő nagy mennyiségben. Feladata az oxigén megkötése és tárolása. A vegyület egy polipeptidláncból és a hozzá kapcsolódó hem-csoportból áll. A hem makromolekulát négy pirrolgyűrű építi fel, melyek nitrogénatomjai kétértékű vasionokkal alkotnak komplexet. A vas központi elem, tehát minél vörösebb a hús, annál nagyobb a vastartalma.

A felvágást követően az állat húsa érintkezik a levegő oxigénjével, melynek következtében a vasion egy oxigénmolekulát köt meg, ezáltal a bíborvörös mioglobin cseresznyepiros oximioglobinná transzformálódik. Ebben az esetben az oxigén parciális nyomása magas, a vasion nem oxidálódik. Amennyiben

az oxigén parciális nyomása alacsony, az oxidáció lassan játszódik le, a folyamat eredményeként barnásszürke met-mioglobin képződik.

Húshibák

A rendellenes viselkedésű húsok esetében jelentős eltérés mutatkozik az izmok vágás előtti szénhidráttartalmában, a glikolízis sebességében, ezzel összefüggésben a tejsav képződésében, valamint a pH változásában.

A PSE (pale, soft, exudatív) húsokra jellemző a nagy kezdeti szénhidrát-koncentráció, a glikolízis gyors lezajlását, a nagy mennyiségű tejsav keletkezése és a pH 5,2-5,3 körüli értékre csökkenése. Jellemzői közé tartozik a világos szín, a laza állomány, valamint a rossz víztartó képesség. Ez a fajta rendellenesség leggyakrabban sertéseknél fordul elő. Ezzel szemben a DFD (dark, firm, dry) hús pH-értéke a normális 5,8-nál magasabb, 6,0-6,2 tartományban helyezkedik el. Ismertetőjelei a sötétvörös szín, a duzzadt sejteknek köszönhetően kemény állomány és a jó vízkötő képesség. A DFD-hiba előfordulása szarvasmarha esetében gyakori. A hosszú pihentetés alatt az állat szénhidráttartalékai kimerülnek, ennek következtében a vágás után csak kevés tejsav keletkezik, a pH alig csökken.

A mangalica

Dr. Zsarnóczy Gabriella a Biokultúra folyóirat 2008/4. és 2008/5. számában publikált a mangalica sertésről. „A mangalica sertés a XIX. században a Kárpát-medencében kialakult tipikus zsírsertés. Az 1800-as évek közepétől az 1950-es évekig Magyarország legelterjedtebb sertésfajtája volt. Kialakulásának időszakában a sertésstartás célja a nedves, mocsaras legelőterületek és az erdők hasznosítása volt. A XVIII. század jellemző fajtái az Alföldön a nádi sertés, a dunántúli erdős vidékeken a bakonyi sertés, az Alföld keleti peremén pedig a nagytestű, vörös színű szalontai sertés volt. Ezekre a fajtákra jellemző a lassú növekedés, a rostos hús, a rágós szalonna. Előnyük az időjárási viszontagságok, a koplalás elviselése



és a betegségekkel szembeni ellenálló képesség. Általános jellemzőik közé tartoznak a középhosszú, formás fej, az előre hajló nagy fülek, az izmos nyak, a hosszú törzs, a rövid lábak, valamint a vékony, de erős csontok. Szőrzetük dús és hosszú, télen forgácsszerűen göndörödő. Kiválóan alkalmazkodnak az adott környezethez, zsírtermelésük elsőrangú. A legjobb hústermelő képességgel és szaporasággal a vörös mangalica rendelkezik, de meg kell említeni, hogy ellenállóképessége gyengébb a másik két fajta egyedeihez képest.”

