

# **DOKTORI ÉRTEKEZÉS**

## **Nitritmennyiségek hatásának vizsgálata húskészítményekben**

**Dr. Zsarnóczay Gabriella**

**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

**A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanácsának 2011. június 7-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi bíráló Bizottságot jelölte ki:**

**BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:**

**Elnöke**

**FARKAS JÓZSEF, MHAS, BCE**

**Tagjai**

**BALLA CSABA, PhD, BCE**

**SALGÓ ANDRÁS, DSc, BME**

**CSERHALMI ZSUZSANNA, PhD, KÉKI**

**LUGASI ANDREA, CSc, OÉTI**

**Opponensek**

**FRIEDRICH LÁSZLÓ, PhD, BCE**

**HORVÁTH ERIKA, PhD, C&C**

**Titkár**

**PÁSZTORNÉ HUSZÁR KLÁRA, PhD, BCE**

## TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	2
2.1. Húsok és húskészítmények szerepe és jelentősége a táplálkozásban	2
2.2. Húskészítményekben felhasználható adalékanyagok, szerepük és megítélésük	8
2.3. Fogyasztói igények	13
2.4. Nátrium-nitrit	14
2.4.1. Élelmiszer-biztonsági hatás	15
2.4.2. Tartósítóhatás	17
2.4.3. Kémiai hatás	18
2.4.3.1. Színkialakító hatás	19
2.4.3.2. Antioxidáns-hatás	23
2.4.4. Érzékszervi hatás	24
2.4.5. Egészségügyi hatás	24
2.5. A nátrium-nitrit átalakulása a technológia és tárolás során	31
2.6. A nitrát- és nitritbevitel forrásai	34
2.6.1. Víz	35
2.6.2. Növények	35
2.6.3. Állati eredetű alapanyagok	37
2.6.4. Húskészítmények	39
2.7. A nátrium-nitrit helyettesíthetősége	39
3. A MEGOLDANDÓ FELADATOK ISMERTETÉSE	43
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	45
4.1. Előkísérletek vizsgálati anyagai	45
4.1.1. Húsipari alapanyagok nitrit- és nitráttartalmának vizsgálata	45
4.1.2. Zöldsépporral készült kolbász gyártása	45
4.1.3. Füstölt kolbász gyártása	46
4.1.4. Nitrites sókeverék vizsgálata	46
4.2. Főkísérletek vizsgálati anyagai	46
4.2.1. Különböző nitrittartalmú vörösáruk gyártása	47
4.2.1.1. Mesterséges oltásos kísérleti párizsi	49
4.2.2. Különböző nitrittartalmú szárazáruk gyártása	50

4.2.2.1. Mesterséges oltásos kísérleti kolbász	52
4.3. Vizsgálati módszerek	53
5. EREDMÉNYEK	57
5.1. Rendeletek értelmezése	57
5.2. Összetevők és technológiahatása a húskészítmények nitrit- és nitráttartalmára	59
5.2.1. Húsipari alapanyagok nitrit- és nitráttartalma	59
5.2.2. Nitrit és nitrát keletkezése a gyártástechnológia során	61
5.2.3. Nitrites sókeverék nitrítartalmának változása	64
5.2.4. Húskészítmények nitrit- és nitráttartalma	65
5.3. A hozzáadott különböző nitritmennyiségek hatásának vizsgálata húskészítményekben	66
5.3.1. A nitrit mennyiségének hatása a vörösáru tulajdonságaira	66
5.3.1.1. Kémiai jellemzők változása	67
5.3.1.2. Mikrobiológiai jellemzők változása	72
5.3.1.3. Színjellemzők változása	74
5.3.1.4. Állományjellemzők változása	78
5.3.1.5. Érzékszervi tulajdonságok változása	80
5.3.2. A nitrit mennyiségének hatása a szárazáru tulajdonságaira	85
5.3.2.1. Kémiai jellemzők változása	86
5.3.2.2. Mikrobiológiai jellemzők változása	92
5.3.2.3. Színjellemzők változása	94
5.3.2.4. Állományjellemzők változása	97
5.3.2.5. Érzékszervi tulajdonságok változása	98
5.3.3. Reakciókinetikai modell felállítása	105
5.4. Nitrózamin-képződés valószínűségének vizsgálata	108
5.5. Új tudományos eredmények	109
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	111
7. ÖSSZEFOGLALÁS	117
8. MELLÉKLETEK	
M1 Irodalomjegyzék	
M2 Tiobarbitursav szám meghatározása	
M3 Hús összpigment- és nitrozopigment-tartalmának, valamint az átpirosodás mértékének meghatározása	
M4 A Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-95/2 számú előírása	
M5 A 152/2009 (XI. 12.) FVM rendelet	

M6 A 889/2008 EK rendelet

M7 Reakciókinetikai állandók

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS



## 1. BEVEZETÉS

A húskészítmények egyik legfontosabb adalékanyaga a **nátrium-nitrit** (E 250).

Alkalmazása valószínűleg annak köszönhető, hogy a nyers húsok tartósításához használt konyhasó salétrommal (kálium-nitrát) lehetett szennyezett. Így a sózott hús színe szép piros maradt. A salétromnak ezt a hatását az 1800-as évek végén ismerték fel. Megfigyelték, hogy a salétromot a különböző baktériumok – a nitrátreduktáz enzimeik révén – nitritté bontják, ami a pác-szín kialakulásához vezet. Ekkoriban még a csak nagyobb koncentrációban mérgező kálium-nitrátot adták a termékekhez, mivel a nitritet könnyű túladagolni, és a nitrit erős mérge, így túladagolása halálos lehet. Az 1950-es években írták elő – először Németországban – a nitrites sókeverék használatát. A sókeverék nátrium-nitrit-tartalma 0,5%. Az Európai Unió 1995-ben a 95/2/EC irányelvében – a nitrit toxicitása miatt – szigorúan szabályozta az egyes termékekhez hozzáadható, valamint a maradék nitrit mennyiségét. Az irányelv szerint a hozzáadható mennyiség nátrium-nitritben kifejezve 150 mg/kg, míg a maradék értéke 50 mg/kg. Dánia azonban többször is azzal a kéréssel fordult az EU-hoz, hogy csökkentsék a felhasználható nitrit mennyiségét. Ezt a kérést azonban az EU minden alkalommal visszautasította, miután bebizonyosodott, hogy eddigi ismereteink szerint a nátrium-nitrit elengedhetetlen a biztonságos és jó minőségű húskészítmények előállításához. Ezt a tényt elismerve, a 780/2006 rendelet a bio minősítésű hústermékekben is megengedi a nátrium-nitrit 80 mg/kg mennyiségben történő felhasználását.

