



MEAT – Journal of the Hungarian
meat industry

A HÚS

A MAGYAR HÚSIPAR TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA 2022 / Új folyam 1. kötet 1-2. szám



A tartalomból

Az előhűtési és érlelési módok hatása a marhahús minőségi jellemzőire **6**

Marhahús sertéshússal történő hamisításának kimutatása spektroszkópiás módszerekkel **16**

Természetes nitrátforrás hatásának vizsgálata hagyományos pácolású termék esetében mesterséges adalékanyag csökkentése céljából **22**

Húsromlás nyomon követésének fogyasztói érzékszervi lehetőségei **29**

HHP-kezelés hatása mangalicahúsok és -szalonnák minőségi jellemzőire **34**

Nagy biológiai értékű állati eredetű melléktermékkel (vérrel) történő dúsítás hatása fagylaltok és jégkrémek állományára **41**

Teljes tojásle reológiai, kalorimetrikus és funkcionális tulajdonságainak változása a fagyasztás során **45**



MATE

MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
TECHNOLÓGIAI INTÉZET

Mi mindenre hasznosítható a sertés?



Egyetlen állat sem biztosít az emberiség számára szélesebb termékválasztékot, mint a sertés. A sertésből származó termékek létfontosságú, bár kevésbé látható szerepet játszanak az emberi élet minőségének fenntartásában és javításában.

- Élelmiszer: friss hús, húskészítmény, zsír, szalonna, funkcionális élelmiszerek alapanyagai (*húsfehérje*), táplálékkiegészítők (*húsfehérje*)
- Zselatin (*bőr*)
- Cipő, bőrruházat (*bőr*)
- Ragasztó, enyv, padlóviasz (*bőr, szőr*)
- Autókárpit (*bőr, szőr*)
- Kozmetikumok (*szőr, szaru, zsír*)
- Háztartási vegyipari termékek (*szőr, szaru, zsír*)
- Építőipari Green technology szigetelések
- Műanyagmentes használati eszközök (*pl. fésűk szaruból*)
- Gépszírok és kenőolajok (*szaru, zsír*)
- Burkolóanyagok (*bél*)
- Gyógyászati célú vérplazma (*vér*) és inzulin
- Vaspótló anyagok (*vér*)
- Humánorvoslás: szívbillentyű- vagy bőrtranszplantáció
- Haszonállatok takarmányozása
- Kutya- és macskatápok
- Szívűtékekhez húragasztók
- Szerves trágyák
- Talajjavító szerek
- Biogáz, bioetanol
- Gyufa
- Zsírkréta
- Hangszerhúrok
- Dobbőrök
- Glicerín (*robbanószerekhez*)
- Vízszűrő anyagok
- Gyógyászati célú hormonok és enzimek (*belső elválasztású mirigyek*)
- Gyógyszer és vakcina tervezésének alanya
- Betegségek tanulmányozásának biológiai modellje

Impresszum

A Hús / Meat

A húsipar tudományos szakfolyóirata. Megjelenik évente két alkalommal, 2022-től elsődlegesen online formában. A folyóirat honlapja: <https://journal.uni-mate.hu/index.php/hus/index>

ISSN 1215-0665 (print)
DOI: [10.56616/meat.1.1-2](https://doi.org/10.56616/meat.1.1-2)

Előzménye: A Hús/Meat/Fleisch : a magyar húsipar szakmai folyóirata : az Országos Húsipari Kutatóintézet folyóirata 2011-ig. Új folyam 2022-től: A Hús című folyóirat több évnnyi szünetelés után megújult szerkesztői bizottsággal, megújult szerkesztőségi irányelvekkel, elsődlegesen online formában jelenik meg. A folyóirat az élelmiszer-tudomány, azon belül hústudomány, termelés és technológia, minőség és higiénia, vágóállat- és hústermelés, piac, kereskedelem és gazdaság témakörökben jelentet meg tudományos közleményeket magyar vagy angol nyelven. A folyóirat lektorálása kettős-vak módon történik. A beküldött kéziratok anoním bírálati folyamatban két szakmai bíráló által kerülnek elbírálásra.

cop. A Hús, 2022–

A Hús Open Access (Gold), azaz nyílt hozzáféréstű folyóirat, cikkeire a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



Kiadja:

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
Felelős kiadó: Prof. Dr. Gyuricza Csaba, rektor



Felelős szerkesztő, online lapmenedzser:
G. Szabó Sára

Olvasószerkesztő: Katona József

Műszaki szerkesztés, laptervezés:
Somogy Design Kft. / Csere Tamás

A képek forrása: pexels.com, shutterstock.com

Közreadó:

MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
A szerkesztőség elérhetősége:
1118 Budapest, Ménesi út 43-45.
Tel.: +36 1 305 7303
E-mail: ahus@uni-mate.hu
Hirdetés: Dr. Friedrich László Ferenc
Tel.: +36 30 399 7082

Tartalom

| | |
|---|-----------|
| Az előhűtési és érlelési módok hatása a marhahús minőségi jellemzőire <i>Barkó Annamária, Csurka Tamás, Visy Anna, Tóth Adrienn, Friedrich László</i> | 6 |
| Marhahús sertéshússal történő hamisításának kimutatása spektroszkópiás módszerekkel <i>Józsa Kata, Vitális Flóra, Kovács Zoltán, Zsarnóczy Gabriella</i> | 16 |
| Természetes nitrátforrás hatásának vizsgálata hagyományos pácolású termék esetében mesterséges adalékanyag csökkentése céljából <i>Visy Anna, Hidas Karina Ilona, Barkó Annamária, Horváth-Mezőfi Zsuzsanna, Jónás Gábor, Friedrich László</i> | 22 |
| Húsromlás nyomon követésének fogyasztói érzékszervi lehetőségei <i>Gulyás Pálma, Bálint Melinda, Kókai Zoltán</i> | 29 |
| HHP-kezelés hatása mangalicahúsok és -szalonnák minőségi jellemzőire <i>Majzinger Koppány, Hidas Karina, Visy Anna, Barkó Annamária, Horváth-Mezőfi Zsuzsanna, Friedrich László, Jónás Gábor</i> | 34 |
| Nagy biológiai értékű állati eredetű melléktermékkel (vérrel) történő dúsitás hatása fagylaltok és jégkrémek állományára <i>Csurka Tamás, Hidas Karina, Pásztorné Huszár Klára</i> | 41 |
| Teljes tojásle reológiai, kalorimetrikus és funkcionális tulajdonságainak változása a fagyasztás során <i>Hidas Karina Ilona, Nyulasné Zeke Ildikó Csilla, Vargáné Tóth Adrienn, Visy Anna, Barkó Annamária, Horváth-Mezőfi Zsuzsanna, Majzinger Koppány, Friedrich László Ferenc, Németh Csaba</i> | 45 |

Content

| | |
|---|-----------|
| Effect of pre-cooling and aging methods on beef quality characteristics <i>Annamária Barkó, Tamás Csurka, Anna Visy, Adrienn Tóth, László Friedrich</i> | 6 |
| Detection of adulteration of beef with pork using spectroscopic methods <i>Kata Józsa, Flóra Vitális, Zoltán Kovács, Gabriella Zsarnóczy</i> | 16 |
| Investigating the effect of natural nitrate sources on traditional cured products to reduce artificial additives <i>Anna Visy, Karina Ilona Hidas, Annamária Barkó, Zsuzsanna Horváth-Mezőfi, Gábor Jónás, László Friedrich</i> | 22 |
| Meat spoilage monitoring through consumer sensory methods <i>Pálma Gulyás, Melinda Bálint, Zoltán Kókai</i> | 29 |
| Effect of HHP treatment on quality characteristics of mangalica meats and bacon <i>Koppány Majzinger, Karina Hidas, Anna Visy, Annamária Barkó, Zsuzsanna Horváth-Mezőfi, László Friedrich, Gábor Jónás</i> | 34 |
| Effect of enrichment with high biological value animal by-products (blood) on texture of ice cream <i>Tamás Csurka, Karina Hidas, Klára Pásztorné Huszár</i> | 41 |
| The effect of freezing on the rheological, calorimetric, and functional properties of liquid whole egg <i>Karina Ilona Hidas, Ildikó Csilla Nyulasné Zeke, Adrienn Vargáné Tóth, Anna Visy, Annamária Barkó, Zsuzsanna Horváth-Mezőfi, Koppány Majzinger, László Ferenc Friedrich, Csaba Németh</i> | 45 |



Szerkesztőbizottság

ELNÖK

Dr. INCZE Kálmán, az Országos Húsipari Kutatóintézet nyugalmazott igazgató, a szerkesztőbizottság tiszteletbeli elnöke

Dr. FRIEDRICH László Ferenc, Intézetigazgató, Tanszékvezető, egyetemi tanár, MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék, a Magyar Élelmiszerkönyv Hús és Hal Szakbizottságának elnöke

TAGOK

Dr. BASKA Ferenc, Osztályvezető, egyetemi docens, Állatorvosi Egyetem, Egzotikusállat- és Vadegészségügyi Tanszék

BÍRÓ Antal, Termelési vezető, Gyulahús Kft., a Magyar Élelmiszerkönyv Hús és Hal Szakbizottságának tagja

ÉDER Tamás, Élelmiszeriparért felelős országos alelnök, Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Elnök, Magyar Húsiparosok Szövetsége

Dr. FELKAI Beáta Olga, Élelmiszerlánc-felügyeletért felelős helyettes államtitkár, Agrárminisztérium

HORVÁTH Ferenc, Cégvezető, SPAR Magyarország Kft.

Dr. JÓNÁS Gábor, Egyetemi adjunktus, MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Dr. KASZA Gyula, Osztályvezető, Kockázatmegelőzési és Oktatási Osztály, Nemzeti Élelmiszerláncbiztonsági hivatal (NÉBIH), Egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Címzetes egyetemi tanár, Állatorvostudományi Egyetem

Dr. KOVÁCS Levente, Tudományos munkatárs, MATE Állattenyésztés-tudományi Intézet

Dr. KOVÁCS Melinda, Akadémikus, Intézetigazgató, MATE Élettani és Takarmányozástani Intézet

Dr. KOVÁCS Péter, Tulajdonos, Funkció Kft., a Magyar Élelmiszerkönyv Hús és Hal Szakbizottságának tagja

Dr. NÉMETH Csaba, Kutatásfejlesztési vezető, Capriovus Kft., Címzetes egyetemi docens, MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Dr. NGUYEN Duc Quang, Tudományos és innovációs igazgatóhelyettes, egyetemi tanár, MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Biomérnök és Erjedézipari Technológia Tanszék

NYÍRI András, Teszttelepvezető, MATE Kaposvári Campus, Herceghalmi bemutatógazdaság

Dr. ORAVECZ Márton, Elnök, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági hivatal (NÉBIH)

POMÁZI Gyula Zoltán, Elnök, Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala

PÁSZTORNÉ Dr. Huszár Klára, Oktatási ügyekért felelős Intézetigazgató-helyettes, egyetemi docens, MATE Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet, Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék

Dr. PÓTI Péter, Intézetigazgató, egyetemi tanár, MATE Állattenyésztés-tudományi Intézet

Gasparikné Dr. REICHARDT Judit, Osztályvezető, WESSLING Hungary Kft., Mikrobiológiai osztály

Dr. SZALAY Orsolya, Osztályvezető, Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Élelmiszer- és Takarmánybiztonsági Igazgatóság, Termelési Folyamataudit Osztály, a Magyar Élelmiszerkönyv Hús és Hal Szakbizottságának tagja

Dr. ZSARNÓCZAY Gabriella, Elnök, Magyar Élelmiszertudományi és Technológiai Egyesület, a Magyar Élelmiszerkönyv Hús és Hal Szakbizottságának meghívott szakértője

Köszöntő

Szeretettel köszöntjük olvasóinkat az új köntösben, elektronikus formában is megjelenő folyóiratunkban. „A HÚS” újság a húsipar tudományos, szakmai folyóirata. Elődje az 1954-ben megjelenő, dr. Lőrincz Ferenc alapította „Húsipar” volt, ami az Élelmiszeripari Minisztérium és a MITE (mai nevén MÉTE, Magyar Élelmiszertudományi és Technológiai Egyesület) Húsipari Szakosztályának lapja volt. Az 1959-ben megalakult Országos Húsipari Kutatóintézet vette át a lap szerkesztését és megjelentetését. 1991-ben jelent meg megújult külsővel és tartalommal „A HÚS” újság, ami szellemi folytatása volt a „Húsipar”-nak. Igyekezett megtartani és gyümölcsöztetni elődjének szellemi örökségét. Az újság már színes kivitelben jelent meg, lehetőséget adva így a látványosabb és szakmai/

tudományos szempontból előnyösebb és könnyebben értelmezhető információk átadásának. Különböző állandó és időszakos rovatokban foglalta össze az adott témakör tudományos, szakmai eredményeit, lehetőséget adva a könnyebb és gyorsabb tájékozódásnak. Ez a megújult külső és szerkezet az akkori igazgatónak, dr. Incze Kálmánnak a nevéhez fűződik, aki az újság felelős szerkesztője is volt. 2009-ben átadta a felelős szerkesztői pozíciót, az akkori igazgatónak, dr. Zsarnóczay Gabriellának, aki az Országos Húsipari Kutatóintézet megszűntetéséig, 2012-ig végezte ezt a munkát. Így az utolsó szám 2011-ben jelent meg. Ezzel lezárult egy korszak, amikor is közös felületen tájékozódhattak, konzultálhattak a húsiparral foglalkozó szakemberek, kutatók. Ennek a hiánynak a pótlásá-

ra vállalkozott 2022-ben a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) Élelmiszertudományi és Technológiai Intézetének Igazgatója, egyben az Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológiai Tanszékének vezetője, Prof. dr. Friedrich László Ferenc.

A kor kihívásait figyelembe véve a megújult „A HÚS” folyóirat már elektronikus formában jelenik meg, megváltozott, korszerűsített külsővel. A célunk a hagyományok folytatása, a kutatók és a szakemberek folyamatos tájékoztatása a legújabb eredményekről, eseményekről.

Bízunk abban, hogy a folyóirat szerkesztésében résztvevő kollégák tevékenységét siker koronázza, és olvasóink örömmel „veszik kezükbe” lapunkat. Ehhez reméljük és várjuk mindenki érdeklődését, támogatását, tanácsait.



Dr. Lőrincz Ferenc
alapító főszerkesztő



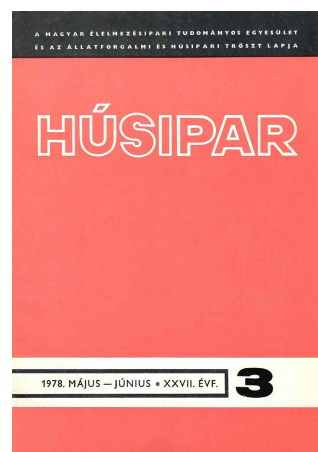
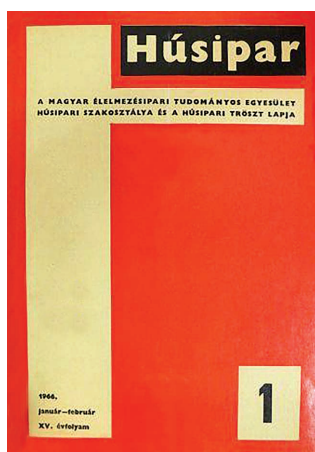
Dr. Incze Kálmán
korábbi főszerkesztő



Dr. Zsarnóczay Gabriella
korábbi főszerkesztő



Prof. Dr. Friedrich László
jelenlegi főszerkesztő




Egy kis múltidézés: korábbi lapszámaink címlapjai





Barkó Annamária, Csurka Tamás, Visy Anna, Tóth Adrienn,
Friedrich László


Az előhűtési és érlelési módok hatása a marhahús minőségi jellemzőire


Szerzők elérhetősége

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

Csurka Tamás¹  0000-0002-7279-0027 | PhD-hallgató
csurka.tamas@uni-mate.hu

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

Tóth Adrienn¹  0000-0001-8360-2661 | tudományos munkatárs
toth.adrienn@uni-mate.hu

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

A szerzők munkahelye

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

Összefoglalás

Az elmúlt évtizedben a hazai húsfogyasztási trendek nem igazán kedveztek a magasabb minőségi kategóriába sorolható marhahús előállításának. Ennek fő oka a pénzorientáltság és az emelkedő költségek, ezek kihatottak a hús értékesítési piacára is, amit az érzékeny fogyasztók nem toleráltak. Manapság javuló tendencia mutatkozik, és egyre több igény van a jól előkészített minőségi húsról, amihez fizetőképesebb kereslet is társul. A jó minőségű marhahús-alapanyag előállítása és felhasználása érdekében döntöttünk úgy, hogy vizsgáljuk a vágás utáni előkezelési módokat, majd ezt követően a két különböző szárazérlelési technológia 8 hetes időintervallumban kifejtett hatását a hús minőségére. Az optimális előkezelési mód feltérképezésével egy állandó minőségű alapanyag-előállítást lehetne megvalósítani.

Az érlelési technológiák vizsgálatával az volt a célunk, hogy kiderítsük: a viszonylag újnak mondható szárazérlelő tasakban történő technológia alkalmazásával lerövidíthető-e az érlelési idő, valamint élelmiszer-biztonsági szempontból jobb eredményt ad-e, mint a hagyományosan szárazérlelt társa, úgy, hogy közben minőségi és érzékszervi romlás nem jelentkezik. A szárazérlelő tasak egy költségkímélőbb alternatíva lehetne az ipar mellett a hentesüzletek vagy akár a házi felhasználás számára is.

Az előhűtési vizsgálat során 4 különböző mintán (két félttest, marha első negyed, marha hátsó negyed) az alábbi paramétereket mértük: hőmérséklet, pH, redoxpotenciál. Ezen mérésekre kapott eredmények értékelésekor arra kerestük a választ, hogy a lassú hűtésű vagy a gyors hűtésű félttest ideális-e a húsminőséget tekintve. Továbbá arra, hogy gyors hűtésű első negyedként vagy gyors hűtésű hátsó negyedként történő előhűtés alkalmazásával kapunk-e a hús minősége szempontjából optimális értékeket.

Az ezt követő 8 hetes érlelési periódusban a gyors, valamint a lassú hűtésű félttestből kivágott mintákon az alábbi vizsgálatok során kapott paramétereket értékeltük: színmérés, csepegési veszteség, mikrobiológiai állapot, valamint érzékszervi jellemzők. Ezen mérésekre kapott eredmények kvalifikálásával célunk volt megnézni, hogy az érlelés során vett mintákat befolyásolja-e, hogy a vágást követően gyorsan vagy lassan történt a hűtés. Emellett az adott vizsgálatokkal arra kerestük a választ, hogy a hagyományosan szárazérlelt vagy a szárazérlelő tasakban érlelt hússok adnak-e kedvezőbb eredményt a húsminőséget tekintve.

A kapott eredmények alapján megállapítottuk, hogy a hűlési sebességre hatással van az, hogy negyed- vagy félttestként történik a hűtés. A pH- és redoxpotenciál-értékeket már csak az előhűtés sebessége befolyásolta, nem volt hatással ezen értékekre, hogy negyed- vagy félttestként történt a hűtés. Megállapítottuk, hogy a hús minősége szempontjából kedvezőbb terméket kapunk, ha vágást követően lassú hűtésnek vetjük alá a húsmintákat. A kétféle típusú szárazérlelési technológia összehasonlító vizsgálati eredményei alapján megállapítottuk, hogy kedvezőbb minőségű terméket állíthatunk elő a szárazérlelő tasak felhasználásával.

Kulcsszavak: marhahús, húsminőség, vágás utáni előkezelési módok, szárazérlelési technológiák

Bevezetés

A hús már ösidők óta értékes táplálékunk, és nélkülözhetetlenek az ebből készült ételek. Ezen alapanyag tápanyagokban gazdag, fontos fehérje-, zsír-, vitamin- és ásványianyag-forrás. A fehérjék az emberi test sejtjeinek felépítésében és működésében a legfontosabb szerepet töltik be. A hús az egyik legfontosabb koncentrált, teljes értékű és biológiai hasznosulású fehérjeforrás. A zsíroknak jelentős biológiai szerepük van, hiszen a legnagyobb energiataralmú tápanyagforrásunk, valamint sejtjeink nélkülözhetetlen építőkövei.

A hazai húsmarha-állomány kb. 70%-a exportra megy. Ennek oka, hogy a hazai húsfogyasztási trendek nem nyitnak teret a jó minőségű marhahús-nak, valamint a folyamatosan emelkedő költségek a hús árára is hatással vannak, amit az árérzékeny hazai fogyasztók nem tolerálnak. Továbbá gátat szab a marhahús elkészítésében az információ hiánya is, ugyanis sokan nem tudják, hogy milyen húsrészből, hogyan kell elkészíteni az aktuális ételt.

Magyarországon csak egy szűkebb réteget érint a steak hús fogyasztása, ugyanis ennek elkészítése gondos odafigyelést és gyakorlatot kíván. Ezen probléma megoldásához, könnyítéséhez segítség az elkészítés előtti érlelési szakaszra fókuszálni, hiszen ezzel lehetséges minőségi alapanyagot előállítani steaken túl, akár pörkölttekhez is. Az érlelésen kívül a steak ízét és állagát nagymértékben befolyásolja az állat takarmányozása, tartása, genetikai jellemzői. Marhahús esetében a kellemes textúra és ízvilág kialakulásához időre van szükség. Ezen állomány elérése kétféle úton valósítható meg (KEMP et al., 2010), amikor a marhahúst nedvesen érlelik, vákuumcsomagba helyezik, és meghatározott ideig ellenőrzött körülmények között tárolják. A másik mód a szárazérlelés. Ez az a folyamat, amikor a hasított marhatestet, testrészeket felakasztják, illetve a csomagolatlan szeleteket hűtött helyiségben helyezik el, és néhány hétig vagy akár hónapig is szabályozott hőmérséklet, relatív páratartalom és légáram mellett érlelik (STENTSRÖM et al., 2014). Az ér-

lelést az enzimek mellett baktériumok és penészek is végzik, így sokkal karakteresebb, ízletesebb, zamatosabb húst eredményez az érlelés.

Célkitűzés

A hús textúráját, állományát, érzékszervi tulajdonságait számos tényező befolyásolhatja. A marhahús esetében a legmeghatározóbb szempont a hús előkezelése és érlelése. Ezek alapján célunk volt megvizsgálni, hogyan befolyásolják a vágást követő különböző hűtési hőmérsékletek és módok a hús minőségét, állományát. További célunk volt a különböző szárazérlelési technológiai tanulmányozása és hatásának vizsgálata a hús fizikai, mikrobiológiai és érzékszervi tulajdonságaira.

Ahhoz, hogy átfogó képet kapjunk a hűtési módok hatásáról, sebességéről, valamint a kétféle típusú szárazérlelés ideje során végbement változásokról, továbbá ezek hatásáról a hús minőségére, a következő kérdésekre kerestük a válaszokat:

- Miként alakul a hús redoxpotenciálja, hogyan változik a pH-értéke, hőmérséklete fél, illetve negyedelt marha esetében, valamint eltérő lehűtés során?
- Az érlelés előrehaladtával a különböző érettségi állapotokban hogyan változik a hús mikrobiológiai állapota, színe, valamint hogyan alakul a csepegési vesztesége és az érzékszervi tulajdonsága a kétféle módon szárazérlelt marhahús-nak?

A vizsgálatunk során kapott eredmények alapján szeretnénk meghatározni a vágást követő optimális hűtési módot és hőmérsékletet, ami a hús minősége szempontjából a legkedvezőbb. Ezen felül a hagyományosan szárazérlelt hús és a speciális szárazérlelt tasakban érlelt húsok összehasonlításából választ szeretnénk kapni az optimális érlelési fajtára.

Irodalmi áttekintés

A hús hűtése

Napjainkban a húshűtés technikai fejlődése olyan rendszerek felé halad,

amelyek nem használnak nagyon alacsony hőmérsékletet, ugyanakkor alacsony hústömegvesztést tesznek lehetővé. A marhahústermelés energiafelhasználásának és gazdaságosságának javítása érdekében a lassú módszereket felváltják a gyors és sokkoló módszerek. A gyakorlatban azonban a hasított testek túl lassú vagy túl gyors hűtése minőségromlást eredményezhet. Ezért a megfelelő hűtési mód kiválasztásakor nagy körültekintéssel kell eljárni (BRANDEN, 2013; ZHANG et al., 2019). A lassú vagy késleltetett hűtés a pH gyors csökkenésével és a marhahús érzékenységre gyakorolt káros hatással bír, ami úgynevezett hó által kiváltott keményedést, zsugorodást eredményez (KIM et al., 2014). Azonban, ha a hasított testek hűtése túl gyors, a vörös izomrostokban gazdag húsok – mint például a marhahús – érzékenyek a „hideg rövidülés” jelenségére, ami visszafordíthatatlan keménységet eredményez. Ebben az összefüggésben a hasított test zsírtartalma is figyelembe veendő, mivel a megfelelő zsírréteg szigeteli a hasított testet, és megakadályozza annak túl gyors kihűlését. Az izmok elektromos stimulációja a vágási folyamat során segít megelőzni ezt a jelenséget azáltal, hogy felgyorsítja a rigor mortis kialakulását, gyorsan kimerítve az izom energiataralmát (SAVELL et al., 2005).

A hús érési folyamata

A hús érése során lejátszódó biokémiai folyamatok

Az állat levágása után is jelentős biokémiai változások mennek végbe a friss húsban. Mivel az oxigénellátás megszűnik, ezért anaerob glikolízis váltja fel az addigi aerob energiatermelő folyamatot. Glikolízis során tejsav képződik az izomszövet szénhidrátartalmából. Az ATP mennyisége csökken, ugyanis felbomlik az egyensúly az ATP-bontó és az ATP-szintetizáló folyamatok között. A hullamerevség annak az eredménye, hogy az ATP-szint lecsökken, így az izomösszehúzódásra jellemző miozin-aktin kölcsönhatást már nem lehet újra feloldani. A folyamatok előrehala-



dásával a pH csökkenni kezd, a tejsav mennyisége tovább nő, valamint megjelennek az ATP közvetlen (ADP, AMP), majd további bomlástermékei. Mivel a változások az izomrostok szerkezetét is befolyásolják, így a fehérjék vízfelvétele és duzzadóképessége csökken (ENGLAND et al., 2016).

Az állat levágása után az elsődleges cél a tökéletes kivéreztetés, annak érdekében, hogy a rendszer redoxpotenciálja a lehető leggyorsabban tolódjon el a redukció irányába. Oxigén hiányában a terminális oxidáció lehetetlenné válik, és nagyon kevés ATP termelődik az oxigénnel ellátott állapotához képest. Amikor az oxigénszint-csökkenés olyan határt ér el, ami nem elegendő már az aktin-miozin kapcsolat gátlására, bekövetkezik a hullamerevség. A további folyamatok során a még meglévő ATP, ADP, AMP lebomlása észlelhető. A glikolízis következtében tejsav szaporodik fel, ami a pH csökkenését okozza (MATERNEH et al., 2017).

A hús érése során lejátszódó enzimátikus folyamatok

A halál utáni húspuhaságot befolyásoló két fő izomfehérje-csoport a miofibrillumok és a kötőszöveti fehérjék (KEMP és PARR, 2012). Széles körben beszámoltak arról, hogy a kalpainok hidrolizálják a miofibrilláris fehérjéket (KEMP és PARR, 2012; ÁLVAREZ et al., 2019). A közelmúltban végzett kutatások dokumentálták az olyan fehérjék lebomlását, mint a dezmin, titin és nebulin, amik a kalpainok szubsztrátjai, és erősen összefüggésbe hozhatók a hús puhaságával (LOMIWES et al., 2014; STARKEY et al., 2016). Ez arra utal, hogy a kalpainok – különösen a kalpain I vagy μ -kalpain – jelentős szerepet játszanak a hús vágás utáni puhításában.

A kalpasztatin, mind a μ -kalpain, mind az m-kalpain endogén inhibitora egyaránt összefüggésbe hozható a fajok közötti és a fajon belüli húspuhasággal (CHÉRET et al., 2007). Több kutatócsoport bizonyította, hogy a μ -kalpainok játsszák a legfontosabb szerepet a post mortem izom proteolízisben és a hús puhításában (KOOHMARAIE és GEESINK, 2006; TOLDRÁ, 2010).

A kalpasztatin magas szintje a húspuhulás csökkenésével jár (LANA és ZOLLA, 2016). A kalpasztatin egy hőstabil, strukturálatlan fehérje, ami kalcium jelenlétében négy kalpain molekulát tud reverzibilisen megkötni és gátolni.

A kalpasztatin kalpainokra kifejtett gátló hatásának pontos mechanizmusa nem tisztázott. Felmerült azonban, hogy a kalpainok lebontják a kalpasztatint azáltal, hogy felhasítják a kalpasztatingátló domének közötti rendezetlen régiókat, és olyan peptidfragmenseket képeznek, amelyek egyben kalpaininhibitorok is (LIAN et al., 2013).

A katepszinok szerepe a postmortempuhításban ellentmondásos, elsősorban azért, mert a lizoszómákban található, ami korlátozza a szubsztrát hozzáférhetőségét. A postmortemtárolás során a pH és a hőmérséklet csökkenése miatt a lizoszómák membránjai megrepednek, és katepszinok felszabadulását idézik elő a citoszólban. A katepszinok savas lizoszomális fehérjék, és ki kell szabadulniuk a lizoszómákból, hogy részt vegyenek a miofibrillumok postmortem-proteolízisében (LANA és ZOLLA, 2016).

Anyag és módszer

A vizsgálat első lépéseként egy 24 órás mérést végeztünk az apaji vágóhídon, ahol félóránként történt a mintavételezés. Ekkor vizsgáltuk a húsok hőmérsékletét, pH-értékeit és redoxpotenciál-értékeit. Ahhoz, hogy a későbbiekben össze lehessen hasonlítani a két állatból vett mintákat, hasonló korú és ugyanolyan tartáson (extenzív) nevelt állatok húsát vizsgáltuk.