ZSARNÓCZAY (2008) összehasonlító elemzése rámutat a napjainkban reneszánszát élő faj és a magyar nagyfehér hússertés közti kémiai és húsmínőségi differenciákra. A mangalica átlagos vágási súlya 30%-kal nagyobb a magyar nagyfehér sertésnél, de ezt a tömeget megközelítőleg egy év alatt, azaz kétszer annyi idő alatt éri el, mint a hússertés. Szalonnavastagság tekintetében is szignifikáns különbség mutatkozik a zsírsertés javára, ennek következtében izomvastagsága kis híján fele a nagyfehérnek. A színhús aránya utóbbi esetében nagyobb. A fehérjetartalomban jelentős különbség nem észlelhető, viszont a zsír mennyiségében nagymértékű eltérés mutatkozik. A mangalica húsa majdnem 10% zsírt tartalmaz, felületi zsíradék, illetve intramuszkuláris zsír formájában. A márványozottságnak köszönhetően húsa zamatosabb, porhanyósabb és lédúsabb. A közhiedelemmel ellentétben nem tartalmaz kevesebb koleszterint, mint a nagyfehér hússertés. Vastartalma nagyobb, ezért a színe sötétebb. A magasabb cinktartalom kedvezően befolyásolja a hús léeresztő tulajdonságát.

A nagy hidrosztatikai nyomás

A tradicionális, hőközlésen alapuló tartósító technológiák élelmiszer-biztonsági szempontból megfelelő termékeket eredményeznek. Elpusztítják a romlást okozó és patogén mikroorganizmusokat, valamint inaktíválják a nem kívánatos reakciókat beindító enzimeket. Azonban meg kell említeni ezen termikus folyamatok mellékha-

tásait is. A kezelt termék tápértéke és érzékszervi tulajdonságai a kiindulási paraméterekhez képest nagymértékben módosulnak.

Az elmúlt években a fogyasztók egyre növekvő elvárásokat támasztottak az élelmiszergyártók irányába. A biztonság mellett a magas élvezeti érték is megjelent a prioritások között. Mind ezen okokból kifolyólag, továbbá energiaügyi szempontokat is figyelembe véve komoly létjogosultsága van a nagy hidrosztatikai nyomású (HHP) eljárásnak.

A HHP-kezelés előnyei, hátrányai

A HHP-technológia mind a gyártók, mind pedig a fogyasztók számára számos előnyt tartogat: az élelmiszer kiindulási tulajdonságainak (szín, aroma, tápérték) nagyfokú megőrzése, a patogén mikrobák elpusztítása, az eltarthatósági idő megnövelése, a tartósítószer mennyiségének csökkentése, az esetenként preferált állományváltozás, a termék csomagoltan kezelhető, alacsony működtetési költségek, környezetbarát technológia.

Ugyanakkor beszélni kell a bekerülési költségekről is. Egy hagyományos termikus berendezéshez képest nagyobb mértékű investícióra van szükség. A beruházás mértékét a megcélzott kapacitás, illetve az alkalmazni kívánt nyomás nagysága határozza meg. A berendezés legértékesebb része a nyomástartó kamra, melyet a belső térfogattal és a megengedett legnagyobb nyomásértékkel lehet jellemezni.

A HHP hatása a mikroorganizmusokra

Általánosan elmondható, hogy a Gram-pozitív vegetatív sejtek nagyobb rezisztenciát mutatnak a környezeti hatásokkal szemben, mint a Gram-negatív baktériumok. A nagy hidrosztatikai nyomás esetében elsősorban két, spórát nem képző Gram-pozitív baktérium, a *Listeria monocytogenes* és a *Staphylococcus aureus* állt a vizsgálatok középpontjában.

A mikrobákra kifejtett cid-hatás több tényező együttes eredményeként

jön létre. A sejtfalleválás a citoplazmamembránról, a sejtfal permeabilitásának növekedése, valamint a fehérjék szerkezetében bekövetkező reverzibilis, illetve irreverzibilis denaturáció is hozzájárul a patogén sejtek pusztulásához. A termikus tartósító technológiákkal megegyezően a nagy nyomás hatékonyságát is befolyásolják az élelmiszerek tulajdonságai.

Az eddigi kísérletek alapján kijelenthető, hogy a sejt morfológiája, a szaporodás stádiuma és az alkalmazott hőmérséklet is befolyásolja az inaktíválódást. A kezelések alkalmával rendkívül fontos a pH eltolódási irányának és nagyságának determinációja. Alacsonyabb pH mellett a mikroorganizmusok könnyebben elpusztíthatóak. Magas vízaktivitású ($a_w \sim 1$) és alacsony pH-értékű ($\text{pH} < 4$), 10^6 TKE/g *Salmonella spp.*, *Listeria spp.* vagy *Staphylococcus spp.* törzsekkel fertőzött almalé esetében a 600 MPa-on történő 3 perces kompresszió biztonságos élelmiszert eredményezett.