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.



## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

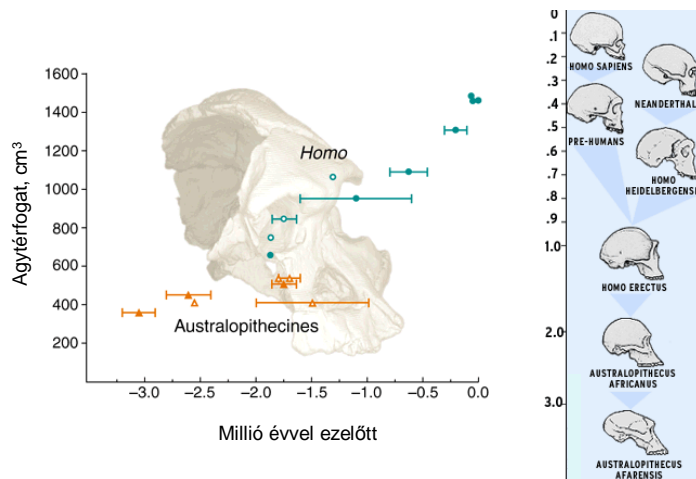
### 2.1. Húsok és húskészítmények szerepe és jelentősége a táplálkozásban

A húsok fogyasztása jelentős szerepet töltött be az emberré válás folyamatában, majd az értelmes, gondolkodó ember kialakulásában (ZSARNÓCZAY, 2009a). Ez a gazdag tápértékének, valamint a kedvező összetételének, azaz optimális fehérje-, zsír-, zsírsav-, ásványianyag- és vitamintartalmának köszönhető (ZSARNÓCZAY, 2009b).

A hús fogyasztása már az emberré válás legkoraibb időszakában, 10–14 millió évvel ezelőtt megkezdődött (SPETH, 1989). A hús gazdagabb energia- és tápanyagforrást jelentett, mint a növényi eredetű táplálékok. Ez eleinte rovarok, gyíkok és tojások fogyasztását jelentette, később már állatokat is elejtett, amit nyersen, majd a tűzrakás fortélyainak megismerésével főzve, sültve fogyasztott. Krisztus előtt 9000 körül az emberek csoportokban letelepedtek, állandó lakóhelyet, települést teremtettek maguknak, és a már házasított állatok tenyésztésével is foglalkoztak, húsukat, tejüket, illetve tojásukat felhasználták. Táplálkozásuk jellemzően vegyes volt.

Az emberi test bélrendszere a történeti fejlődés során adaptálódott a könnyen emészthető, nagyobb tápértékű állati eredetű táplálékhoz. A tipikus húsevő fajok gyomor-bél rendszere egyetlen kiöblösödő gyomrot tartalmaz, egy rövid vékonybéllel és egy egyszerű vastagbéllel. Ez a szerkezet arra utal, hogy egyszerű feladat az olyan élelmiszerek lebontása, amelyek biokémiai összetétele nem igényel hosszabban tartó emésztést, szemben a növényekkel. Szintén az állati eredetű élelmiszerek fogyasztására vezethető vissza az agy térfogatának a növekedése is. Az agykoponya ilyen mértékű kifejlődéséhez jó minőségű, teljes értékű fehérjére, zsírokra és esszenciális zsírsavakra volt szükség. Ezenkívül az a tény is szerepet játszott a fejlődésben, hogy az állatok elejtéséhez és feldolgozásukhoz szerszámokra, eszközökre volt szükség (BIRÓ, 2000). Az emberfélék agytömege az elmúlt 2 millió év alatt megháromszorozódott. Az agy fejlődését az *1. ábrán* mutatom be.

A vadászó és gyűjtögető életmódról a földművelésre és állattenyésztésre való áttérés hozta a legjelentősebb étrendi változásokat az emberiség egész történetében. Változás állt be az elfogyasztott állatfajok arányaiban, vagyis a vadon élő állatok (gazella, őz, szarvas, fácán) fogyasztásáról fokozatosan áttértünk a házasított állatok (kecske, szarvasmarha, sertés, baromfi) fogyasztására.



1. ábra: Az agy fejlődése (KONARZEWSKI, 2002)

Már a barlanglakók és a nomád vadászok is rájöttek azonban arra, hogy húst nemcsak közvetlenül az elejtés után lehet fogyasztani, hanem az a későbbi időre is eltehető, vagyis hogy tartósítani lehet a húsokat, így az emberek állati eredetű ételmiszerrel való ellátása a vadászat és vágás gyakoriságától függetlenül egész éven át biztosítva volt. Ez eleinte a szárítást, sózást és fermentálást jelentette. Az idők folyamán az emberek megtanulták a spontán folyamat szabályozását, miután megfigyelték azokat a körülményeket, amelyek az adott típusú fermentációhoz vezettek. A szárazkolbász előállítását az emberiség több mint 3 ezer éve ismeri. A kínai sertéskolbászt Krisztus előtt 500-ban már ismerték. Európában pedig a római időkre tehető a bélbe töltött, fermentált húskészítmények megjelenése (sonkák, kolbászok). Nyers húsok hővel történő tartósítását 1850-ben a franciák fedezték fel, ami légmentesen lezárt edényben, forrásban lévő vízzel történt. Így alakultak ki a hőkezelt húskészítmények, a felvágottak, vörösáruk (INCZE, 1994).

A világ különböző országaiban használt táplálkozási ajánlások mind szerepeltetik a húsokat és húskészítményeket a naponta fogyasztandó táplálékok sorában, mert tápanyagtartalmuk igen értékes. A mértéktartó napi húsfogyasztás része a betegségmegelőző, egészséges táplálkozásnak.

### Fehérjeforrás

Az emberi test sejtjeinek felépítésében és működésében a legfontosabb szerepet a fehérjék játsszák. Szerepük van a szövetek, szervek, izmok, csontok, vér felépítésében, a vérnyomás szabályozásában, a vér pH-egyensúlyának fenntartásában, a hormon-, enzim- és immunműködésben. A fehérjék megfelelő mennyiségének és minőségének hiánya a szervezet immunrendszerének leromlásához vezet, azaz szervezetünk nem tud kellően védekezni a mikrobás és vírusos fertőzésekkel,

allergiával, gyulladásokkal és egyéb, például daganatos megbetegedésekkel szemben. A betegségek előidézésében főleg a fehérjehiányos táplálkozásnak van szerepe. A fehérjék hasznosulását a szervezetben a biológiai értékkel fejezzük ki (az anyatejé 100%, azaz teljes hasznosulás). A hús az egyik legfontosabb koncentrált, teljes értékű és jó biológiai hasznosulású (90%) fehérjeforrásunk. Napi 300 g hús elfogyasztása ugyan a teljes fehérjeszükségletünket fedezi, de ez már túlzott húsfogyasztás lenne, ezért ezt más, fehérjetartalmú élelmiszerek fogyasztásával egészítjük ki (1. táblázat).