Alapanyag- és minta-előkészítés

A minták azonosítása az alábbiak szerint történt:

- A minta: a féltestet 18 °C-on 2,5 óráig tároltuk, utána került a hűtőbe = lassú hűtés
- B minta: a féltest a hasítást követően azonnal a hűtőbe került = gyors hűtés

- C minta: a negyedelést követően a marha első negyede azonnal hűtőbe került = gyors hűtés
- D minta: a negyedelést követően a marha hátsó negyede azonnal hűtőbe került = gyors hűtés

A hűtőkamra hőmérséklete 2-3 °C volt.

A 24 órás mérés során alkalmazott vizsgálati módszerek

Hőmérséklet- és pH-mérés

A minták hőmérséklet- és pH-értékének meghatározásához TESTO 206 típusú mérőműszert alkalmaztunk. A hőmérőt és a pH-elektrodát minden mintánál hasonló testrészebe szúrtuk be, majd ezt követően megvártuk, amíg a rendszer beállt, és leolvastuk az értéket.

Redoxpotenciál-mérés

A redoxpotenciál méréséhez +/- 2000 mV-tól +/- 2 mV tartományon belül működő AD-132 típusú műszert alkalmaztunk. A redoxpotenciált mérő elektrodát minden mintánál hasonló testrészebe szúrtuk be, ezt követően megvártuk, amíg a rendszer beállt, és leolvastuk az értéket.

A vágóhídon ezt a három paramétert mértük. 24 óra elteltével kerültek át a minták a szárazérlelő helyiségbe.

Szárazérlelés és minta-előkészítés

Az érlelés során mintát vettünk a 0. napon (vágást követő 24 óra elteltével), majd a 3., 5., 7. és 8. héten. Az érlelésre a mintákat úgy készítettük elő, hogy abból a marhából, amit 18 °C-on 2,5 óráig tároltunk (A minta), a vágást követően kivágták a hátszínt és a rostélyost. A hátszín egészben került be az érlelőbe, míg a rostélyost 5 egyenlő részre szeleteltük. A szeleteket a TUB-EX által gyártott Tublin 10 típusú szárazérlelő tasakba helyeztük, majd így került be a szárazérlelő helyiségbe. Ugyanezt a gyakorlatot hajtottuk végre annál a fél marhánál, ami a hasítást követően

azonnal hűtésre került (B minta). Az érlelő helyiségben 1-2 °C és 70%-os relatív páratartalom volt.

A tasak nem csupán védő csomagolóanyag, hanem az érlelési folyamatot elősegítő eszköz is, ami javítja a biztonságot, csökkenti a keletkező hulladékot. Azért a hátszint és a rostélyost választottuk, mert szakirodalmak alapján ezen húsrészek hasonlóképpen viselkednek az érlelés alatt.

A 8 hetes érlelési idő során az adott mintavételi napon a hagyományosan szárazérlelt minták eredményeit hasonlítottuk össze a tasakban szárazérlelt mintákkal.

Minták jelölése ebben a szakaszban:

- I. minta: 18 °C-on 2,5 óráig tárolt féltést, hagyományosan szárazérlelt = lassú hűtés
- II. minta: azonnal hűtésre került féltést, hagyományosan szárazérlelt = gyors hűtés
- III. minta: 18 °C-on 2,5 óráig tárolt féltést, szárazérlelt tasakban érlelt = lassú hűtés
- IV. minta: azonnal hűtésre került féltést, szárazérlelt tasakban = gyors hűtés

Csepegési veszteség meghatározása az érlelés során

A csepegési veszteség mérése során megmértük a minták kezdeti tömegét, majd az adott érési időt követően is tömegmérést végeztünk. Ezekből számoltuk ki a csepegési veszteségeket.

Színmérés az érlelés során

A színmérés során MINOLTA CR-400 típusú készüléket használtunk. A minták színének alakulását a készülék kijelzőjén megjelenő a^* , b^* és L^* értékek segítségével követtük nyomon.

A mintákhoz tartozó színpontok egymáshoz viszonyított geometriai távolságaiból a minták közötti színeltérés kiszámítható. A színingerkülönbséget a színtérben értelmezett „A” színpont és „R” etalon, vagy referencia mint vonatkoztatási színpont közötti térbeli geometriai távolsággal adjuk meg:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_A^* - L_R^*)^2 + (a_A^* - a_R^*)^2 + (b_A^* - b_R^*)^2}$$

Összcsíraszám meghatározása az érlelés során

Az összcsíraszám megadja a vizsgált anyag tömeg- vagy térfogat-egységében előforduló összes élő és fejlődőképes mezofil aerob és fakultatívan anaerob mikroorganizmusok számát. Az összcsíraszám mennyiségének feltérképezéséhez a mintákat nem külső felületről vettük, hanem a húsminták belsejéből, ezért anaerob-összcsíraszám vizsgálata történt. 9 ml desztillált vízzel töltött kémcsövekbe helyezzük a kb. 1 g-os húsmintákat. Az így kapott mintából automata pipetta segítségével 0,1 ml-t desztillált vízbe pipetázunk. Ez 10^3 -szoros hígításnak felel meg.

Ahhoz, hogy elérjük a 10^5 -es hígítást, ugyanezt a folyamatot kell végigcsinálni. Mindkét hígítás 1-1 ml-ével lemezöntést végzünk, majd 37 °C-on 24 órában keresztül tároljuk. A kinőtt telepek számát megszámloljuk.

A szaporodási görbét a szaporodási sebesség változásával lehet jellemezni. Az exponenciális szakaszban a koncentráció logaritmusának változási sebessége állandó, és ez az adott körülmények között a legnagyobb. A folyamat analóg az elsőrendű, autokatalitikus reakcióban létrejövő anyagképződéssel. Erre a szakaszra az $X_t = X_0 e^{\mu(t-t_0)}$, illetve tízes alapú logaritmusra áttérve a $\lg X_t = \lg X_0 + \left(\frac{\mu}{2,303}\right) * (t - t_0)$ kapcsolat a jellemző.

A második összefüggés szerint a koncentráció logaritmus az idő függvényében a szaporodási együtthatóval arányos meredekségű egyenessel ábrázolható. A második összefüggésből, az X_0 , t_0 és X_t összetartozó értékek méréssel történő meghatározása után μ értéke kiszámítható. Ezen képletek felhasználásával végeztük a számításokat (ALLEN és WACLAW, 2019).

Érzékszervi bírálat az érlelés során

A húsokat 2 cm vastag szeletekre vágtuk, és medium well minőségűre süttöttük, ami azt jelenti, hogy 57-63 °C maghőmérséklet eléréséig. Ehhez a serpenyőt forróra melegítettük egy

kiskanál olajjal, majd a hússzeletek folyamatos forgatása mellett (kb. 8 perc) készre süttöttük. A forró serpenyő azért szükséges, hogy egy vékony kérget tudjunk létrehozni a hús felületén, a jobb érzékszervi tulajdonság elérése céljából. Annak érdekében, hogy a marhahús íze érezhető legyen, nem használtunk fűszereket.

Az elkészült steakeknek az érzékszervi bírálatát egy 20 főből álló bírálópanel végezte el, úgy, hogy nem tudták, melyik marhahús hogyan lett érlelve. 5 paraméter vizsgálatát végezték (porhanyósság, lédúság, íz, puhaság, összbnyomás), ami a steakek elfogadásának legmeghatározóbb ismérvei. A tulajdonságokra 1-től 5-ig adhattak pontot, ahol 5 volt a maximum, vagyis ez volt a legjobb.

Alkalmazott statisztikai módszer

A varianciaanalízis (szórásnégyzet-elemzés) elvégzésével megállapítható két vagy három csoportosítási szempont (tágabb értelemben vett kezelés) hatása a mért adatokra. A csoportosítás szerint az adatokból átlagokat képezünk, és az átlagok eltérését vizsgáljuk az alapvető eltéréshez viszonyítva. A munkánk kiértékeléséhez három-tényezős varianciaanalízis elvégzése szükséges.

A három tényező, ami befolyásolhatja a kapott eredményeket: az előhűtési mód, időtartam (érlelési hetek), valamint az érlelési mód (hagyományos, szárazérlelt tasakban érlelt). A varianciaanalízissel kapott p-érték alapján megállapítható, hogy a mérések során kapott eredményeket mely tényezők együttes hatása vagy tényező befolyásolta.

A p-érték a szórásnak a maradék szóráshoz viszonyított F-értékéből számított valószínűségi értéke. Ha a p-érték 0,08 vagy ennél kisebb, akkor elmondható, hogy a mérésre kapott eredmény nem véletlenszerű, hanem az adott tényező befolyásolta.

A fentebb leírtak alapján csak azoknál a méréseknél tudtunk statisztikai elemzést végezni, ahol egynél több párhuzamos mérést végeztünk.



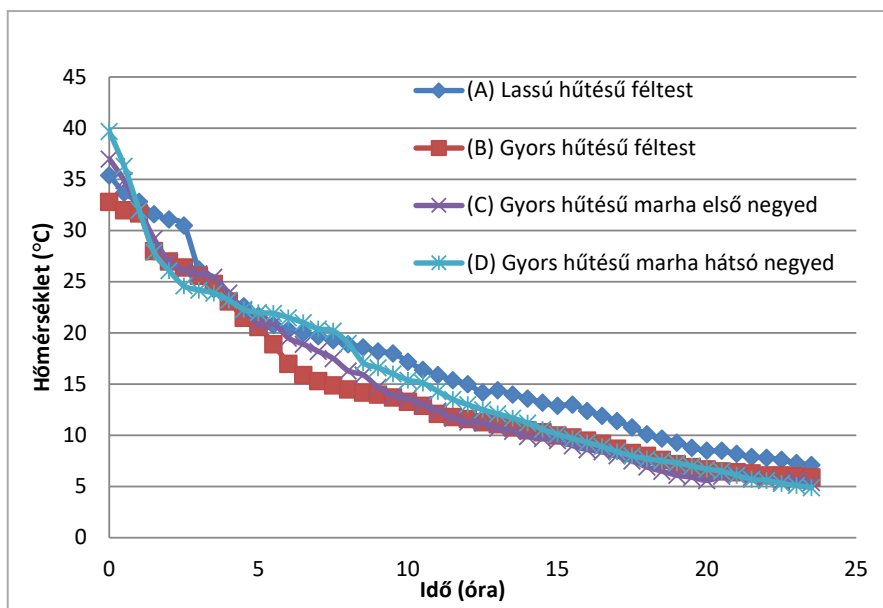
Eredmények és értékelés

A hőmérsékletmérés eredménye

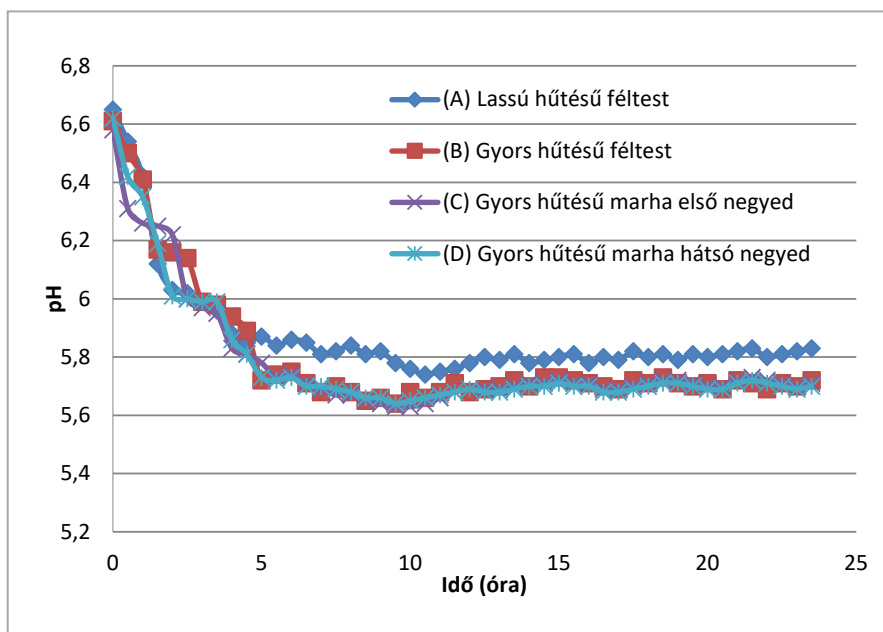
Az 1. ábrán látható, hogy a két negyed marhának a kezdeti hőmérséklete magasabb, mint a féltestké. A 18 °C-on 2,5 óráig tárolt félttest (A minta) hőmérséklete szemmel láthatóan kb. 2,5 órát követően zuhan egy nagyot, ekkor kerül hűtésre a test. Annak ellenére, hogy ugyanabba a hőmérsékletű helyiségbe kerül, mint a másik három minta, a véghőmérséklete ennek lett a legmagasabb. A gyorsan hűtött félttest esetében az látható, hogy 1,5 óra után kb. 6 óráig nagyobb mértékben csökken a hőmérséklete, mint az azt követő időszakban. A negyed marhák görbéit vizsgálva megállapítható, hogy hasonló görbe mentén, de nem teljesen egyformán hűltek le. A véghőmérséklet azonban a marha első negyedénél és a hátsó negyedénél közel azonos. Átfogóan nézve a vizsgálat eredményeit, elmondható, hogy a hűlési sebessége egy fél marhatestnek és egy negyed marhatestnek különböző, eltérő görbék mentén változik a hőmérsékletük. Ennek oka egyrészt, hogy a kisebb tömeg hamarabb hűl le, mint egy kétszer akkora tömegű hús, azonban látható, hogy nem arányos a tömeg és a hűlési sebesség a negyed és a fél marha között. A másik magyarázat az izomszövetben megváltozott biokémiai folyamat a negyed marha esetében, hiszen ez több vágást kapott a fél testhez képest.

A pH-mérés eredménye

Az érés során szénhidrátbomlás tapasztalható, amely pH-változást eredményez. Az exitust (halál) követően oxigénhiányos állapot alakul ki a keringés megszűnésének eredményeképpen. Ekkor az aerob glikolízist felváltja az anaerob glikolízis. A jelenség következtében megszűnik az anyagcsere végtermékek elszállítása. Ennek eredményeképpen erőteljes tejsavfelparodás jön létre, melynek következtében az izomszövet pH-ja a savas irányba tolódik (HOLLOWAY és WU, 2019). A 2. ábrán látható, hogy mind a négy



1. ábra: A marhahús hőmérsékletváltozása az idő függvényében a különböző módon hűtött fél és negyed testek esetében



2. ábra: A marhahús pH-jának változása az idő függvényében a különböző módon hűtött fél és negyed testek esetében

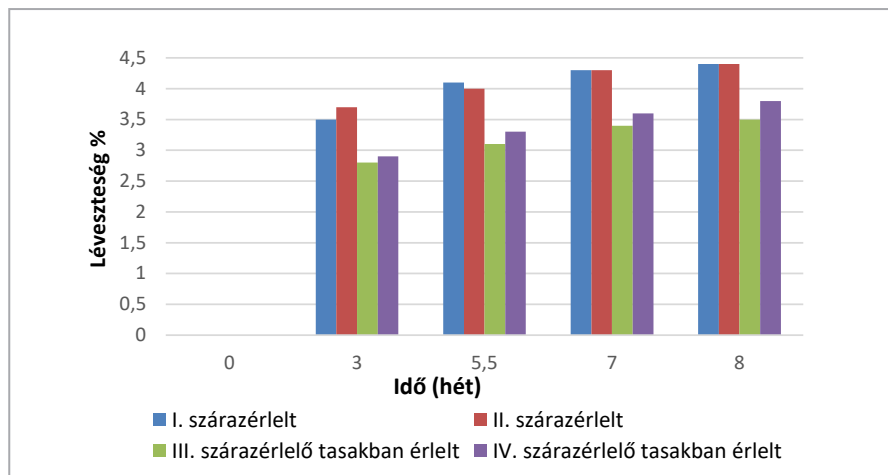
minta esetében hasonló (pH=6,6) volt a kiindulási pH-érték. A rigor mortis eléréséig (kb. 5-6 óra) hasonló a különbözőképpen kezelt minták lefutási görbéje. Ettől a szakasztól a lassan hűtött félttest eltérő értékeket vett fel, mint a gyorsan hűtött minta. 24 órával a vágás után is magasabb pH-értékeket mutat. Ez a tény azzal magyarázható, hogy a hirtelen hőmérséklet-csökkenésnek köszönhetően a tejsav keletkezése jobban gátolva volt, tehát a savas eltolódás kisebb mértékű, mint a lassan hűtött minták esetében. A 2. ábráról

megfigyelve az összes minta pH-értékeinek csökkenését az a tény állapítható meg, hogy a rendszerben nem megfelelő mennyiségben volt jelen a kreatin foszfát és az ATP mennyisége, tehát ennek következtében viszonylag gyors pH-csökkenést tapasztalhattunk. Összességében megállapítható, hogy a vágást követő 24 órában a pH-értékek alakulását nem befolyásolta az, hogy félttestként vagy negyedben hűtjük a marhát. Ami különbséget mutatnak az eredményeink, azok a hűtési módokban jelennek meg. Az a minta, melyet

18 °C-on tároltunk a vágást követően 2,5 óráig, a rigor mortis követően végig magasabb értékeket vett fel az egyből hűtésre került mintákhoz képest.

A redoxpotenciál-mérés eredménye

A redoxpotenciál egy olyan paraméter, amely a húsok/húskészítmények mikrobiális stabilitásának mutatójaként használható, de összefüggésben lehet az érzékelt minőséggel is. Valójában nem az oxigén (levegő) jelenléte vagy hiánya, hanem a közeg redoxpotenciálja gyakorol közvetlen hatást a mikrobacejtekre, ezért az élelmiszerek oxidációs-redukciós viszonyait a redoxpotenciállal lehet kifejezni. Az élelmiszer redoxpotenciálját elsődlegesen az oxidált és redukált vegyületek koncentrációja határozza meg, ezek arányát azonban befolyásolja, hogy a levegő milyen mértékben járja át a terméket, továbbá mekkora annak redoxfékező kapacitása, vagyis ellenállása a redoxpotenciál változásával szemben. Az elhalt sejtek membránjai permeábilisabbá válnak, a sejtekből tápanyagok jutnak ki. (DEÁK et. al., 2006) Szöveti enzimes lebontó folyamatok indulnak meg, amelyek a hús érése folyamán növelik a redoxpotenciált és ezzel az aerob mikrobás tevékenységet. Vágást követően az izomszövet oxigénellátása megszűnik, és a rendszer re-



4. ábra: A különböző marhahúsminták csepegési veszteségének változása az érlelés során

doxpotenciálja gyors ütemben tolik el a redukció irányába. A szöveti redukáló enzimek működéséhez megfelelő időtartam és hőmérséklet szükséges. Elvben 37 °C az optimális hőmérséklet, azonban gyakorlatban nem opcionális ez a paraméter, főleg mikrobiológiai okok miatt.

A 3. ábrán látható, hogy a gyors hűtésű fél test kezdeti redoxpotenciálja volt a legmagasabb, kb. 83 mV. A másik három minta közel azonos, kb. 76 mV-nyi redoxpotenciálról indult. Látható az is, hogy kb. 5-7 óráig a redoxpotenciál-értékek folyamatosan csökkennek minden esetben. A csökkenések között sebességbeli különbség van. A vizsgált 24 órában a lassan hűtött fél test redoxpotenciál-értéke végig alacsonyabb volt, mint a gyorsan hűtött marha-

húsok esetében. Látható még, hogy a lassan hűtött fél test 7 óránál éri el a minimum értéket, a gyorsan hűtött fél test 5 óránál, míg a negyed testek kb. 5,5 óránál.

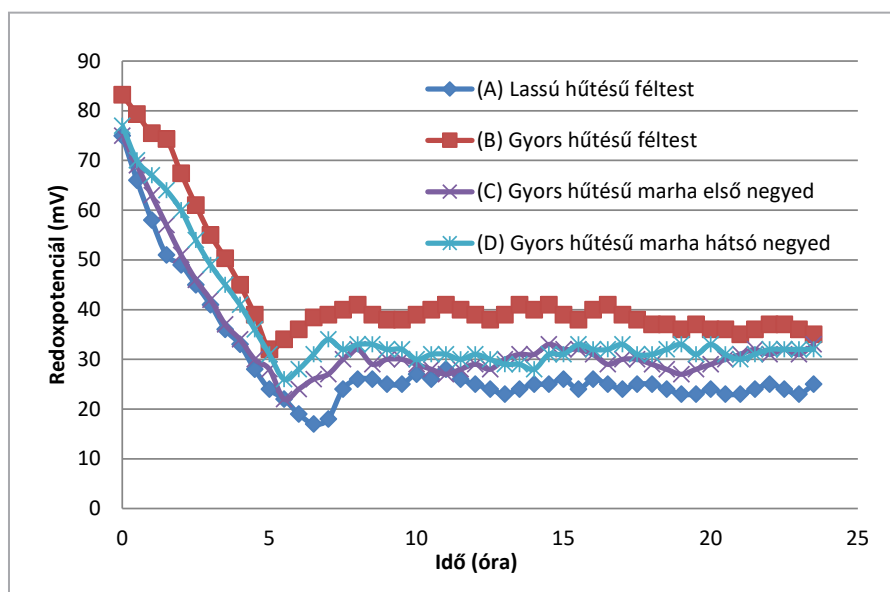
Valószínű, hogy a mintáknál itt állt be a hullamerevség. Ebből az a következtetés vonható le, hogy a redoxpotenciál értékeire hatással van az, hogy milyen sebességgel hűtjük a testet, amely a biokémiai folyamatokat befolyásolja a húsban, és ez a hullamerevség kialakulására van hatással.

Mindezekon felül hatást fejt ki az a gyakorlat is, hogy fél testként vagy negyed testként hűtjük a marhahúst, hiszen látható az ábrán, hogy a gyorsan hűtött fél test és a gyorsan hűtött negyed testek között különbség van, a negyed testek redoxpotenciálja alacsonyabb értékeket vesz fel. A hullamerevség beállása után minden mintánál viszonylag állandó redoxpotenciál-érték áll be.

A kapott eredmények kiértékelésének további szakaszában már a hagyományos szárazérlelés és a szárazérlelő tasakban érlelt minták esetében kapott eredmények bemutatásán és értékelésén lesz a hangsúly, a 8 hetes érlelési idő előrehaladtával.

Csepegési veszteség alakulása az érlelés során

A 4. ábrán jól látszik, hogy a hagyományosan szárazérlelt húsok esetében jelentősebb volt a lévesztés, mint a szárazérlelő tasakban érlelt mintáké. Megfigyelhető még az is, hogy az idő



3. ábra: A marhahús redoxpotenciáljának változása az idő függvényében a különböző módon hűtött fél és negyed testek esetében



előrehaladtával az előző mintavételhez képest egyre kisebb a léveszteség, ami az érés előrehaladottságát is jelezheti. Azonban, ha azt nézzük, hogy a 3. hét-höz képest mekkora volt a százalékos léveszteség-növekedés, elmondható, hogy arányaiban hasonló mértékű. A hagyományosan érlelt minták esetében 0,9%, míg a tasakban szárazérlelt mintáknál 0,8% körüli volt a 8. héten a csökkenés a 3. hetihez képest. Tehát elmondható, hogy a legtöbb nedvességet az első 3 hétben veszítik a minták, és ez lényegesen magasabb volt a hagyományosan érlelt minták esetében. Az itt észlelhető léveszteség az érlelés során mindegyik mintánál arányosan változik. Annak köszönhető ez a jelentős különbség a kétféle típusú szárazérlelési mód között, hogy a hagyományosan érlelt minták közvetlenül a levegővel érintkeztek, és az adott légsebességnek köszönhetően gyorsabb és nagyobb volt a vízelvonás a mintákból. Ez gazdasági oldalról nézve kedvezőtlenebb, mint a kisebb léveszteség, melyet a tasakban szárazérlelt mintáknál tapasztaltam. Hasonló eredményt kaptak Ahnström és munkatársai is (AHNSTRÖM et al., 2006).

A színváltozás alakulása az érlelés során

A színingerkülönbség vizsgálatánál arra a kérdésre keressük a választ, hogy milyen kapcsolat van a vizuális érzékelés és a ΔE_{ab}^* értéke között. Ehhez azt szükséges elemezni, hogy milyen értékhatárokon belül mozog két színpont között számított színingerkülönbség, ha szemünkkel különbséget nem érzékelünk közöttük. Kétségtelenül a felület tulajdonságai befolyásolhatják az értékhatárt, melyet színpontokkal jellemzünk, tehát általános szabály felállítására nem lehetséges.

Az 1. táblázatba foglalt toleranciahatárokat alkalmazzák a leggyakrabban a vizuális érzékelés és a színkülönbség kapcsolatának felállítására (WITZEL et al., 1973). Mi is az 1. táblázatban foglalt adatok segítségével végeztük el a mintákra vonatkoztatott színingerkülönbség értékelését a kapott a^* , b^* és L^* eredmények alapján.

| ΔE_{ab}^* | Szemmel érzékelhető eltérés |
|----------------------------------|-----------------------------|
| $\Delta E_{ab}^* \leq 0,5$ | Nem érzékelhető |
| $0,5 < \Delta E_{ab}^* \leq 1,5$ | Alig észrevehető |
| $1,5 < \Delta E_{ab}^* \leq 3,0$ | Észrevehető |
| $3,0 < \Delta E_{ab}^* \leq 6,0$ | Jól látható |
| $6,0 < \Delta E_{ab}^*$ | Nagy |

1. táblázat: Az emberi szemmel érzékelhető színkülönbségek

Az 5. ábrán jól látszik, hogy az érés előrehaladottságával a ΔE^* értékei növekvő tendenciát mutatnak. A változás főként az érlelési idő 7. hetéig számottevő, a 8. héten már csak minimális a 7. héthez képest. A színváltozás a 3. héten már mindegyik mintánál szemmel láthatóan tapasztalható. A gyorsan hűtött, szárazérlelt tasakban érlelt minták esetében már a 3. héten abba az értékelési kategóriába esett, mely szerint a szemmel érzékelhető eltérés nagy. Ez az érlelési idő végéig igaz a mintára, csak fokozódik a szemmel láthatóság mértéke. Összességében elmondható, hogy minél előrehaladottabb a hús érettségi állapota, annál nagyobbak a ΔE^* -értékek, tehát vizuálisan nagy az érzékelhető különbség mind az előtte lévő mintavételi eredményhez képest, mind pedig a kiindulási mintának az eredményéhez képest.

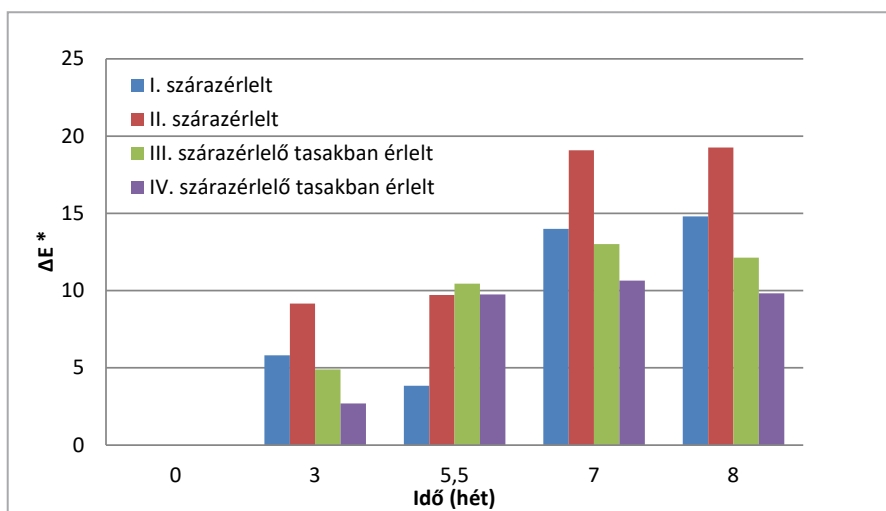
Az ΔE^* -ra elvégzett statisztikai elemzés során a következő eredményt kaptuk: $p = 0,000468$ az érlelési módra, $p = 0,00532$ az érlelési mód és az érlelési idő együttes hatására. Ezek alapján elmondható, hogy az érlelési módnak

és az érlelési időnek volt döntő szerepe a színkülönbségekre kapott eredmények kialakulásában.

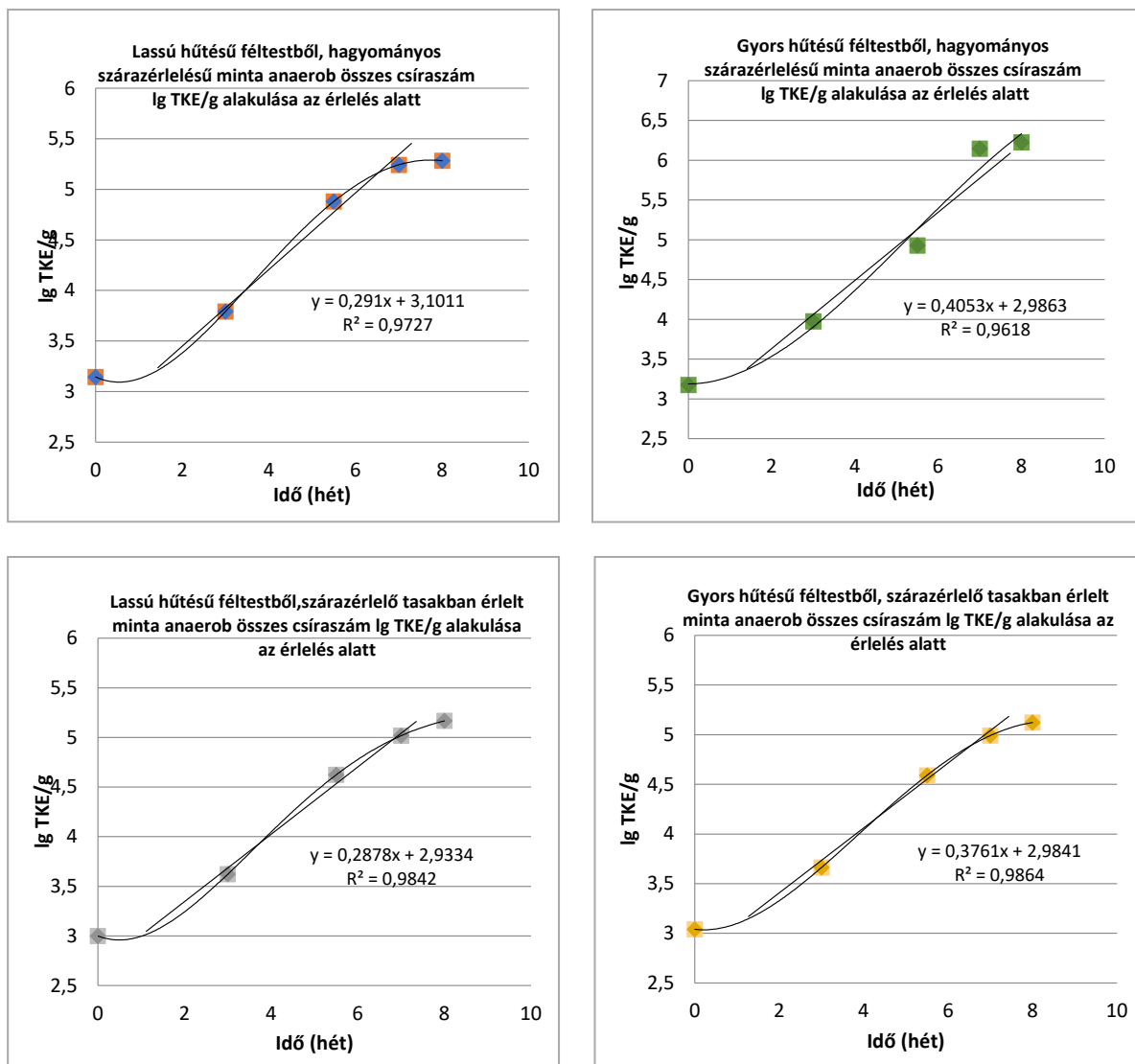
A mikrobiológiai állapot változása az érlelés során

A négy különböző minta szaporodási görbéit ábrázoló 6. ábrán látható, hogy a különböző szakaszokban változó a szaporodási sebesség. Adott körülmények között a szaporodási sebesség az exponenciális szakaszban éri el a legnagyobb és állandó értéket. Az exponenciális szaporodást leíró összefüggés csak erre a szakaszra érvényes. Az egyenlet féllogaritmikus skálán egyenes vonalat ad, amelynek hajlásszöge arányos a szaporodási sebességgel.