A spórák rendkívül rezisztensek a hidrosztatikai nyomással szemben. Még 1000 MPa nyomás alkalmazása sem elegendő a teljes inaktíválódáshoz, ugyanakkor az alacsony nyomáson végzett kezelés serkenti a csírázást, ebben a fázisban nagyobb a hő- és nyomásérzékenység.

A HHP-kezelés hatása a hús állományára

100-150 MPa közötti nyomás alkalmas a pre-rigor stádiumban lévő hús puhítására. A folyamat aktiválja a katepszin nevű proteolitikus enzimet, amely roncsoló hatást fejt ki a fehérjék kapcsolódási pontjaira.

XIANG és HOLLEY (2009) arra a következtetésre jutottak, hogy a post-rigor állapotú hús tenderizálása HHP-technológia és hőkezelés megfelelő kombinációjával lehetséges.

Megállapították, hogy a nagy nyomás denaturációhoz, aggregációhoz vagy gelációhoz vezethet. Az alkalmazott nyomás, hőmérséklet és behatási idő alapján a hús puhulását, valamint keményedését is eredményezheti a művelet.

HUGAS és munkatársai (2002) friss hússal folytattak kísérleteket. A kezelés következményeként főtt húsról emlékeztető termékeket kaptak.

Pácolt hússok esetében a nagy hidrosztatikai nyomás hatására csekély mértékű elszíntelenedés és keményedés volt tapasztalható.

Marhahúsnál a fehérjék emészthetősége – a biológiai érték redukciója nélkül – javult.

A 800 MPa-on kezelt sertéshússban a lipidek stabilizálódtak, így csökkent a peroxid típusú avasodásra való hajlam.

A HHP-kezelés hatása a hús színére

150 MPa-t meghaladó nyomás 10 percnél hosszabb alkalmazása esetén megindult a marhahús vörös színének elvesztése, és 350 MPa felett teljes egészében elszürkült.

DEFAYE és munkatársai (1995) kimutatták, hogy a nagy hidrosztatikai nyomás részleges reverzibilis denaturációt okozott a miooglobin esetében. Megállapítást nyert, hogy a HHP-kezelés miooglobinra kifejtett hatását jelentősen befolyásolja a hőmérséklet.

CARLEZ és munkatársai (1995) szerint a nyomáskezelt hús elszíneződése a miooglobin denaturáció okozta kifehéredésnek és/vagy a hem felszabadulásának, valamint 400 MPa felett a kétértékű vasion háromértékű vasionná oxidálódásának következményeként jön létre.

CHEAH és LEDWARD (1997) 20 perc 80-100 MPa közötti nyomáskezeléssel javították a színtabilitáson, a vágás után a marhaizomzatban képződött metmiooglobin mennyiségéhez képest. Ugyanakkor a vágás után 7-20 nappal megismételt kezelés eredménytelennek bizonyult.

CHEFTEL és CULIOLI (1997) szerint friss vörös hússok nyomáskezelése drasztikus változásokhoz vezet, különösen a hús színében, ezáltal gyakorlati alkalmazása nem javasolt.

Anyagok és módszerek

A nagyszámú mintára való tekintettel a kísérletek során a behatás időtartamát

nem, csak a nyomás nagyságát változtattuk. A kezelést követő tárolási próba öt hétig, azaz harmincöt napon keresztül tartott.

Felhasznált anyagok

A kísérlet lefolytatásához szükséges mangalica-húsrészeket a Szomor Húsiüzem biztosította. Mind a húst, mind a szalonnát hűtve, vákuumcsomagolt formában juttatták el a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék laboratóriumába.

Az előkészítés során törekedtünk megközelítőleg egyforma nagyságú hús- (5 x 5 x 2 cm) és szalonnadarabok (6 x 2 x 2 cm) kialakítására, melyek 35 és 40 g közötti tömegűek voltak. Mindkét termékből, valamennyi nyomásértékhez két mintára volt szükség, a mikrobiológiai vizsgálathoz pedig további egyre.

Összesen hat mérést kellett végrehajtani, így a kezeletlen mintákat is figyelembe véve mérésenként nyolc darab húsról és nyolc darab szalonnáról volt szükség. Összesen tehát a vizsgálatokhoz kilencvenhat, a mikrobiológiai vizsgálathoz pedig negyvennyolc polietilén-poliamid anyagból készült tasakra volt szükség.