1. táblázat: A nyers hús kémiai összetétele

Összetevő	Érték	Napi szükséglet (1)
Fehérje, g/100 g (2)	17–21	55 g
Zsír, g/100 g (3)	2–15	80 g
Koleszterin, mg/100 g (3)	50–90	300 mg
Vas, mg/100 g (4)	1,2–1,6	12 mg
Cink, mg/100 g (4)	2,5–3,0	10 mg
B <sub>1</sub> -vitamin, mg/100 g (5)	0,66	1,35 mg
B <sub>6</sub> -vitamin, mg/100 g (5)	0,4	2,6 mg
B <sub>12</sub> -vitamin, µg/100 g (5)	0,8	0,2 µg

- (1) FAO/WHO, 1985
- (2) RODLER, 2005
- (3) ZSARNÓCZAY és ZELENÁK, 2003
- (4) HORVÁTH, 2000
- (5) SOUCI et al., 1981

Az emberi szervezet az élelmiszer-fehérjéket aminosavakra bontja, és ebből építi fel saját fehérjét. Azokat az aminosavakat, amelyeket szervezetünk nem tud előállítani, **esszenciális aminosavaknak** nevezzük. Ez a 20-féle aminosavból 9-et jelent (hisztidin, izoleucin, leucin, lizin, metionin, fenilalanin, treanin, triptofán, valin). Ezeket kívülről, a táplálékkal készen kell bevinni. A húsok ezeket az esszenciális aminosavakat megfelelő arányban tartalmazzák, hasonlóan a tojás-, tej- és halfehérjéhez. Napi 50 g hús elfogyasztása a napi esszenciális aminosav-szükségletünket fedezi (YOUNG et al., 1989). Az élelmiszer-fehérjéket 2 csoportba oszthatjuk. Az elsőrendű vagy komplett fehérjék azok, amelyek valamennyi esszenciális aminosavat a megfelelő arányban tartalmazzák, ezért egyedüli fehérjeforrásként is kielégítőek; ilyenek az állati fehérjék. A másik csoport a másodrendű vagy inkomplett fehérjék, amelyek önmagukban elégtelen fehérjeforrások. Ide tartoznak a növényi fehérjék.

Fentiekből egyértelműen kiderül, hogy a hús nagyértékű fehérjéket tartalmaz, ami teljes mértékben kielégíti a fiziológiai igényeinket.

## Zsírforrás

A **zsírok**nak jelentős biológiai szerepük van: a legnagyobb energiatartalmú tápanyagok, a sejtek nélkülözhetetlen építőkövei, a zsírolható vitaminok hordozói, a bőr alatti zsírszövet mechanikai védőréteg és hőszigetelő réteg. A túlzott zsírbevitel azonban – kiegészülve a mozgásszegény életmóddal – szerepet játszik a szív- és érrendszeri, a cukor-, az epekőbetegségek gyakori előfordulásában, továbbá a magas vérnyomás, az érlemeszesedés és az infarktus kialakulásában.

A zsír a húspan zsírszövet formájában van jelen. Ez lehet jól látható felületi zsírszövet vagy az izmon belüli, márványozottságot adó zsiradék. Az előbbit el lehet távolítani, az utóbbit gyakorlatilag nem. A zsírnak közel 75%-a a sertésnél a bőr alatti, tehát a felületi zsírszövetben található, 25%-a pedig az izmok közötti, ún. intramuszkuláris zsiradékban. Ha tehát csökken a felületi zsiradék mennyisége, úgy csökken az intramuszkuláris is. A zsírtartalom függ az állat fajától, fajtájától, korától, nemétől, takarmányozásától és természetesen a húsrész fajtájától (CSAPÓ, 2004).

A húsboltokban, henteseknél az ún. kereskedelmi húst vásároljuk meg, ami a lehúzott, azaz bőr és szalonna nélküli félttest. Ezt darabolják és csomagolják. Ha összesítjük a kereskedelmi húsrészek zsírtartalmát, átlagosan 10,5% zsírtartalmat kapunk, a sovány sertéshústra pedig 2,5%-ot (MIHÁLYINÉ, 1996), vagyis a sertéshús zsírtartalmáról általánosságban beszélni értelmetlen és megtévesztő, tehát az a megállapítás, miszerint a sertéshús zsíros, így nem igaz (lásd 1. táblázat). Ugyanez mondható el a marhahúsrészekre is. A hétköznapi emberek (és sajnos a szakemberek nagy része) nincsenek tisztában a húrok valódi zsírtartalmával. Ezt bizonyítja egy 1989-ben Angliában, 405 gyakorló orvos körében végzett felmérés arról a véleményükről, hogy mennyi a sovány sertéshús zsírtartalma. A válaszadók közül a legtöbben (20%) a 10–14% zsírtartalmat választotta, de a 30–34% is nagy számban szerepelt (12%). Ezt a kérdést egy hazai konferencia előtt feltettük a magyar szakembereknek is. A legtöbben itt is helytelenül válaszoltak (INCZE és CSAPÓ, 2000).

Az állati szervezetben lévő lipidek (zsírok) egy része a sejtmembrán felépítésében vesz részt (foszfolipidek, koleszterin), másik része triglicerid formájában lerakódott zsír. A trigliceridek tulajdonságait a glicerinnel kapcsolódó 3 molekula **zsírsav** határozza meg, azok lánc hosszúsága (rövid, közepes, hosszú), telítettsége (telített /SFA/, egyszeresen telítetlen /MUFA/, többszörösen telítetlen /PUFA/) (ZSINKA, 1997). A kérődző állatokban – bendőjük redukáló mikroflórája révén – több telített zsírsav rakódik le, ami kedvezőtlen egészségügyi szempontból, mivel növeli a koleszterinszintet, ezáltal elősegítheti a szív- és érrendszeri megbetegedéseket (KELLY, 2002). A húrok jelentős mennyiségű egyszeresen telítetlen zsírsavat (elsősorban olajsavat) tartalmaznak, ami kedvező élettani hatású. A többszörösen telítetlen zsírsavak mennyisége – ami szintén kedvező élettani hatású – nem jelentős.

