



Élelmiszertudományi Kar

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Nitritmennyiségek hatásának vizsgálata húskészítményekben

Készítette:

Dr. Zsarnóczy Gabriella

Témavezető:

Dr. Incze Kálmán

Készült:

Országos Húsipari Kutatóintézet

Budapest, 2011

A DOKTORI ISKOLA

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola
tudományága: Élelmiszertudományok
vezetője: Dr. Fodor Péter
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem
Témavezető: Dr. Incze Kálmán
CSc
Országos Húsipari Kutatóintézet Közhasznú Nonprofit Kft.

A doktori iskola és a témavezető jóváhagyó aláírása:

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



Dr. Fodor Péter

Az iskolavezető jóváhagyása



Dr. Incze Kálmán

A témavezető jóváhagyása

BEVEZETÉS

A nátrium-nitrit talán az egyik legfontosabb húsipari adalékanyag, amelyet már több mint 200 éve használnak. Ennek történetét pontosan nem ismerjük. Valószínűleg a hús tartósítására használt konyhasó szennyezett volt salétrommal (kálium-nitrát). Az ezzel készített hús szép rózsaszínű maradt, és jellegzetes ízű lett. A salétromnak ezt a hatását az 1800-as években ismerték fel, és kezdték el hasznosítani. Polenski 1891-ben megfigyelte, hogy a nitrát baktériumok tevékenységének következtében nitritté alakul, Lehman pedig 1899-ben megállapította, hogy a pácolt hús jellegzetes rózsaszín színét nem a nitrát, hanem a nitrit adja. Haldene 1901-ben felismerte, hogy a rózsaszín szín a nitrogén-oxidnak a húspigmentekkel való reakciója eredményeként jön létre. Ezek a felfedezések vezettek a nitrit közvetlen alkalmazásához, mellőzve a bizonytalan bakteriológiai nitrát-nitrit átalakulást. Miután a nitrit önmagában mérgező, ezért használata csak konyhasóval hígított formában, azaz nitrites sókeverékként engedélyezett. Így elkerülhető a túladagolás veszélye. A sókeverék nátrium-nitrit-tartalma általában 0,5%.

A nitrit többfunkciós adalékanyag. Bakteriosztatikus és sporosztatikus hatású, gátolja a mikrobák, elsősorban a kolbászmérgezést okozó *Clostridium botulinum* mikroba szaporodását és a spórái kihajtását, vagyis élelmiszer-biztonsági szempontból jelentős szerepe van. Ezenkívül a húskészítmények jellegzetes rózsaszín színét alakítja ki. Antioxidáns hatású, gátolja az avasodást, megelőzi az ún. felmelegített íz (WOF) kialakulását. Kedvező hatással van az érzékszervi jellemzőkre, elsősorban az ízre, a jellegzetes pácolt íz kialakulásában játszik nagy szerepet. Ezen kedvező élelmiszer-biztonsági és -minőségi tulajdonságai mellett, nagyobb koncentrációban, hátrányos, egészségügyileg káros hatása is van, mivel nem megfelelő technológiai és konyhatechnikai viszonyok hatására a nitritből nitrozamin keletkezhet.

Mindezek figyelembe vételével a felhasználását szigorúan szabályozzák.

Mivel a nitrittel kapcsolatban a tudományos és gyakorlati érdeklődés azóta is töretlen, és mivel ma is gyakran olvashatunk-hallhatunk a fogyasztókat elbizonytalanító, szakmailag meg nem alapozott érveléseket, ezért tartottam igen fontosnak egy olyan kísérletsorozat elvégzését és kiértékelését, amely a hőkezelt és nem hőkezelt húskészítményekben egyaránt megvizsgálja a különböző nátrium-nitrit-tartalom hatását a késztermék kémiai, mikrobiológiai állapotára és érzékszervi jellemzőire.

CÉLKITŰZÉS

A disszertáció **célja** a húskészítményekhez hozzáadott különböző nitritmennyiségek hatásának vizsgálata az élelmiszer-biztonság és -minőség szempontjainak figyelembevételével.

Ennek megvalósítását több lépésben végeztem el.