A 6. ábráról leolvasható, hogy a marhahús esetében – mely durva rostozatú – 1-1,5 hét kellet ahhoz, hogy a mikrobák enzimeszere hozzászokjon a szubsztráthoz (marhahúshoz). Ebben a környezethez való alkalmazkodási időszakban a mikroorganizmusok lappangó fázisban vannak, tehát szaporodásuk még nem indult meg, vagy lassú. Ezt követően vált lehetségessé a mikrobáknak, hogy a sejtfalet megbontsák. Ennek következményeképpen tudtak a szaporodáshoz, majd az ezt követő növekedéshez szükséges anyagokhoz jutni. Az anyagcsere-folyamatok felgyorsulásának köszönhetően a mikroorganizmusok gyorsuló fázisba kerülnek, azaz itt szaporodnak a leggyorsabban a mikrobák. Megfigyelhető, hogy közel azonos volt (103 TKE/g) a



5. ábra: A különböző marhahúsminták színkülönbségének változása (ΔE^*) az érés során



6. ábra: A különböző módon érlelt minták anaerob összes csíraszám lg TKE/g alakulása az érlelés alatt

kezdeti csíraszám a minták esetében. Megállapítható a 6. diagramról, hogy az érlelés végére a hagyományosan érlelt minták összcsíraszámuk nagyobb, mint az érlelőtasakban érlelt mintáké. Látható, hogy a lassú hűtésű, hagyományosan szárazérlelt minta esetében az egyenes meredeksége nagyobb, ami azt jelenti, hogy itt hirtelen felszaporodnak a mikroorganizmusok.

A legnagyobb összcsíraszám a gyors hűtésű fél testből származó, hagyományosan érlelt minta esetében volt tapasztalható. A kritikus 10^6 TKE/g csíraszámot, amikor már mikrobiológiailag nem megfelelő a hús, egyedül a gyors hűtésű fél testből származó, hagyományosan szárazérlelt minta érte el. Ennek ellenére ezen minta esetében sem lépett még fel kellemetlen, érzékszervileg tapasztalható változás. A másik három minta összcsíraszámuk 10^5 - 10^6

TKE/g érték alatt tudott maradni. Magyarázat lehet a beállított légssebesség. Szellőzés hatására a hús felszínén létrejön egy száraz védőréteg, ami véd a mikrobiális eredetű szennyeződéstől.

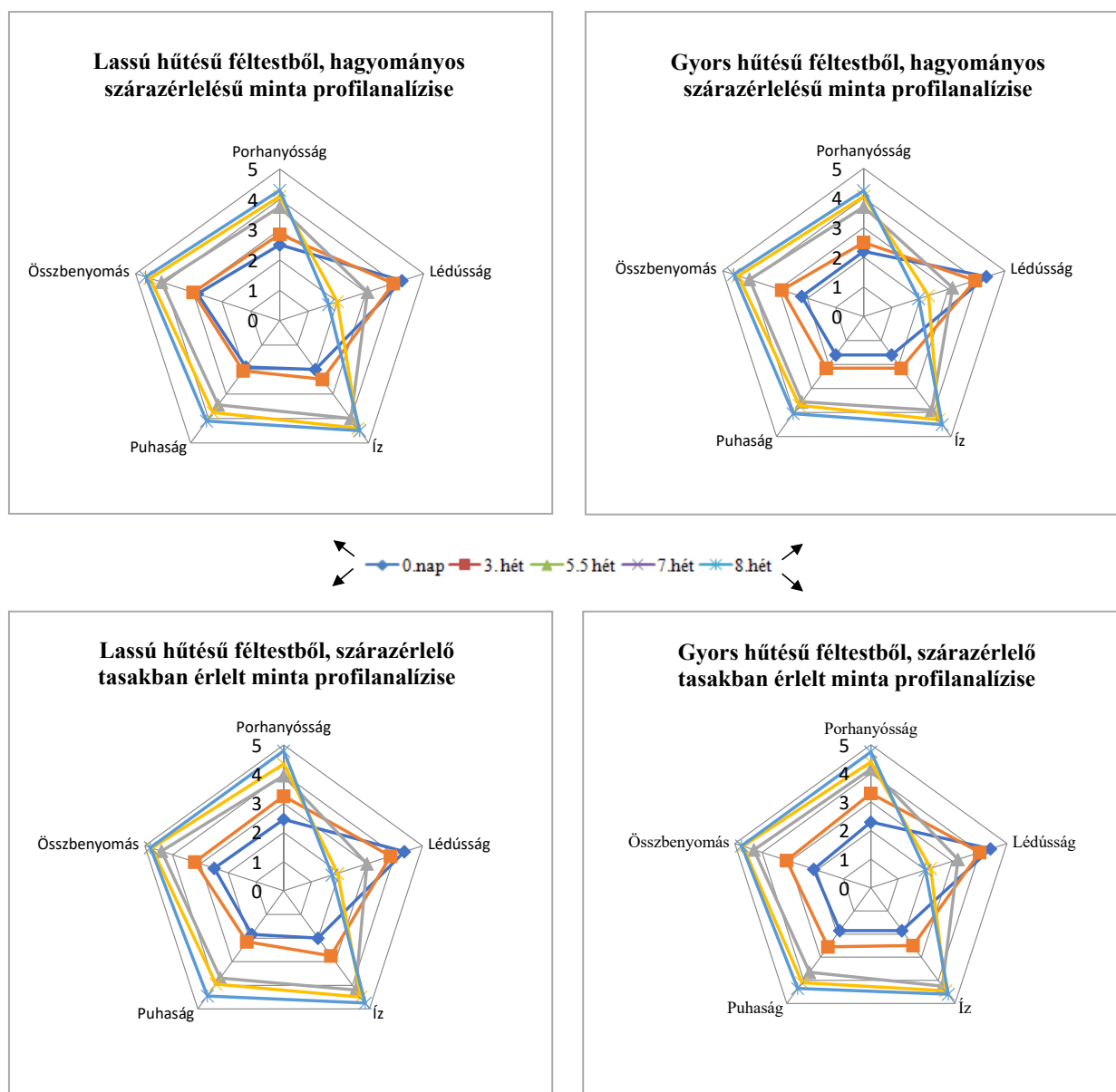
Az érzékszervi tulajdonságok változása az érlelés során

A 7. ábrán látható, hogy a különböző módon érlelt minták érzékszervi tulajdonságainak bírálata során kapott profilanálízis eltérő. Azonban, ha az azonos módon érlelt mintáknak a profilanálízisét vetjük össze, akkor látható, hogy a különbség minimális. A hagyományosan szárazérlelt mintáknál a legnagyobb eltérés a lédúságra kapott eredménynél figyelhető meg, míg a szárazérlelő tasakban érlelt mintáknál főként az íz és a puhaság adta különbség észlelhető. Látható még,

hogy fogyasztói oldalról az egyik legfontosabb tulajdonság, a porhanyósság a 8. héthez érve az általam felállított pontozási rendszerben maximumhoz közelít a szárazérlelő tasakban érlelt minták esetében.

Az érzékszervi bírálatok eredményei alapján elmondható, hogy a hétről-hétre jobb eredmények elérésével az érlelés mind a négy esetben követhető. Valamint az is, hogy az érlelési idő sarkalatos pontja az 5,5. hét, hiszen addig drasztikus a változás a vizsgált tulajdonságokban.

Az 5,5. héttől kezdődően az érési állapot előrehaladottságával egyre kisebb eltérések figyelhetők meg az adott tulajdonságokban az előző héthez képest. Megállapítható az a tény, hogy a 0. napon pozitívabb elbírálást kaptak a lassan hűtött fél testekből kivágott minták jobbak, mint az azonos módon



7. ábra: Lassú és a gyors hűtésű fél testből hagyományos szárazérleléssel, valamint a lassú és a gyors hűtésű fél testből szárazérlelő tasakban érlelt minták profilanalízise

érlelt gyorsan hűtött minták. Azonban a lassan hűtött, hagyományosan érlelt minta érzékszervi elfogadottsága nem üti meg a gyorsan hűtött tasakban szárazérlelt minta szintjét. Ezek alapján elmondható, hogy érlelési idő alatt kapott érzékszervi eredmények alapján a tasakban szárazérlelt minták kedveltebbek a hagyományosan szárazérlelt társaikhoz képest.

Összességében az érlelés módjának nagyobb hatása volt a húsok érzékszervi tulajdonságaira, mint annak, hogy érlelés előtt milyen módon lettek hűtve a minták. A végeredmény azonban a hűtés és az érlelési mód szinergens hatásának köszönhető.

Következtetés

A különböző marhavágóhidakon eltérő a gyakorlat a levágott marhatestek hűtését illetően több szempontból is. Vannak helyek, ahol negyed testként történik a hűtés, míg a másik bevált módszer, amikor fél testként hűtik. További eltérés az előhűtési módban van, ekkor a hűtési sebesség megválasztása eltérő.

Itt történhet gyorsan vagy lassan a negyed, ill. a fél test lehűtése. Ezek az eltérések nem biztosítanak állandó húsminőséget. Ez problémát okozhat technológiai és kereskedelmi oldalról egyaránt. Erre vonatkozóan kevés információ található, így ezen terület

fejlesztésére további vizsgálatok javasoltak.

A szárazérlelés egy olyan folyamat, amelynek során egy karakteres ízű, állományú, hozzáadott értékű marhahús állítható elő. Az érlelés ezen módja azonban költséges próbálkozás. Ehhez a folyamathoz magasabb minőségű, márványozott marhahús szükséges. Van azonban egy piaci rése az igényes fogyasztóknak, akik hajlandóak fizetni ezért a prémium termékért. Másrészt nem sok hozzáférhető információ áll rendelkezésre az érlelési paraméterek és a mikrobiológiai állapot közötti kölcsönhatásról a szárazon érlelt marhahús minőségére és ennek következtében a marhahús ízére vonatkozóan.

Tekintettel a szárazon érlelt marhahús-termékek iránti kereslet jelentős növekedésére, az erre a feldolgozásra irányuló tanulmányokat bővíteni szükséges.

Irodalomjegyzék

1. AHNSTRÖM, M. L., SEYFERT, M., HUNT, M. C., JOHNSON, D. E. (2006): Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour. *Meat Science*, 73 (4): 674-679. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.03.006>
2. ALLEN, R. J., WACLAW, B. (2019): Bacterial growth: a statistical physicist's guide. Reports on progress in physics. *Physical Society (Great Britain)*, 82 (1): 016601. <https://doi.org/10.1088/1361-6633/aae546>
3. ÁLVAREZ, C., MORÁN, L., KEENAN, D. F., MULLEN, A. M., DELGADO-PANDO, G. (2019): Mechanical and Biochemical Methods for Rigor Measurement: Relationship with Eating Quality. *Journal of Food Quality*, 2019: e1894543. <https://doi.org/10.1155/2019/1894543>
4. BRADEN, K. W. (2013): *Converting Muscle to Meat: The Physiology of Rigor*. pp. 79-97. *The Science of Meat Quality* John Wiley & Sons, Ltd.
5. CHÉRET, R., DELBARRE-LADRAT, C., LAMBALLERIE-ANTON, M., DE VERREZ-BAGNIS, V. (2007): Calpain and cathepsin activities in post mortem fish and meat muscles. *Food Chemistry*, 101 (4): 1474-1479. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.04.023>
6. DEÁK T., KISKÓ G., MARÁZ A., MOHÁCSI-NÉ F. CS. (2006): *Élelmiszer-mikrobiológia*. Mezőgazda Kiadó
7. ENGLAND, E. M., MATARNEH, S. K., OLIVER, E. M., APAOBLAZA, A., SCHEFFLER, T. L., SHI, H., GERRARD, D. E. (2016): Excess glycogen does not resolve high ultimate pH of oxidative muscle. *Meat Science*, 114: 95-102. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.010>
8. HOLLOWAY, J. W., WU, J. (2019): Tenderness Intrinsic Character. pp. 39-141. In: Holloway, J.W., Wu, J. (eds): *Red Meat Science and Production: Volume 2. Intrinsic Meat Character*. Springer, Singapore.
9. KEMP, C. M., PARR, T. (2012): Advances in apoptotic mediated proteolysis in meat tenderisation. *Meat Science*, 92 (3): 252-259. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.013>
10. KEMP, C. M., SENSKY, P. L., BARDSLEY, R. G., BUTTERY, P. J., PARR, T. (2010): Tenderness – An enzymatic view. *Meat Science*, 84 (2): 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.008>
11. KIM, Y. H. B., WARNER, R. D., ROSENVOLD, K. (2014): Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality: a review. *Animal Production Science*, 54 (4): 375-395. <https://doi.org/10.1071/AN13329>
12. KOOHMARAIE, M., GEESINK, G. H. (2006): Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science*, 74 (1): 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.025>
13. LANA, A., ZOLLA, L. (2016): Proteolysis in meat tenderization from the point of view of each single protein: A proteomic perspective. *Journal of Proteomics*, 147: 85-97. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.02.011>
14. LIAN, T., WANG, L., LIU, Y. (2013): A New Insight into the Role of Calpains in Post-mortem Meat Tenderization in Domestic Animals: A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26 (3): 443-454. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12365>
15. LOMIWES, D., FAROUK, M. M., WU, G., YOUNG, O. A. (2014): The development of meat tenderness is likely to be compartmentalised by ultimate pH. *Meat Science*, 96 (1): 646-651. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.022>
16. MATARNEH, S. K., ENGLAND, E. M., SCHEFFLER, T. L., GERRARD, D. E. (2017): Chapter 5 – The Conversion of Muscle to Meat. pp. 159-185. In: Toldrá, F. (ed): *Lawrie's Meat Science (Eighth Edition)*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. Woodhead Publishing.
17. SAVELL, J. W., MUELLER, S. L., BAIRD, B. E. (2005): The chilling of carcasses. *Meat Science*, 70 (3): 449-459. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.06.027>
18. STARKEY, COLIN. P., GEESINK, GEERT. H., COLLINS, D., HUTTON ODDY, V., HOPKINS, D. L. (2016): Do sarcomere length, collagen content, pH, intramuscular fat and desmin degradation explain variation in the tenderness of three ovine muscles? *Meat Science*, 113: 51-58. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.11.013>
19. STENSTRÖM, H., LI, X., HUNT, M. C., LUNDSTRÖM, K. (2014): Consumer preference and effect of correct or misleading information after ageing beef longissimus muscle using vacuum, dry ageing, or a dry ageing bag. *Meat Science*, 96 (2, Part A): 661-666. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.022>
20. TOLDRÁ, F. (2010): *Handbook of Meat Processing*. pp. 582. John Wiley & Sons.
21. WITZEL, R. F., BURNHAM, R. W., ONLEY, J. W. (1973): Threshold and suprathreshold perceptual color differences. *JOSA*, 63 (5): 615-625. <https://doi.org/10.1364/JOSA.63.000615>
22. ZHANG, Y., MAO, Y., LI, K., LUO, X., HOPKINS, D. L. (2019): Effect of Carcass Chilling on the Palatability Traits and Safety of Fresh Red Meat. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18 (6): 1676-1704. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12497>

Effect of pre-cooling and aging methods on beef quality characteristics

Abstract

In order to produce and use high-quality beef raw material, first post-slaughter pre-treatment methods were examined and then the effect of the two different dry-aging technologies on the meat quality over an 8-week time interval. During the pre-cooling examination, the following parameters were measured on 4 different samples (2 half carcasses, forequarter, hindquarter): temperature, pH, redox potential. In the subsequent 8-week aging period, the following measurements were performed on the samples excised from the fast and slow-cooled half-bodies: color measurement, drip loss, microbiological condition, and organoleptic characteristics. It has been found that the cooling rate is affected whether cooling is done as by a quarter or a half body. The pH and redox potential values were only affected by the pre-cooling rate. The quality of the meat is better if the samples are cooled slowly after slaughter. The comparative test results between the two types of dry-aging technologies show that a better quality product can be produced when using the dry-aging bag.

Keywords: beef raw material, first post-slaughter pre-treatment methods, dry-aging technologies



Józsa Kata, Vitális Flóra, Kovács Zoltán, Zsarnóczy Gabriella

Marhahús sertéshússal történő hamisításának kimutatása spektroszkópiás módszerekkel (1. rész)

Szerzők elérhetősége

Józsa Kata¹ | élelmiszer-biztonsági ellenőr | jozsakata96@gmail.comVitális Flóra² | doktorandusz hallgató | vitalis.flora@phd.uni-mate.huDr. Kovács Zoltán² | egyetemi tanár | kovacs.zoltan.food@uni-mate.huDr. Zsarnóczy Gabriella² | egyetemi docens | zsarnoczy.g@gmail.com

A szerzők munkahelye:

¹ Pest Megyei Kormányhivatal² MATE, Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék
Munkahely címe: 1118 Budapest, Ménesi út 43-45.

Összefoglalás

A kiegyensúlyozott táplálkozásban a húsfogyasztás komoly táplálkozás-élettani jelentőséggel bír. A világ népességének rohamos növekedésével a húsfogyasztás is növekvő tendenciát mutat. A növekvő fogyasztói kereslet és az összetett élelmiszer-ellátási lánc tekintetében a fogyasztók által elvárt mennyiség, minőség és eredetiség garantálása komoly kihívást jelent. A húsok és húskészítmények esetében is nem ritkán fennáll az élelmiszercsalás és -hamisítás gyanúja, amelynek kiszűrése egyaránt gazdasági és egészségügyi jelentőségű. Két részletben közölt kutatásunkban célunk volt egyrészt az élelmiszer-hamisítással, különös tekintettel a húsokkal kapcsolatos szakirodalom feldolgozása, másrészt a közeli infravörös-spektroszkópia alkalmazhatóságának megállapítása marhahús sertéshússal történő hamisításának kimutatására. Ebben a közleményben részleteztük a húsok gazdasági, táplálkozási jelentőségét, minőségét és eredetiségét leíró jellemzőit, illetve példákon keresztül mutattuk be az élelmiszerhamisítás kimutatás során sikeresen alkalmazott korszerű módszereket. Az élelmiszer-hamisítás modellezése során alkalmazott anyagokat, módszereket és a legfontosabb eredményeket a következő tanulmányunkban foglaljuk össze.

Kulcsszavak: élelmiszercsalás, marhahús-hamisítás sertéshússal, húsmínőség ellenőrzése, húsok eredetének vizsgálata, NIR-spektroszkópia

Bevezetés

A hús mint elsődleges fehérjeforrás világszerte fontos szerepet tölt be az emberek étrendjében. A világ népessége csaknem négy milliárddal nőtt az elmúlt 50 évben, eközben az egy főre jutó globális húsfogyasztás 75%-kal nőtt. Ez azt jelenti, hogy a húsfogyasztás és -termelés világszinten csaknem megnégyszereződött. A húsmínőség meglehetősen összetett fogalom, amely különböző mikrobiológiai, fiziko-kémi-

ai és biokémiai tulajdonságokat foglal magában, amelyek mindegyike megváltoztatható az anyagi haszon érdekében (ZAUUU et al., 2021).

Az élelmiszeripar egyik nagy és legfontosabb kihívása az iparban alapanyagként felhasználásra kerülő mezőgazdasági termékek, így a húsok minőségének és az eredetének gyors és hatékony vizsgálata. A termelők számára is kiemelten fontos az általuk előállított termékek pontos és hatékony tesztelése. A termelési, feldolgo-

zási és értékesítési folyamatok során az ellátási lánc szereplőinek érdeke az áru jellemzőinek ismerete, amely nélkül a modern folyamatszabályozás és a fogyasztó hiteles tájékoztatása nem is képzelhető el (BAZÁR, 2011). A húsmínőség ellenőrzése kiemelten fontos, mivel a hús hamisítása vagy a húsfajta helytelen megnevezése a fogyasztók bizalmatlanságához vezethet a hús értékláncában, ami hatással lehet vásárlási szándékra, ezáltal a bevételre (ZAUUU et al., 2021).

A hagyományos detektálási módszerek mint a nagyműszeres analitikai eljárások, jellemzően munka-, idő- és költségigényesek, mindezek mellett a gyakran alkalmazott tapasztalati és érzékszervi vizsgálatokra a szubjektívitas okozta hiba jellemző. A tőkehúsok faj- vagy fajtaazonosítása a gyakorlott szakemberek számára egyszerű lehet, de a már darabolt vagy darált húsok vonatkozásában komoly kihívást jelent megállapítani a húsmintáról, hogy valóban ahhoz a fajhoz vagy fajtához tartozik-e, amelyet a címkéje jelöl (BAZÁR, 2011). Napjainkban a közeli infravörös- (NIR) spektroszkópiát széles körben és sikeresen alkalmazzák élelmiszer-elemzésre is. A NIR-spektroszkópia számos előnnyel rendelkezik a hagyományos módszerekkel szemben, mint például a gyors és egyszerű minta-előkészítés, az online használatra való alkalmasság és az élelmiszerek különböző tulajdonságainak egyidejű meghatározása (PREVOLIK et al., 2004).

Célkitűzés

Kutatásunk során a darálthúsok hamisításának kimutathatóságát vizsgáltuk közeli infravörös-spektroszkópiás módszerek alkalmazásával. Célul tűztük ki annak meghatározását, hogy különböző NIR-spektroszkópiás műszerekkel milyen eredményességgel mutatható ki a különböző mennyiségben sertéshússal hamisított darált marhahús. A kutatást két részre vezérelte:

- Az egyik részre, hogy megállapítsuk, hogy az egyes nyers darált húsminták esetén a különböző NIR-spektroszkópiás műszerek (asztali és kézi műszer) milyen hatékonysággal képesek kimutatni marhahús sertéshússal történő hamisítását.
- Másik részre, hogy megvizsgáljuk azt, hogy desztillált vízzel végzett extrahálás és hígítás után a különböző NIR-spektroszkópiás műszerek (asztali és kézi műszer) képesek-e kimutatni marhahús sertéshússal történő hamisítását.

Ezáltal olyan módszerek megalapozása valósulhat meg – a roncsos-

lásmentes technikák és a vonatkozó kemometriai elemzések alkalmazásával –, amelyek gyorsan és hatékonyan nyújtanak objektív eredményt a darálthúsok hamisításának kimutatásához. A kutatásban egy olyan módszer megalapozása történik, amely akár élelmiszeripari gyártósorba beépíthető gyártásközi ellenőrzésre, ami az asztali spektroszkópiás műszerek kiváltását eredményezheti. Mindezek mellett a műszer hordozhatóságát kihasználva lehetőség nyílna arra, hogy az eszközt lakossági kivitelben is alkalmazhassák.

Az eredmények ismertetése és értékelése a következő cikkünkben kerül közzé.

Az élelmiszercsalás és -hamisítás mindenkori gyanújának aktualitása miatt és komplexitása miatt a problémakör bemutatását egy „hétköznapi” példán, marhahús sertéshússal történő hamisításán keresztül vezetjük végig. A téma összetettsége miatt két részletben közöljük a legjelentősebb ismereteket. Az első részben átfogó képet adunk a húsok gazdasági, táplálkozási jelentőségéről, a húsok és húskészítmények minőségét, eredetiségét meghatározó tényezőkről, valamint általunk is széles termékpalalettán alkalmazott közeli infravörös-spektroszkópiáról. A modelként használt élelmiszerhamisítás-kimutatás során általunk alkalmazott módszereket és eredményeket egy következő cikk foglalja majd össze.

Irodalmi áttekintés

A húsfogyasztás

A hús az őskortól kezdve az emberi étrend szerves része volt, az állatokat a tejük és a húruk miatt házasították.

A húsok és a húskészítmények az emberi táplálkozásban kiemelt fontosságúak (JÁVOR et al., 2011). Fehérjetartalmuk kb. 20%, ami teljes értékű fehérje, azaz a megfelelő mennyiségben és arányban tartalmazza az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen esszenciális aminosavakat. Zsírtartalmuk változó, az állat fajától, fajtájától és testtájától függően 1 és 40% között mozog. Kiemelkedő a vitamintartalma,

B₁₂ vitamint kizárólag a húsok tartalmaznak. Ezen kívül a húsok ásványianyag-tartalma is jó, gondoljunk a vas-tartalmukra.

A húsok két csoportba, vörös- és fehérhússra oszthatók. A vörös hús a nevet a színéről kapta, jellemzően élénk piros vagy vörös színű. Ide tartozik a sertés-, a bárány-/birka-, a marha- és borjúhús. A fehérhúsok csoportjába tartoznak a baromfik, ami egy általános kifejezés, magában foglalja a csirkét, a libát, a pulykát, a kacsát, gyöngytyúkot és a galambot is.

A húsfogyasztási szokások országonként eltérőek. A Központi Statisztikai Hivatal adatai szerint hazánkban a legkevesebbet marhahúst fogyasztunk (3,6 kg/fő/év), ezt követi a sertéshús (29,1 kg/fő/év), míg a legtöbb a baromfi-hús (35,5 kg/fő/év). A húsfogyasztásunk – hasonlóan, mint a világban – folyamatosan nő. 2010-ben még 56,7 kg volt fejenként és évente, 2015-re ez már 63,9 kg, míg 2020-ban elérte a 72,5 kg-ot.

A hús minőségét meghatározó tényezők

Az életszínvonal folyamatos fejlődésével és az étkezési szokások és trendek változásával folyamatosan és tartósan növekszik a kereslet a biztonságos és jó minőségű hús iránt. A hús értéklánca nagyon változó, nehezen ellenőrizhető, és állandó intézkedéseket igényel a minőség-ellenőrzés garantálása érdekében (HADDI et al., 2015).

A húsiparban a minőség-ellenőrzés meglehetősen összetett fogalom, amely különböző mikrobiológiai, fizikai-kémiai és biokémiai jellemzőket foglal magában, amelyek az élelmiszer-előállítási lánc bármely pontján manipulálhatók pénzügyi nyereség érdekében (JÁVOR et al., 2011). A húsminőség ellenőrzése kiemelkedő fontosságú, mivel a fogyasztók megtévesztése vagy a hús hamisítása bizalmatlansághoz vezethet a hús értékláncában, amely befolyásolhatja a gazdasági bevételeket. A hús hamisítása egyformán, vallási és erkölcsi szempontból is rossz következményekkel járhat, mivel az emberek más-más húsfogyasztási szokásokat részesítenek előnyben. Így, még akkor



is, ha különböző típusú húsokat kevernek és darált formában értékesítenek, azok tartalmát teljes egészében fel kell tüntetni a jelölési előírásoknak megfelelően.

A hús minőségének fogalma komplex, amelyet több tulajdonság egyszerre határoz meg. Ezen tulajdonságok külön-külön, együttesen, valamint egymásra hatva alakítják ki a fogyasztók által érzékelt minőséget, és elégitik ki az elvárt igényeket. Számos technológiai, genetikai és környezeti tényező befolyásolhatja a hús minőségét, amelyek hatással vannak a vágás előtti és utáni fiziológiás állapotra. A vágásra szánt állatok egészségügyi állapota és a vágóhíd higiénája kritikus fontosságú ahhoz, hogy a fogyasztók jó minőségű, magas élvezeti értékű, tápláló és az egészség veszélyeztetése nélküli élelmiszerhez jussanak.

A hús minőségi tulajdonságait az alábbi csoportokra oszthatjuk (JÁVOR et al., 2011):

1. A külső megjelenés, textúra és ízletesség, azaz azon tulajdonságok együttese, amelyek a fogyasztó megítélését közvetlenül befolyásolják. Ezek az érzékszervi tulajdonságok.
2. A feldolgozást befolyásoló funkcionális tulajdonságok, mint például a szín, léeresztés.
3. A táplálkozás-élettani jellemzők, mint például fehérje-, zsírtartalom.
4. Élelmiszer-biztonsági jellemzők, azaz a mikrobiológiai állapot.

Az állat fajtája, a tartási módja, a szállítása majd azt követően a lerakódása, a pihentetési ideje, a vágásra való felhajtása, a kábítása, a véreztetése, a hasítása, majd hűtése, az érlelése, végül a tárolása a húsminőséget alapvetően befolyásolja.

A hús minősítésekor számos paramétert kell figyelembe venni, mint például a hús színét, ízét, szagát, porhanyósságát, puhaságát, márványozottságát, lédúságát, a tápanyagtartalmát, pH-értékét (PSE és DFD hús) (MILLER, 2002).