Az állatok zsiradékának zsírsavösszetételét az állat faja, kora, neme, de főleg a takarmányozás módja befolyásolja (MAVROMICHALIS, 2001; NILZÉN et al., 2001). A takarmányok a saját zsírsavtartalmuk révén befolyásolják az állat húsanak és zsírjának zsírsavösszetételét összetett gyomrú állatoknál kevésbé, ez azonban túlzott mértékű telítetlenzsírsav-bevitel esetén a hús érzékszervi minőségének romlásával jár (SHEEDER et al., 2001), hiszen minél több a telítetlen kötések száma, annál érzékenyebb a zsiradék az oxidációra, ami a szalonna puhulásához és avasodáshoz vezet. A nem megfelelő keménységű szalonna komoly problémát jelenthet a húskészítménygyártás során. Ezért az elmúlt években kiterjedt kutatásokat folytattak annak eldöntésére, hogy milyen arányban szerepelhet telítetlen zsiradék az állatok takarmányában, milyen és mennyi antioxidáns-kiegészítésre van szükség az oxidáció késleltetésére (AUROUSEEAU et al., 2004; DAZA et al., 2005).

Az állati zsírok és húсок – főleg a sertéshús – legtöbbször támadott összetevője a **koleszterin**. Pedig a koleszterin minden állati sejtnak az alkotórésze, az agyvelő és a többi idegszövet 10%-ban koleszterinből áll. A koleszterin az alapanyaga a D-vitaminnak és a szteroid hormonoknak. 20–30%-a epesavak termelésére fordítódik, kis mennyisége pedig a szövetek regenerálódására. A növényi olajok a koleszterinhez hasonló fitoszteroidokat tartalmaznak, amelyek rosszul szívódnak fel, és gátolják a koleszterin felszívódását is. Koleszterin termelésére minden sejtünk képes, külső felvétel hiányában a sejtek megtermelik a saját szükségletüket kielégítő mennyiségű koleszterint. Külső forrásból történő felvétel esetén érdemi koleszterinszintézis csak a májban, a bélhámsejtekben és a bőrben zajlik. Viszont az emberi szervezet egyetlen sejtje sem képes a koleszterin gyűrűjét bontani. A koleszterin eltávolításának egyetlen módja, hogy a máj az epével részben koleszterin, részben epesav formájában a bélbe juttatja, és az ott a széklettel együtt kiválasztásra kerülhet (CSAPÓ, 1999).

A szervezetben lévő koleszterin 76%-a belső szintézisből származik. A táplálékkal felvett 24% koleszterinből átlagosan 60% szívódik fel (McNAMARA, 1987). A táplálék koleszterintartalmának növekedése növeli a vér koleszterinszintjét. A húсок koleszterintartalma viszonylag kicsi (ZSARNÓCZAY és ZELENÁK, 2003) (lásd 1. táblázat).

### **Ásványianyag-forrás**

Az ember egészséges élete elképzelhetetlen megfelelő mennyiségű és helyes arányú ásványianyag-ellátás nélkül. Ezek az anyagok biztosítják a sejtek, szövetek rugalmasságát, felelősek a fehérjék oldatban tartásáért, részt vesznek az idegvezetésben, a vér sav-bázis egyensúlyában. Az anyagcsere-folyamatok során állandóan veszítünk ásványi sókat, amelyeket ivóvízzel, de főleg az élelmiszerek útján pótolni kell. Kiemelkedő a húсок vastartalma. A **vas** központi szerepet játszik a vörösvértestek felépítésében, a szervezet oxigénellátásában. A vas a vörös színt adó húspigment

központi eleme. Minél vörösebb színű tehát a hús, annál nagyobb a vastartalma. Szintén nagy mennyiségben fordul elő a húsokban a **cink**. A cink részt vesz az enzimek működésében, biztosítja a sejtek épségét, szabályozza az izmok összehúzódó képességét, elősegíti az inzulin képződését, szerepet játszik a szaporodószervek kialakulásában, és hozzájárul a szellemi frissesség megőrzéséhez. A szervezet sokkal könnyebben fel tudja venni ezeket az elemeket a húsfélékben előforduló szerves kötésű vegyületekből, mint más, például növényi eredetű táplálékból (HORVÁTH, 2000) (lásd 1. táblázat).

### **Vitaminforrás**

Az emberi szervezet életműködésének fenntartásához nemcsak olyan tápanyagok kellenek, amelyek energiát szolgáltatnak (zsírok, fehérjék, szénhidrátok), hanem olyan természetes szerves vegyületek is, amelyekből csak kis mennyiségre van szükség. Ilyenek a vitaminok, amelyek nélkülözhetetlenek, mert szabályozzák az anyagcserét, az energiaforgalmat, az enzimműködést és a szervezet megújítását.

A húsok a **B-vitamin-csoport** tagjait (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niacin, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>) tartalmazzák jelentős mennyiségben. A B<sub>1</sub>-vitamin (tiamin) hiánya a beriberi betegséget okozza, ez elégtelen táplálkozás, illetve finomított szénhidrátokra épülő egyoldalú táplálkozás esetében alakul ki. A sertéshús B<sub>1</sub>-vitamin-tartalma kiemelkedő, amely más állatok húzához viszonyítva ötszörös mennyiségű. A B<sub>6</sub>-vitamin (piridoxin) döntő szerepet játszik az enzimes folyamatokban. Hiánytünetei nem jellegzetesek. Az alkoholisták körében a piridoxinhiányt 20–30%-os gyakorisággal észlelték, de az idősök között is gyakori (VIR és LOVE, 1977). A húsok jó B<sub>6</sub>-vitamin források. A növényekben glikozidkötésben fordul elő, és ez kevésbé szívódik fel, mint a húsokban lévő B<sub>6</sub>-vitamin (SAUBERLICH, 1985). A B<sub>12</sub>-vitamin (kobalamin) elengedhetetlen az emberi szervezet működéséhez, ugyanis valamennyi sejtünk igényel B<sub>12</sub>-vitamint. Hiányában a sejtnövekedés és osztódás gátolt. Legjellegzetesebb hiánytünetei az anémia (vérszegénység) és az idegrendszeri elváltozások. A természetben csak a mikroorganizmusok képesek a B<sub>12</sub>-vitamint szintetizálni. Ilyen baktériumok a kérődzők bendőjében megtalálhatóak, viszont az összes többi állat és az ember számára is nélkülözhetetlen a B<sub>12</sub>-vitamin táplálékkal történő felvétele, amely csak állati eredetű élelmiszerekkel lehetséges. A húsok a legfontosabb B<sub>12</sub>-vitamin-források (lásd 1. táblázat), mivel a húsból jó hatásokkal szívódnak fel, mintegy 60–80%-ban (DOSCHERHOLMEN et al., 1978). Ezzel szemben a tojás B<sub>12</sub>-vitaminja rosszul hasznosul a szervezetben (LEVINE és DOSCHERHOLMEN, 1983).