1. Először a nátrium-nitrit felhasználásával kapcsolatos rendeleteket ismertettem, és értelmeztem mind a hagyományos, mind pedig a biotermékek esetében.
2. **Előkísérletek** során megvizsgáltam a húsiparban használt különböző anyagok hatását a nitrit és nitrát kialakulására. Ezen belül:
 - Megmértem a húsiparban felhasználható alapanyagok (húsok), fűszerek és növényi anyagok nátrium-nitrit- és -nitrát-tartalmát.
 - Szárazárumodellt gyártottam nátrium-nitrit nélkül, nagy nitráttartalmú növénypor és nitrátbontó mikroba felhasználásával, valamint megvizsgáltam a szárazárut hazai gyártásához nélkülözhetetlen füstölés hatását a nitrit- és nitráttartalomra.
 - Meghatároztam a nitrites sókeverék nitrittartalmának változását a tárolási idő függvényében.
 - Felmérést végeztem a hazai gyártású különböző húskészítmények maradék nátrium-nitrit- és -nitrát-tartalmáról.
3. A célkitűzésemnek megfelelően a **főkísérletben** különböző mennyiségű nátrium-nitrit felhasználásával (0, 50, 100 és 150 mg/kg) hőkezelt terméket (vörösárut, azaz párizsit) és nem hőkezelt terméket (szárazárut, azaz kolbászt) gyártottam, a hazai húsipari gyakorlatnak megfelelően. A párizsit 90 napig tároltam 4 és 12 °C-on, míg a kolbászt 43 napig csomagolatlanul, vákuumcsomagolásban és védőgázos csomagolásban. A tárolás során mértem az alábbi jellemzőket:
 - Kémiai jellemzők: pH, víztartalom, nitrittartalom, nitráttartalom, összpigmenttartalom, nitrozopigment-tartalom, átpirosodás mértéke, avasodás
 - Mikrobiológiai jellemzők: összes csíra száma
 - Színjellemzők: világossági fok, pirosszín intenzitása, színárnyalat, valamint színtabilitás vizsgálata megvilágítás mellett
 - Állományjellemzők: keménység, rágásienergia-szükséglet, rugalmasság
 - Érzékszervi jellemzők: szín, illat, íz, állomány és összbenyomásEzen jellemzők mérésén túl mesterséges oltásos kísérletet végeztem párizsikonál *Enterococcus faecalis* és kolbászoknál *Listeria monocytogenes* mikrobákkal.

4. Reakciókinetikai modellt állítottam fel a különböző jellemzők tárolás alatti változásaira.
5. Számításokat végeztem a húskészítményekben a nitrózamin-képződés valószínűségére.

EREDMÉNYEK

A nátrium-nitritet joggal tarthatjuk a húskészítmények legfontosabb adalékanyagának. Egyes irodalmak szerint a nátrium-nitrit elengedhetetlen a húskészítmények gyártásánál, annak élelmiszer-biztonsági (mikrobagátló) és -minőségi (színkialakító, antioxidáns és érzékszervi) hatásának köszönhetően. Kellő gyártási fegyelem hiányában azonban aggályos az egészségügyi hatása, miután erősen toxikus, és fennáll a nitrózamin-képződés lehetősége. Ezen hatások vizsgálata volt a céloom a disszertáció elkészítése során. Az elő- és főkísérleteim során az alábbi következtetéseket vontam le és javaslatokat tettem.

1. Rendeletek értelmezése

A nátrium-nitrit és -nitrát felhasználására vonatkozó, jelenleg érvényben lévő szabályozás nehezen értelmezhető, túl komplikált. Célszerű lenne egységes előírás kialakítása – a nehezen azonosítható nemzeti termékek nélkül – két csoportra osztva a húskészítményeket, hőkezelt és nem hőkezelt. A hozzáadható mennyiséget nem kellene szabályozni, mert az úgysem ellenőrizhető. A késztermék maradék nitrítszintjének határértéke 50 mg/kg nátrium-nitrit, amelybe a nitrit- és nitráttartalom együttesen beleszámít, de nátrium-nitritben kifejezve.

A bio húskészítményekhez felhasználható, jelenleg érvényben lévő 80 mg/kg-os nátrium-nitrit-határértéket célszerű lenne megtartani, hiszen a nátrium-nitrit helyettesítésére jelenleg nincs hasonló hatékonyságú más anyag vagy eljárás.

2. Húsipari alapanyagok nitrit és -nitráttartalma

- A húsiparban felhasznált húsok, fűszerek és zöldségek is tartalmaznak nitrátot. A húsok nitráttartalma az állatok tartása során használt takarmányok és víz hatására alakul ki. A marhahúsok nitráttartalma nagyobb, mint a sertéshúsoké vagy a baromfihúsoké. A húskészítmények gyártásához felhasznált fűszereknek is van nitráttartalmuk. Ezek közül is kiemelkedik a fűszerpaprika, ami akár 15 mg/kg mennyiséggel is megnövelheti a késztermék nátrium-nitrát-tartalmát. Hasonlóan nagy a nitráttartalma az egyre több termékben ételízesítőként használt fűszerkeverékeknek. Ezek szerepe a dominánsabb, fűszeresebb íz biztosítása. A húsipari termékfejlesztésben nagy szerepet kap a különböző zöldségek felhasználása. Ezek szerepe az egészséges táplálkozás, ezen belül is a rostbevitel növelése. E kedvező hatásukon kívül azonban növelik a termék nitráttartalmát

(például 15% metélőhagymát tartalmazó húskészítmény 150 mg/kg-mal növeli meg a késztermék nátrium-nitrát-tartalmát)