A hús kémiai összetételének vizsgálatára használt klasszikus analitikai

módszerek közé tartozik a Kjeldahl-módszer (fehérje meghatározásához), a Soxhlet-extrakciós módszer (zsír meghatározásához), a pH-mérés (savasság/lúgosság megállapítására), és a koloriméter (a szín meghatározásához). Ezen módszerek egy része azonban roncsolást okoz a mintán, időigényes és esetenként drága is, és gyakran nem ad átfogó képet a hús minőségéről (YU et al., 2018).

A húsfeldolgozás technológiája

A húskészítmények gyártásának egyik fő célja a kevésbé nemes húsdarabok felhasználása, amelyek a húsfeldolgozás során keletkeznek a nemesebb húson lévő zsír, valamint kötőszövet eltávolításakor (RANKEN, 2000).

Az európai parlament és a tanács 853/2004/EK rendelete értelmében „Hús: az emlősállatok és a szárnyasok emberi fogyasztásra alkalmas izomzata”. A zsírtartalom emlősök esetén maximum 25%, sertés esetén 30% és szárnyasok esetén 15%.

A darált húst friss kicsontozott húsból készítik, majd később, amennyiben szükséges, fűszerekkel keverik össze. A színének élénkpirosnak, a textúrájának puhának kell lennie, és egyenletes méretű darabokból kell állnia, amelyek csak zsírt nem tartalmazhatnak. A szemcseméretnek egyformának kell lennie, és a darálás által nyert húscsíkoknak látszaniuk kell.

A darált hús különböző zsírtartalommal kerül forgalomba, amit a csomagoláson fel kell tüntetni. Szintén fel kell tüntetni az állat fajtát és a húsrészt (pl. darált sertéscomb, darált hús pulyka alsócombból). Többféle állatból származó darált húsnál fel kell tüntetni az állat fajtát (pl. darált sertés-marhahús) és az összetevőknél az arányukat és a húsrészt (pl. sertéslapocka 51%, marhalapocka 49%).

A darált húst hűteni kell, ezzel csökkentve az enzimek és a mikroorganizmusok aktivitását. A fogyaszthatósági ideje 1-3 nap, az előállítás higiéniai körülményeitől és a tárolási körülményektől függően. Természetesen ez a csomagolás módjától függően hosszabb is lehet.

Élelmiszer-hamisítás

A fogyasztókra és a hatóságra is nagy veszélyt jelent a gazdasági okokból elkövetett élelmiszer-hamisítás vagy az élelmiszercsalás (SPINK et al., 2011).

A 2008. évi XLVI. törvény az élelmiszerláncról és hatósági felügyeletéről szóló törvény (továbbiakban: Éltv.) 14/A.§ (1) bekezdése alapján: „A hamisított termék előállítására és forgalomba hozatala tilos”. Az, hogy mely termék minősül hamisítottnak, arról a 2. bekezdés rendelkezik:

- a) „amelynek minőségmegőrzési, fogyaszthatósági, illetve felhasználhatósági idejét jogellenesen meghosszabbították,
- b) amelyet nem megengedett összetevő felhasználásával állítottak elő,
- c) amelynek átcímkezése vagy átcsomagolása jogsértő módon történt,
- d) amelyet emberi fogyasztásra nem alkalmas anyagokból vagy termékekből állítottak elő emberi fogyasztás céljára,
- e) amelynek emberi fogyasztásra való alkalmatlanságát elfedik,
- f) amelynek rendeltetésszerű használatát elfedik,
- g) amelyet lényeges külső tulajdonságának jogellenes megváltoztatásával állítottak elő,
- h) amelyet az előállításra kizárólagosan jogosult hozzájárulása nélkül állítottak elő, vagy
- i) amelyet lényeges tulajdonságára vonatkozó félrevezető megjelöléssel hoztak forgalomba gazdasági előny vagy haszonszerzés céljából.”

Az Éltv. 4) bekezdése alapján „Tilos olyan

- a) élelmiszer előállítása, illetve forgalomba hozatala, amelyet a rá vonatkozó előírásokban, engedélyekben vagy a gyártmánylapban meghatározott minőségi előírásoknak nem megfelelően állítottak elő,
- b) élelmiszer előállítása, illetve forgalomba hozatala, amelyet részben vagy egészben lejárt mi-

nőségmegőrzési, illetve fogyasztathatósági idejű anyagokból állítottak elő,

- c) termék előállítás, illetve forgalomba hozatala, amelyet az adott tevékenység vonatkozásában nem engedélyezett, illetve nem nyilvántartott módon állítottak elő, illetve hoztak forgalomba”.

Az ételhamisítás nem újkeletű probléma, de az utóbbi évtizedekben, években ipari méretűvé növekedett. A hamisítás régebben az egyes házi receptekben a drágább összetevők olcsóbbra cserélését jelentette, míg manapság a nagyüzemi előállításnak köszönhetően ételhamisítás-biztonsági szempontból aggasztó ételhamisítások kerülhetnek a fogyasztókhoz. Az iparban a leggyakoribb hamisítási módszerek, mint például a minőségmegőrzési vagy fogyasztathatósági idő átírása, romlott alapanyag feldolgozása, eredetvédett termékek hamisítása, gyengébb minőségű alapanyagok felhasználása, nem bioételhamisítás bioételhamisításként történő értékesítése vagy a nem engedélyezett összetevőkkel való dúsítás.

A leggyakrabban hamisított ételhamisítások közé tartozik az olívaolaj és a méz. Olívaolajat esetenként más és más olcsóbb olajjal hígítanak, mint a pálma- vagy avokádóolaj, vagy olyan, amelyek hasonló zsírsavtartalmúak, mint például a napraforgóolaj vagy a sáfrányos székely olaj (CASADEI et al., 2021). A méz hamisításakor két esetet különböztethetünk meg, a direkt (közvetlen) és az indirekt (közvetett) hamisítást. Direkt hamisítás során

a mézhez valamilyen cukorszirupot (mint például répa, kukorica, szacharóz vagy rizs) kevernek. Indirekt hamisításakor a méheket a gyűjtési időszakban szirupokkal etetik (BODOR et al., 2018). Gyakori hamisított ételhamisításnak minősül még a paprika is, leginkább porított formában. A paprikát különféle ételhamisítás-színezékekkel festik meg. Magyarországon 1994-ben volt nagyobb botrány a fűszerpaprika hamisítása kapcsán, amikor miniummal kevert (azaz ólmozott) piros paprika-őrlemény került a fogyasztókhoz, amely ország szinten okozott megbetegedést. 2013-ban Nagy-Britanniában több áruházlánc lóhúst árult marhahúsként. Erre az átverésre az ír ételhamisítás-biztonsági hatóság vizsgálatai alapján derült fény. Ebben az esetben az okozta az alapvető problémát, hogy a termékek fenilbutan-zont tartalmaztak, melyet a lovagnál a fájdalomcsillapításra alkalmaznak, és ez az anyag az ételhamisításban tiltott.

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Ételtudományi és Technológiai Intézetében több éve foglalkoznak különböző ételhamisítás kimutatására alkalmas módszerek kidolgozásával. VITÁLIS és munkatársai (2020) kutatásának célja hamisított anyagok viszonylag kis koncentrációjának kimutatása és előrejelzése paradicsomsűrítvények esetében. Gyakori hamisító anyagokkal keverték össze mintáikat, mint például paprikamag, kukoricakeményítő, szacharóz vagy konyhasó, különböző arányban. A paradicsompüré-mintákat mind hagyományos (vízoldható szárazanyag-tartalom és konzisztencia), mind fejlett anali-

tikai technikák (NIR-spektroszkópia, elektronikus nyelv) alkalmazásával vizsgálták. A hagyományos módszerekkel kapott eredményeket egyváltozós statisztikával (ANOVA), míg a fejlett analitikai módszerekkel kapott adatokat többváltozós módszerekkel (főkomponens-analízis (PCA), lineáris diszkriminancia-analízis (LDA) és parciális legkisebb négyzetek regresszió (PLSR) elemezték. A hagyományos módszerekkel csak nagyobb koncentrációknál (5-10%) tudták kimutatni a hamisítást, míg a NIR-spektroszkópia és az elektronikus nyelv esetében jó pontosságot kaptak, még a minimális hamisító koncentrációk (0,5%) azonosításában is. Összegzésként a NIR-spektroszkópia bizonyult könnyebben megvalósíthatónak és pontosabbnak értékeléseik során.

ZAUKUU és munkatársai (2019a) gyenge minőségű tokaji borokat vizsgáltak, és céljuk olyan modellek kidolgozása volt, amelyek ezen borok gyors megkülönböztetését teszik lehetővé. Ezen borokhoz szőlőmustot kevertek, ezzel a borok cukortartalmát növelték, hogy megfeleljenek a jobb minőségű tokaji borok cukortartalmi követelményének. A mérésekhez NIR-spektrométert (kézit és asztalit), valamint elektronikus nyelvet használtak. Az elektronikus nyelvvel és a NIR asztali készülékkel kapott eredmények ígéretesnek bizonyultak. Szintén e kutatók egy másik kutatásukban (2019b) kukoricaliszttel különböző mértékben hamisított (1-40% között) fűszerpaprika-minták kimutatását, illetve annak koncentrációjának becslését végezték szintén NIR-spektroszkópiával és különböző kemometriai elemzésekkel. A predikciós modellek nagy pontossággal és kis hibával becsülték a hamisított mintákban a kukoricaliszt-koncentrációt.

BODOR és munkatársai (2020) kutatásukban autentikus magyar hárs- és akácmézeteket vizsgáltak. Az eredeti és a cukorsziruppal direkt módon hamisított mintákat, valamint az Európai Unióból és nem Európai Unióból származó, kereskedelmi forgalomban kapható mézkeverékek fizikai-kémiai tulajdonságait vizsgálták. A vizsgálataikat elekt-





ronikus nyelvvel és elektronikus orral végezték el. A kutatás eredményeként elmondható, hogy a fizikai-kémiai tulajdonságok az eredeti és a hamisított mézminták esetén a klasszikus módszerekkel kimutathatók. Az érzékszervi profilanalízis alapján az akácméz esetében csak négy, a hársméznél nyolc paraméter tekintetében talált szignifikáns különbséget a módszer a referencia és a hamisított minták között. Az eredmények azt is mutatják, hogy különösen az akácmézek esetében az ember nem képes kimutatni a különbségeket alacsonyabb hamisítási szinteken. Az elektronikus orr és nyelv sokkal érzékenyebb volt a különböző mézek megkülönböztetésére.

ZAUKUU és munkatársai (2021) a baromfi- és vörös hús hamisítását vizsgálták elektronikus nyelvvel, különböző húsarányú darálthús-minták esetében. A kutatásban az elektronikus nyelv azon tulajdonságát használták ki, hogy a műszer képes a kis koncentrációban jelen lévő komponensek kimutatására a különböző oldatokban. Megállapították azt is, hogy az elektronikus nyelvnek páratlan előnyei lehetnek a húsminőség ellenőrzésében, de a műszer húsiparban való alkalmazása egyelőre számos kihívással áll szemben. A tanulmány célja volt, hogy meghatározzák a húsextraktum optimális hígítási szintjét az elektronikus nyelv hatékony alkalmazásához, a különböző hamisítási szintek kimutatásához. A kutatás másik célja pedig az volt, hogy összehasonlítsák az alkalmazott három standardizált húsextrakciós módszer hatékonyságát. A kísérlet végén meghatározott extrakciós módszerek 78%-nál nagyobb átlagos kalibrációs és 56%-nál nagyobb átlagos validációs pontosságot mutattak a különböző hamisítási szintek megkülönböztetésére, ami összevethető más módszerekkel, például a közeli infravörös-spektroszkópiával kapott pontossággal.

Ellenőrzési módszerek

A közeli infravörös-spektroszkópia

Az élelmiszer-analitikai vizsgálatok közül legdinamikusabban az elektro-

mágneses tartományt használó gyors, roncsolás- és vegyszermentes, képkalkulációra is alkalmas technikák fejlődnek.

Az élelmiszerek fehérjetartalmának meghatározására az infravörös-spektroszkópiát kiterjedten használják. A módszer pontossága még nem éri el a jól bevált és klasszikus módszerekét, azonban a mérés kivitelezésének egyszerűsége és a minta-előkészítés miatt az ilyen típusú módszerek további elterjedése várható a gyakorlatban. A módszer igen gyors, mert az elektromágneses hullámok (az infravörös fény) sebességével mér, és roncsolásmentes – azaz akár *in vivo* vizsgálatokra is alkalmas –, mert a használt elektromágneses hullámok nem károsítják az anyagot. Az infravörös-spektroszkópia méri a molekulák rezgési és forgási állapotában bekövetkező változásait, hisz ezeket is a kvantumfeltételek határozzák meg, ezért információt nyújtanak a vizsgált anyag szerkezetéről. A rezgési energia változásait az infravörös fény elnyelése okozza, amelynek 2500 és 15000 nm között van a hullámhossztartománya. Az infravörös- (IR-) transzmisszióban működő készülékek az 5700 és 9600 nm közötti tartományban működnek, míg a közeli infravörösben (NIR) mérők pedig az 700 és 2400 nm közötti tartományban (CSAPÓ et al., 2020). A közeli infravörös-tartományban a fényt az anyagok összetételüktől függően verik vissza, illetve engedik át a különböző hullámhosszúságú sugárzásokat, ez képezi a módszer alapját. A kapott reflexiók, illetve transzmissziós spektrum alapján az egyes összetevők – így például a fehérje-, nedvesség-, valamint a keményítőtartalom – mennyiségi meghatározása lehetségessé válik.

Aquaphotomics

A biológiai rendszerekben a víz a legnagyobb mennyiségben előforduló komponens. A közeli infravörös-spektroszkópia analitikai alkalmazásának egyik fő akadályozója a víz, mivel jelentős fényelnyelése miatt más vegyületek fényelnyelését megváltoztatja, illetve abszorpciós sáveltolódást okozhat. Az aquaphotomics egy új, dinamikus fejlődő tudományterület, amelynek

felállítását Roumiana Tsenkova javasolta 2005-ben. Az általa alkalmazott metodika a vizes vagy vizes oldatba vitt rendszerek és az elektromágneses sugárzás (fény) kölcsönhatását vizsgálja. A vizes rendszerre ható különböző perturbációk a víz szerkezeti és funkcionális tulajdonságaira gyakorolt hatása a spektrális változások elemzésével követhető le. Az úgynevezett „víz-tükör megközelítés” (Water Mirror Approach) alkalmazhatóságát több kutatási eredmény is alátámasztotta, mivel annak alkalmazásával a vizes rendszerekben akár több nagyságrenddel kisebb változás, különbség kimutatása is megvalósítható. Az aquaphotomics szemléletben készült kutatásokban tehát az a közös, hogy a vizsgált rendszerek alapja a víz. Az ilyen vizes rendszerek sokváltozós és bonyolult spektrumába rejtett információk kinyeréséhez speciális adatelemzésre van szükség. Az aquaphotomics bővíti a NIR-spektroszkópiában alkalmazott sokváltozós adatelemzési módszereket (MUNCAN és TSENKOVA, 2019).

Kemometriai módszerek

A korrelatív analitikai módszerekkel, mint például a NIR-spektroszkópiával mért adatokból a kémiai összetételre vonatkozó értékes információk kinyeréséhez speciális matematikai eszközökre, az úgynevezett kemometriára van szükségünk. A kemometria definíciója szerint: „A kemometria matematikai és statisztikai modellezést használ a rendkívül összetett adatokon belüli minták és kapcsolatok felismerésére, és használható analitikai paraméterekké alakítására”. A kemometria eredendően interdiszciplináris tudomány, amely főleg matematikai módszereket, mint például többváltozós statisztikát használ a kémiai, fizikai vagy érzékszervi tulajdonságok előzetes ismeretével kombinálva. A klasszikus spektroszkópiához hasonlóan a kemometriai módszerek alkalmazása az aquaphotomics elemzésének is meghatározó része (MUNCAN és TSENKOVA, 2019).

A főkomponens-elemzés (PCA) az egyik leggyakrabban használt feltárási módszer a spektroszkópiában az

adatelemzés korai szakaszában. Célja, hogy meghatározza a minták közötti lehetséges kapcsolatokat. Továbbá, leggyakrabban a diszkriminanciaanalízis (DA), a parciális legkisebb-négyzetek diszkriminancia elemzése (PLS-DA) és a parciális legkisebb-négyzetek regressziója (PLSR) módszerek használatosak a mennyiségi paraméterek meghatározására (TSENKOVA et al., 2018).

A következő részben mutatjuk be a vizsgálati mintákat, módszereket, valamint az eredményeket és azok értékelését.

Irodalomjegyzék

1. 2008. évi XLVI. törvény az élelmiszerláncról és hatósági felügyeletéről. Letöltve: 2022. 07. 01. forrás: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0800046.tv>
2. AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 853/2004/EK RENDELETE (2004. április 29.) az állati eredetű élelmiszerek különleges higiéniai szabályainak megállapításáról. Letöltve: 2022. 07. 03. forrás: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004R0853:20110311:HU:PDF>
3. BÁZÁR, GY. (2011): Közeli infravörös spektroszkópia alkalmazási lehetőségei sertéshús és húskészítmények, valamint sertéshús minősítésében. Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar, Mezőgazdasági Termékfeldolgozás és Minősítés Tanszék, Doktori Értekezés
4. BODOR, ZS., BENEDEK, CS., KASZAB, T., KOVÁCS, Z. (2018): Application of classical and correlative analytical methods on honey origin identification. (pp. 1–6.) In XIX. Risk Factors and Food Chain Conference, Hungary, Mátrafüred, 26–28. of September
5. BODOR, ZS., KOVÁCS, Z., RASHED, M. S., KÓKAI, Z., DALMADI, I., BENEDEK, C. (2020): Sensory and physicochemical evaluation of acacia and linden honey adulterated with sugar syrup. *Sensors*, 20 (17): 4845. <https://doi.org/10.3390/s20174845>
6. CASADEI, E., VALLI, E., PANNI, F., DONARSKI, J., GUBERN, J. F., LUCCI, P., CONTE, L., LACOSTE, F., MAQUET, A., BRERETON, P., BENDINI, A., TOSCHIA, T. G. (2021): Emerging trends in olive oil fraud and possible countermeasures. *Food Control*, 124 paper 107902 <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107902>
7. CSAPÓ, J., ALBERT, CS., KISS, D. (2020): *Analitikai kémia élelmiszermérnököknek*. Scientia Kiadó, Kolozsvár, 2. átdolgozott bővített kiadás
8. HADDI, Z., BARBRI, N. E., TAHRI, K., BOUGRINI, M., BARI, N. E., LLOBET, E., BOUCHIKHI, B. (2015): Analytical methods instrumental assessment of red meat origins and their storage time using electronic sensing systems. *Analytical Methods*, 7 (12):5193-5203 <https://doi.org/10.1039/c5ay00572h>
9. JÁVOR, A., SZIGETI, J. (2011): *Termékminősítés és termékhygiéna*. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem
10. MILLER, R. K. (2002): Factors affecting the quality of raw meat. *Meat Processing*, 27-63. <https://doi.org/10.1533/9781855736665.1.27>
11. MUNCAN, J., TSENKOVA, R. (2019): Aquaphotomics – from innovative knowledge to integrative platform in science and technology. *Molecules*, 24 (15): 2742 <https://doi.org/10.3390/molecules24152742>
12. PREVOLNIK, M., CANDEK-POTOKAR, M., SKORJANC, D. (2004): Ability of NIR spectroscopy to predict meat chemical composition and quality – a review. *Czech Journal of Animal Science*, 49 (11): 500-515 <https://doi.org/10.17221/4337-CJAS>
13. RANKEN, M. D. (2000): *Handbook of meat product technology*. Wiley-Blackwell; 1st edition
14. SPINK, J., MOYER, D. C. (2011): Defining the public health threat of food fraud. *Journal of Food Science*, 76 (9): R157- R163 <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02417.x>
15. TSENKOVA, R., MUNČAN, J., POLLNER, B., KOVÁCS, Z. (2018): Essentials of aquaphotomics and its chemometrics approaches. *Frontiers in Chemistry*, 6: 363. <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00363>
16. VITÁLIS, F., ZAUUKU, J. L., BODOR ZS., AOUADI, B., HITKA, G., KASZAB, T., ZSOM-MUHA, V., GILLAY, Z., KOVÁCS, Z. (2020): Detection and quantification of tomato paste adulteration using conventional and rapid analytical methods. *Sensors*, 20: 6059. <https://doi.org/10.3390/s20216059>
17. YU, P., LOW, M. Y., ZHOU, W. (2018): Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 71: 202-215. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.013>
18. ZAUUKU, J. Z., BODOR, ZS., VITÁLIS, F., ZSOM-MUHA, V., KOVÁCS, Z. (2019b): Near infrared spectroscopy as a rapid method for detecting paprika powder adulteration with corn flour. *Acta Periodica Technologica*, (50): 346-352 <https://doi.org/10.2298/ap-t1950346z>
19. ZAUUKU, J. Z., SOÓS, J., BODOR, ZS., FELFÖLDI, J., MAGYAR, I., KOVÁCS, Z. (2019a): Authentication of Tokaj wine (Hungaricum) with the electronic tongue and near infrared spectroscopy. *Journal of Food Science*, 84 (12): 3437-3444. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14956>
20. ZAUUKU, J. Z.; GILLAY, Z., KOVÁCS, Z. (2021): Standardized extraction techniques for meat analysis with the electronic tongue: A case study of poultry and red meat adulteration. *Sensor*, 21 (2): Paper 481. <https://doi.org/10.3390/s21020481>

Detection of adulteration of beef with pork using spectroscopic methods

Abstract

In a balanced diet, meat consumption is of great nutritional importance. With the world population growing rapidly, meat consumption is also on the rise. With increasing consumer demand and a highly complex food supply chain, guaranteeing the quantity, quality and authenticity that consumers expect is a major challenge. Meat and meat products are also often suspected of food fraud and adulteration. The detection of food fraud and adulteration is very important for both economic and health reasons. In our research, published in two parts, we aimed at both reviewing the literature on food adulteration and modelling the detection of minced beef adulteration with pork using state-of-the-art near infrared spectroscopic methods. In this article, we have detailed the descriptive characteristics of the economic, nutritional importance, quality and authenticity of meat. In addition, the problem of food adulteration, its legal background and examples of state-of-the-art methods successfully applied in detection are presented. Materials, methods and key findings on the experimental modelling of food adulteration are summarised in the next issue.


Keywords: food fraud, food adulteration, detection, near infrared spectroscopy





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

Természetes nitrátforrás hatásának vizsgálata hagyományos pácolású termék esetében mesterséges adalékanyag csökkentése céljából


Szerzők elérhetősége

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

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

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

Horváth-Mezőfi Zsuzsanna¹  0000-0002-5161-0699 | kutatási munkatárs
horvath-mezofi.zsuzsanna@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

Az egészségesebb, fogyasztók által elfogadott élelmiszerek iránti növekvő kereslet kielégítése érdekében számos húsfeldolgozó kezdett el növényi alapú pácolóanyagok használatával kísérletezni. Ez alapján az elvégzett kutatási munkánk célja a mesterséges nitrit helyettesítése hagyományos pácolású, hosszú érlelési idejű termékek előállításánál természetes eredetű nitrátforrásokkal, és az így készített termék minőségi jellemzőinek vizsgálata volt.

Természetes nitrátforrásként a zeller alkalmazhatóságát vizsgáltuk. Kísérleti munkánkban zellergyökérporral, zellergyökérpor és nitrátbontó mikroba (*Staphylococcus carnosus*) kombinációjával készítettünk nyers, pácolt, csont nélküli sertéskarajt. Kontroll mintaként a hagyományosan pácolt hús szolgált. A minták nedves pácolását minden esetben 7 napig, 10 m/m%-os NaCl-oldatban végeztük. A nyers hús tömegére számított 0,5% mennyiségű zellerport és a *Staphylococcus carnosus* (10^6 TKE/cm³) szuszpenziót a pácléhez adagoltuk. A pácolás során nyomon követtük a pácérettséget mutató pácolt szín kialakulását, a minták sótartalmát, vízakivitását, valamint nedvességtartalmát. Ezenkívül célunk volt még vizsgálni a termék nitrit- és nitráttartalmának alakulását, valamint a *Staphylococcus*-szám változását.

A különböző adalékanyagokkal pácolt termékek esetén az L*, a* és b* színtényezők közül csak az a* (vörös)-értékek esetében volt szignifikáns különbség a termékek között. A nátrium-nitrit felhasználásával készített termék a*-értéke mind a pácolás, mind az érlelés során szignifikánsan nagyobb, vagyis a hús vörösebb volt, mint a zellerporral, valamint a zellerpor és *Staphylococcus carnosus* kombinációjával pácolt mintáké. A különbség az emberi szem számára is jól látható volt. A nátrium-nitrittel készített termékek nitrittartalma a pácolás és érlelés során 68 mg/kg-ról 34 mg/kg-ra csökkent. A zellerporral készített termékek esetében a nitráttartalom az érlelés végére 37 mg/kg és 43 mg/kg volt, a nitrátból redukálódott nitrittartalom pedig 13 mg/kg és 25 mg/kg. A kísérlet során alkalmazott zellerpor-mennyiségből kevesebb nitrit keletkezett, mint a nátrium-nitrittel készített termékekben.

Kulcsszavak: pácolás, nitrit, nitrát, zellerpor, *Staphylococcus carnosus*

Irodalmi áttekintés

Magyarországon az egészséges táplálkozás nem rendelkezik nagy múlttal, ma már azonban azt mondhatjuk, folyamatosan nő az egészségtudatos vásárlók tábora. Sok fogyasztó már nem a termékek ára, illetve gyors elkészíthetősége alapján vásárol, hanem az egészségesebb, természetes összetevőket helyezi előtérbe. Mérvadóvá vált napjainkban az úgynevezett E-számok mennyisége a termékekben. Mind a tudományban, mind a hétköznapokban nagy az érdeklődés a nitrittel kapcsolatban is. A nátrium-nitrit a legfontosabb adalékanyagként említhető meg a húskészítmények esetében (E 250). A hústermékekkel kapcsolatos fogyasztói elvárások változásai, valamint a megnőtt globális verseny korábban nem tapasztalható ösztökélést adott a tartósításban és a hozzávalók rendszerének fejlődésében a húsipari szektoron belül. A fogyasztók egészségesebb hústermékeket igényelnek, melyek sóban, zsírban, koleszterinben, nitritben és kalóriában szegények.

A pácolás során használt nitrit elsősorban mikrobiológiai hatása miatt jelentős, fontos szerepet játszik azonban a színiakításban (TROY és KERRY, 2010), valamint a zsiradék avasodásának gátlásában is (PEGG és SHAHIDI, 2004). A nitritnek ezenkívül ízki alakító hatása is van, mely a jellegzetes pácolt íz létrejöttében mutatkozik meg. A nitrit fogyasztásával kapcsolatban az utóbbi időben komoly aggályok merültek fel. A természetes termékek iránti fogyasztói igény miatt a nátrium-nitritet egyre több esetben helyettesítik alternatív összetevőkkel (HUNG et al., 2016). A zöltségek és a fűszerek nagy nitráttartalmának kedvező szerepe van, mégpedig akkor, ha adalékanyag-mentes (E-szám-mentes) készítményt kívánunk előállítani. Az elmúlt években kísérleteket végeztek egyebek között zellerporral, vörösrépporral és svájci mángoldporral is a nitrit természetes forrású helyettesítésének lehetőségeire (CHOI et al., 2017; REDFIELD és SULIVAN, 2015; SHIN et al., 2017). Ezek a nagy nitráttartalmú növények nitrátforrásként is felhasználhatóak a hús-

készítmények gyártása során. Ilyenkor azonban nitrátbontó baktériumot is kell adni a termékhez. A növényeket (zöltségeket) adhatjuk szárítmányként (SUTER és HADORN, 2007), porított formában is (VAQUERO-MARTÍN et al., 2009) vagy fagyasztva szárított porként (TSOUKALAS et al., 2011). Miután a nitrátbontó baktérium elvégezte a nitrát nitritté történő redukcióját, az így keletkezett nitrit már ugyanúgy fog viselkedni a termékben, mintha adalékanyagként adtuk volna hozzá. Tehát ebben az esetben is tartalmazni fog az ételkészítés nitritet, ez azonban a saját nitrátjából redukálódik nitritté. Egyes gyökérszöltségekben és levélzöltségekben jelentős mennyiségű nitrát van jelen (akár 2500 mg/kg), amely természetes nitrát-, illetve nitritforrásként használható, lehetőséget adva így a mesterséges adalékanyagként használt nitrites pácsó (E 250) csökkentésére (STÉGERNÉ et al., 2007).

Anyag és módszer

Minták előkészítése

A kísérletben a hagyományos módon, valamint zellergyökérporral és zellergyökérpor + nitrátbontó mikroba (*Staphylococcus carnosus*) kombinációjával pácoltunk csont nélküli sertéskarajt. A kontrollként szolgáló terméket a hagyományos gyártástechnológiának megfelelően nátrium-nitrit felhasználásával készítettük. A nedves pácolás minden esetben 7 napig, 10 m/m%-os NaCl-oldatban történt. A természetes összetevőkkel történő kezelés során a nyers hús tömegére számított 0,5% mennyiségű zellerport és a *S. carnosus* (106 TKE/cm³) szuszpenziót a pácléhez adagoltuk, és diffúzió útján juttattuk a nyersanyagokba. A nedves pácolást követően a termékek érlelése 12 °C-on és 60-85% relatív páratartalom tartományban történt. A mintavételi napok a következők voltak: 0., 1., 4., 7., 14., 21. és 34. nap.