A fenti összefoglalásból látható, hogy a húsok és a belőlük készült húskészítmények nélkülözhetetlenek a táplálkozásunkban. Ez különösen igaz a várandós és szoptató anyák (BARNA, 2006) és a kisgyermek (BARNA, 2000) táplálkozására. A húst fogyasztó kisiskolás

gyermekek ugyanis jobban haladnak a tanulásban, jobban figyelnek, és fizikailag is jobban terhelhetők (NEUMANN et al., 2007). Természetesen a felnőttek és az idősek étrendjéből sem hiányozhatnak a húsok és húskészítmények (GREINER és DOMONKOS, 2000).

## **2.2. Húskészítményekben felhasználható adalékanyagok, szerepük és megítélésük**

A húskészítményeket adalékanyagok nélkül is elő lehet állítani. Az adalékanyagok azonban egyaránt szolgálják a fogyasztók védelmét, valamint a gyártó és kereskedő biztonságát. Adalékanyagok nélkül gyorsabban romlanának el a készítmények mikrobás vagy kémiai okok következtében, hiszen a hűtés csak korlátozott mértékben nyújt védelmet; fontos tápanyagok, mint például a vitaminok, zsírsavak, oxidáció révén gyorsabban elvesznének; a termékeket kevésbé frissnek éreznék; a termékek megjelenése nem volna olyan kívánatos (pl. elszíneződés miatt).

A húskészítmények alapanyagai a húseredetű nyersanyagok: különböző állatok húsa, a zsiradékok, a belsőségek, az egyéb termékek (kollagénfehérje-, vérfehérje-készítmények, húskivonatok). Egyéb összetevők a jelleg- és ízkialakító anyagok. Ez utóbbi csoportba tartoznak az adalékanyagok, a víz, a fűszerek, a konyhasó és a fehérjekészítmények (szója-, tejfehérje). A 1333/2008/EK rendelet 3. cikke szerint „Élelmiszer-adalékanyag bármely olyan anyag, amelyet – tekintet nélkül arra, hogy van-e tápértéke vagy sem – élelmiszerként általában önmagában nem fogyasztanak, és nem használnak élelmiszerek jellemző összetevőjeként, továbbá amelynek az élelmiszerek gyártása, feldolgozása, elkészítése, kezelése, csomagolása, szállítása vagy tárolása során az élelmiszerhez technológiai célból történő szándékos hozzáadása azt eredményezi, vagy ésszerűen elvárhatóan azt eredményezheti, hogy önmaga vagy származékai közvetlenül vagy közvetve az élelmiszer összetevőjévé válnak”. Az élelmiszer-adalékanyagok felhasználásának szabályai vannak: engedélyezettnek kell lennie; az emberi szervezetre ártalmatlannak kell lennie, amit toxicitási vizsgálatokkal bizonyítani kell; a szervezetbe kerülő mennyisége a megengedett napi bevitel alatt kell legyen; használata technológiailag indokolt legyen (eltarthatóság növelése, érzékszervi tulajdonság javítása, tápérték megőrzése); összetétele állandó legyen; a jelenlétéről a fogyasztót tájékoztatni kell (SOHÁRNÉ, 1998). Az élelmiszerekhez felhasználható adalékanyagokat a Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-95/2 előírás rögzíti. Az adalékanyagok csoportosítását és azonosítását az Európai Közösség által 1960-ban kifejlesztett egységes E-számozási rendszer tartalmazza. A csoportok között vannak átfedések, többfunkciójú adalékanyagok is megjelentek.

A fontosabb adalékanyag-csoportokat a következőkben foglalom össze.

## Tartósítószer

A húst a vágás pillanatában még nem szennyezik, illetve fertőzik mikrobák. A vágási műveletek során, valamint az azt követő feldolgozási lépések alatt, továbbá a tárolás során azonban ki van téve annak, hogy a környezetből mikrobákkal szennyeződjön. A hús és a húskészítmények kiváló tápanyagforrással szolgálnak a mikrobáknak, ezért, ha nem védekezünk ellenük, ezek elszaporodhatnak és egészségügyi vagy romlásveszélyt okoznak. A tartósítási eljárás célja, hogy csökkentse a kezdeti csíraszámot vagy gátolja a túlélő mikrobák elszaporodását, így növelve a termék eltarthatóságát. A tartósítás történhet: fizikai (hőkezelés, hűtés, fagyasztás, vízelvonás), kémiai (tartósítószer alkalmazása) vagy mikrobiológiai eljárással (starterkultúrák alkalmazása) (INCZE, 1995).

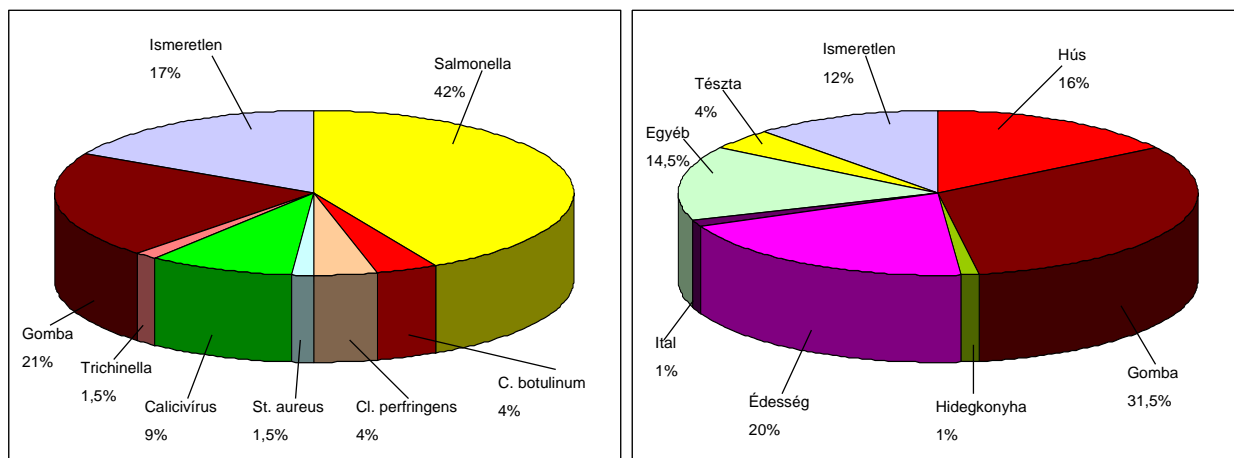
A legfontosabb tartósítószer:

- **Nitrit, nitrát:** Részletes ismertetése a 2.4. fejezetben.
- **Ecetsav és sói (acetátok):** Csökkentik a pH-értéket, amit a mikrobák nehezen tudnak elviselni, de specifikus gátlóhatásuk is lehet. Az ecetsavat (E 260) a szúrós szaga miatt ritkán alkalmazzák a húsiparban, inkább a nátrium sóját, a nátrium-acetátot (E 262) használják.
- **Tejsav és sói (laktátok):** A tejsavat (E 270) a vágott test felületének csírátlanítására kezdték használni, azonban hatásos a nyers darált húsok mikrobaszámának csökkentésére is 0,2%-os mennyiségben (SINKA et al., 2005). A nátrium-laktát (E 325) használata a húskészítményekben az utóbbi 20 évben terjedt el. 3%-os mennyiségben alkalmazva eredményesen gátolja a patogén és romlást okozó mikrobák szaporodását. Ezen felül javítja a húskészítmények érzékszervi tulajdonságait, teltebbé, aromásabbá teszi az ívét (NAGYNÉ et al., 2001).
- **Szerves savak és sóinak keveréke:** A legújabb eredmények alapján a laktát és az acetát keveréke 3%-os mennyiségben eredményesen gátolja a *Listeria monocytogenes* szaporodását vörösáruban (NAGYNÉ et al., 2001) és szárazáruban egyaránt (GASPARIKNÉ és ZSARNÓCZAY, 2006).
- **Szorbinsav és sói:** Hatásmechanizmusuk azon alapul, hogy számos enzim – így például a laktát-dehidrogenáz – működését gátolja. A szorbinsavat (E 200) és a kálium-szorbátot (E 202) korábban a szárazárú felületkezelésére, a penész és élesztő gátlására használták 5–10%-os mennyiségben. Újabban azonban a húskészítményekbe is belekeverik 0,2%-os mennyiségben.
- **Bakteriocinek:** Ezeket a mikrobagátló anyagokat a különböző tejsavbaktériumok termelik, amelyek elsősorban a fermentációban játszanak szerepet. Célszerű a fermentációhoz olyan starterkultúrát használni, amelyik egyben bakteriocinek is termel, hiszen ezáltal egy lépésben megtörténik a fermentáció és a tartósítás is. Ilyen például a *Lactobacillus sakei*, ami szárazárúban jól gátolta a *Listeria monocytogenes* szaporodását (KROMMER et al., 2000).

Egy tartósítási eljárás soha nem lehet tökéletes, abban az értelemben, hogy az a nyers és hőkezelt termékek esetében teljes mikrobapustulást, azaz sterilitást eredményezne. Ezért is fordul elő



minden évben élelmiszer-fertőzés és -mérgezés. Az Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet adatai szerint ez 2009-ben a 2. ábrán bemutatott mértékben fordult elő.



2. ábra: 2009. évi élelmiszer-eredetű megbetegedések kórokozó (eseményszám) és közvetítői élelmiszer szerinti megoszlása (OÉTI adatbázis)

A 2. ábráról látható, hogy Magyarországon 2009-ben – hasonlóan az előző évekhez – még mindig a *Salmonella* (42%) okozza a legtöbb megbetegedést. Ezt követi a mérgező gomba (21%). A *Clostridium botulinum* okozta megbetegedések aránya sajnos elég nagy, 4%, ugyanannyi mint a *Clostridium perfringens*. A legtöbb megbetegedést a gomba (31,6%), majd az édességek (19,7%) okozták, ezt követi a húsok és húskészítmények (15,8%) által okozott megbetegedések aránya. 2009-ben összesen 76 esetben fordult elő élelmiszer-fertőzés vagy -mérgezés, ami összesen 846 beteget jelentett. A 76 esetből a legtöbbet gombakészítmény fogyasztása okozta (24 eset), majd az édesség (15 eset) és a hús vagy húskészítmény (12 eset).

A 2. táblázatban a 2009. évi élelmiszer-eredetű megbetegedések előfordulási hely szerinti megoszlását mutatom be.

2. táblázat: 2009. évi élelmiszer-eredetű megbetegedések előfordulási hely szerinti megoszlása (OÉTI adatbázis)

Előfordulás hely	Esetszám
Magánháztartás	45
Vendéglátóipar	10
Munkahelyi étkezés	6
Iskolai, óvoda, bölcsődei étkezés	5
Egészségügyi intézményi étkezés	0
Szociális otthon	1
Üdülők, táborok	1
Húsüzem	0
Tejüzem	0

Cukrászüzem	1
Élelmiszer-forgalmazó	0
Egyéb	5
Ismeretlen	2
<b>Összesen</b>	<b>76</b>

A megbetegedések legnagyobb részt a magánháztartásokban (59%) fordulnak elő, majd a vendéglátóiparban (13%) és a különböző étkezdékben. 2009-ben húszüzemből nem került ki megbetegedést vagy mérgezést okozó termék. Ez azt jelenti, hogy a húsok és húskészítmények élelmiszer-biztonsági szempontból kifogástalanok, és az üzemek higiéniai körülményei is megfelelőek.

### **Antioxidánsok**

Az antioxidánsoknak minden olyan termékben fontos szerepük van, amelyek zsiradékot tartalmaznak, azonban csak akkor hatásosak, ha jó minőségű a nyersanyag, megfelelő a feldolgozási folyamat, a csomagolás és a tárolási feltételek. Az avasodást, vagyis a lipidek peroxidációját, az aktív oxigént tartalmazó rendszerben a telítetlen zsírsavak nagyfokú instabilitása okozza. Ez az autooxidációs folyamat az élelmiszerben nemkívánatos íz- és szagelváltozáshoz, tehát az élvezeti érték csökkenéséhez vezet. A reakcióban az elsődlegesen képződött termék a peroxid, amelynek mennyisége jól mérhető. A reakció láncreakció, amelynek beindulását fémionok katalizálják. Ha a reakció beindul, már nem lehet leállítani. Az antioxidánsok szerepe, hogy leállítják a szabad gyökök képződését, meggátolva ezzel a láncreakció beindulását. Az antioxidánsokat a hatásmechanizmusok szerint az alábbi csoportokba oszthatjuk (MIHÁLYINÉ és RÉKASINÉ, 1995):