- A nitrát egy része a gyártástechnológia során (baktériumok jelenlétében) átalakulhat nitritté. Emiatt a késztermékben lévő maradék határértékek meghaladhatják az előírt értéket, annak ellenére, hogy a gyártás során nem adtak több nitritet a termékhez. Szintén problémát jelent, hogy nitrát is kimutatható a késztermékben, pedig a gyártás során nem adtak hozzá nitrátot. Ez súlyos problémát szülhet a hatóság és az ipar szakemberei között.
- Nagy nitráttartalmú zöldségporból nitrátbontó baktériumokkal nitrit keletkezhet, ami lehetőséget teremt az adalékanyag-mentes húskészítmények, elsősorban szárazárúk gyártására. Kísérleteim során a *Staphylococcus carnosus* nitrátbontó hatását vizsgáltam. A modellkísérlet elvégzése során kapott kolbász gyengébb minőségű, halványabb és kevésbé jellegzetes ízű volt. Ez azzal magyarázható, hogy az érlelés alatt nem keletkezik annyi nitrit, ami képes lenne a megfelelő szín- és íz kialakítást elvégezni. További hátrány, hogy a nagy nitráttartalmú zöldségporok – mint amilyen a kísérleteimben is szerepelt – olyan zöldségeket tartalmaznak, amelyek allergének.
- A füstölés hatására a szárazárúk felületén nitrát képződik, ami a termék belseje felé diffundál. Ennek egy része pedig átalakul nitritté, vagyis nitrit vagy nitrát felhasználása nélkül is kimutatható a szárazárúkban a nitrit és a nitrát is.
- A kereskedelmi forgalomban lévő nitrites sókeverék tárolás alatti nitrittartalma nem változik számottevően, azaz a feltüntetett szórásértéken belül marad, azonban értékét befolyásolja a levegő relatív nedvességtartalma. A nagyobb páratartalomnál a sókeverékben lévő nitrit nedvességet vesz fel, így a relatív nátrium-nitrit-tartalma kisebb lesz.
- Méréseim során megállapítottam, hogy a hazai húskészítmények maradék nátrium-nitrit- és -nitrát-tartalma az előírt határérték alatt van.

3. Hozzáadott nitrit mennyiségének hatása a húskészítmények jellemzőire

A főkísérleteim során hőkezelt és nem hőkezelt húskészítményekhez különböző mennyiségben adtam nátrium-nitritet, majd vizsgáltam a különböző élelmiszer-biztonsági (mikrobiológiai) és -minőségi (kémiai, szín, állomány, érzékszervi) jellemzőket a tárolás során. A párizsikat 90 napig tároltam 4 és 12 °C-on, míg a kolbászokat 43 napig tároltam csomagolatlanul, vákuumban és védőgázban (CO₂:N₂=30:70).

3.1. A vörösárúk hozzáadott nitrittartalmának változtatásával az alábbi következtetéseket vontam le:

- A gyártási folyamat alatt a masszába bekevert *nátrium-nitrit* mennyisége jelentősen lecsökken – azonnal elkezdi bomlani –, és ez a hőkezelés hatására tovább csökken. Minél

több nitritet tartalmaz a termék, értelemszerűen annál nagyobb a mennyisége a hőkezelés után. A tárolás 50. napjáig csökken a mennyisége, majd beáll egy állandó értékre. Ennek a ténynek fontos szerepe van a körtesztek végzésénél, mert nem mindegy, hogy melyik időpontban történik a nitrittartalom mérése, hiszen ha az még az instabil tartományba esik, akkor az eredmények nem mérhetőek össze. A nátrium-nitritből a gyártás során *nátrium-nitrát* képződik, a késztermékben már nem alakul át a nitrit nitráttá. Minél nagyobb a hozzáadott nátrium-nitrit kezdeti mennyisége, annál több nitrát keletkezik. A késztermékben a nitráttartalom az 50. napig csökken, majd – hasonlóan a nitrithez – a rendszer stabillá válik, beáll egy határérték.