Sótartalom meghatározása

A minta sótartalmát Mohr szerinti argentometrás titrálással határoztuk

meg. A titrálás során ezüst-nitrát mérőoldatot és kálium-kromát indikátort kell alkalmazni. A módszer lényege, hogy a mintában található kloridionokkal az ezüst-nitrát mérőoldat reakcióba lép, és ezüst-klorid válik ki, mivel ez oldhatatlanabb, mint az ezüst-kromát. Ha az oldatban lévő összes kloridion kicsapódott, az ezüst-nitrát fölöslegétől vörösbarna ezüst-kromát-csapadék válik le. A színátcsapás, ami a titrálás végét jelzi, szemmel is látható. A méréshez szükséges húsmintákat apró darabokra vágtuk, majd kb. 5 g-ot egy 100 ml-es Stift-lombikba mértünk, és a lombikokat desztillált vízzel feltöltöttük. Ezt követően a mintákat 30 percre egy 70-80 °C-os vízfürdőbe helyeztük. A hőkezelést követően a lombikot desztillált vízzel jelig töltöttük, majd az oldatot redős szűrőpapíron leszűrtük, és az így keletkezett szűrletből 10 ml-t 5-7 csepp 5%-os kálium-kromát indikátor jelenlétében 0,1 n ezüst-nitrát mérőoldattal vöröses-barna színig titráltuk. Mintánként három párhuzamos mérést végeztünk, és a kapott mérőoldatfogyásokból határoztuk meg a hús átlagos sótartalmát.

A minta NaCl tartalma a mérőoldat fogyása alapján a következő képlettel számolható:

$$\text{NaCl} \left[\frac{\text{m}}{\text{lm}} \% \right] = \frac{V_f \cdot f \cdot E \cdot V_{ST}}{V_T \cdot m}$$

Ahol:

V_f mérőoldat fogyása [ml]

f mérőoldat faktora

E sógyenérték (1 ml 0,1 M AgNO₃ 5,85 mg NaCl-nak felel meg)

V_{ST} Stift-lombik térfogata [ml]

m bemért hús tömege [mg]

Szín mérés

A mintákon bekövetkezett színváltozásokat MINOLTA CR-400 típusú tristimulusos színmérő készülékkel vizsgáltuk. A készülék három adatot határoz meg a mérés során, ezek az L*, az a* és a b* értékek, amelyekből következtetni lehet a színváltozás mértékére. Az L*, vagyis a világossági tényező értéke a 0 és 100 közti tartományban mozog, minél világosabb a minta, annál magasabb az L* értéke. Az a* a zöld színeze-



tet jelenti negatív tartományban, míg pozitív érték esetén a vörös színezetet jellemzi. A b^* negatív tartományban a kék színt jelöli, pozitív értékei esetén a sárga színárnyalatra utal. Mérések előtt megtörtént a műszer kalibrálása, majd minden mintán öt párhuzamos mérést végeztünk.

Nedvességtartalom meghatározása

A nedvességtartalom [%] meghatározásához a húsmintákat (1,5-2 g) Petri-csészékbe helyeztük, majd szárítószekrényben 105 °C-on szárítottuk tömegállandóság eléréséig. Minden minta esetén 3 párhuzamos mérést végeztünk.

Vízaktivitásmérés

A minták vízaktivitását LabMaster aw neo laboratóriumi műszerrel mértük. A méréshez vékony darabokat vágunk ki a mintákból, melyeket műanyag mintatartóval a műszerbe helyeztünk. A vízaktivitás mérése automata módon történt. A párhuzamos minták száma 3 volt.

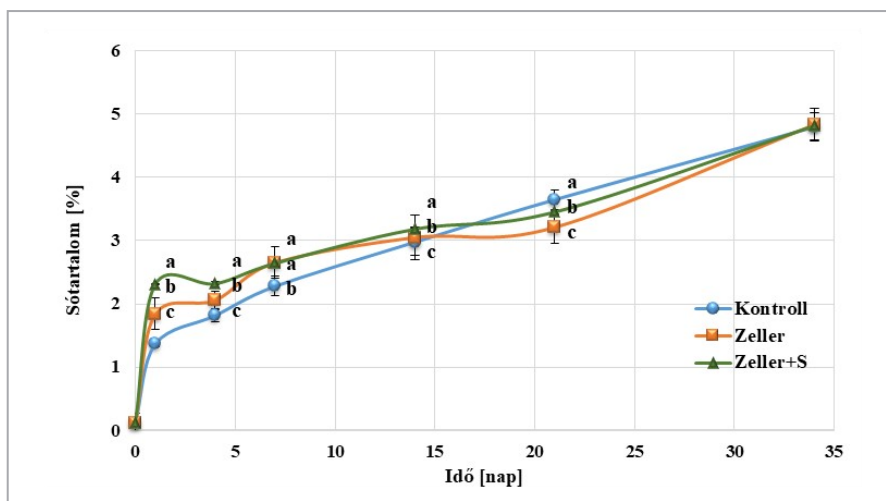
Nitrit- és nitráttartalom meghatározása

A minták nitrit- és nitráttartalmának meghatározása az MSZ 6905:1981 szabvány szerint történt (Húskészítmények nitrit- és nitráttartalmának kimutatása és meghatározása).

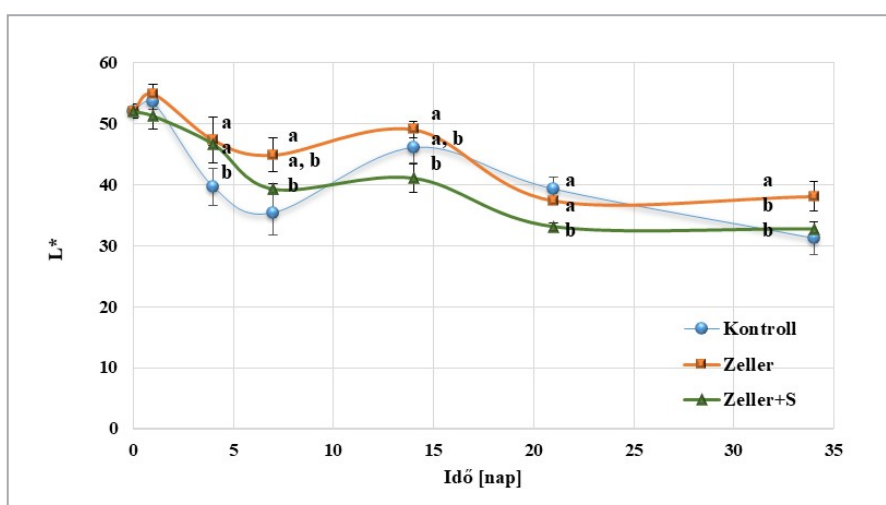
Staphylococcus-szám meghatározása

A mikrobiológiai vizsgálat elvégzéséhez 10 g mintát vágunk, majd tízszeres higítással steril peptonvízben 90 másodpercig homogenizáltuk. A homogenizált mintákból higítási sort készítettünk, majd kálium-telluritot tartalmazó Baird-Parker-féle agar felszínére szélesztettük.

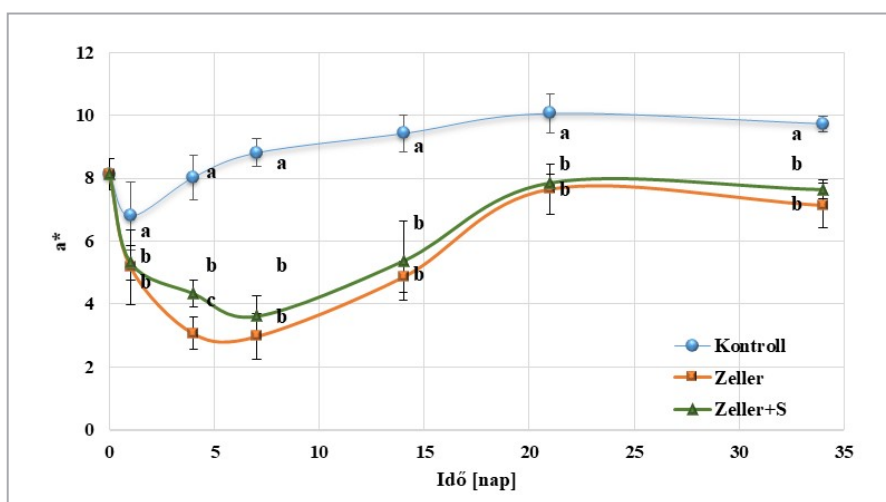
A szélesztések 37 °C-on 72 órán keresztül voltak inkubálva. A telepkepző egységeket (TKE) Scan500 automata telepszámláló készülékkel határoztuk meg.



1. ábra: Sótartalom alakulása különböző pácléösszetétellel pácolt húsok esetén



2. ábra: Világossági tényező (L^*) értékeinek alakulása különböző pácléösszetétellel pácolt húsok esetén



3. ábra: Vörös színtényező (a^*) értékeinek alakulása különböző pácléösszetétellel pácolt húsok esetén

Statistikai értékelés

Az adatok statisztikai elemzése egytényezős varianciaanalízissel történt, IBM SPSS 23.0.0 verziószámú statisztikai szoftver segítségével. A statisztikai

értékelés első lépéseként átvizsgáltuk (Explore) az adatsorokat, amellyel a kiugró (outlier) és az extrém (extreme) értékeket szűrtük ki.

Ezt követően az adatsorokon egytényezős varianciaanalízist (ANOVA)

végeztünk $p < 0,05$ szignifikanciaszint mellett. Az ANOVA-elemzés első lépéseként az adatsorok szóráshomogenitását Levene's-tesztel végeztük el. A statisztikai eredmények alapján azt vizsgáltuk, hogy az egyes mintacsoportok között van-e szignifikáns különbség a vizsgált paraméter tekintetében. A szignifikáns különbségeket a mintacsoportok között különböző betűkkel jelöltük a diagramokon.

Eredmények és értékelés

Sótartalom

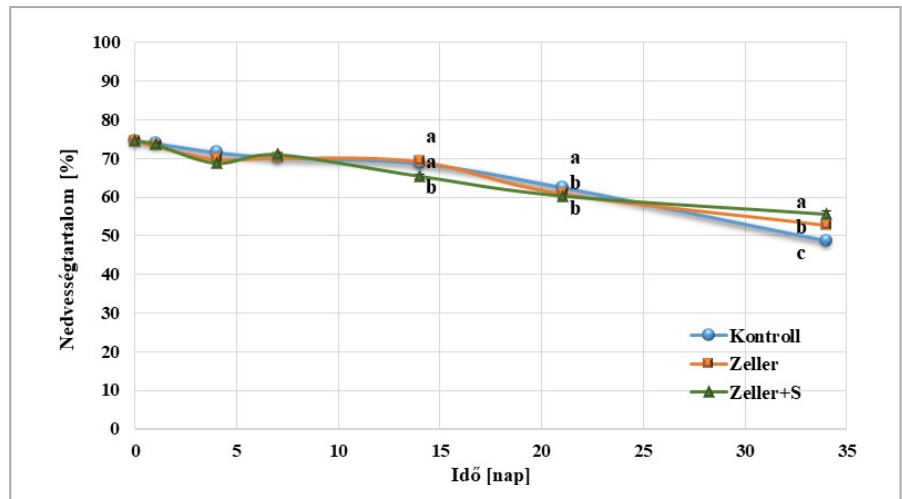
A sótartalom-eredmények alapján megállapítható, hogy a pácolási szakaszban a zellerporos minták sótartalma volt magasabb, azonban az érlelés során a kontroll minta bizonyult sósbabbnak. Az érlelés végére a 3 minta sótartalma kiegyenlítődött, ami a felhasznált NaCl azonos mennyiségével magyarázható. A statisztikai eredmények alapján egyes mintavételi napokon szignifikáns különbség volt a különböző összetételű páclével pácolt minták között, ami az eltérő geometriai méretű húsok eltérő szövetszerkezete következtében kialakuló különböző diffúziós sebességekkel magyarázható.

Az elvégzett statisztika alapján a sótartalom-értékekre a pácolási módokkal szemben a pácolási időnek volt jelentősebb hatása. Az eredményeket az 1. ábrán mutatjuk be.

Színjellemezők

A minták színmérése során kapott eredményeket elemezve a világossági tényező (L^*) esetében mindhárom mintánál azonos tendencia figyelhető meg (2. ábra).

A pácolás során a só hatására bekövetkező duzzadás következtében az L^* értéke csökken, majd az érlelés alatt, ahogy száradt a minta, újra csökkenés volt tapasztalható. A kísérlet végére azonban a kontroll minta szignifikánsan világosabbnak bizonyult. Ez a statisztikailag is alátámasztott különbség a vörös színtényező (a^*) esetén is megfigyelhető (3. ábra).



4. ábra: Nedvességtartalom alakulása különböző páclösszetétellel pácolt húsok esetén

A nitrit mioglobinnal való reakciója következtében a húsról jellemző vörös szín kialakulása megtörtént, ami azonban a zellerporos minták esetén elmaradt. Hasonló eredményeket kaptak POSTHUMA és munkatársai (2018) is, akik kísérletükben szintén azt tapasztalták, hogy a nátrium-nitrittel pácolt húsok pirosabbak voltak, mint a zellerporral készített minták. A 21. napon történt mintavételnél a mikrobás minta kezd pirosodni, a 34. napra pedig a színe már közelít a kontroll mintáéhoz. A csak zellerporral pácolt minta végig barnás árnyalatú volt. Ez a fogyasztók számára nagy hátrányt jelent a termékválasztáskor. Mivel a természetes módon pácolt termékekben általában kisebb a nitritkoncentráció, mint a hagyományos módon pácolt termékekben, a természetes pácolási eljárások egyik fejlesztése az aszkorbinsav természetes forrásának beépítése cseresznyepor formájában. Az aszkorbinsav elősegíti a nitrit nitrogén-oxidá történő átalakulását a pácolt szín kialakulásához. Az aszkorbinsav jelenlétében a színekifejlődés gyorsabb és teljesebb (SEBRANEK et al., 2012).

Nedvességtartalom

A nedvességtartalom meghatározása során kapott értékek alapján jól látható, hogy a mért paraméter a kísérlet során mindhárom minta esetében csökkent. A kezdeti 74% helyett a kísérlet végére a minták nedvességtartalma 48,6%, 52,8% és 55,5% lett. A kísérlet kez-

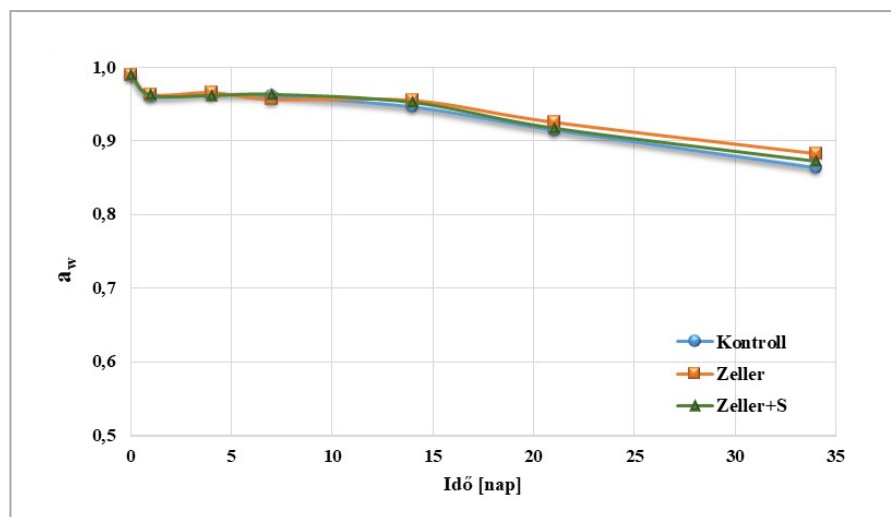
deti szakaszában jelentős különbség nem volt a minták között, az érlelési szakaszban azonban a kontroll minta nedvességtartalma szignifikánsan kisebbnek bizonyult. A statisztikai értékelés alapján mind a pácolási módnak, mind az időnek szignifikáns hatása volt a nedvességtartalomra, a pácolási időnek a hatása azonban jóval nagyobb volt ebben az esetben.

JEONG és munkatársai (2020) négyféle módon pácolt (kontroll, kínai káposztapor, retekpor, spenótpor) sertéshúsokat vizsgáltak. A pácolás során a nedvességtartalom-értékekre vonatkozóan azt a megállapítást tették, hogy az alkalmazott alternatív pácolási módok között szignifikáns volt a különbség, a káposztapor esetében a legmagasabb, míg a spenót alkalmazásával a legalacsonyabb nedvességtartalom-értékeket mérték.

Vízaktivitás

A vízaktivitás vizsgálata élelmiszerbiztonsági szempontból is kiemelten fontos, mivel a húsok magas víztartalma miatt hamar bekövetkeznek a mikrobiológiai eredetű romlások, valamint a mikroorganizmusok által termelt anyagcsere-termékek következtében nem kívánt érzékszervi változások is kialakulhatnak (ROMVÁRI és ANDRÁSSY, 2007).

A vízaktivitás esetén nem volt tapasztalható szignifikáns különbség a minták között. A vízaktivitás (jele: aw) élelmiszerekben lévő összes víztartalom belül annak a víznek a hányadát



5. ábra: Vízkivétel alakulása különböző pácléösszetétellel pácolt húsok esetén

sonló, azonban a nitrátbontó mikroba alkalmazásának hatása megfigyelhető, hiszen a nitrattartalom az érlelési szakaszban nagyobb mértékben nőtt. A nitrát mennyisége az egész kísérlet alatt magasabb volt, mint a csak zellerporral pácolt minták esetében.

Staphylococcus-szám

Az 1950-es évek óta legtöbb esetben a *Staphylococcus carnosus*-t használják starterkultúráként (különösen a nyers fermentált szárazárak feldolgozásában) a nitrátok csökkentése, a jellegzetes fermentált íz kialakítása és a hidrogén-peroxid lebontása céljából (BOSSE et al., 2016).

A *Staphylococcus carnosus* membránhoz kötött nitrát-reduktáz enzime anaerob körülmények között a nitrátot nitráttá redukálja, és ezzel energiát termel. A nitráttal a nitrát-reduktáz enzim tovább redukálhatja ammóniumra, hogy megelőzze a sejtek nitráttartalma

jelöli, amely a mikrobák számára hozzáférhető, így ennek mértéke a termék mikrobiológiai stabilitásával és eltarthatóságával van szoros összefüggésben. Húskészítmények esetén a 0,9 alatti vízkivétel-érték jelent mikrobiológiailag biztonságos terméket. Mindhárom termék vízkivétel-értéke lecsökkent erre az értékre a 34. napon. Az elmondható, hogy erre a vizsgált paraméterre a pácolási módoknak, vagyis a páclé összetételének nem volt hatása.

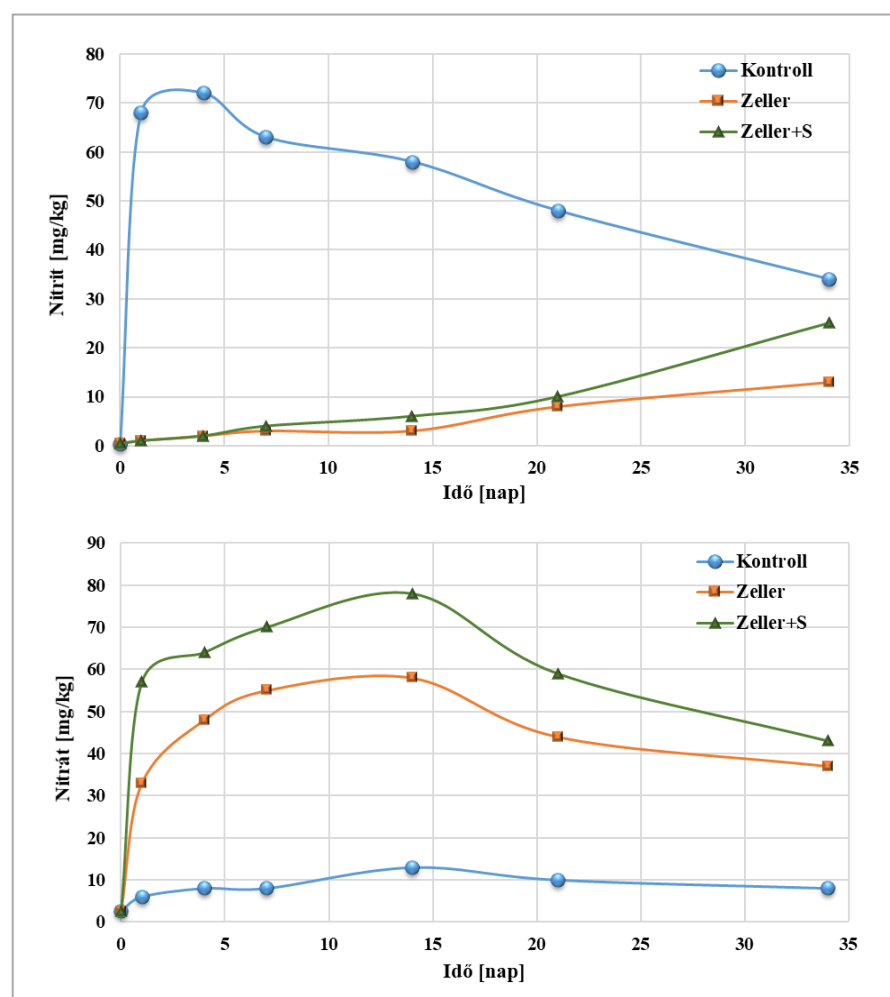
Nitrit- és nitráttartalom

A pácolt minták nitrit- és nitráttartalmának alakulását a 6. ábra szemlélteti. A zellerporral pácolt minták nitráttartalma a pácolás során a 7. napig szinte alig nőtt, míg a kontroll minta esetében a 4. napon mértük a legmagasabb értéket. A kontroll minták nitráttartalma az érlelés alatt azonban fokozatosan csökkent, ami azzal magyarázható, hogy a pácolás és érlelés előrehaladtával a nitrát folyamatosan fejtette ki hatását a pácolt termékben (színkialakítás, avasodásátlás, izkialakítás, mikrobagátlás stb.).

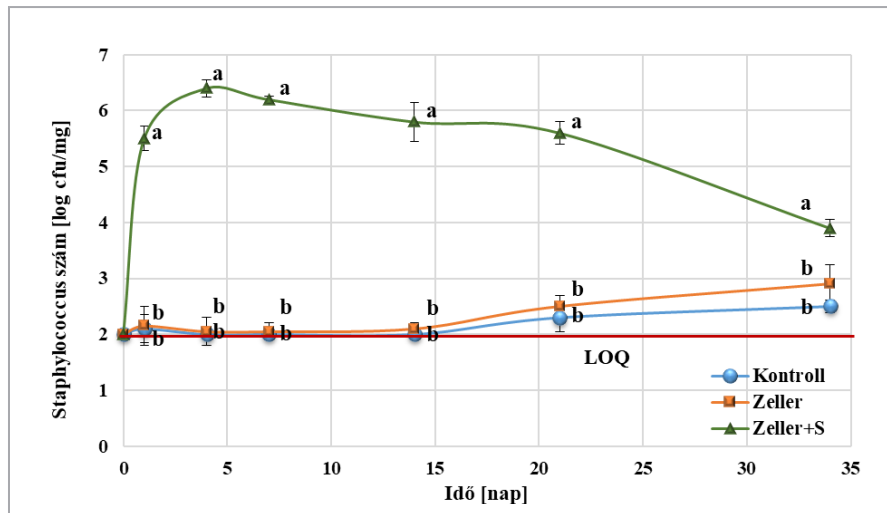
Az eredményekből jól látható, hogy a nitráttartalom a nitráttal pácolt mintákban jelentősen nőtt, és a 14. napon érte el a maximumot. Megállapítható tehát, hogy a páccanyagoknak 14 napon volt szükségük ahhoz, hogy a termékek magjába diffundáljanak. A nitráttartalom-értékek esetén megfigyelt tendenciák összhangban voltak a MÜLLER és munkatársai (2016) által *Staphylococcus*

carnosus-törzsekkel végzett in vitro vizsgálatokkal.

A húspan végbemenő folyamatok következtében a nitráttal képződő nitrát mennyisége az érlelés során kis mértékben nőtt, majd újra csökkent. A zellerporos minták esetében a változási tendencia mindkét esetben ha-



6. ábra: Nitrit- és nitráttartalom alakulása különböző pácléösszetétellel pácolt húsok esetén



7. ábra: Staphylococcus-szám alakulása különböző páclösszetétellel pácolt húsok esetén

zését, és a NADH-t NAD⁺-ra (nikotinamid-adenin-dinukleotid) reoxidálja (SCHLAG et al., 2007).

A *Staphylococcus*-szám alakulását ábrázoló 7. ábrán szembevetve a mikroba tartalmú minta elkülönülése, azonban ez a különbség nem meglepő, hiszen a pácléhez *Staphylococcus carnosus* nitrátbontó mikroba adtuk hozzá. Az érlelési szakaszban csökkenés figyelhető meg, ami összefüggésben lehet a vízaktivitás csökkenésével, a megnövekedett sótartalommal és a hús szerkezetének megváltozásával (CASABURI et al., 2005). A *Staphylococcus carnosus*-mikroba nem tartalmazó páclevekkel pácolt sonkák eredményei hasonlóképpen alakulnak. A pácolási szakaszban szinte nincs változás, az érlelés utolsó két hetében figyelhető meg jelentősebb növekedés. A kísérlet végére (34. nap) a kontroll minta, valamint a csak zellerporral pácolt minta *Staphylococcus*-száma megközelítette a beoltott minták eredményeit. Az eredményeket összehasonlítva a nitrit- és nitráttartalom alakulásával, a nitrittartalom növekedése, valamint a nitráttartalom és a *Staphylococcus*-szám csökkenése összefüggésben van.

Következtetés

Összefoglalásként elmondható, hogy a magas nitráttartalmú zöldségporok alkalmazása fogyasztói szempontból előnyt jelenthet, hiszen ezáltal a pácolt termék nem tartalmaz hozzáadott adalékanyagot, így E-szám-mentes termék-

ről beszélhetünk. Ugyanakkor a termékben jelen van a nitrát és a nitrit, így ez megtéveszti a fogyasztót. A kutatási munkánk során alkalmazott zellerpor-mennyiségből kevesebb nitrit keletkezett, mint a nátrium-nitráttal készített termékekben. A felhasznált mennyiség növelésének azonban korlátai vannak, ugyanis az ennél nagyobb mennyiség már nemkívánatos ízváltozást eredményezhet. Az eredmények továbbá rámutatnak arra, hogy a zellerpor vagy más gyökérzöldségpor alkalmazása esetén a hatékony nitrát → nitrit redukció miatt szükséges a nitrátbontó *S. carnosus* alkalmazása. További vizs-

gálatok tárgyát képezheti a *S. carnosus* csíraszám és mennyisége összefüggésének vizsgálata a keletkezett nitrit mennyiségével.

Irodalomjegyzék

- BOSSE, R., GIBIS, M., SCHMIDT, H., WEISS, J. (2016): Nitrate reductase activity of *Staphylococcus carnosus* affecting the color formation in cured raw ham. *Food Research International*, 85: 113-120. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.04.021>
- CASABURI, A., BLAIOTTA, G., MAURIELLO, G., PEPE, O., VILLANI, F. (2005): Technological activities of *Staphylococcus carnosus* and *Staphylococcus simulans* strains isolated from fermented sausages. *Meat Science*, 71: 643-650. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.05.008>
- CHOI, Y., KIM, T., JEON, K., PARK, J., KIM, H., HWANG, K., ET AL. (2017): Effects of pre-converted nitrite from red beet and ascorbic acid on quality characteristics in meat emulsions. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37: 288-296 <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.2.288>
- HUNG, Y., DE KOK, T., VERBEKE, W. (2016): Consumer attitude and purchase intention towards processed meat products with natural compounds and a reduced level of nitrite. *Meat Science*, 121: 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.002>
- JEONG, J. Y., BAE, S. M., YOON, J., JEONG, D. H., GWAK, S. H. (2020): Effect of using vegetable powders as nitrite/nitrate sources on the physicochemical characteristics of cooked pork products. *Food Science Animal Resources*, 40: 831-843. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e63>





6. MÜLLER, A., FOGARASSY, G., BAJAC, A., WEISS, J., WEISS, A., SCHMIDT, H. (2016): Selection of *Staphylococcus carnosus* strains based on in vitro analysis of technologically relevant physiological activities. *Annals of Microbiology*, 66: 479-487. <https://doi.org/10.1007/s13213-015-1133-y>
7. PEGG, R. B., SHAHIDI, F. (2004): Warmed-over flavour. pp. 592-599. In: JENSEN W. K. (Ed): *Encyclopedia of Meat Sciences*. Oxford: Elsevier Academic Press.
8. POSTHUMA, J. A., RASMUSSEN, F. D., SULLIVAN, G. A. (2018): Effects of nitrite source, reducing compounds, and holding time on cured color development in a cured meat model system. *LWT*, 95: 47-50. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.040>
9. REDFIELD, A. L., SULLIVAN, G. A. (2015): Effects of conventional and alternative curing methods on processed Turkey quality traits. *Poultry Science*, 94: 3005-3014. <https://doi.org/10.3382/ps/pev299>
10. ROMVÁRI, R., ANDRÁSSY, Z. (2007): Állati eredetű élelmiszer alapanyagok jellemzése a fogyasztói igények tükrében. *Élelmiszer, Táplálkozás és Marketing*, 4: 47-50.
11. SCHLAG, S., NERZ, C., BIRKENSTOCK, T. A., ALTENBEREND, F., GÖTZ, F. (2007): Inhibition of staphylococcal biofilm formation by nitrite. *Journal Bacteriology*, 189: 7911-7919. <https://doi.org/10.1128/jb.00598-07>
12. SEBRANEK, J. G., JACKSON-DAVIS, A. L., MYERS, K. L., LAVIERI, N. A. (2012): Beyond celery and starter culture: Advances in natural/organic curing processes in the United States. *Meat Science*, 58th International Congress of Meat Science and Technology (58th ICoMST) 92: 267-273. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.002>
13. SHIN, D., HWANG, K., LEE, C., KIM, T., PARK, Y., HAN, S. G. (2017): Effect of swiss chard (*beta vulgaris var. cicla*) as nitrite replacement on color stability and shelf-life of cooked pork patties during refrigerated storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37: 418-428. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.3.418>
14. STÉGERNÉ MÁTÉ, M., BARTA, J., HORVÁTH, DNÉ, IVANICS, J. (2007): Zöld-séfgfélék nitrit-, nitráttartalma és azok feldolgozás alatti változásai. A táplálkozástudomány iskolája. Interdiszciplináris Konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából. Budapest
15. SUTER, M., HADORN, R. (2007): Saucisses de Lyon fabrication sans additifs de numeros E et avec une teneur réduite en sel. *Viandes et Produits Carnés*, 26: 189-192.
16. TROY D. J., KERRY J. P. (2010): Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science*, 86 (1): 214-226. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.009>
17. TSOUKALAS D. S., KATSANIDIS E., MARANTIDOU S., BLOUKAS J. G. (2011): Effect of freeze-dried leek powder and nitrite level on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 87 (2): 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.10.003>
18. VAQUERO-MARTÍN M., SÁNCHEZ-IGLESÍAS M. J., MARTÍNEZ B., RUBIO B. (2009): Effect of manufacturing with vegetable juice powder as source of nitrite of cooked loin. pp. 599-602. *Proceedings*, 55th International Congress of Meat Science and Technology. Copenhagen, Denmark, 16-21. August 2009.