- *Megelőző antioxidánsok:* Képesek abszorbeálni a jelen lévő oxigént, ilyen például a tokoferol (E 308) vagy az aszkorbil-palmitát (E 304), amely az aszkorbinsav zsírsavésztere.
- *Antioxidánsok:* Megszakítják az oxidációs láncot. Ezek általában szubsztituált fenolok, pl. BHA (E 320), BHT (E 321), amelyek képesek reagálni egy peroxid szabad gyökkel.
- *Antioxidáns szinergisták:* Ezek általában szerves savak, például aszkorbinsav (E 300) vagy sók, például nátrium-aszkorbát (E 301), vagy a tejsav (E 270) és a nátrium-laktát (E 325), amelyek képesek megkötni a réz- és vasionokat inaktív komplexek képzése révén. Ebbe a csoportba sorolják a szintén antioxidáns tulajdonságú polifoszfátokat (E 450) és a **nitritet** is.

Vannak olyan fűszerek, amelyek természetes hatóanyagaiknál fogva antioxidáns tulajdonságúak. Ilyenek például a rozmarying, zsálya (NAGYNÉ, 2001) vagy a mustármag (ZSARNÓCZAY és JÓNÁS, 2006). Már 0,01% rozmarying kivonat vagy 1% mustármag hatását azonosnak találták a 0,01%-ban használt szintetikus BHT hatásával.

## Állományjavítók

A húsipar számos állományjavító anyagot használ. Ezek – szerepük szerint – lehetnek: emulgeálószeres, módosított keményítők, stabilizátorok, sűrítőanyagok, zselésítőanyagok. Minden elnevezés esetén a cél a nem keveredő fázisból (zsír, víz) homogén keverék kialakítása, a viszkozitás és a sűrűség növelése. A húsipar szinte minden termékében használja állományjavítóként a különböző foszfátkészítményeket (E 450, 452), valódi jelentőségük a hőkezelt termékekben van. Ide sorolhatók még a citrátok (E 331), a gliceridek (E 471), pektinek (E 440) és a hidrokolloidok. Ez utóbbiak poliszacharidok. Ide tartoznak a tengerialga-kivonatok, úgy mint agar-agar (E 406), alginátok (E 401), karragenátok – másnéven gyöngyuzmó – (E 407); magörlemények, pl. szentjánoskenyérmag-liszt (E 410), guar-gumi (E 412), a bioszintetikus anyagok (*Xantomonas campestris* baktérium által kiválasztott nedv) a xantán-gumi (E 415) (NAGYNÉ, 1995).

## Színezékek

A szín a húskészítmények egyik legfontosabb minőségi jellemzője, hiszen a fogyasztó elsősorban e tulajdonság szerint ítéli meg a terméket a vásárláskor. A húskészítmények jellegzetes piros színének a **nitrit** hatására történő kialakulásáról a 2.4.3.1. fejezetben írok részletesen.

A húsiparban színezékként csak a kárminsavat (E 120) szabad használni, de mint fűszer, használható a paprikaolaj vagy -kivonat is. A kárminsav a *Coccus cocti* nőstény pajzstetű szárított darabjaiból származó festékanyag. Mexikóban, Peruban, Hondurasban, Ecuadorban, a Kanári szigeteken és Jáván a tetveket a *Nopalea coccinelifera* kaktuszon tenyésztik. 1 kg pajzstetű kb. 50 gramm kárminvörös festékanyagot ad. A kárminsav növeli a húskészítmény vörösszínárnyalatát és annak telítettségét, azonban nagyobb koncentrációban alkalmazva lila (mű) színűvé teszi a terméket, amit a fogyasztók már nem fogadnak el. A korábban engedélyezett *Monascus* (fermentált rizs) kedvezőbb tulajdonságokkal bírt, de ezt a színezéket a toxikusnak mondott citrinin (mikotoxin) miatt betiltották (ZSARNÓCZAY és KOVÁCS, 1999).

## Ízerősítők

A húskészítmények ízletesebbé tétele elsősorban fűszerekkel és aromaanyagokkal, kisebb mértékben ízfokozó anyagokkal történik. Ez utóbbiak olyan adalékanyagok, amelyek már nagyon kis mennyiségben alkalmazva is sokszorosán felerősítik az élelmiszerek ízét, zamatát. A legismertebb ízfokozó anyagok a glutaminsav (E 620), illetve ennek nátriumsója, a nátrium-glutamát (E 621), valamint az inozinsav (E 630) és a nátrium-inozinát (E 631). Ezek az anyagok természetes összetevői számos élelmiszernek, például a csirkehús glutamát-tartalma 33, a parmezánsajté 1200, a paradicsomé 292, az anyatejé 22 mg/100 g (GUION, 1994). A nátrium-

glutamát a saját ízét tekintve közel áll a hús és a hal ízéhez. Ez a maximális ízerősség 0,8% sókoncentráció mellett jelentkezik. Mennyisége húskészítményekben 0,1–0,5%. Nagyobb koncentrációban az arra érzékenyeknél jelentkezhet az ún. kínai étterem szindróma, ami izzadással, fojtó melegérzéssel és fülzúgással jár együtt. A nátrium-glutamát elterjedését az élelmiszeriparban az is jelzi, hogy a fémes ízzel együtt a glutamátot is felvették a 4 alapíz (édes, sós, savanyú, keserű) mellé (ZSARNÓCZAY, 1998).

### 2.3. Fogyasztói igények

A fogyasztók élelmiszer-fogyasztására jellemző, hogy a bizalmi jellegű tulajdonságai egyre inkább előtérbe kerülnek, míg az érzékszervi tulajdonságok (élvezeti érték, íz, állomány) háttérbe szorulnak. Egyre fontosabb tényező az egészségügyi (összetétel, adalékanyag-mentesség, biotermékek) és az etikai (hazai termék, hagyományos termék, állatvédelem) tényezők (SCOTT, 2010). Emellett megjelent a kényelmi tényező is (félkész termékek, előrecsomagolt, kis kiszerelesű húskészítmények) (HÁMORI és HORVÁTH, 2009).