Alkalmazott paraméterek

Az elkészített mintákat 5 perces nyomásontartási idővel három különböző nyomásértéken kezeltük. Ismerve a HHP-kísérletek nyomástartományát, valamint figyelembe véve az egyetemen korábban elvégzett vizsgálatokat, úgy határoztunk, hogy 200, 400 és 600 MPa nyomásnak tesszük ki a mangalica húsrészeket.

A kezelést a MATE Állattermék és Élelmiszer-tartósítási Technológia Tanszék laboratóriumában található Resato FPU-100-2010 berendezés segítségével valósítottuk meg. A készülék az érintőkijelzőn beállított nyomásértéket nem tudja azonnal leadni. A kívánt paraméter elérése és az ehhez szükséges időintervallum hossza között arányosság figyelhető meg. A nyomás felépülési sebessége 100 MPa/perc

volt, ezután került sor az ötperces nagy hidrosztatikai nyomású kezelésre.

A művelet után a mintákat tárolási próbának vetettük alá. A feltételek minden esetben ugyanazok voltak. A felaprított húsrészeket az eredeti vákuumsomagolásban, hűtött körülmények között, 3 °C-on tároltuk. A tárolás harmincöt napig tartott, ez idő alatt hat mérést végeztünk. Az időpontokat úgy osztottuk el, hogy a mérések az idő előrehaladtával egyre sűrűbben követték egymást. Kezdetben két vizsgálat között tíz nap telt el, az ötödik hét vége felé közeledve már csak négy nap volt a differencia.

A mikrobiológiai vizsgálathoz szükséges darabokat fagyasztott állapotban tároltuk, ezzel gátolva a mikroorganizmusok további szaporodását.

Vizsgálati módszerek

pH-mérés

Mind a kezeletlen kontrollmintákat, mind a nyomáskezelésnek alávetett hússokat, szalonnákat véletlenszerűen kiválasztott két ponton mértük. A vizsgálat végrehajtáshoz Testo 206 típusú pH-mérő készüléket használtunk, mely alkalmas a hőmérséklet függvényében történő pH-korrekcióra.

Szín-mérés

A mérések kivitelezéséhez Konica Minolta CR-400 gyártmányú tristimulusos kromatométert használtunk. Az egyes színösszetevők meghatározása az objektumról reflektált fény mérésén alapszik.

Minden mintát véletlenszerűen kiválasztott két ponton mértünk, a kapott értékekből átlagot számítottunk, végül meghatároztuk a két színpont közötti távolságot, azaz a teljes színin-gerkülönbséget (delta E*).

Állomány-mérés

A textúra meghatározásához a Stable Micro System által gyártott TA.XTplus állománymérő készüléket használtunk. A berendezés hozzávetőleg 500 Newton erőre képes kifejtetni, a vizsgá-



landó minta jellegétől függően többféle feltét is csatlakoztatható, mi a 2 mm-es mérőfejet használtuk.

A gép összeköttetésben van egy asztali számítógéppel, így a penetráció során mért erőgörbe azonnal láthatóvá válik a monitoron.

A pH- és a színméréshez hasonlóan ebben az esetben is véletlenszerűen kiválasztott két ponton mértük a mintákat.

Sütési veszteség mérése

A minták hőkezelés előtti tömegét az eredeti vákuumcsomagolás eltávolítása után, gramm pontosságú digitális mérlegen mértük. A sütést a Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék laboratóriumában található, beépített sütőlappal rendelkező villanytűzhelyen végeztük.

A hőmérséklet 220 °C volt, a sütőlapra minden alkalommal 15 ml növényi eredetű zsiradékot öntöttünk, sem sót, sem pedig fűszert nem használtunk az ízesítésre.

A minták mindkét oldalát 2-2 percig hőkezeltük, majd ismételtén megmértük a tömegeket.

A sütés előtti, valamint utáni értékek különbségeként megkaptuk a veszteségeket.

Összcsíraszám meghatározása

Az élőcsíraszám meghatározásának első lépéseként mintavételre volt szükség. Mind a hús, mind a szalonna esetében 10 cm²-es felületről, vatta használatával történt a mikroorganizmusok begyűjtése.