Investigating the effect of natural nitrate sources on traditional cured products to reduce artificial additives

Abstract

The aim of the research work was to replace artificial nitrite in the production of long-aged products with traditional curing methods with nitrate sources of natural origin and to investigate the quality characteristics of the resulting product. The applicability of celery as a natural nitrate source was investigated. In our experimental work, we prepared raw, cured boneless pork loin with a combination of celery root powder, celery root powder and a nitrate-degrading microbe (*Staphylococcus carnosus*). Traditionally cured meat was used as a control sample. The development of the cured colour, the salt content, water activity and moisture content, the nitrite and nitrate content of the product and the change in *Staphylococcus* count of the samples were monitored. In addition, we also aimed to investigate the evolution of. The a^* (red) values of the colour factors (L^* , a^* , b^*) showed significant differences between the products. The amount of celery powder used in the experiment resulted in less nitrite than in the products prepared with sodium nitrite.

Keywords: brining, nitrite, nitrate, celery juice powder, *Staphylococcus carnosus*

DOI: [10.56616/meat.3415](https://doi.org/10.56616/meat.3415)

Gulyás Pálma, Bálint Melinda, Kókai Zoltán

Húsromlás nyomon követésének fogyasztói érzékszervi lehetőségei

Szerzők elérhetősége

Gulyás Pálma¹ | élelmiszer-biztonsági és -minőségi mérnök MSc-hallgató
gulyas.palma@gmail.com

Bálint Melinda¹ | tanszéki mérnök
balint.melinda@uni-mate.hu

Dr. Kókai Zoltán¹ | 0000-0002-1158-721X | habilitált egyetemi docens, tanszékvezető
kokai.zoltan@uni-mate.hu

A szerzők munkahelye:

¹ MATE, Árukezelés, Kereskedelem, Ellátási Lánc és Érzékszervi Minősítés Tanszék
Munkahely címe: 1118 Budapest, Villányi út 29–43.

Összefoglalás

Az élelmiszer-biztonság és az élelmiszer-pazarlás kérdése jelentős társadalmi probléma. A háztartásokban jelentkező élelmiszer-tárolási és -kezelési gyakorlatokból adódóan olyan kockázatok jelentkezhetnek, melyekre a törvényi szabályozásnak nincs ráhatása. Munkánkban két érzékszervi módszert vetettünk össze darált sertéscombminták hűtőszekrényben tárolásának követésére. A kategóriaskála alkalmazásával igen hamar azonosítható volt a romlás elindulása. A strukturálatlan skála esetében a kisebb különbségek inkább a romlási folyamatok későbbi szakaszában voltak kimutathatók. A módszereket hatékonyan egészítette ki egy olyan kifejezéslista alkalmazása, amiből a bírálók kijelölhették azokat a kifejezéseket, amelyek az adott minta érzékszervi leírására alkalmasak voltak.

Kulcsszavak: élelmiszer-biztonság, élelmiszer-pazarlás, húsromlás követése, kifejezéslista

Bevezetés

A fenntartható élelmiszer-gazdaság egyik fontos ismérve az élelmiszer-biztonság és az élelmiszer-pazarlás vonatkozásainak egyidejű figyelembevétele. Napjainkban a háztartási hulladékok közel egyharmada élelmiszer (KASZA et al., 2019). Ennek nagy része elkerülhető lenne, megfelelő tervezési, vásárlási, tárolási és felhasználási gyakorlatokkal. A háztartásokban az élelmiszer feldolgozása és tárolása során érintkező mikroorganizmusok, valamint a már eleve benne lévő mikrobák okozzák nagy részben a romlást.

Az élelmiszerekben eleve benne lévő mikrobaszám terméktípusonként tör-

vényileg szabályozott (4/1998. (XI. 11.) EüM rendelet). Attól függően, hogy az adott húsban mennyi a mikrobaszám, különböző elváltozások észlelhetők. 10^7 sejt/g húsban lévő mikrobaszám esetén kellemetlen, romlott szaga van. 10^8 sejt/g mikroba-koncentrációnál tapadós, ragadós, nyálkás már a hús. 10^8 sejt/g felett pedig már proteolízis, azaz a fehérjék lebomlása tapasztalható. (DEÁK et al., 2006).

A technológia folyamatok során feldarabolt hús felületén kezdetben az összes baktériumszám 10^3 és 10^5 között lehet cm^2 -en. A kezdeti szennyeződésen túl a nyers hús romlásában jelentős szerepet játszik a hús feldolgozottságának mértéke (pl. darált hús), a

pH, a környezeti relatív páratartalom és a tárolás hőmérséklete is. A baktériumok gyors szaporodása a nyers hús esetében korlátozza a tárolhatóság időtartamát még hűtött állapotban is. A háztartási hűtőszekrényekre jellemző 7 és 10 °C között tárolt darabolt húson 4-5 nap alatt szintén szagrendellenesség és felületi nyálkásodás jön létre (MAGYARNÉ, 2009).

Az élelmiszer-előállítókat és az élelmiszer-kereskedőket a hatóság rendszeresen és alaposan ellenőrzi. Viszont a háztartásokban előforduló élelmiszer-szennyeződésekre nincs megfelelő rálátásunk, sok esetben nem rendelkezik megfelelő támponttal a fogyasztó annak eldöntésében, hogy egy



adott élelmiszer még biztonságosan felhasználható-e. Ebből adódóan a háztartások számára célszerű lenne olyan egyszerűen elvégezhető vizsgálatok kidolgozása, amelyekkel a fogyasztói döntések támogathatók.

Nem hanyagolhatók el a fogyasztói edukáció eszközei sem, melyek a különböző célcsoportok sajátosságainak megfelelően adnak át gyakorlati ismereteket (KASZA et al., 2013). Hazánkban kiemelt jelentőségű az élelmiszer-biztonság, ezzel kapcsolatos teljes ágazatot átfogó stratégia is készült. Szakirodalmi adatok alapján a megbetegedések megelőzhetőek lennének, ha a fogyasztók helyes vásárlási szokásokat alakítanának ki, betartanák a higiénés rendszabályokat, és helyes konyhatechnológiát alkalmaznának. Az államnak fontos szerepe van abban, hogy egy társadalmi szemléletformálás létrejöhesse az élelmiszer-biztonsággal kapcsolatban. Élénk közkapcsolatokkal, modern oktatással, képzéssel, ismeretterjesztéssel kell ezt a szemléletváltást támogatni, de elsősorban a tudáshálózat feltérképezésével és fejlesztésével kell kezdeni a folyamatot (VM, NÉBIH, 2013).

A háztartásokban egy adott élelmiszer felhasználásával kapcsolatosan a fogyasztó elsősorban a fogyaszthatósági, illetve felhasználhatósági idő ellenőrzésével tájékozódik. Ezeket kiegészíti sok esetben az élelmiszer esetleges érzékszervi elváltozásainak vizsgálata. Az élelmiszer-előállításban és -kereskedelemben rutinszerűen alkalmaznak ilyen vizsgálatokat. A szakirodalomban számos eljárás ismert, de a gyártási és minőségellenőrzési gyakorlatban csak kisszámú módszert alkalmaznak (KILCAST, 2013).

Anyag és módszer

Munkánkban két érzékszervi módszert hasonlítottunk össze darált sertéshús romlási folyamatainak érzékszervi nyomon követésére. Az érzékszervi vizsgálatokhoz kereskedelmi forgalomból vásároltunk sertéscsombot, melyet az üzletben daráltattunk le. Ezzel biztosítottuk a minta homogenitását, hogy az esetleges húshibák ne keveredjenek

A darált sertéshúst kétfelé, A és B mintára osztottuk. A kísérlethez vásárolt sertéshúsmintákat műanyag zacskóban, fogyasztói hűtőszekrényben (5 °C-on), aerob körülmények között tároltuk, ezzel modellezve az otthoni tárolási körülményeket.

A minősítés során a bírálók az alábbi tulajdonságokat vizsgálták:

- küllem,
- illat,
- összbenyomás.

A bírálatához kétféle skálátípust alkalmaztunk, annak érdekében, hogy megvizsgáljuk, melyik ad részletesebb és megbízhatóbb információt.

Az első esetben olyan 3 tagú kategóriaskálán kellett értékelni a mintát, amelyiknek a kategóriái a következő címkéket viselték: „friss”, „még elfogadható” és „nem elfogadható” (1. ábra). Ezek közül kellett megjelölni egyet, ami az adott mintával kapcsolatban kifejezte a tesztelő véleményét. A kategóriaskálák mellett a bírálati lap végén egy szabad szöveges mezőt is elhelyeztünk, s megkértük a bírálókat, hogy ebben rögzítsenek minden olyan észrevételt, amely a mintákkal kapcsolatban fontos számukra.

A második esetben a tulajdonságok strukturálatlan vonalskálán érték-

kelték (2. ábra). A skála két végpontja jelezte a friss, illetve a már nem felhasználható értéket, azonban e két végpont között bárhová elhelyezhető volt a minta. Ettől a megközelítéstől nagyobb érzékenységet szoktak várni az érzékszervi kutatásokban, ugyanakkor nagyobb az adatok szórása is.

A skálás kérdések után a bírálók kaptak egy olyan értékelőlapot, melyen a hús illatával és küllemével kapcsolatos kifejezések szerepeltek felsorolva, s ezek közül kellett azokat megjelölni, amelyek az adott mintára szerintük igazak voltak (3. ábra). Szakirodalmi források alapján állítottuk össze ezeket a kifejezéseket, amelyek a hús romlási folyamatának érzékszervi vonatkozásaival foglalkoznak (CASABURI et al., 2015).

Ezzel a megközelítéssel azt szerettük volna vizsgálni, hogy mennyiben jelent változást az, ha az üres, önállóan kitöltendő szövegmező helyett egy teljes listából kell bejelölni az érzékszervi jellemzőket. Ezt a módszertant a szakirodalomban CATA (Check All That Apply) néven ismerik, azonban alkalmazása először nem minőség-ellenőrzési céllal történik, hanem egy fogyasztói vizsgálati módszer (da CONCEIÇÃO, et al., 2015).

HÚS FRISSESSÉG VIZSGÁLAT – KATEGÓRIA SKÁLÁK

Dátum: 2020. április ____

Kérem, vizsgálja meg hús mintát és annak megfelelően jelölje be válaszait az alábbi tesztlapon.

1. Külleme alapján mennyire friss a hús?

| | Jelölje X-el |
|-----------------|-----------------|
| Friss | |
| Még elfogadható | |
| Nem elfogadható | |

1. ábra: Kategória skála alapú bírálati lap

HÚS FRISSESSÉG VIZSGÁLAT - VONALSKÁLÁK

Dátum: 2020. április ____

Kérem, vizsgálja meg hús mintát és annak megfelelően jelölje be válaszait az alábbi tesztlapon.

A bírálati lap első részében vonalskálák vannak. Ezekon bárhol elhelyezheti a mintát egy vonal bejelölésével. A feliratok csak tájékoztató jellegűek, az egész skála tartomány használható.

1. Külleme alapján mennyire friss a hús?

| Friss | Még elfogadható | Nem elfogadható |
|-------|--------------------|--------------------|
| | | |

2. ábra: Strukturálatlan vonalskála alapú bírálati lap

Kérem, hogy az alábbi táblázatban jelölje be az összes olyan illatot, amely a húspan érezhető (több jellemző is bejelölhető).

| Illat | Jelölje X-el, ha érzi | Illat | Jelölje X-el, ha érzi | Illat | Jelölje X-el, ha érzi |
|----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|---------|-----------------------|
| avar, nedves levél | | fű | | savanyú | |
| avas | | gomba | | tojás | |
| bűdös | | káposzta | | viaszos | |
| dohos | | kénés | | virágos | |
| édesekés, gyümölcsös | | romlott zöltség | | zöld | |
| erjedt | | sajtós, vajas | | zsíros | |

Kérem, hogy az alábbi táblázatban jelölje be az összes olyan küllemi jellemzőt, amely a húspan érezhető (több jellemző is bejelölhető).

| Külső megjelenés | Jelölje X-el, ha észleli | Külső megjelenés | Jelölje X-el, ha észleli |
|------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|
| ragadós felület | | elszíneződés | |
| nyálkaképződés | | | |

3. ábra: Hús romlását kísérő illatkarakterek és küllemi jellemzők listája

A bírálókat arra kértük, hogy a minta vizsgálatát csendben végezzék, egymással a kapott benyomásokat ne osszák meg. A kategóriaskálák és a vonalskálák eredményeit a ProfiSens szoftver alkalmazásával értékeltük, minden tulajdonság esetében egytényezős varianciaanalízist számítottunk. Ahol a próbastatisztika szignifikáns eltérést jelzett, ott elvégeztük a páronkénti szignifikáns differenciák számítását is. Az eredményeket oszlopdiagramon ábrázoltuk.

Kiegészítő elemzésként egy, a válaszok gyakoriságát ábrázoló diagramot is készítettünk az egyes tárolási napok eredményeinek bemutatására. A szöveges listából történő választás esetében a gyakoriságokat elemeztük, valamint azok változásait az egyes kifejezésekkel kapcsolatban a tárolási idő előrehaladtával. Ez utóbbihoz az XLStatSensory szoftvert alkalmaztuk.

Eredmények és értékelésük

A bírálókat által megállapított skála-értékeket számokká konvertáltuk. A könnyebb adatvizualizáció érdekében a „friss” besorolás kapta a hármas értéket, a „még elfogadható” a kettest, míg a „nem elfogadható” az egyes számmal jelöltük (4. ábra). A strukturálatlan skála esetében a skálaértéket milliméterben mértük le a bal oldali végpontból kiindulva, majd a maximális skála-

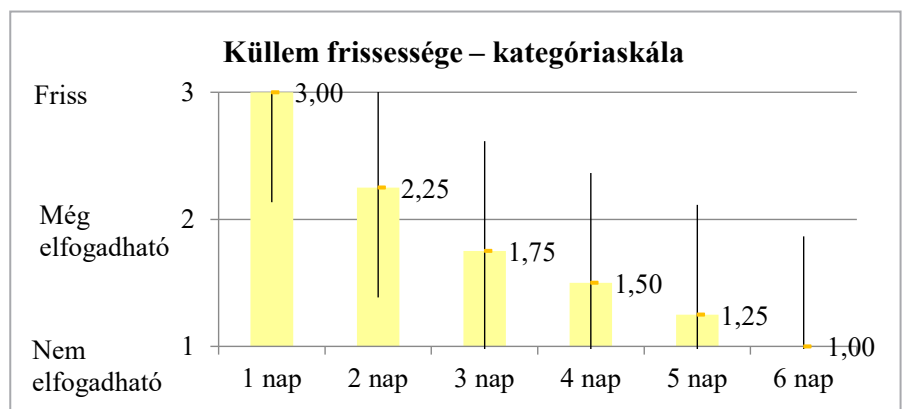
lahossz százalékában fejeztük ki. Az így kapott értékeket itt is konvertáltuk, hogy a magasabb érték frissebb besorolást jelöljön (5. ábra).

A két módszer összehasonlítása szempontjából eredményeink azt mu-

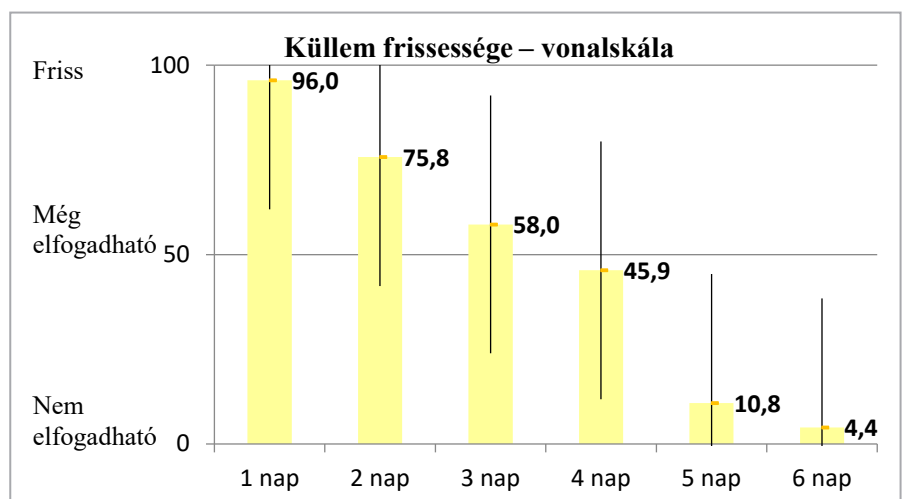
tatják, hogy a kategóriaskála alkalmazásával a tárolás korai szakaszában végbemenő változásokat hamarabb lehetett azonosítani. A 6. ábrán megfigyelhető, hogy az 1. és 2. nap közötti eltérést szignifikáns differenciaként érzékeli a kategóriaskála, míg a strukturálatlan skála ezt nem mutatja még ki.

A vonalskála ezzel szemben a tárolás későbbi szakaszában mutat ki hatékonyan kisebb különbségeket. Ekkor a kategóriaskála szerint már a harmadik (nem elfogadott) kategóriába kerül a tétel, de a vonalskála még ekkor is nyomon követi a romlás mértékét.

A bírálókat által kiválasztott szöveges leíró (CATA) kifejezések gyakorisága eltérő mintázatot mutatott (7. ábra). Voltak olyan jellemzők, melyeket a szakirodalom ugyan említett, de kísérletünkben nem jelentek meg. Ezzel szemben 5-6 olyan tulajdonságot is azonosítottunk, amelyek jelentős mértékben megjelentek a mintákban a tárolás során.



4. ábra: Hús küllemének megítélése kategória skála alkalmazásával



5. ábra: Hús küllemének megítélése strukturálatlan skála alkalmazásával



Következtetés

Az élelmiszer-biztonság és az élelmiszer-pazarlás jelentős társadalmi kérdés. A hazai törvényi szabályozásnak

és a felügyeleti szervek működésének következtében az előállítási és kereskedelmi láncban a megfelelő élelmiszer-biztonsági követelmények jellemzően teljesülnek.

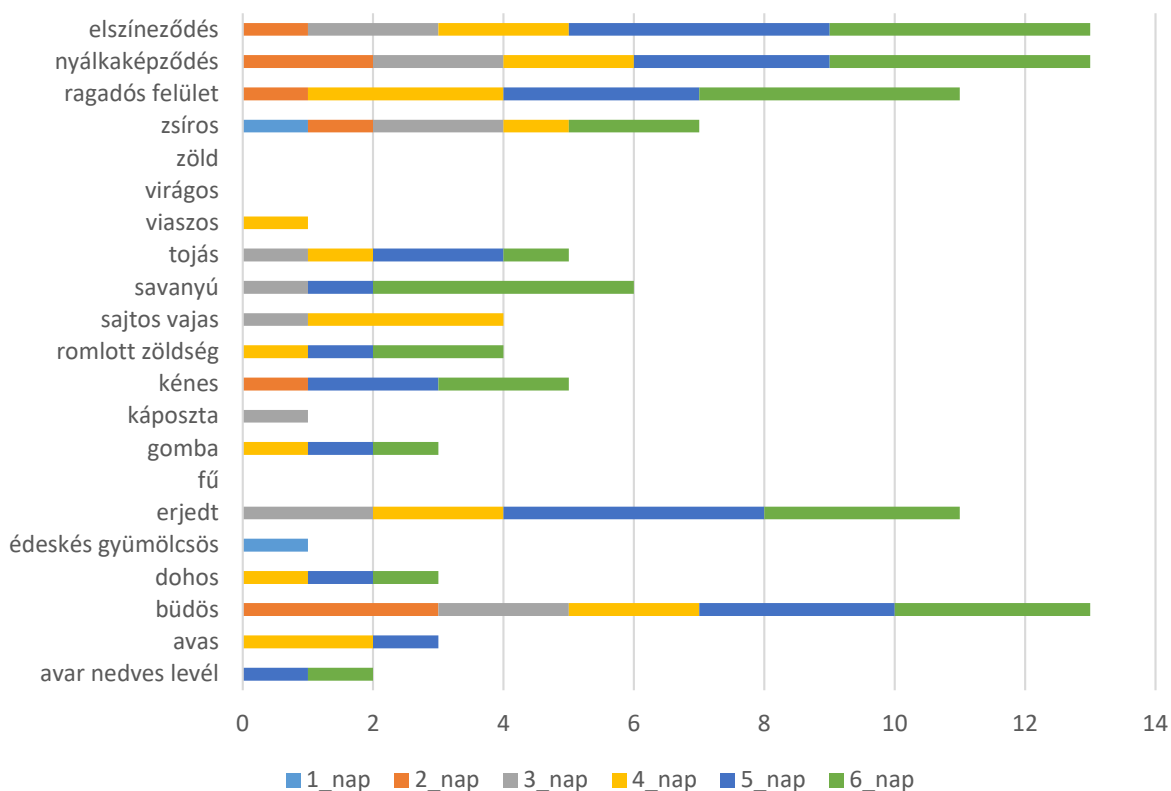


| KATEGÓRIA SKÁLA | Csoportok között | 1 nap | 2 nap | 3 nap | 4 nap | 5 nap | 6 nap |
|-----------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 nap | - | 5% | 1% | 1% | 1% | 1% |
| | 2 nap | 0,75 | - | no | 5% | 1% | 1% |
| | 3 nap | 1,25 | 0,5 | - | no | no | 5% |
| | 4 nap | 1,5 | 0,75 | 0,25 | - | no | no |
| | 5 nap | 1,75 | 1 | 0,5 | 0,25 | - | no |
| | 6 nap | 2 | 1,25 | 0,75 | 0,5 | 0,25 | - |

| VONAL SKÁLA | Csoportok között | 1 nap | 2 nap | 3 nap | 4 nap | 5 nap | 6 nap |
|-------------|------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | 1 nap | - | no | 1% | 1% | 1% | 1% |
| | 2 nap | 11,2 | - | 5% | 1% | 1% | 1% |
| | 3 nap | 47,9 | 36,7 | - | no | 1% | 1% |
| | 4 nap | 64,725 | 53,525 | 16,825 | - | no | 5% |
| | 5 nap | 86 | 74,8 | 38,1 | 21,275 | - | no |
| | 6 nap | 95,075 | 83,875 | 47,175 | 30,35 | 9,075 | - |

6. ábra: Szignifikáns érzékszervi eltérések a minták küllemében az egyes tárolási napok között a két alkalmazott érzékszervi módszer esetében

Szöveges kifejezések választásának gyakorisága a tárolás során



7. ábra: Szöveges kifejezések gyakorisága

A háztartásokban történő élelmiszer-tárolás és -kezelés során azonban ezek a kockázatok megnőhetnek. Munkánkban két érzékszervi módszert vetettünk össze annak vizsgálatára, hogy darált sertéscomb minta hűtőszekrényben történő tárolása során a romlási folyamatok milyen mértékben kísérhetők végig.

Megállapítottuk, hogy a kategóriaskála hamarabb kimutatja a minta érzékszervi romlását. A strukturálatlan vonalskála inkább a későbbi romlási folyamatok fokozatainak mérésére bizonyult alkalmasabbnak.

A szakirodalmi forrásokból összeállított, a romlást kísérő érzékszervi jelenségek leírására alkalmas kifejezések listájából a bírálók eltérő arányban és gyakorisággal választották ki azokat az attribútumokat, melyek a tárolás egyes fázisaiban a legjobban jellemezték a mintákat.

Irodalomjegyzék

- 4/1998. (XI. 11.) EüM rendelet az élelmiszerekben előforduló mikrobiológiai szennyeződések megengedhető mértékéről
- CASABURI, A., PIOMBINO, P., NYCHAS, G. J., VILLANI, F., ERCOLINI, D. (2015): Bacterial populations and the volatilome associated to meat spoilage. *Food Microbiology*, 45: 83-102. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.02.002>
- da CONCEIÇÃO, É., MENDES, A. C. G., AURIEMA, B. E., CAZEDEY, H. P., FONTES, P. R., RAMOS, A. D. L. S., RAMOS, E. M. (2015): Application of a check-all-that-apply question for evaluating and characterizing meat products. *Meat Science*, 100: 124-133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meat-sci.2014.10.002>
- DEÁK, T., KISKÓ, G., MARÁZ, A., MOHÁCSINÉ FARKAS, CS. (2006): *Élelmiszer-mikrobiológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- KASZA, GY., SZABÓ-BÓDI, B., LAKNER, Z., IZSÓ, T. (2019): Balancing the desire to decrease food waste with requirements of food safety. *Trends in Food Science and Technology*, 84: 74-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.019>
- KASZA, GY., VAJDA, Á., BÓDI, B. (2013): *Élelmiszerlánc-ismeretek általános iskolásoknak*. NÉBIH Kiadvány, Budapest.
- KILCAST, D. (Ed) (2013): *Instrumental assessment of food sensory quality: A practical guide*. Elsevier.
- MAGYARNÉ HORVÁTH, K. (2009): *Műszeres gyorsmódszerek alkalmazása sertéshús minőségváltozásának jellemzésére*. PhD-értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
- Vidékfejlesztési Minisztérium (VM), Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) 2013. *Élelmiszerlánc-biztonsági Stratégia 2013-2022*, NÉBIH Kiadvány, Budapest.



Meat spoilage monitoring through consumer sensory methods

Abstract

Food safety and -waste are major social problems. Food safety risks can arise from improper storage and handling practices in households that cannot be effectively controlled by legislation. In our research, we compared two sensory methods for monitoring the refrigerated storage of ground pork ham samples. Using a category scale, the appearance of deterioration was identified very quickly. With the unstructured scale, minor differences were more likely to be detected later in the deterioration process. The methods were effectively complemented by the use of a list of terms from which the assessors could select those that were suitable for the sensory description of the sample.


Keywords: food safety and -waste, meat spoilage monitoring, consumer sensory methods




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 vizsgálatokor 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 kromatometert 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.

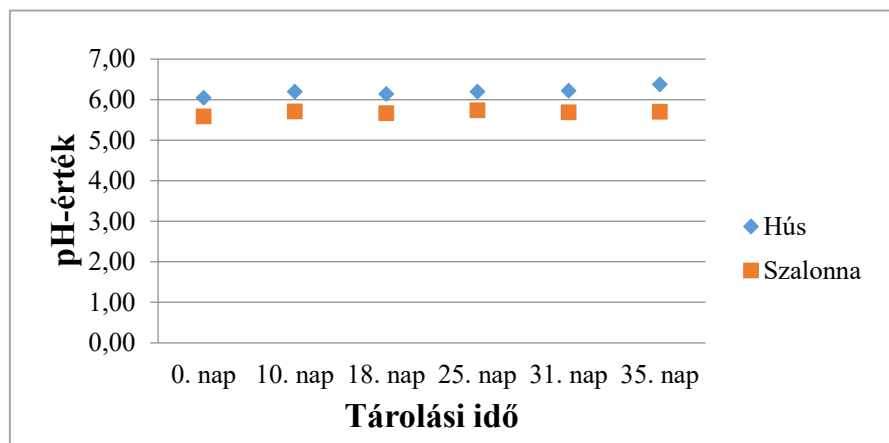
A kezdeti pH-értékek összevetése után vizsgáltuk a tárolás során bekövetkező változásokat is. A hipotézis alapján a pH szignifikáns csökkenése volt várható, és az eredmények igazolták a várakozásokat. A hús pH-ja több mint négy, a szalonnáé megközelítőleg három tizeddel csökkent. Ennek hátterében a savtermelő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

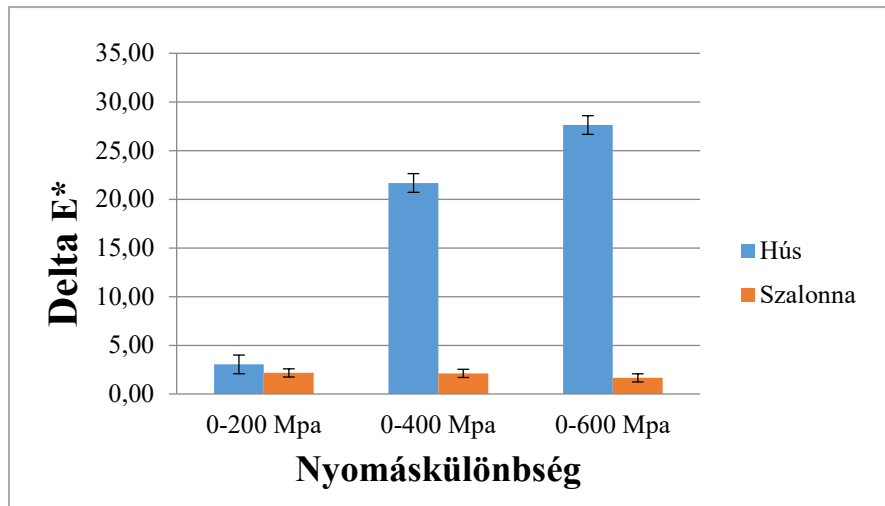
A 200 és a 400 MPa-os nyomáskezelések adatainak összehasonlításakor azt tapasztaltam, hogy a húsminták pH-csökkenése pontosan ugyanakkora mértékű volt mindkét nyomás esetén, mindössze a végső pH-érték tekintetében mutatkozott különbség, viszont a 600 MPa-on történő kezelés, a kisebb hidrosztatikai nyomáson 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.