- Az *összpigmenttartalom* mérése során megállapítottam, hogy a nitrit mennyisége nem befolyásolja az összpigment mennyiségét, már 50 mg/kg nátrium-nitrit is adja ugyanazt az eredményt mint a 150 mg/kg. Ugyanez elmondható a nitrozopigment-tartalomra is. Az összpigment- és a nitrozopigment-tartalom a tárolás 34. napjáig valamelyest csökken, majd egy állandó értékre áll be, így az *átpirosodás mértéke* a tárolás alatt állandó. A nitritet nem tartalmazó párizsi is tartalmaz nitrozopigmentet, ennek oka, hogy a hús saját nitrittartalmából képes kevés nitrozopigment kialakítására.
- Az *avasodás* vizsgálatánál megállapítottam, hogy a nitrit értelemszerűen nem volt hatással az oxigénzáró műbélbe töltött párizsik avasodására.
- A megfelelő pasztöröző hőkezelés esetén a hozzáadott nitrit mennyisége nincs hatással a húskészítmény *mikrobiológiai állapotára*. A mesterséges oltásos kísérlet során a párizsimasszába beoltott 10^5 TKE/g csíraszámú *Enterococcus faecalis* az alkalmazott legkisebb hőkezelés mellett ($F_{70} = 53,5$ perc) már elpusztult.
- A *színjellemzők* vizsgálatának eredményeként megállapítottam, hogy a világosság, a pirosszín intenzitása és a színárnyalat tekintetében a nitritet nem tartalmazó párizsi a leghalványabb, legkevésbé piros és a legfakóbb. A nitrittartalom növelésével sötétedik, pirosodik és erősödik a minta színe. A 100 és 150 mg/kg nátrium-nitrit-tartalmú párizsik esetében nincs különbség. A színjellemzők a tárolás folyamán alig változnak. Az eredmények alapján 50 mg/kg nátrium-nitrit már elegendő a megfelelő szín kialakítására.
- A nitritet tartalmazó párizsik *állománymérése* során megállapítottam, hogy a nitritet tartalmazó minták keményebbek és rugalmasabbak voltak, mint a nitritmentes. A nitrittartalom, a tárolási hőmérséklet és idő nem befolyásolta az állományt.
- A nitritet nem tartalmazó párizsik *érzékszervileg* – elsősorban a szürke szín miatt – kifogásolhatóak. A többi bírált jellemzőben (illat, íz, állomány, összbenyomás) is alulmaradt a nitritet tartalmazó párizsikkal szemben. A nitrit mennyiségének növelése viszont nem okozott jelentős javulást a jellemzőkben. A tárolási hőmérséklet emelése nem

befolyásolta a jellemzőket. Ez azt jelenti, hogy már 100 mg/kg hozzáadott nátrium-nitrit elegendő a párizsi érzékszervi tulajdonságainak kialakításához. Az érzékszervi jellemzők a tárolás előrehaladtával fokozatosan csökkentek, tehát minél hosszabb ideig tároljuk a terméket, annál rosszabbak lesznek az érzékszervi tulajdonságai. Ez főleg az íz romlásában jelentős, miután ez a legfontosabb érzékszervi jellemző. Megállapítottam, hogy az íz romlása a lipioxidáció nélkül is bekövetkezik. Ennek oka a különböző bomlási (elsősorban fehérje) folyamatok beindulása. A minőségromlás a 90 napos tárolási idő 1/3-ánál már jelentős mértékű, a kezdeti értékek felére csökken. Ezt figyelembe kellene venniük a kereskedelmi láncok tagjainak, akik a minél hosszabb eltarthatósági idejű termékek előállítását szorgalmazzák. A tárolási hőmérséklet emelkedése tovább rontja a minőséget.

Az érzékszervi bírálatok szubjektív eredményei összhangban vannak a műszerrel mért objektív eredményekkel.

3.2. A szárazárúk hozzáadott nitrítartalmának változtatásával az alábbi következtetéseket vontam le:

- A pasztában és a késztermékben a maradék *nátrium-nitrit* %-os aránya független a hozzáadott mennyiségtől. A pasztában a hozzáadott nitrit 35–38%-a, míg a késztermékben a 70%-a elbomlott. A késztermékben mért nátrium-nitrit-tartalom a tárolás 15. napjára jelentős mértékben lecsökkent (1–4 mg/kg), és a tárolás végéig ezen az értéken marad, függetlenül a kezdeti nitrítartalomtól és a csomagolási módtól. A pasztához kevert nitritből szinte azonnal *nitrát* keletkezett, minél több a nitrit, annál több a nitrát is. Ennek mennyisége az érlelés alatt tovább nőtt. A tárolás alatt azonban mértéke a 29. napig állandó volt, majd ezután elkezdett csökkenni (a nitrit már a 19. napra szinte teljesen lebomlik). A nitritmentes kolbász nitráttartalma volt a legkisebb, a kezdeti 15 mg/kg értékről 10-re csökken. Amennyiben nem adtunk nitritet a gyártás során a szárazáruhoz, a késztermékben és a tárolás alatt is a nitrát jelen volt. 50 és 100 mg/kg nátrium-nitrit hozzáadása a pasztához a késztermék kezdeti nitráttartalmában nem eredményezett különbséget. A tárolás során a maradék nitrát mennyisége eléri a nitritmentes kolbász értékét, azaz 10 mg/kg-ot. Ezzel szemben a 150 mg/kg hozzáadott nátrium-nitritet tartalmazó kolbász kezdeti nitráttartalma a kétszerese volt az 50 vagy 100 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó mintáénak, és a tárolás végén a maradék értéke is a kétszerese (28 mg/kg). A csomagolási mód nem befolyásolta a nitrátbomlást.
- A nitritmentes kolbász *összpigmenttartalma* volt a legkisebb, ami érthető, hiszen ebben a termékben a legkevesebb a nitrozopigment. A 100 és 150 mg/kg hozzáadott nátrium-nitritet tartalmazó kolbászok *összpigmenttartalma* nem különbözött egymástól.

Szárazáruknál 100 mg/kg nátrium-nitrit szükséges ahhoz, hogy telítse a hemet. Az *átpirosodás mértéke* a szárazáruknál függött a hozzáadott nitrit mennyiségétől, amint az várható volt.