Rendkívül fontos szerepe volt a steril eszközök alkalmazásának, mert a szennyezett kellékek félrevezető eredményeket szolgáltatnak volna. A meghatározás következő lépéseként a vattadarabokat steril vízbe áztattuk, majd a kapott szuszpenzióból tizedelő higítási sort készítettünk.

A Nutrient agaros lemezöntést követően 2 napon keresztül 30 °C-on inkubáltuk a mintákat, majd telepszámláló berendezés segítségével megszámláltuk a kifejlődött telepeket. A mérések a Capriovus Kft.-nél történtek.

Eredmények és értékelés

pH-értékek

Az öthetes tárolási próba nulladik napján, azaz a legelső mérés végrehajtása után összehasonlítottuk a kezeletlen, valamint a nagy hidrosztatikai nyomású tartósító eljárásnak alávetett minták pH-értékeit.

A hús esetében valamennyi minta pH-értéke az 5,8-6,2 közötti tartományban helyezkedett el, így a kémhatás szempontjából minden tétel a normál minőségű húsok közé tartozott. A vizsgálat alapján a 400 MPa-os, valamint a 600 MPa-os minták pH-értéke nőtt, ráadásul a változás ugyanakkora volt. A DFD-minőség irányába történő eltolódás kedvezően befolyásolja a vízkötő képességet. Ezzel ellentétben a 200 MPa-on kezelt hús kis mértékben ugyan, de savasabbá vált.

A szalonna pH-ja mindhárom nyomásértéken csökkenést mutatott, de megfigyelhető, hogy nagyobb nyomás alkalmazása esetén a pH-csökkenés kisebb arányban jelentkezik.

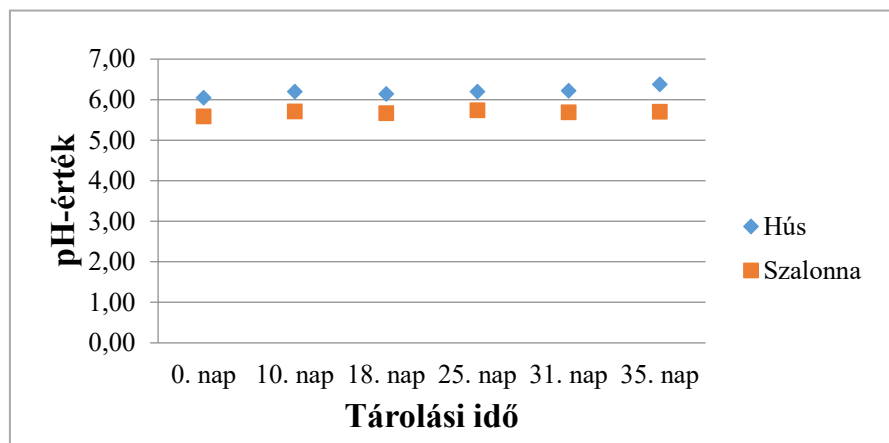
A kezdeti pH-értékek összevetése után vizsgáltuk a tárolás során bekövetkező változásokat is. A hipotézis alapján a pH szignifikáns csökkenése volt várható, és az eredmények igazolták a várakozásokat. A hús pH-ja több mint négy, a szalonnáé megközelítőleg három tizeddel csökkent. Ennek hátterében a savtermelő baktériumok elszaporodása állt. A nyomáskezelésnek köszönhetően mindössze tizenöt századdal módosult a mangalicahús

pH-értéke a kiindulási adathoz képest, de a kísérlet végére még ennek ellenére is a PSE-tartományban voltak a minták. A szalonna esetében viszont változás szinte nem is detektálható.