Színjellemzők

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 mioglobín térszerkezetében 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-

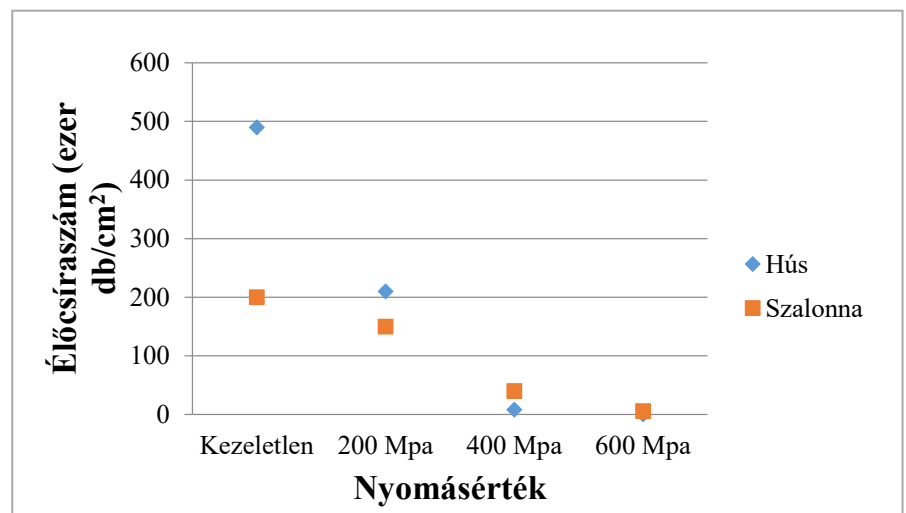
mottevő változáson, ugyanakkor a hús értékeit vizsgálva szignifikáns módosulás tapasztalható a legelső, valamint a tizedik napon végrehajtott mérés között. Ezek alapján elmondható, hogy a kezelés után tapasztalt puhább állomány csak ideiglenesen áll fenn.

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.

Összecsíraszám

A 200 MPa-os kezelés hatására jelentős változás nem volt tapasztalható, a hús esetében felére, a szalonna tekintetében háromnegyedére csökkent az összecsíraszám, 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 húsk nem alkalmasak húspultban történő értékesítésre. Ugyan a 200 MPa-os nyomás a termék színét nem módosítja oly mértékben, hogy az ellenérzést 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




Csurka Tamás, Hidas Karina, Pásztorné Huszár Klára

Nagy biológiai értékű állati eredetű melléktermékekkel (vérrel) történő dúsítás hatása fagylaltok és jégkrémek állományára

Szerzők elérhetősége

Csurka Tamás¹  0000-0002-7279-0027 | PhD-hallgató, tudományos segédmunkatárs
csurka.tamas@uni-mate.hu

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

Pásztorné dr. Huszár Klára¹ | intézetvezető-helyettes, egyetemi docens
pasztorne.huszar.klara@uni-mate.hu

A szerzők munkahelye:

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

Összefoglalás

A vashiány okozta vérszegénység globális szinten nagy problémát jelent a gyermekek körében. Ez a probléma megelőzhető, vagy kezelhető olyan, kifejezetten a gyermekek izlését figyelembe vevő funkcionális élelmiszerekkel, amelyek nagy mennyiségű, jól felszívódó vasat tartalmaznak. A természetben előforduló legjobban felszívódó vasforma az állati vérben található hem-vas, aminek nagy hozzáadott értékű felhasználása a fenntarthatóság szempontjából is igen előnyös. Kutatásunk során teljes vérport, hemoglobinport és az összehasonlítás kedvéért plazmaport adtunk fagylaltmixhez, majd vizsgáltuk a folyékony és keményre fagyasztott állományban okozott változásokat. Több esetben tudtunk szignifikáns változást kimutatni. Ugyanakkor ez a változás nominálisan nem volt jelentős, a folyékony állomány reológiai viselkedését nem befolyásolta, érzékszervi változást nem okozott.

Kulcsszavak: vashiány okozta vérszegénység megelőzése, funkcionális élelmiszer, állati vér felhasználása fagylaltkészítésnél

Bevezetés

A fenntarthatóság és a melléktermékek hasznosítása igazi forrópont a tudományos szakirodalomban, valamint a fogyasztók is bizonyítottan értékelik a fenntartható módon előállított élelmiszereket (Floros et al., 2010).

A melléktermékek, különösképpen az állati eredetű melléktermékek hasznosítása egyre inkább fontossá válik. Emellett komoly gondot okoz a mikrotápanyag-hiány is, 1,6 milliárd ember szenved vashiány okozta vérszegénységben. Egy állati melléktermék, a vér felhasználása ezekre a problémákra megoldást jelenthet, hiszen 100 g ser-

tésvérpor képes fedezni egy átlagos, 70 kg-os, felnőtt férfi teljes napi esszenciális aminosav-szükségletét a metionint kivéve, amely már ceráliákból könnyen komplementálható (Ockerman és Hansen, 2000).

A sertésvér 1490,14 mg/kg szárazanyag, a marhavér pedig 2810,62 mg/kg szárazanyag vasat tartalmaz (Sorapukdee és Narunatsopanon, 2017; USDA, 2018), ami kiemelkedik az élelmiszer-összetevők közül. Adott a kérdés, hogy miért nem használjuk fel ezt a nagy biológiai értékű mellékterméket oly módon, melyen keresztül gyermekeink is szívesen fogyasztják, és így megóvhatjuk őket a vashiány

okozta vérszegénység veszélyétől, vagy kezelhetjük a már meglévő vashiányukat.

Irodalmi áttekintés

Az állati vér egy olyan állati eredetű melléktermék, ami igen nagy mennyiségben keletkezik, és értéknövelő módon történő felhasználása több olyan jelenleg fennálló, illetve jövőben várható probléma megoldásában jelenthet segítséget, mint a globális fehérjehiány vagy a vágóhídi tevékenységek gazdaságosságának és fenntarthatóságának növelése (Csurka et al., 2021). Saját, egyetemi kutatásainkon felül több



szakirodalomban foglalkoztak már az állati vér és vértermékek felhasználásával (Hsieh és Ofori, 2011; Duarte et al., 1999; Ofori és Hsieh, 2012; Toldrá et al., 2012; Bah et al., 2013). Európában a vér felhasználásának szerepe elsősorban nem egy fehérjekrízis megoldásában, sokkal inkább a tej- és tojásallergének kiváltásában, technofunkciós tulajdonságok javításában, valamint a vashiány okozta vérszegénység megelőzésében és kezelésében van. A vashiány okozta vérszegénység világszinten a nem várandós nők 33%-át, a várandós nők 40%-át és a gyermekek 42%-át érinti (WHO, 2020). Utóbbi csoport esetén Európában is 16,7% az arány (Miller, 2013). Egyedül a hem-vas felszívódását nem befolyásolja semmilyen más tényező, hiszen a felszívódásért felelős abszorpciós útvonal különbözik a szabad vas abszorpciós útvonalától, valamint ezt a változatot a vér igen nagy arányban tartalmazza.

A fagyalt világviszonylatban is a legnépszerűbb édességek egyike. Fogyasztása Magyarországon is évente fejenként három-négy literre tehető. Egyúttal egy olyan komplex élelmiszer-mátrix, amelyben újszerű adatokkal szolgálna megvizsgálni a vértermékek felhasználásának hatását, már csak a hideg előállítási és tárolási követelmények miatt is, hiszen így a nagy biológiai értékű, baktériumoknak kitűnő táptalajt jelentő vértermékek adagolása valószínűleg nem fogja csökkenteni a termékek minőségmegőrzési idejét. A fagyalt alkotóelemei a fehérjék, zsírok, cukrok, levegő és egyéb anyagok, melyek keverékének különleges sajátossága, hogy a szol állapotból fogyasztás közben alakul át folyadék állapotba (Frost et al., 2005). Előállításának technológiája a következő: összetevők bekeverése, homogénezés, hőkezelés, hűtés, érlelés és fagyasztás. Utóbbit -5 °C körül szokták végezni levegő bekeverése mellett, így a fagyalt szerkezete megfelelő mennyiségű légbuborékot magába zárva megfelelően krémes lesz. Jégkrém gyártásakor -25 és -30 °C közötti hőmérsékleten szokták végezni a gyorsfagyasztást. A lágyfagyasztott fagyaltokat azonnali fogyasztásra állítják elő, míg a keményre fagyasztott jégkréme-

ket csomagolás után tárolásra és szállításra. A fagyaltok mikrostrukturális elemei zsigolyócskákból, jégből és levegőből állnak. A fagyaltok összetétele nagyban különbözik egymástól, ezért szerkezetük is eltérő. A mikroszerkezet befolyásolja az olvadási viselkedést (Hartel et al., 2003). A vér adagolása ezt a viselkedést változtathatja meg.

Anyag és módszer

Fagyaltminták elkészítése

A fagyaltokat azonos technológiával készítettük elő. Minden mintacsoportból három független minta készült. Rotációs viszkozimetriával mintacsoportonként egy, minden más módszer esetén három párhuzamos mérés történt.

Egy egység fagyalt receptúrája a következő volt: 0,7 kg tej 2,8% zsírtartalommal, 0,12 kg tejszín 30% zsírtartalommal, 0,1 kg szacharóz, 0,05 kg kakaópor 30% zsírtartalommal, 0,05 kg dextróz, 0,004 kg guar gummi. Ezt az alapreceptúrát dúsítottuk vérplazmaporral, teljes vérporral vagy hemoglobinnal úgy, hogy 10 w/w%-a legyen a teljes tömegnek a dúsító folyékony vértermék. A dúsítás előtt a porokat visszahígítottuk eredeti víztartalmukra, így a folyékony vértermékek szárazanyag-tartalma a következő volt: 1) vérplazma: 9%, 2) teljes vér: 38%, 3) sűrűvér: 38%. Fontos volt, hogy a teljes fagyalt zsírtartalma 7-10% körül legyen. Az alapmasszát ultra mixer (Robot Coupe, Franciaország) segítségével 440 W teljesítménnyel 3 perc alatt homogenizáltuk, majd 70 °C-on 30 percig hőkezeltük. A fagyalt elkészítéséhez fagyaltgépet (Telme CRM GEL 5; Telme, Codogno, Olaszország) használtunk 12 perces programmal. A jégkrém keményre fagyasztásához -34 °C-os, 2 órás sokkoló fagyasztást végeztünk a fagyaltokon. A jégkrémeket legalább egy napon keresztül tároltuk -18 °C hőmérsékleten a mérések előtt.

Állománymérés

A folyékonyközeli állapotú, olvadt fagyaltok állománymérése Physica

MCR 91, Anton-Paar reométer segítségével történt. A berendezéssel a minták változó sebességű nyírófeszültség mellett mutatott viselkedését mértük koncentrikus hengerek (CC27) segítségével, Couette típusú módszerrel. A belső henger fordulatszáma 1 és 1000 1/min között változott a mérés során. A módszer eredményeként folyásgörbét kaptunk, amelyre különböző modelleket illesztettünk, és a megfelelő illeszkedés esetén további reológiai konstansokat számoltunk, amelyekkel az anyag viselkedése leírható. Az Anton Paar RheoCompass szoftver segítségével felvett görbét a Herschel-Bulkley modell segítségével elemeztük az alábbi képlet használatával:

$$\tau = \tau_0 + K \left(\frac{dy}{dt} \right)^n$$

A determinációs együttható, amely a modell illesztésének megfelelőségét mutatja, minden esetben 0,999 felett volt.

A kemény jégkrémek állománymérése TA-XT Plus (Stable Micro Systems, Egyesült Királyság) segítségével történt a Warner-Bratzler „V” penge mérőfej használatával. A mérés lényege az volt, hogy azonos körülmények között, összehasonlítható értékeket tudjak mérni az ugyanakkora, 0,5 cm széles, 5 cm hosszú, félhenger formába keményfagyasztott jégkrém mintákból. Az olvadás elkerülése végett a mérőfejet és a tálcát jégben tároltuk két mérés között, a minták lemérése és a fagyasztótérből történő eltávolítása között pedig legfeljebb 30 másodperc telt el.

Statisztika

Az eredmények értékelésére többváltozós varianciaanalízist (MANOVA) használtunk külön-külön 1.) a reológiai konstansok és a 2.) keménység esetén. A standardizálatlan reziduumok normál eloszlását reológiai konstansok esetén Kolmogorov–Smirnov-teszttel [folyáshatár: a normalitás nem teljesül, viszont a teljesség igénye kedvéért a varianciaanalízisbe bevontuk ezt a függő változót is; konzisztencia index: D(12) = 0,222; p = 0,107; folyásindex: D(12) = 0,227; p = 0,089], a keménység

esetén pedig Shapiro–Wilk-tesztel ellenőriztük [keménység: $W(36) = 0,834$; $p < 0,001$]. A szórások homogenitásának vizsgálatához Levene’s-tesztet alkalmaztunk [folyáshatár: $F(3,8) = 7,512$; $p = 0,01$; konzisztencia index: $F(3,8) = 7,134$; $p = 0,012$; folyásindex: $F(3,8) = 6,147$; $p = 0,018$; keménység: $F(3,32) = 0,393$; $p = 0,759$; a^* : $F(3,32) = 14,431$; $p < 0,001$; b^* : $F(3,32) = 13,541$; $p < 0,001$; L^* : $F(3,32) = 6,157$; $p = 0,002$; C^* : $F(3,32) = 0,365$; $p = 0,005$].

A homogén csoportok elkülönítésére Tukey HSD poszt-hoc tesztet alkalmaztunk. IBM SPSS statistic v25 (IBM Corp., Armonk, NY) és Microsoft Excel 365 verzió: 2010 (build: 13328.20356) szoftvereket használtunk az adatfeldolgozás során.

Eredmények és értékelés

Amint azt az 1. táblázatban bemutatjuk, majdnem minden esetben szignifikáns különbséget tudtuk kimutatni a kontroll-csokoládéfagylalt és a dúsított fagylaltok között. A reológiai konstansok esetén a folyáshatárnál figyelhető meg a legegységesebb szignifikáns különbség.

Minden dúsított fagylalt hasonló eredményt mutatott, a kontroll pedig mindegyiktől szignifikánsan különbözött. Konzisztenciaindex esetén nem volt szignifikáns különbség, Folyási index esetén csak a vérplazmaporos és a teljes vérporos fagylalt különbözött egymástól szignifikánsan. Ez érdekes, mivel azt vártuk, hogy a tojásfehérjéhez hasonló albumin típusú fehérjét tartalmazó, jó habképző és állománykialakító tulajdonsággal rendelkező plazmaporos fagylalt fog különbözni a többitől.

Az eredmények egyik oka lehet, hogy a teljes vérpor más gyártótól származott, és más technológiai paraméterekkel rendelkezhetett, ami miatt a teljes vérpor állományra gyakorolt hatása is más lehetett.

Keményiség esetén észlelhető a plazmafehérjék állományt keményítő hatása, ez volt a legkeményebb fagylalt, amint az a 2. táblázatban bemutatásra is került. Ettől szignifikánsan különbözött, de egymástól nem a hemoglobi-

| Mért jellemző | Mintatípus | Átlag | Szórás | Csoportosítás Tukey HSD alapján |
|---|--|--------|---------|---------------------------------|
| Folyáshatár – Yield stress (Pa) | Kontroll-csokoládéfagylalt | 6,3109 | 0,99960 | b |
| | Csokoládéfagylalt 10% vérplazmapor-dúsítással | 3,9589 | 0,00065 | a |
| | Csokoládéfagylalt 10% hemoglobinpor-dúsítással | 3,9515 | 0,00181 | a |
| | Csokoládéfagylalt 10% teljesvérpor-dúsítással | 3,9813 | 0,00461 | a |
| Konzisztenciaindex – Consistency index (Pa s ⁿ) | Kontroll-csokoládéfagylalt | 0,7676 | 0,12334 | a |
| | Csokoládéfagylalt 10% vérplazmapor-dúsítással | 0,7209 | 0,11995 | a |
| | Csokoládéfagylalt 10% hemoglobinpor-dúsítással | 0,7244 | 0,09262 | a |
| | Csokoládéfagylalt 10% teljesvérpor-dúsítással | 0,7573 | 0,09720 | a |
| Folyási index – Flow behaviour index (-) | Kontroll-csokoládéfagylalt | 0,7317 | 0,02165 | a, b |
| | Csokoládéfagylalt 10% vérplazmapor-dúsítással | 0,7234 | 0,00069 | a |
| | Csokoládéfagylalt 10% hemoglobinpor-dúsítással | 0,7561 | 0,00451 | a, b |
| | Csokoládéfagylalt 10% teljesvérpor-dúsítással | 0,7363 | 0,01102 | b |

1. táblázat: Rotációs viszkozimetriás mérések eredményei és azok statisztikai értékelése

| Mért jellemző | Mintatípus | Átlag | Szórás | Csoportosítás Tukey HSD alapján |
|----------------|--|--------|---------|---------------------------------|
| Keménység, (N) | Kontroll-csokoládéfagylalt | 1,0308 | 0,00017 | a |
| | Csokoládéfagylalt 10% vérplazmapor-dúsítással | 1,0345 | 0,00081 | c |
| | Csokoládéfagylalt 10% hemoglobinpor-dúsítással | 1,0326 | 0,00056 | b |
| | Csokoládéfagylalt 10% teljesvérpor-dúsítással | 1,0332 | 0,00019 | b |

2. táblázat: Keménységmérés eredménye és statisztikai értékelése

nos és teljes vérporos fagylalt, majd a legkevésbé kemény a kontrollfagylalt volt. Bár a különbség minden esetben szignifikáns volt, arányaiban ez a szignifikáns különbség éppen csak mérhető, érzékszervileg biztosan nem érzékelhető.

Következtetések

Sem a gyártás során csőrendszerben áramoltatott, fagyasztás előtt vagy a szájban folyékonyvá váló fagylalt, sem a keményre fagyasztott jégkrém állományában nem idézett elő a vérpor

hozzáadása olyan mértékű változást, amely hatással lenne az anyag reológiai viselkedésére és érzékszervi jellemzőire.

Bár statisztikailag szignifikáns változás mérhető volt, ez nem akkora, hogy a gyártás során technológiai problémákat idézzen elő, vagy a fogyasztók számára problémákat okozzon a termék elfogadása, megkedvelése terén. Az eredmények tükrében megfelelőnek tartjuk a vérporokat a fagylaltok és jégkrémek dúsítására való felhasználásra táplálkozás-élettani hatásai kiaknázása céljából.



Irodalomjegyzék

1. BAH, C. S., BEKHIT, A. E. D. A., CARNE, A., MCCONNELL, M. A. (2013): Slaughterhouse blood: an emerging source of bioactive compounds. *Comprehensive Reviews. Food Science and Food Safety*, 12 (3): 314–331 <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12013>
2. CSURKA, T., PÁSZTOR-HUSZÁR, K., TÓTH, A., PINTÉR, R., FRIEDRICH, L. F. (2021): Investigation of the effect of trisodium-citrate on blood coagulation by viscometric approach. *Agricultural Engineering Sciences*, 16 (S2): 19–26. <https://doi.org/10.1556/446.2020.20003>
3. DUARTE, R. T., CARVALHO SIMÕES, M. C., SGARBIERI, V. C. (1999): Bovine blood components: fractionation, composition, and nutritive value. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (1): 231–236. <https://doi.org/10.1021/jf9806255>
4. FLOROS, J. D., NEWSOME, R., FISHER, W., BARBOSA-CÁNOVAS, G. V., CHEN, H., DUNNE, C. P. et al. (2010): Feeding the world today and tomorrow: the importance of food science and technology. *Food Science Food Safety*, 9: 572–599. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00127.x>
5. FRØST, M. B., HEYMAN, H., BREDIE, W. L., DIJKSTERHUIS, G. B., MARTENS, M. (2005): Sensory measurement of dynamic flavour intensity in ice cream with different fat levels and flavourings. *Food Quality and Preference*, 16 (4): 305–314. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.05.009>
6. HARTEL, R. W., MUSE, M. R., SOFJAN, R. (2003): Effects of structural attributes on hardness and meltingrate of ice cream. In: Goff, H. D., Tharp, B. W. (Eds.), *Ice cream II*. Special issue 401. Brussels, Int. Dairy Federation, 124–139.
7. HSIEH, Y. H. P., OFORI, J. A. (2011): Blood-derived products for human consumption. *Revelation and Science*, 1 (1) 14–21.
8. MILLER, J. L. (2013): Iron deficiency anemia: a common and curable disease. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 3 (7): a011866 <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a011866>
9. OCKERMAN, H. W., HANSEN, C. L. (2000): *Animal byproduct processing and utilization*. Lancaster Technomic Publishing company Inc.
10. OFORI, J. A., HSIEH, Y. H. P. (2012): The use of blood and derived products as food additives. *Food additive*, IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/32374>
11. SORAPUKDEE, S., NARUNATSOPANON, S. (2017): Comparative study on compositions and functional properties of porcine, chicken and duck blood. *Korean journal for food science of animal resources*, 37 (2): 228–241. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.2.228>
12. TOLDRÁ, F., ARISTOY, M. C., MORA, L., REIG, M. (2012): Innovations in value-addition of edible meat by-products. *Meat science*, 92 (3): 290–296. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.004>
13. USDA, United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory (2018): USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 29. <https://fdc.nal.usda.gov/>
14. WHO, World Health Organization. (2020): Who guideline on use of ferritin concentrations to assess iron status in individuals and populations.



Effect of enrichment with high biological value animal by-products (blood) on texture of ice cream

Abstract

Iron deficiency anaemia is a major problem among children globally. This problem can be prevented or treated by functional foods that are specially formulated for children's preferences and contain high levels of efficiently absorbed iron. The most absorbable form of iron in nature is haem iron, found in animal blood. And the utilisation of haem iron in a high value-added way is highly beneficial from a sustainability perspective as well. In our research, we added whole blood powder, haemoglobin powder and, for comparison, plasma powder to ice cream mixes and then investigated the changes in the liquid and frozen texture. We could detect significant changes in several cases. However, these changes were not nominally significant, they did not affect the rheological behaviour of the liquid stock and could not cause sensory changes.

Keywords: iron deficiency anaemia, prevention, functional foods, animal blood, ice cream mixes

DOI: [10.56618/meat.3354](https://doi.org/10.56618/meat.3354)

Hidas Karina Ilona, Nyulasné Zeke Ildikó Csilla, Vargáné Tóth Adrienn,
Visy Anna, Barkó Annamária, Horváth-Mezőfi Zsuzsanna, Majzinger Koppány,
Friedrich László Ferenc, Németh Csaba

Teljes tojáslé reológiai, kalorimetrikus és funkcionális tulajdonságainak változása a fagyasztás során

Szerzők elérhetősége

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

Nyulasné dr. Zeke Ildikó Csilla¹ 0000-0003-3199-2471 | egyetemi adjunktus
zeke.ildiko.csilla@uni-mate.hu

Vargáné dr. Tóth Adrienn¹ 0000-0001-8360-2661 | tudományos munkatárs
toth.adrienn@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 | kutatási munkatárs
horvath-mezofi.zsuzsanna@uni-mate.hu

Majzinger Koppány¹ 0000-0002-9877-878X | PhD-hallgató
majzinger.koppany@phd.uni-mate.hu

Dr. Friedrich László Ferenc¹ 0000-0002-3679-2391 | intézet- és tanszékvezető, egyetemi tanár
friedrich.laszlo.ferenc@uni-mate.hu

Dr. Németh Csaba² | beruházási és kutatás-fejlesztési vezető | nemeth.csaba@capriovus.hu

A szerzők munkahelye:

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

² Capriovus Kft. | 2317 Szigetcsép, Dunasor, 073/72. hrsz.

Összefoglalás

A folyékony tojástermékek viszonylag rövid ideig eltarthatók, ugyanis a tojásban megtalálható fehérjék alacsony hőmérsékletű hődenaturációja miatt csak alacsony hőmérsékleten hőkezelhetők. A néhány hetes fogyaszthatósági időt növelhetjük, ha a hőkezelést egyéb tartósítási eljárásokkal kombináljuk. Egy lehetséges megoldás a tojáslevek fagyasztása, és fagyasztva tárolása a hőkezelést követően. A tojásfehérje reológiai tulajdonságai nem változnak a fagyasztás hatására, azonban a tojássárgája a fagyasztás során egy irreverzibilis gélesedésen megy keresztül. A tojássárgájában végbemenő változások és azok megelőzése krioprotektív hatású anyagokkal intenzíven kutatott témakör, azonban a teljes tojásleiben végbemenő változásokról nagyon kevés információval rendelkezünk. Kutatásunkban ezért azt vizsgáltuk, hogy hogyan változnak a teljes tojáslé különböző tulajdonságai fagyasztás, illetve hosszú távú fagyasztva tárolás hatására. A teljes tojáslevet lassú fagyasztással és felengedetéssel vizsgáltuk 150 napig tartó kísérletünkben. Vizsgáltuk a friss és fagyasztott-felengedetett teljes tojáslé-minták színét tristimulusos színmérő készülékkel, pH-ját, reológiai tulajdonságait rotációs reométerrel felvett folyásgörbék összehasonlításával, kalorimetrikus tulajdonságaikat differenciális pásztázó kaloriméterrel és sütési tulajdonságaikat a tojáslevekkel készített piskóta állományának mérésével.

Kutatásunk során megállapítottuk, hogy a fagyasztás és a fagyasztva tárolás során a teljes tojáslé világossági tényezője szignifikánsan megváltozik, a minták világosabbá válnak. Ezenkívül a pH is növekvő tendenciát mutat. A reológiai tulajdonságok szignifikáns változáson esnek át, amely kisebb mértékű, mint a tojássárgájáé esetében. A nyírófeszültség, illetve a konzisztencia koefficiens nő, a fagyasztott-felengedetett minták megközelítőleg newtoni folyadékként viselkednek, illetve a minták vizuális értékelése során látható, hogy az állományuk megváltozik. Ezenkívül megállapítottuk, hogy a teljes tojáslé fehérjei denaturációt vagy aggregációt szenvednek el a fagyasztás és a fagyasztva tárolás során, melynek következtében a tojáslé felverése nehezebbé vált, és az elkészített piskóta állománya gumissá lett.

Kulcsszavak: teljes tojáslé, tartósítási eljárások, hőkezelés



Irodalmi áttekintés

Az élelmiszerek eltarthatósági idejének meghosszabbítására számos tartósítási technológiát alkalmaznak (pl. fagyasztás, szárítás, besugárzás, nagy hidrosztatikus nyomású kezelés, pulzáló elektromos mező). A fagyasztás az egyik legelterjedtebben alkalmazott eljárás, amely egy hatékony és megfizethető tartósítási technika, azonban rendelkezik hátrányokkal és korlátokkal (FANG et al., 2021). A fagyasztás egy hőelvonáson alapuló fizikai tartósítási mód, melynek hatására a kémiai folyamatok és a mikroorganizmusok növekedése lelassul vagy gátlódik, ami jelentősen meghosszabbítja az eltarthatósági időt, így számos élelmiszer hosszú távú tartósítására sikeresen alkalmazzák (RAHMAN és VELEZ-RUIZ, 2007). Tartósító hatásának alapja, hogy a hőmérséklet csökkentésével a víz egy része jéggé alakul, amelynek következtében a termékben maradó oldat koncentrációja megnő, vízkaktivitása csökken. A mikroorganizmusok többsége ilyen körülmények között nem képes szaporodni (BALLA és SÁRAY, 2002).

Azonban a fagyasztási folyamat károsíthatja az élelmiszer szerkezetét. A fehérjékben gazdag élelmiszerek esetén előfordulhat a fehérjék kitekeredése. A jégképződés hatására a jéggel érintkező hidrofób fehérjerész gyakran konformációváltozást szenved (CHANG et al., 1996). Ezenkívül a fagyasztás hatására bekövetkező koncentráció növekedése is károsíthatja a fehérjéket, ugyanis a tiszta jégképződés során a fehérjék a visszamaradó, egyre töményedő folyadékban maradnak a sókkal, savakkal/lúgokkal együtt, amelyek koncentrációja akár 20-50-szere sére is növekedhet (HATLEY és MANT, 1993). Ez a folyamat a pH változásával és a fehérjék denaturációjával, esetleg aggregációjával jár (FANG et al., 2021).

A tojásfehérjében fagyasztás hatására csak kisebb változások mennek végbe, mint például a sűrűfehérje hígulása (COTTERILL, 2013). Ezzel szemben a tojássárgája egy visszafordíthatatlan állományváltozáson megy keresztül a fagyasztás-felengedetési folyamat során, amit gélesedésnek neveznek. E

folyamat során veszít a folyékonyságából, viszkozitása megnő, ami által a felhasználhatósága csökken (POWRIE et al., 1963). A teljes tojáslében bekövetkező változásokról azonban csak néhány kutatás született (PEARCE és LAVERS, 1949; MILLER és WINTER, 1951; IJICHI et al., 1970; HERALD és SMITH, 1989). IJICHI és munkatársai (1970) megállapították, hogy a teljes tojáslé reológiai tulajdonságai megváltoznak a fagyasztás hatására. Megállapították, hogy gélesedés következik be ebben a tojáslében is, ami azonban nem olyan jelentős mértékű, mint a tojássárgájale esetében fellépő, ez pedig valószínűleg a tojásfehérje jelenlétének köszönhető. A gélesedés növeli a viszkozitást, és csökkenti a teljes tojáslé habképző képességét felengedetést követően (MILLER és WINTER, 1951). A fagyasztást követő fagyasztva tárolás hatásáról azonban kevés információval rendelkezünk.

Kutatásunkban ezért vizsgáltuk a fagyasztás, illetve a 150 napig tartó fagyasztva tárolás hatására bekövetkező reológiai, hőfizikai és technofunkciós tulajdonságokat. Vizsgáltuk a friss és fagyasztott-felengedetett teljes tojáslé-minták színét tristimulusos színmérő készülékkel, pH-ját, reológiai tulajdonságaikat rotációs reométerrel felvett folyásgörbék összehasonlításával, kalorimetrius tulajdonságaikat differenciális pásztázó kaloriméterrel, és sütési tulajdonságaikat a tojáslevekből készített piskóta állományának mérésével.

Anyag és módszer

Anyagok

A teljes tojáslé ketreces tartású tojóállománytól származó „A” osztályú, friss tyúktojásból készült. A Capriovus Kft. szigetcsépi feldolgozóüzemében a tojásokat fertőtlenítették, majd feltörték, homogénezték és hőkezelték (3 perc 70 °C-on 2000 kg/h tömegárammal). 4 liter tojáslevet 1 liter térfogatú PET-palackokba (polietilén-tereftalát) töltötték, 0 és 4 °C között tárolták, majd a gyártás napját követő napon szállították a Magyar Agrár- és Élettudományi

Egyetem Állattermék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszékének laboratóriumába, ahol a kísérletet a szállítás napján elkezdtük.