- A csomagolatlanul tárolt kolbászok a tárolás alatt *avasodtak*. Ennek mértéke a nitrittartalomtól függ, a legavasabb a nitritmentes, míg a legkevésbé a legnagyobb nitrittartalmú kolbász volt. A nitrittartalmú csomagolt kolbászok a tárolás 19. napjáig *avasodtak*, majd állandó értékre, ugyanannyira mint a nitritmentesé, álltak be.
- A hozzáadott nitrit mennyisége nem befolyásolja a szárazárú *összecsíraszámának* alakulását. Ez arra vezethető vissza, hogy a nitrite és a vízáktivitás csökkenésére érzékenyebb mikrobák inaktiválódnak, az ellenállóbbak szaporodni tudnak, és ez a két folyamat kiegyenlíti egymást. A csomagolatlan és a csomagolt termék *összecsíraszám*a a tárolás során növekvő tendenciát mutat, majd miután a 36. napon elérte a stacionárius szakaszt, beállt egy állandó értékre, ami azzal jellemezhető, hogy már a szaporodás és a pusztulás egyensúlyban van. A kolbászpasztába *mesterségesen beoltott Listeria monocytogenes* a nitrittartalmú kolbászoknál a tárolás végére négy, míg a nitritmentesnél csak két nagyságrendet csökkent. Vagyis a megfelelő élelmiszer-biztonság eléréséhez szükséges a nitrit.
- A kolbászok *színjellemzői* közül a szemmel látható színben az 1. napon jelentős volt a különbség. A nitritmentes és az 50 mg/kg hozzáadott nátrium-nitritet tartalmazó kolbászok inkább szürkék voltak, míg a 100 és 150 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazók szép pirosak. Minél több nitritet tartalmazott a kolbász, annál pirosabb színű volt, értelemszerűen a nagyobb mértékű *átpirosodás* eredményeképp. A 100 és 150 mg/kg hozzáadott nátrium-nitrit-tartalom azonban már nem okozott különbséget a színben, azaz a *színkialakításhoz* elegendő a 100 mg/kg. Csomagolatlanul a kolbászok *színkülönbsége* a tárolás végéig megmaradt, de csomagolt állapotban kiegyenlített. A kolbászok *pirosszín-intenzitása* mesterséges megvilágítás alatt csökkent, függetlenül a nitrittartalomtól és a csomagolási módtól. Ez a csökkenés azonban függött a tárolás időtartamától. Minél régebbi volt a termék, annál kisebb volt a pirosszín kezdeti intenzitása, és annál gyorsabban csökkent le az állandó értékre.
- A nitritmentes és az 50 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó kolbászok *keményisége* között nem volt különbség. Ugyanígy nem volt különbség a 100 és 150 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó kolbászok között, ezek azonban keményebbek voltak, mint az előzőek.
- A nitritmentes kolbászok minden *érzékszervi tulajdonságban* a legrosszabbnak bizonyultak. A nitrit mennyiségének növelése 100 mg/kg koncentrációig javította a jellemzőket. A szín és az állomány tekintetében ez nem volt jelentős, az illat, az íz és az

összbenyomás bírálatánál a 100 és a 150 mg/kg hozzáadott nátrium-nitritet tartalmazó kolbászokban a bírálók alig találtak különbséget. Ez azt jelenti, hogy a megfelelő érzékszervi tulajdonságok kialakításához már 100 mg/kg nátrium-nitrit is elegendő a szárazárunknál. A tárolás előrehaladtával az érzékszervi jellemzők – hasonlóan a vörösárunknál – kisebb pontszámot kaptak, azaz a minőségük (főleg az illatuk és ízük) romlik. Ezek pedig a legfontosabb érzékszervi jellemzők. A tárolás 29. napján a jellemzők a kezdeti értékük 25%-ra csökkennek.

A csomagolási mód igen fontos az érzékszervi tulajdonságok megőrzésében. A csomagolatlan termék, a beszáradás következtében vizet veszít, azaz szárad, ezért színe sötétebb, állománya keményebb, ugyanakkor illata, íze és az összbenyomása is gyengébb lesz. A legjobb csomagolási módnak a vákuumcsomagolás bizonyult, az így tárolt termékek nagyobb pontszámot kaptak az illatra, ízre és az összbenyomásra. Ez azért is fontos eredmény, mert a kereskedelmi láncok a védőgázos csomagolást részesítik előnyben, mert szerintük a fogyasztó ezt igényli. Pedig e csomagolási módnak számtalan hátránya van – azon kívül, hogy bizonyítottan gyengébbek az érzékszervi jellemzői –, ha megsérül a csomagolás (anélkül, hogy ez észrevehető lenne), oxigén kerül a termékhez, ami elősegíti a romlási folyamatok beindulását, mind az oxigénbeszívás, mind a mikrobás utószennyeződés következtében. Ezenkívül több helyet foglal el a polcokon, többbe kerül a termék csomagolása. Előnye viszont, hogy a szeletelt termékek könnyebben szétválaszthatóak. Úgy vélem azonban a legfontosabb cél a termékek csomagolásában, a mikrobiológiai állapot megőrzésén túl, az érzékszervi jellemzők megőrzése. Ezért tartom célszerűbbnek, a kísérleti eredményekkel is alátámasztva, a vákuumcsomagolást.