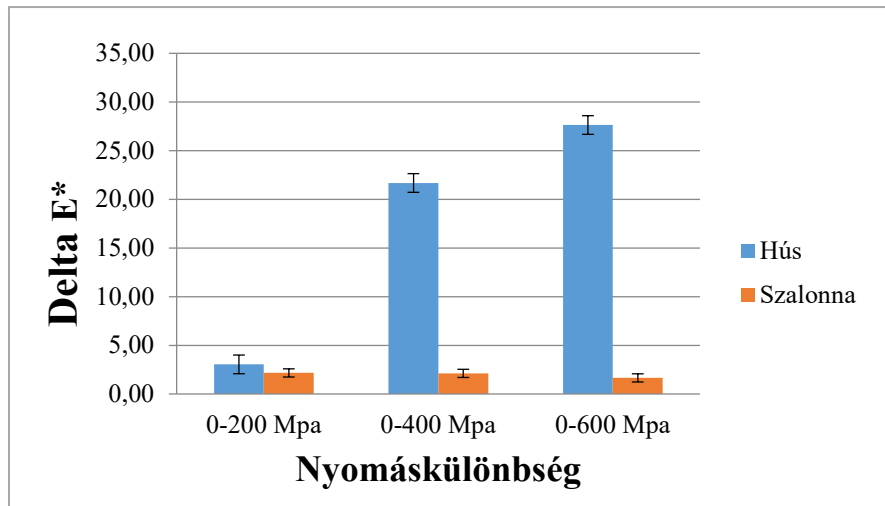
A 200 és a 400 MPa-os nyomáskezelések adatainak összehasonlításakor azt tapasztaltam, hogy a húsminták pH-csökkenése pontosan ugyanakkora mértékű volt mindkét nyomás esetén, mindössze a végső pH-érték tekintetében mutatkozott különbség, viszont a 600 MPa-on történő kezelés, a kisebb hidrosztatikai nyomáson végzett kísérletekkel ellentétben, a hús pH-jának növekedését eredményezte. Ennek oka a nagymértékű fehérje-denaturáció következtében fellépő savas karakterű csoportok számának a csökkenése. A mért adatok alapján kijelenthető, hogy a mangalicaszalonna pH-értékét a nyomás nagysága csak kis mértékben befolyásolja, tehát a hidrosztatikai nyomásnak kitett, főként lipidekből felépülő állati testrészek eltérő viselkedést mutatnak az ugyanezen eljárásan átesett nagy fehérjetartalmú húsokhoz képest.

Színjellemezők

Az öthetes tárolás alatt jelentős módosulás nem következett be sem a hús, sem pedig a szalonna esetében, vagyis a kezelést követően eltelt idő csak minimális mértékben befolyásolja a nagy hidrosztatikai nyomásnak alávetett minták színének változását. A tónus alakulását tehát az alkalmazott nyomás nagysága határozza meg.



1. ábra: Az öthetes tárolási próba során végbemenő pH-változás 600 MPa nyomáson kezelt minták esetében



2. ábra: Színkülönbség a kezeletlen és a kezelt minták között

Megállapítást nyert, hogy legnagyobb mértékben a hús világossági tényezője (L^*) nőtt, amely a mioglobinnal szemben bekövetkező átalakulásra vezethető vissza. A kezeletlen mintákhoz képest a sárga színezet (b^*) értéke is emelkedett, ugyanakkor a vörös színezet (a^*) tekintetében számottevő emelkedés vagy csökkenés nem észlelhető. A szalonna színjellemzői gyakorlatilag nem változtak.

A mért adatok grafikonon történő megjelenítését követően kiszámítottuk a színinger-különbséget (delta E^*). Mindhárom nyomás esetén a kezeletlen minták szolgáltatták a viszonyítási alapot.

A szalonnaminták színezetében bekövetkező változás szabad szemmel szinte érzékelhetetlen, és mindössze tized nagyságrendű az eltérés a különböző nyomásértékek között, viszont a hús értékeit szemügyre véve már szignifikáns differenciát tapasztalunk. Mind a 400, mind a 600 MPa-os nyomáskezelés eredményeként jelentős tónusbeli változás következett be, mely elsősorban a világossági tényező (L^*) nagymértékű növekedésének tudható be.

Állományjellemzők

A kísérlet nulladik napján végrehajtott mérés arra engedett következtetni, a 200 MPa-os kezelés a húsminták puhulását eredményezte, tehát kijelenthető, hogy az ezen a nyomáson történő hidrosztatikai behatás alkalmas tenderizálásra (puhításra), viszont 400 illet-

ve 600 MPa-on, a fehérjék denaturációjának következtében, nagyobb erőt kellett kifejtenie az állománymérőnek a penetrációhoz. A szalonna esetében ennyire jelentős változás nem tapasztalható, de mindhárom nyomásérték adatait szemlélve növekedés látható, ám az eredmények között alig érzékelhető különbség.

A tárolás során a kezeletlen húsminták adatai némi fluktuációt követően majdnem visszatértek a kiindulási értékhez, a szalonnánál viszont egyértelmű növekedés vehető észre. A kísérlet záró mérésének alkalmával, több mint kétszer akkora – megközelítőleg 2 Newton – erőhatás szükségeltetett a túr behatolásához, mint a nulladik napon elvégzett vizsgálat esetén.