Fagyasztás és felengedetetés

A beérkező teljes tojásléből 100 ml térfogatú mintát PA-PE tasakokba töltöttünk, majd fóliahegesztővel lezártuk úgy, hogy minél kevesebb levegő kerüljön a tasakokba. Ezt követően a mintákat -24 ± 1 °C-os hőmérsékletű fagyasztószekrénybe helyeztük. Az 1., 7., 14., 30., 60., 90., 120. és 150. napon vizsgáltuk a minta pH-ját, színét, reológiai és kalorimetrius tulajdonságait, illetve a 7., 30. és 120. napon piskótát készítettünk a felengedetett minta felhasználásával. A lassú felengedetés során a mintákat 24 órával a vizsgálatok elvégzése előtt a fagyasztószekrényből 4 ± 1 °C-os laboratóriumi hűtőszekrénybe helyeztük. Kontroll mintaként a friss, nem fagyasztott mintát vizsgáltuk (0. nap).

Vizsgálati módszerek

pH mérése

A tojássárgájale- és a majonézminták pH-jának mérését 4 °C-os hőmérsékleten végeztük digitális pH-mérővel (206-pH2, Testo SE & Co. KGaA, Titi-see-Neustadt, Németország). Minden minta esetén három párhuzamos mérést végeztünk.

Színjellemzők mérése

A teljes tojáslé színének méréséhez Konica-Minolta CR-410 típusú tristimulusos színmérő készüléket (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japán) használtunk. Vizsgálatunkban összehasonlítottuk a CIELAB tristimulusos színíngertérben értelmezett L^* , a^* és b^* színtényezőket. Az L^* a világossági tényező, az a^* a vörös/zöld színtényező (pozitív előjel esetén vörös színezet, negatív előjel esetén zöld színezet), a b^* pedig a sárga/kék színtényező (pozitív előjel esetén sárga színezet, negatív előjel esetén kék színezet). Minden minta esetén 5 párhuzamos mérést végeztünk.

Reológiai tulajdonságok mérése

A fagyasztott és felengedett teljes tojáslevek reológiai tulajdonságainak vizsgálatát rotációs reométerrel (Anton Paar MCR 92, Anton Paar, Les Ulis, Franciaország) végeztük, koncentrikus henger mérőrendszerrel (CC 27 és a C-CC27/T200/XL/SS). A berendezést az Anton Paar RheoCompass™ szoftverrel vezéreltük.

A mérések során a nyírási sebességet a gyorsuló szakaszban 10–1000 1/s, a lassuló szakaszban pedig 1000-10 1/s között változtattuk, és felvettük a nyírófeszültség-értékeket. A méréseket 20 °C-os hőmérsékleten végeztük. Minden minta esetén 3 párhuzamos mérést végeztünk.

A minták reológiai tulajdonságait a Herschel-Bulkley modell (1.) segítségével hasonlítottuk össze. A folyásgörbékre illesztettük a modellt Excel Solver segítségével. Minimalizáltuk a mért és számolt nyírófeszültség-adatpontok különbsége négyzetének az összegét. Változtatható értékeként a τ_0 , K és n paramétereket adtuk meg.

$$\tau = \tau_0 + K \left(\frac{d\gamma}{dt} \right)^n \quad [1]$$

Ahol τ : nyírófeszültség [Pa], τ_0 : folyáshatár [Pa], K: konzisztencia koefficiens [$\text{Pa}\cdot\text{s}^n$], $d\gamma/dt$: nyírási sebesség (deformáció sebesség) [1/s], n: folyásindex (dimenzió nélküli).

Hőfizikai tulajdonságok mérése

A minták fehérjéi hő által történő denaturálhatóságának vizsgálatát Micro DSC III differenciáló pásztázó kaloriméterrel (SETARAM, Calurie, Franciaország) végeztük. A berendezéshez tartozó alumínium mintatartóba 210 ± 5 mg mintát mértünk, referencia mintaként desztillált vizet alkalmaztunk. A berendezést a SetSoft2000 szoftverrel (Setaram, Caluire-et-Cuire, France) vezéreltük.

A mérési program fűtési szakasza 20 °C-ról indult, és 1,5 °C/perc fűtési sebességgel 95 °C-ig melegítette a mintákat. A hűtési szakaszban 95 °C-ról 3,0 °C/perces hűtési sebességet alkalmaztunk a 20 °C-os hőmérséklet eléréséig. A mé-

rés során a minta hőmérsékletének függvényében rögzítettük a hőáram változását.

A kiértékelés során a Calisto Processing 7.6 szoftvert alkalmaztuk (Setaram, Caluire-et-Cuire, France), amellyel egyenes alapvonalat illesztettünk a felfűtési szakaszban felvett termogramokra, és a görbe alatti terület meghatározásával megállapítottuk a fehérjék denaturálásához szükséges entalpiaváltozást (ΔH_{den} , J/g), illetve a denaturációs hőmérsékletet (T_{den} , °C) a denaturációs csúcshoz tartozó hőmérséklet meghatározásával. Mintánként három párhuzamos mérést végeztünk.

Piskóta sütése és állományának mérése

A friss és fagyasztott-felengedett teljes tojásle-minták felhasználásával piskótamintákat készítettünk LOSTIE és munkatársainak (2002) módszere alapján, módosításokkal. A piskótatésztaikat 35% BL-55 búzafinomlisztből, 35% kristálycukorból és 30% teljes tojásleből állítottuk össze. A teljes tojáslevet a kristálycukorral habosra kevertük 3 perc alatt kézi mixer maximális fokozatán (Hand Blender set, 600W, SilverCrest, Cseh Köztársaság, Prága), majd hozzádagoltuk három részletben a lisztet. A keveréket 18 cm átmérőjű tortaformába öntöttük, majd 180 °C-on 20 percig sütöttük Lainox VE 051P típusú (Lainox, Vittorio Veneto, Olaszország) kombinált sütő-pároló berendezésben légkeveréses üzemmódban. A készre sült mintákat szobahőmérsékletűre temperáltuk az állománymérést megelőzően.

Az állománymérést SMS TA.XT Plus (Stable Micro Systems Ltd. Godalming, Surrey, UK) berendezéssel végeztük. Az állomány-profilanalízis (Texture Profile Analysis, TPA) módszerét alkalmaztuk. A piskótákból 20 mm átmérőjű és 20 mm magasságú, henger alakú próbatesteket vágunk, és a méréseket 35 mm átmérőjű, hengeres, sík nyomófelületű alumínium mérőfejjel végeztük 50%-os összenyomásig. A nyomófej sebessége 2 mm/s, a két összenyomás közötti relaxáció időtartama pedig 10 s volt. 6 párhuzamos mérést végeztünk.

A Texture Exponent 32 szoftverrel felvett és kiértékelt erő-idő görbe segítségével az alábbi paramétereket határoztuk meg:

- Keménység (F_1 , [N]): az első harapási ciklus során mért maximális deformáló erő.
- Kohézió (A_2/A_1): dimenzió nélküli kalkulált paraméter, az alaktartósság mértéke.
- Rugalmasság (S, [mm]): a második kompresszió során mérhető deformáció.
- Gumisság (G, [g]): kalkulált paraméter, a keménység és a kohézió szorzata: $G = F_1 \cdot C$.

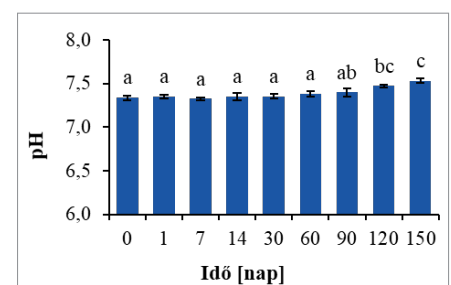
Statisztikai elemzés

A statisztikai vizsgálatot IBM Statistics 24 szoftverrel végeztük 5%-os szignifikanciaszinten ($p < 0,05$). A hibatagok normalitását Shapiro-Wilk- vagy Kolmogorov-Smirnov-tesztel ellenőriztük, a szóráshomogenitást pedig Levene's-tesztel. A statisztikai analízist egytényezős ANOVA segítségével hajtottuk végre. Amennyiben az ANOVA szignifikánsnak bizonyult, a különböző csoportok elkülönítésére a szóráshomogenitás feltételének teljesülése esetében Tukey HSD-tesztet, a szóráshomogenitás sérülése esetében Games-Howell-tesztet végeztünk.

Eredmények és értékelés

A pH változása a fagyasztás és a fagyasztva tárolás hatására

Az 1. ábra a teljes tojásle pH-jának változását szemlélteti a fagyasztás és a fagyasztva tárolás hatására. Megfigyelhető, hogy a minta pH-ja a tárolás 90. napjáig nem változott szignifikánsan,



1. ábra: A fagyasztás és a fagyasztva tárolás hatása a teljes tojásle pH-jára



majd egy enyhe emelkedő tendencia látható. VAN DEN BERG (1966) megállapította, hogy a nagy fehérjetartalmú minták esetében a fagyasztás, illetve a fagyasztva tárolás során nőtt a pH. Megállapította, hogy a tárolás során fellépő pH-változás attól függ, hogy milyen az élelmiszer sóösszetétele és pufferkapacitása.

A szín változása a fagyasztás és a fagyasztva tárolás hatására

A teljes tojáslé szintényezőinek változását a fagyasztás és a fagyasztva tárolás

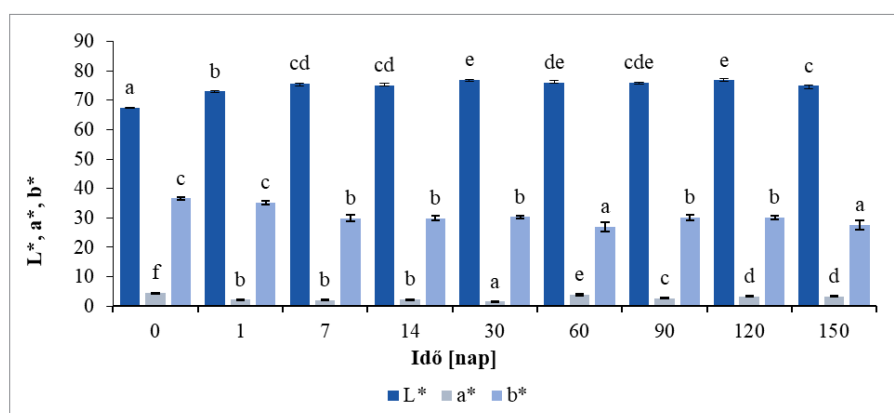
során a 2. ábra mutatja be. Megfigyelhető, hogy a fagyasztást követően a minta világossági tényezője nőtt, a minta színe világosabb lett. Növekvő tendencia látható a tárolási időszak első két hetében, utána enyhén hullámzó tendencia mutatkozik. A teljestojáslé-minták vörös színezetűek voltak, aminek értéke a fagyasztást követően csökkent. A hosszabb tárolás során azonban ingadozó tendencia figyelhető meg ezen szintényező esetén is. A sárga szintényező a fagyasztás és a fagyasztva tárolás hatására csökkent a friss mintához képest. Ebben az esetben intenzív csökkenés

látható az első héten, azt követően pedig hullámzó tendencia.

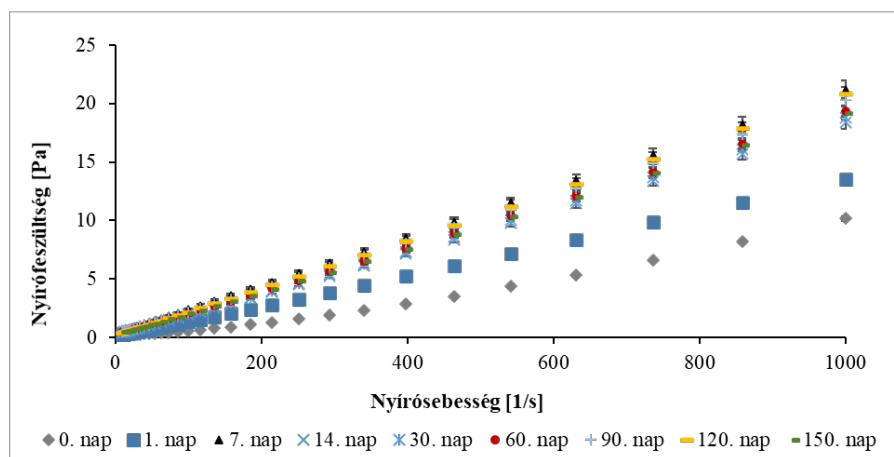
A reológiai tulajdonságok változása a fagyasztás és a fagyasztva tárolás során

A friss és a fagyasztott-felengedett tojáslevek rotációs reométerrel végzett reológiai vizsgálatának eredményeit a 3. és 4. ábra tartalmazza. A 3. ábra mutatja be a friss és fagyasztott-felengedett minták lassuló szakaszban felvett folyásgörbéit, míg a 4. ábra a Herschel-Bulkley-modell által leírt reológiai paramétereket szemlélteti. A friss teljestojáslé-minta nyírófeszültsége a nyírási sebesség emelésével egyre nagyobb ütemben nőtt, és homorú profilú görbe rajzolódott ki. Ez azt jelenti, hogy a teljes tojáslé a nem-newtoni, azon belül a dilatáló folyadékok közé tartozik. Azonban a fagyasztás-felengedtetés hatására a folyásgörbe „kiegyenesedett”, egy newtonihoz hasonló folyásgörbe rajzolódott ki. A folyásindexértékek is 1-hez közeleliek a fagyasztást követően. Fagyasztás hatására a nyírófeszültség-értékek nőnek, amely növekedés főként az 1. és a 7. napon számottevő. A nyírófeszültség növekedéséről számolt be HERALD a munkatársaival (1989) a pasztörözetlen és a különböző hőmérsékleteken hőkezelt teljestojáslé-minták esetében. A nyírófeszültség növekedése mellett a Herschel-Bulkley-modell konzisztencia koefficiensének növekedése is megfigyelhető. Azonban a folyáshatár értéke a fagyasztást követő 1. napon szignifikánsan különbözik a mérés többi napján számoltól, ezen a napon kisebb értéket kaptam.

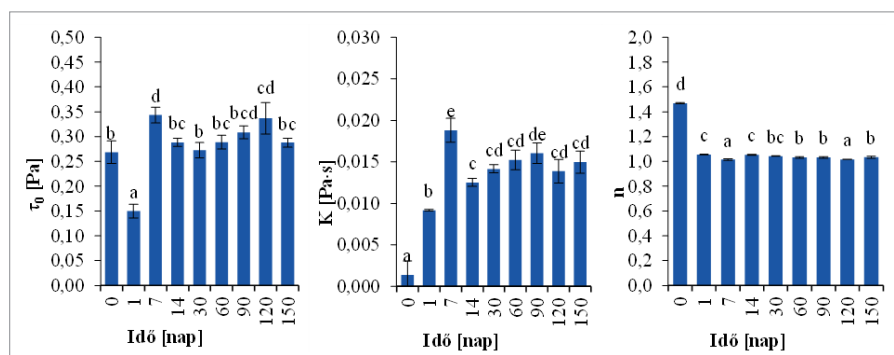
A teljes tojáslének megváltoztak a reológiai tulajdonságai a fagyasztás-felengedtetés hatására. A minta gélesen ment keresztül, mely során kivált belőle egy vízserű, átlátszó, halvány sárga folyadék. Miután a fagyasztott-felengedett teljes tojáslevet alaposan összekevertem, egy inhomogén, darabos, aludttejhez hasonló állományú mintát kaptam. Ennek oka, hogy a kifagyó víz hatására a még folyékony halmazállapotú frakciónak megnő az ionerőssége. A megnövekedett ionerős-



2. ábra: A fagyasztás és a fagyasztva tárolás hatása a teljes tojáslé szintényezőire



3. ábra: A fagyasztás és a fagyasztva tárolás hatása a teljes tojáslé folyásgörbéjére

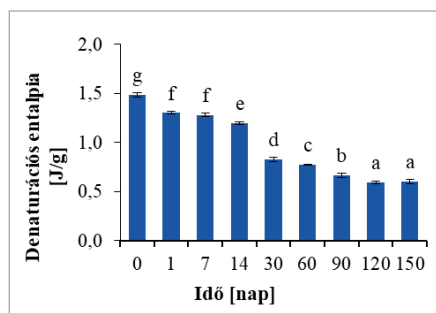


4. ábra: A fagyasztás és a fagyasztva tárolás hatása a teljes tojáslé reológiai tulajdonságaira

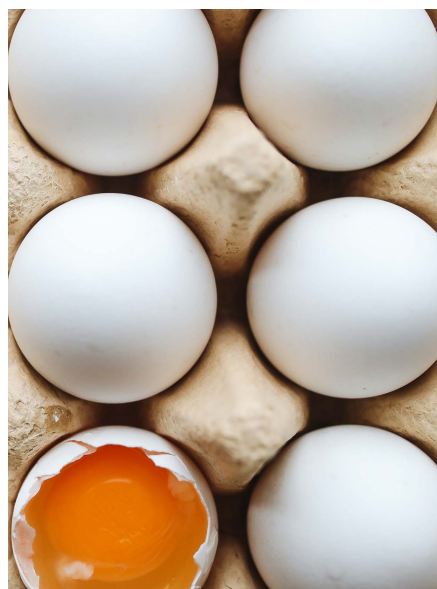
ség miatt a natív állapotban lévő fehérjék kitekerednek, majd oldhatatlan aggregátumokat képeznek (FANG et al., 2021).

A hőfizikai tulajdonságok változása a fagyasztás és a fagyasztva tárolás során

Ahogy az 5. ábrán látható, a denaturációs entalpia értéke szignifikánsan változott a fagyasztás, a rövid távú fagyasztva tárolás, illetve a hosszabb távú fagyasztva tárolás hatására, amely a denaturálható fehérjék mennyiségének csökkenését jelenti. A denaturációs entalpia értékeinek csökkenését tapasztalták WOOTTON és munkatársai (1981) is tojásfehérjével végzett vizsgálatuk során. A 14. napig egy enyhe csökkenő tendencia figyelhető meg, majd a 30. napon ugrásszerűen csökken a denaturációs entalpia értéke. A 150 napos tárolás során a teljes tojáslé fehérjéinek hődenaturációjához szükséges entalpia 60%-kal csökken.



5. ábra: A fagyasztás és a fagyasztva tárolás hatása a teljes tojáslé denaturációs entalpiájára



| Idő [nap] | Keményesség [N] | Rugalmaság [mm] | Kohézió | Gumisság [g] |
|-----------|-----------------|-----------------|-------------|--------------|
| 0 | 14,81 ± 0,99 | 0,91 ± 0,02 | 0,79 ± 0,01 | 11,70 ± 0,66 |
| 7 | 22,83 ± 1,09 | 0,83 ± 0,01 | 0,66 ± 0,02 | 15,13 ± 0,74 |
| 30 | 26,58 ± 1,37 | 0,79 ± 0,02 | 0,62 ± 0,02 | 16,39 ± 1,28 |
| 120 | 25,62 ± 1,33 | 0,80 ± 0,02 | 0,61 ± 0,02 | 15,70 ± 0,88 |

1. táblázat: A friss és a fagyasztott teljes tojáslé felhasználásával készült piskóták állományának jellemzői

A teljes tojáslé felhasználásával készült piskótaminták állományának vizsgálata

A 3. táblázat a friss és a fagyasztott teljes tojáslevekkel készített piskóták állománymerésének eredményeit tartalmazza. Látható, hogy a fagyasztott és felengedett tojáslevek felhasználásával készült piskóták állományát jellemző paraméterek minden esetben szignifikánsan különböztek a nyers tojáslezből készült piskótáétól.

A fagyasztott tojáslezből készült piskóta keménysége nagyobb, rugalmasága kisebb volt, mint a friss mintából készültt. A szerkezet kohéziója a fagyasztás és felengedtetés hatására csökkent, illetve a gumissága is megnőtt. Ezek a változások már a 7. napon készített mintánál is megmutakoztak.

Következtetés

Kísérletünkben megfigyeltük, hogy már a rövid ideig tartó fagyasztás hatására is világosabb lett a teljes tojáslé, csökkent a vörös, illetve a sárga színezete. Ezenkívül megváltoztak a reológiai tulajdonságai. Amíg a friss teljes tojáslé dilatáló reológiai viselkedést mutatott, fagyasztást és felengedtetést követően newtoni folyadékokhoz hasonlóan viselkedett, és gélesedésen ment keresztül, amit a nyírófeszültség növekedése mutat. Ez a változás a felhasználhatóságot is nagyban befolyásolta, ugyanis a fagyasztott tojáslezből készült piskóta állománya gumissá és keménnyé vált. Ezen változások hátterében a tojáslé fehérjéinek változása áll, amelyet a denaturációs entalpia értékeinek csökkenése támaszt alá.

A fagyasztás során a tojáslé víztartalmának egy része kifagy, amelynek következtében a folyékony halmazal-

apotú frakció oldottanyag-tartalma és ionerőssége is megnő. A megnövekedett ionerősség miatt a natív állapotban lévő fehérjék kitekerednek, majd oldhatatlan aggregátumokat képeznek. A hosszabb tárolás során az előbbi változások erősödnek, illetve a pH is nő, amely szintén az ionerősség változásával magyarázható.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Állati-termék és Élelmiszertartósítási Technológia Tanszék és a Capriovus Kft. munkatársainak. A kutatást a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – az Innovációs és Technológiai Minisztérium által finanszírozott – TKP2020-NKA-16 Tématerületi Kiválósági Programja támogatta.

Irodalomjegyzék

- BALLA, CS., SÁRAY, T. (2002): Élelmiszerek tartósítása hűtőkezeléssel. In: BEKE, GY. (Ed): *Hűtőipari kézikönyv 2. Technológiák*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- CHANG, B. S., KENDRICK, B. S., CARPENTER, J. F. (1996): Surface-Induced Denaturation of Proteins during Freezing and its Inhibition by Surfactants. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 85 (12): 1325–1330. <https://doi.org/10.1021/js960080y>
- COTTERILL, O. J. (2013): Freezing egg products. pp. 265–287. In: STADELMAN, W. J., COTTERILL, O. J. (Ed): *Egg Science and Technology, Fourth Edition*. Routledge.
- FANG, B., ISOBE, K., HANDA, A., NAKAGAWA, K. (2021): Microstructure change in whole egg protein aggregates upon freezing: Effects of freezing time and sucrose addition. *Journal of Food Engineering*, 296, 110452. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110452>
- HATLEY, R. H. M., MANT, A. (1993): Determination of the unfrozen water content of maximally freeze-concentrated carbohydrate solutions. *International Journal of Biological Macromolecules*, 15 (4): 227–232. [https://doi.org/10.1016/0141-8130\(93\)90042-K](https://doi.org/10.1016/0141-8130(93)90042-K)



6. HERALD, T. J., OSORIO, F. A., SMITH, D. M. (1989): Rheological Properties of Pasteurized Liquid Whole Egg During Frozen Storage. *Journal of Food Science*, 54 (1): 35–38. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb08561.x>
7. IJICHI, K., PALMER, H. H., LINEWEAVER, H. (1970): Frozen Whole Eggs for Scrambling. *Journal of Food Science*, 35 (5): 695–698. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1970.tb04847.x>
8. LOSTIE, M., PECZALSKI, R., ANDRIEU, J., LAURENT, M. (2002): Study of sponge cake batter baking process. Part I: Experimental data. *Journal of Food Engineering*, 51 (2): 131–137. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00049-8](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00049-8)
9. MILLER, C., WINTER, A. R. (1951): Pasteurized Frozen Whole Egg and Yolk for Mayonnaise Production. *Journal of Food Science*, 16 (1–6): 43–49. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1951.tb17347.x>
10. PEARCE, J. A., LAVERS, C. G. (1949): Liquid and frozen egg: V. viscosity, baking quality, and other measurements on frozen egg products. *Canadian Journal of Research*, 27 (5): 231–240. <https://doi.org/10.1139/cj-r49f-023>
11. POWRIE, W. D., LITTLE, H., LOPEZ, A. (1963): Gelation of Egg Yolk. *Journal of Food Science*, 28 (1): 38–46. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1963.tb00156.x>
12. RAHMAN, M. S., VELEZ-RUIZ, J. F. (2007): Food Preservation by Freezing. In: RAHMAN, M. S. (Ed): *Handbook of Food Preservation*. CRC Press.
13. VAN DEN BERG, L. (1966): PH changes in buffers and foods during freezing and subsequent storage. *Cryobiology*, 3 (3): 236–242. [https://doi.org/10.1016/S0011-2240\(66\)80017-2](https://doi.org/10.1016/S0011-2240(66)80017-2)
14. WOOTTON, M., THI HONG, N., THI, H. L. P. (1981): A Study of the Denaturation of Egg White Proteins during Freezing Using Differential Scanning Calorimetry. *Journal of Food Science*, 46 (5): 1336–1338. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb04167.x>



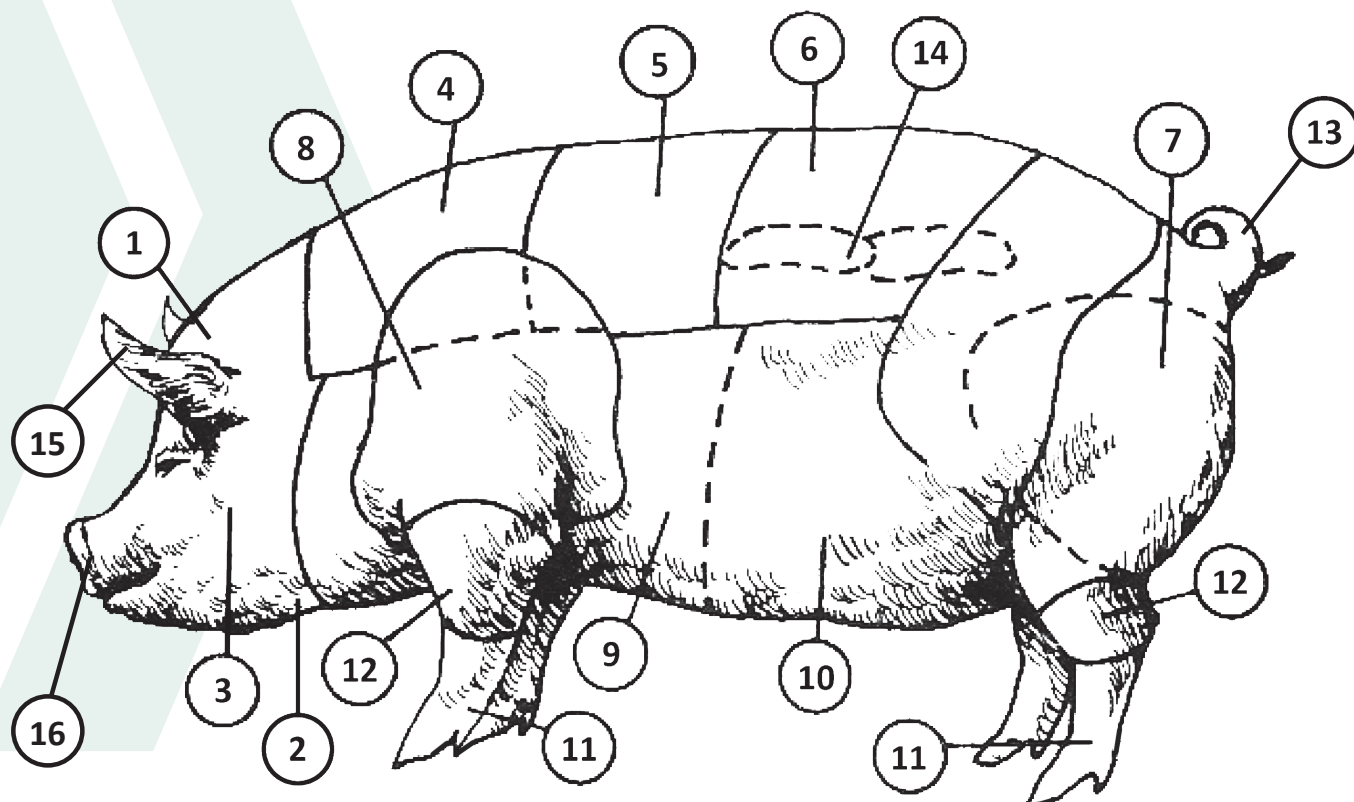
The effect of freezing on the rheological, calorimetric, and functional properties of liquid whole egg

Abstract

In our experiment, we observed that even after a brief period of freezing, the liquid whole egg became lighter, with a reduced red and yellow colour. In addition, its rheological properties had changed. While fresh liquid whole egg exhibited dilatant rheological behaviour, after freezing and thawing it behaved like Newtonian fluids and underwent gelation as indicated by an increase in shear stress. This change also had a major impact on the usability, as the consistency of the sponge cake made from frozen sample became rubbery and harder. The background to these changes is a change in the protein content of liquid whole egg, as evidenced by a decrease in denaturation enthalpy values. During freezing, part of the water content of the whole egg freezes out, resulting in an increase in the solute content of the liquid fraction and an increase in ionic strength. The increased ionic strength causes the proteins in their native state to coagulate and form insoluble aggregates. During prolonged storage, these changes are amplified and the pH increases, which is also due to the change in ionic strength.

Keywords: liquid whole egg, freezing, rheological properties, calorimetric properties, functional properties

A sertés részei



| | Megnevezés magyarul | Megnevezés angolul |
|-------------|---------------------|-------------------------------|
| 1 | Fej | Head |
| 2 | Toka | Dewlap, Jowl |
| 3 | Pofa | Cheek |
| 4 | Tarja | Collar |
| 5 | Hosszú karaj | Long loin |
| 6 | Rövid karaj | Short loin |
| 7 | Comb | Leg, Ham |
| 8 | Lapocka | Shoulder |
| 9 | Oldalas | Spareribs |
| 10 | Dagadó | Belly flank |
| 9-10 együtt | Császárszalonna | Pork belly |
| 11 | Köröm | Trotter, Pettitoe, Foot, Feet |
| 12 | Csülök | Knuckle, Shank |
| 13 | Farok | Tail |
| 14 | Szűzpecsenye | Tenderloin, Fillet |
| 15 | Fül | Ear |
| 16 | Orr | Oink, Snout |

A HÚS

A MAGYAR HÚSIPAR TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA
MEAT – Journal of the Hungarian meat industry