3.3. Meghatároztam a különböző jellemzők **reakciókinetikai jellemzőit**, vagyis a reakciók típusait.

3.4. A rákkeltő hatású nitrózaminok csak kis pH-n és magas hőmérsékleten tudnak kialakulni. A sült baconben mért legnagyobb mennyiségű dimetil-nitrózamin képződéséhez szükséges nátrium-nitrit mennyiségének a tizenötezerszerese a gyakorlatban alkalmazott hozzáadott nátrium-nitrit-mennyiség. Amennyiben nem adunk nitrites sókeveréket a húskészítményhez, a hús saját nitrittartalma is hatvanszorosa annak a mennyiségnek, amiből dimetil-nitrózamin képződhet. Ezért a nitrózamin-képződés veszélye miatti nitrittartalom-csökkentés értelmetlen.

A kísérleteim során kapott eredmények jól felhasználhatóak a szokásos és a bio minősítésű húskészítmények gyártásánál, a hatósági ellenőrző laboratóriumok munkájában és a kereskedelemben egyaránt.

TÉZISEK

1. Megállapítottam, hogy füstölés hatására a termék felületén nitrát keletkezik, ami a belseje felé diffundál. Az így kialakuló nitrát egy része – nitrátbontó baktériumok révén – nitritté alakul. Ennek következtében az intenzíven füstölt termékekben nitrit vagy nitrát felhasználása nélkül is kimutathatóak a pác-sók.
2. Vörösáruban a tárolás alatt a nitrittartalom fokozatosan csökken, majd a tárolás 50. napján ez megáll, a rendszer stabilá válik. A határérték a 100 mg/kg hozzáadott nátrium-nitritet tartalmazó vörösárúnál 37 mg/kg. Ennek a ténynek nagy jelentősége van a laboratóriumi összemérések (körtesztek) során, mert nem mindegy, hogy a laboratórium a minta összeállítása után mikor végzi el a vizsgálatot. A tárolás elején ugyanis a nitrittartalom az instabil rendszerbe esik, így nem hasonlíthatóak össze az eredmények.
3. A megfelelő gyártási technológia – vörösárunknál a hőkezelés, szárazárunknál az érlelés – esetén a nitrit nincs hatással a húskészítmény mikrobiológiai állapotára, az összes csíraszámra. Mesterséges oltásos kísérletekkel bebizonyítottam, hogy a vörösárunknál az alkalmazott legkisebb mértékű hőkezelés is elpusztítja az apatogén *Enterococcus faecalis*-t. Ugyanakkor szárazárunk esetén a nitrittartalmú kolbászban a tárolás alatt 4 nagyságrendű lisztérszám-csökkenés érhető el, míg a nitritet nem tartalmazó kolbászban csak 2 nagyságrendű, tehát a szárazárunk gyártása során a nitrit élelmiszer-biztonsági megfontolások miatt sem nélkülözhető.
4. A vörösáru és szárazáru minőségi jellemzőinek (szín, érzékszervi tulajdonságok) kialakításához 100 mg/kg hozzáadott nátrium-nitrit elegendő.
5. A húskészítmények érzékszervi jellemzői a tárolás alatt – gázzáró csomagolásban is – folyamatosan romlanak. Halványul a színük, csökken az íz- és illatintenzitásuk. Párizsi esetében a tárolás 30. napjára a felére, míg kolbászoknál a negyedére csökken az érzékszervi jellemzőkre adott pontszám. Ez azt jelenti, hogy a fogyasztók érdekében nem célszerű igen hosszú eltarthatósági idejű húskészítményeket gyártani, mert így nemcsak a termék érzékszervi tulajdonsága romlik, hanem több adalékanyag is szükséges a termék gyártásához. (sajnálatos, hogy az áruházláncok sokszor irreálisan hosszú eltarthatóságot követelnek.)
6. Szárazárunk tárolására a legideálisabb mód a vákuumcsomagolás. Bebizonyítottam, hogy ilyen csomagolásban őrzi meg a legjobban a termék a minőségi jellemzőit.
7. A különböző nitrittartalmú hőkezelt vörösáru és a nem hőkezelt szárazáru tárolás során bekövetkező jellemzőinek változására reakciókinetikai modellt állítottam fel, és

meghatároztam a reakciósebességi állandókat. Ezek ismeretében tervezni lehet a változások bekövetkezésének valószínűségét és mértékét.