A főként zsírsavakból felépülő minták a tárolás során nem estek át szá-

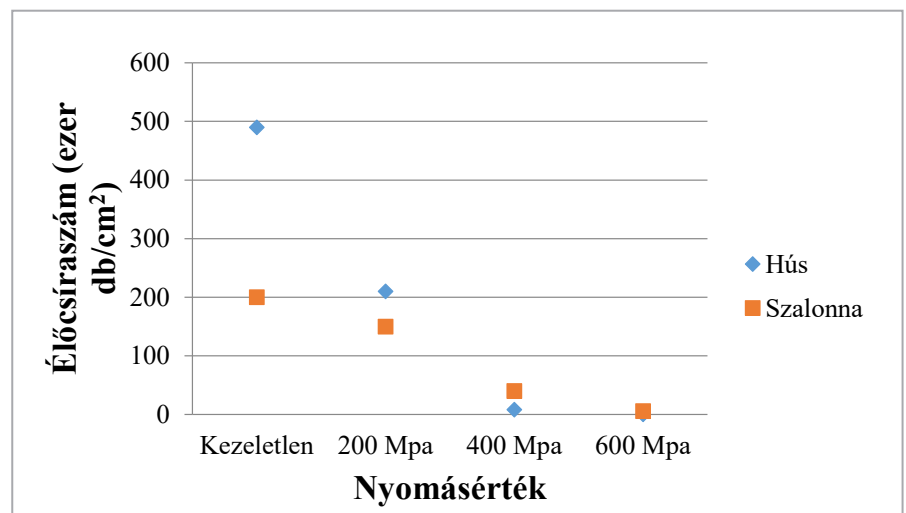
mottevő változáson, ugyanakkor a hús értékeit vizsgálva szignifikáns módosulás tapasztalható a legelső, valamint a tizedik napon végrehajtott mérés között. Ezek alapján elmondható, hogy a kezelés után tapasztalt puhább állomány csak ideiglenesen áll fenn.

A 200 és a 600 MPa-os minták összehasonlításakor hasonlóság fedezhető fel. Mindkét nyomás alkalmazását követően figyelemre méltó változás következett be a tárolás első tíz napja alatt, ráadásul az alakulás mértéke majdnem megegyezik a két esetben, csupán az irányuk mutat eltérést. Kijelenthető, hogy a 600 MPa-os hidrosztatikai nyomáskezelés hatására bekövetkező, a kezeletlen mintákhoz képest jóval keményebb állomány – több mint 3 Newton az eltérés a penetrációhoz szükséges két erőhatás között – csak átmeneti jelleggel érvényes, idővel a hús puhulása észlelhető.

Sütési veszteség

Egyértelmű különbség volt tapasztalható a kezeletlen és a kezelt minták között, tehát kijelenthető, hogy a nagy hidrosztatikai nyomáskezelés növeli a sütés során fellépő tömegvesztést, azonban a 400 MPa-os és a 600 MPa-os minták csak minimális eltérést mutattak.

A tárolás növelte a termikus behatás során fellépő tömegvesztést, de az időtartam hossza számottevően nem befolyásolta ezt.



3. ábra: A kezeletlen és a nyomáskezelt minták mikrobiológiai eredményei a tárolás nulladik napján



Az öthetes megfigyelés utolsó napján a 200 MPa-on nyomáskezelt húsminták tömegvesztesége volt a legnagyobb, szám szerint 10,7%. A szalonna esetében a veszteségi maximum 400 MPa-nál jelentkezett, 11,4%-os csökkenés formájában.

Összcsíraszám

A 200 MPa-os kezelés hatására jelentős változás nem volt tapasztalható, a hús esetében felére, a szalonna tekintetében háromnegyedére csökkent az összcsíraszám, viszont a 400 MPa-os hidrosztatikai nyomás már két nagyságrendnyi csökkenést eredményezett. A kísérlet során alkalmazott legnagyobb nyomásérték mindössze 290 sejt/cm², vagyis nem fejtett ki cid-hatást a húsmintákon.

A kezelésnek alá nem vetett darabok vizsgálatakor érdemes megemlíteni, hogy a szalonnamintáknak az ötödik mérés alkalmával, a húsnak pedig csak az ötödik hét végén volt kellemetlen szaga, tehát csupán a kísérlet vége felé érte el a csíraszám a 10⁷ nagyságrendet.

A 200 MPa-os nyomáskezelés csak minimális csírapusztító hatással bírt, a hús esetében alig volt változás.

A 400 MPa-os hidrosztatikai eljárás már jelentős konzerváló tulajdonsággal rendelkezett. A 35. napon mért húsminták csíraszám megegyezett a kezeletlen minták legelső napon levett értékével.

Ugyanezen összevetésben a szalonna paraméterei sem mutattak nagyságrendnyi eltérést.

Egyértelműen kijelenthető, hogy az alkalmazott nyomás növelésével a letális hatás mértéke is növekszik. A 600 MPa-on nyomáskezelt, vákuumsomagolt darabok végső csíraszám nagyságrenddel kisebb volt, mint a kiindulási, kezeletlen minták mikrobaszáma.

A rendelkezésre álló adatok alapján megállapítható az is, hogy az ekkora nyomásnak alávetett hús- és szalonnaminták öt hétnél tovább is eltarthatóak élelmiszer-biztonsági kockázat nélkül.

Következtetések

Az eredmények alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a nagy hidrosztatikai nyomással tartósított húsok nem alkalmasak húspultban történő értékesítésre. Ugyan a 200 MPa-os nyomás a termék színét nem módosítja oly mértékben, hogy az ellenérezést váltana ki a fogyasztókból, de a mikroorganizmusokra sem fejt ki megfelelő letális hatást. A 400 és a 600 MPa-os nyomáskezelésen átesett termékek catering-rendszerben kiválóan felhasználhatóak, valamint készítménygyártás alapanyagául is szolgálhatnak.



Irodalomjegyzék

- CARLEZ, A., VECIANA-NOGUES, T., CHEFTEL, J. C. (1995): Changes in colour and myoglobin of minced beef meat due to high pressure processing. *Lebenswiss Technology*, 28: 528-538. DOI: <https://doi.org/10.1006/food.1995.0088>
- CHEAH, P. B., LEDWARD, D. A. (1997): Catalytic mechanism of lipid oxidation following high pressure treatment in pork fat and meat. *Journal of Food Science*, 62:1135-1139. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb12229.x>
- CHEFTEL, J. C., CULIOLI, J. (1997): Effect of high pressure on meat: review. *Meat Science*, 46(3): 211-234. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(97\)00017-x](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(97)00017-x)
- DEFAYE, A. B., LEDWARD, D. A., MACDUGALL, D. B. (1995): Renaturation of metmyoglobin subjected to high isostatic pressure. *Food Chemistry*, 52 (1): 19-22. DOI: [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)p4175-f](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)p4175-f)
- HUGAS, M., GARRIGA, M., MONFORT, J. M. (2002): New mild technologies in meat processing: high pressure as a model technology. *Meat Science*, 62: 359-371. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(02\)00122-5](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(02)00122-5)
- XIANG, D. S., HOLLEY, R. A. (2009): High hydrostatic pressure effects on the texture of meat and meat products. *Journal of Food Science*, 75 (1): 17-23. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01449.x>
- ZSARNÓCZAY, G. (2008): Mangalica kontra magyar nagyfehér, *Biokultura*, 2008/4, 2008/5 Utánközlése: <http://archive.biokontroll.hu/cms/hu/szakcikkek/allattartas/250-mangalica-kontra-magyar-nagyfeher>



A KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS MINISZTERIUM ÚNKP-22-3 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK A NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL FINANSZÍROZOTT SZAKMAI TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT

Effect of HHP treatment on quality characteristics of mangalica meats and bacon

Abstract

The study investigated the effect of the high hydrostatic pressure preservation process on mangalica meats and bacon. The evaluation of the measured data clearly showed that there is a significant potential for preserving meat and bacon using high hydrostatic pressure. It can be stated that the method alone, not combined with other traditional methods, is also valid. Analyzing the results obtained during the experiment, I came to the conclusion that mangalica meat and bacon react differently to hydrostatic pressure. The physical and physicochemical properties of the latter were only slightly detectably altered by the increased compression.

Keywords: mangalica, microbiology, high hydrostatic pressure, color measurement, bacon, storage experiment