PUBLIKÁCIÓS TEVÉKENYSÉG

FOLYÓIRAT CIKKEK

IF-es folyóiratcikkek

1. K. Incze, L. Körmendy, I. Körmendy, Gabriella Zsarnóczay: Considerations of critical microorganisms and indicator enzymes in connection with the pasteurization of meat products. *Meat Science*, 1999, 51, 115-121. (IF=1,954)
2. L. Körmendy, Gabriella Zsarnóczay: Modified acid phosphatase assay for assessing the extent heating of canned picnics and hams: Interlaboratory study. *Journal of AOAC International*, 1995, 78 (5), 1205-1210. (IF=1,22)
3. L. Körmendy, Gabriella Zsarnóczay, Vilma Mihályi: A new, modified acid phosphatase assay for determining the extent of heat treatment in canned hams. *Food Chemistry*, 1992, 44, 367-375. (IF=3,146)

Nem IF-es folyóiratcikkek idegen nyelven

1. Ágnes Kovács, Gabriella Zsarnóczay, Patricia Cattaneo: Ruolo dell'attività specifica della fosfatasi per stabilire l'entità del trattamento termico in spalle e prosciutti in scatola. *Ingegneria alimentare*, 2001, 17, aprile, 27-29.

Nem IF-es folyóiratcikkek magyar nyelven

1. Zsarnóczay Gabriella: A nitrit szerepe a húskészítményekben. *A HÚS*, 2011, 21, (1-2), megjelenés alatt
2. Zsarnóczay Gabriella, Gerendai Dóra: A takarmányok hatása a bronzpulyka húsnak minőségére és összetételére. *A HÚS*, 2010, 20, (1-2), 5-11.
3. Zsarnóczay Gabriella: A vöröshúsok szerepe a táplálkozásban. *Élelmiszer, Táplálkozás és Marketing*, 2009, VI, (1-2), 51-59.
4. Zsarnóczay Gabriella: A hús szerepe a táplálkozásunk történetében. *A HÚS*, 2009, 19, (1-2), 13-15.
5. Zsarnóczay Gabriella: Mangalica kontra magyar nagyfehér. *Biokultúra*, 2008, XIX (4), 14-15.

6. Zsarnóczy Gabriella: A hús, mint fontos fehérjeforrás, szerepe a táplálkozásban. Konzervújság, 2007, (3-4), 63-65.
7. Cselédes Katalin, Zsarnóczy Gabriella: A kóservágás és a csirkehús minősége. A HÚS, 2007, 17 (3), 173-180.
8. Zsarnóczy Gabriella, Jónás Gábor: Mustármagliszt húsipari alkalmazhatóságának vizsgálata. A HÚS, 2006, 16 (4), 227-235.
9. Zsarnóczy Gabriella: Gyümölcstartalmú húskészítmények. A HÚS, 2006, 16 (2), 91-96.
10. Zsarnóczy Gabriella: Élelmi rostot tartalmazó funkcionális húskészítmény kifejlesztése. A HÚS, 2004, 14 (1), 26-28.
11. Zsarnóczy Gabriella: Funkcionális húskészítmények, különös tekintettel a többszörösen telítetlen zsírsavakra. A HÚS, 2001, 11 (4), 207-212.
12. Zsarnóczy Gabriella: Kényelmi húskészítmények. A HÚS, 2001, 11 (2), 93-95.
13. Zsarnóczy Gabriella: A szelén szerepe az egészségvédelemben. A HÚS, 1999, 9 (4), 215-218.

KÖNYVRÉSZLET

1. Zsarnóczy Gabriella: Funkcionális húskészítmények. 13. Húsipari Továbbképző Napok (A versenyképesség technológiai feltételei), Budapest, 2002. november 12-13, 44-64.
2. Zsarnóczy Gabriella: Érzékszervi tulajdonságok vizsgálata, eredmények értékelése. 11. Húsipari Továbbképző Napok (A minőség), Budapest, 2000. november 14-15, 76-97.
3. Zsarnóczy Gabriella: Előfeldolgozott húsok, félkész termékek, késztermékek. 10. Húsipari Továbbképző Napok (A termékfejlesztés új lehetőségei), Budapest, 1999. november 2-3, 77-87.
4. Körmendy László, Zsarnóczy Gabriella: Hőkezelési egyenértékek. Az elégséges hőkezelés biztosítása és ellenőrzése a húsipari termékeknél. 9. Húsipari Továbbképző Napok (A füstölés és főzés műszaki és technológiai kérdései), Budapest, 1998. november 10-11, 68-79.
5. Zsarnóczy Gabriella: Vitaminok. 8. Húsipari Továbbképző Napok (Élelmiszerfogyasztás: egészség és veszélyek), Budapest, 1997. december 1-3, 65-88.
6. Zsarnóczy Gabriella: Ízanyagok: fűszerek, fűszerkivonatok és élesztők. 6. Húsipari Továbbképző Napok (Nem húseredetű anyagok alkalmazása a húsiparban), Budapest, 1995. november 14-15, 137-160.

KONFERENCIA KIADVÁNYOK

Magyar nyelven (teljes)

1. Zsarnóczy Gabriella, Kovács Ágnes: Lehetőségek az élelmiszer-biztonságban, a fogyasztó védelmében. XXXIII. Óvári Tudományos Nap, Mosonmagyaróvár, 2010. október 7. (CD-n)

Magyar nyelven (összefoglaló)

1. Zsarnóczy Gabriella: Biohúskészítményekben felhasználható adalékanyagok. LII. Georgikon Napok, Keszthely, 2010. szeptember 30. – október 1. 119.
2. Zsarnóczy Gabriella, Polgár J. Péter, Húth Balázs: Garantáltan porhanyós, érlelt marhahús. II. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Napok, Gödöllő, 2009. október 16-17. 16.
3. Zsarnóczy Gabriella, Seregi János, Kovács Ágnes: A helyi élelmiszerellátó rendszerek minőségbiztosítása. LI. Georgikon Napok, Keszthely, 2009. október 1-2. 153.
4. Zsarnóczy Gabriella: Adatok a környezetbarát állattenyésztésből származó hús és húskészítmények minőségéről. A Kárpátok-Eurorégió élelmiszerlánc felügyeleti körképe., Visegrád, 2008. november 25-27. 113.

Idegen nyelven (teljes)

1. Gabriella Holló, Ágnes Kovács, Gabriella Zsarnóczy, J. Seregi, I. Holló: Opportunities to produce healthier beef. Symposium: 60 years of scientific research in animal breeding, Temesvár (Románia), 2008. május 29-30. 440-445.
2. J. Seregi, Gabriella Holló, Gabriella Zsarnóczy, Ágnes Kovács, P. Pusztai, Z. Hajdú: Omega-3 fatty acids and local husbandry: tasks and possibilities for the human healthy nutrition. Animal Sciences and Biotechnologies Symposium, Temesvár (Románia), 2007. május 10-11. 531-534.

Idegen nyelven (összefoglaló)

1. Gabriella Holló, Gabriella Zsarnóczy, I. Holló, T. Somogyi, I. Anton, I. Takács, A. Farkas, I. Repa: Relationship of Magnetic Resonance Imaging measurements with some meat quality data and biochemical properties of blood. 61st European Association for Animal Production, Heraklion (Görögország), 2010. augusztus 24-27. 63.
2. Gabriella Zsarnóczy, Ágnes Kovács: Quality of meat and meat products. 1st Sustainable Food Chain World Summit, Budapest, 2010. augusztus 17-22. 45.

3. Gabriella Zsarnóczay, Ágnes Kovács: Development of traditional pork (mangalica) production value chain. IAMA 19th Annual Food and Agribusiness World Forum and Symposium, Budapest, 2009. június 20-24. 265-266.
4. Gabriella Zsarnóczay, J. Seregi, Ágnes Kovács: Is it possible this way? Examples from the Hungarian eco animal breeding. 7th International Symposium of Animal Biology and Nutrition, Balotesti (Románia), 2008. szeptember 25-26. 53.

ELEKTRONIKUS PUBLIKÁCIÓ

Magyar nyelven

1. Zsarnóczay Gabriella, Polgár J. Péter, Húth Balázs: Garantáltan porhanyós, érlelt marhahús. Animal welfare, etológia és tartástechnológia (HU ISSN 1786-8440), 2009, 5 (4), 37-43.

Idegen nyelven

1. Ágnes Kovács, Gabriella Zsarnóczay: Protected meat products in Hungary – local foods and hungaricums. Anthropology of Food (ISSN 1609-9168), 2007 Mars.

K + F PÁLYÁZAT

Hazai témavezetője

1. EU-konform ökohúskészítmények őshonos magyar állatokból
2. Húskészítményekből különböző állatfajok kimutatására alkalmas enzim-immunreakciós módszer vizsgálata
3. Hús- és baromfiipari alapanyagok zsír- és koleszterintartalmának vizsgálata

Hazai résztvevője

1. EU-konform baromfitápok fehérje- és energiabiztosítása alternatív hazai takarmány alapanyagokból
2. Hazai gyümölcsök felhasználása húskészítményekben az élelmiszer-biztonság javítása és az egészséges táplálkozás elősegítése céljából
3. Többszörösen telítetlen zsírsavakat tartalmazó funkcionális húskészítmény kifejlesztése

Külföldi résztvevője

1. Fermentált szárazárugyártó szektor fejlesztése továbbképzések útján, az innováció figyelembevételével (MEAT-TIPS)

2. Technológiai transzfer és innovációs megoldások és beavatkozások a Dél-Kelet-Európai régiók agrár-élelmiszer szektorában (TECH.FOOD)
3. Új, funkcionális húskészítmények kifejlesztése (NUTRAMEAT)
4. Regionális élelmiszerek Európában és jelentőségük a XXI. Századi Európában (LOCALFOOD)
5. Hagyományosan érlelt kolbászok biztonsága: védőkultúrák és bakteriocinek kutatása (SAFETYSAUSAGE)
6. Innovatív képzés a kelet- és közép-európai húsipari középvezetők részére (EASTMEAT)
7. Szárazkolbászok fermentálása és érlelése (CUREM II)