A fogyasztók táplálkozással kapcsolatos kérdések iránti érdeklődése az utóbbi évtizedben nőtt. A magyar fogyasztók 70%-át érdeklik az élelmiszerekkel kapcsolatos információk, amelyek a legkülönbözőbb helyekről szerezhetők be. Az első helyen áll a tv (35%), ezt követik az újságok és magazinok (30%), a baráti kör (15%), a szakkönyvek és az orvosi tanácsok (8-8%), végül az internet (4%). Sajnos azonban nem minden hírforrás állítása igaz, nagyon sok a téves információ, a félremagyarázás, illetve a különböző érdekekből történő közlés. Ezek leginkább az internetre igazak. A magyar átlagfogyasztó számára az élelmiszerek címkéjén lévő legfontosabb információ a tápértéktáblázat (40%), majd az összetevők listája (15%) (DÖMÖLKI, 2007). Vannak azonban olyan fogyasztói rétegek, amelyeknél elsődleges szempont a termék összetétele, e tekintetben külön igény, hogy adalékanyag-mentes, azaz E-szám mentes legyen. Ők az **egészségtudatos** vásárlók, köztük a bioélelmiszereket fogyasztók. Ebben a fogyasztói szegmensben tévesen az a tudat él, hogy ami bio, az egészséges, nem tartalmaz vegyszert, nagyobb a vitamintartalma, nagyobb a táplálkozási értéke, élelmiszer-biztonsági szempontból aggálytalan, GMO-mentes, gyártói jobban odafigyelnek az állatjólléti szempontokra. A fogyasztók ezekért a vélt tulajdonságokért hajlandók magasabb árat is megadni (SZENTE, 2009). (Megjegyzem, hogy ezek a fogyasztók úgy gondolják, hogy minden, amelynek van E-száma, az az egészségre káros adalékanyag. Így nincsenek tisztában azzal, hogy több E-számú adalék kedvező egészségi hatású, például E 300 – C-vitamin, E 308 – E-vitamin, E 260 – ecetsav, E 270 – tejsav, E 330 – citromsav.) Megjelentek azonban az **árérzékeny** fogyasztók is, vagyis akiknél a legfontosabb szempont a termék ára (ZSARNÓCZAY és KOVÁCS, 2010). Ez pedig azt jelenti, hogy a legdrágább összetevő (hús) helyett nagy fehérjetartalmú élelmianyagot (pl. bőrke, ín, szója), színezéket, állományjavító és ízerősítő adalékanyagokat kell

felhasználni. Ugyanakkor az utóbbi években reneszánszukat élik a hagyományos, **őshonos magyar állatfajták**, mint például a mangalica (SZAKÁLY et al., 2010) és a szürkemarha (ZELENÁK et al., 2004), melyek iránt évről-évre nő az igény; az **elfeledett állatok**, mint például a nyúl (LUGASI, 2007; KOVÁCS et al., 2010) vagy a **különleges állatok**, mint például a strucc (MAGYAR, 2008) vagy az emu, amelyek húsából már sonka és virsli is készül (SZALONTAI, 2010). Újból felfedezték a **vadakat**, ezek húsából kiváló sonkákat és szárazárakat lehet gyártani (LUGASI, 2006). A **funkcionális** (ZSARNÓCZAY, 2003) és **kényelmi** (ZSARNÓCZAY, 2001) élelmiszerek térhódítása is újabb és újabb adalékanyagok alkalmazását teszi szükségessé.

A kereskedelmi láncok egyre **hosszabb eltarthatósági idejű** termékeket kívánnak – például 30 napos nyers hús, 120 napos felvágott –, ez pedig a tartósítószer alkalmazását jelenti.

A húsiparnak tehát minden fogyasztói igényt ki kell elégítenie, vagyis olyan termékeket is gyártania kell, amelyek minimális adalékanyagot tartalmaznak, de mikrobiológiailag ennek ellenére biztonságosak, valamint olcsó, de sok adalékanyagot tartalmazó húskészítményeket is.

#### 2.4. Nátrium-nitrit

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 (CASSENS, 1990). 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 0,4-0,5%, ettől eltérően az Egyesült Államokban 6,25% (INCZE, 2004). Magyarországon a 0,5% nátrium-nitrit-tartalmú sókeverék használata az 1960-as évekre nyúlik vissza (VADÁNÉ, 1991). A nitrátot közvetlenül lehet használni (miután ez nem toxikus) nyersen érlelt, darabos termékek pácolására, a kedvező hatás kifejtéséhez itt hosszabb időre van szükség, hiszen először a nitrátnak redukálnia kell nitritté.

A húskészítményekhez az alábbi nitrit- és nitrátvegyületek használata engedélyezett:

– kálium-nitrit – E 249

- nátrium-nitrit – E 250
- nátrium-nitrát – E 251
- kálium-nitrát – E 252

Mint már korábban ismertettem, a nitrát nitrátredukáló baktériumok és enzimek által nitráttá alakul át, amely egy többfunkciós adalékanyag. Bakteriosztatikus és sporosztatikus hatású, gátolja a mikrobák, elsősorban a kolbászmérgezést okozó *Clostridium botulinum* mikroba szaporodását és a toxikus hatású 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 hozzájárul a nitrózaminok kialakulásához.

A következőkben részletesen elemzem ezeket a kérdéseket.

#### 2.4.1. Élelmiszer-biztonsági hatás

A múlt században oly sok halálos kimenetelű kolbászmérgezést (botulizmust) a *Clostridium botulinum* baktérium toxinja okozta. A mérgezés – a nevéből adódóan – olyan nyers kolbászok fogyasztása révén történt, melyek gyártása során nem használtak nitrátot vagy nitritet (még ma is előfordul a házivágásoknál).

A *Clostridium botulinum* talajeredetű mikroba, onnan kerül az élelmiszerláncba, rendszerint az állaton keresztül. A jó higiéniai gyakorlat a vágásnál minimalizálja a *C. botulinum* előfordulását, de nincs rá módszer, hogy teljesen kiküszöböljük. A *C. botulinum* növekedésének és toxintermelésének kedvez a húsookban és húskészítményekben lévő viszonylag nagy víztartalom, a kis sótartalom, a kis savtartalom, az oxigénszegény vagy -mentes környezet és a minimális szaporodási hőmérséklet feletti érték. A *C. botulinum* jellemzőit a 3. táblázatban mutatom be (BOEREMA és BRODA, 2004).

3. táblázat: A *Clostridium botulinum* jellemzői (BOEREMA és BRODA, 2004)

	I. csoport	II. csoport
Toxin típusa	A, B, F	B, E, F
Fehérjebontó tulajdonság	+	-
Gátló pH-érték	4,6	5,0
Gátló sókoncentráció, %	10	5

Minimális vízaktivitás	0,94	0,97
Minimális szaporodási hőmérséklet, °C	10	3,3
Optimális szaporodási hőmérséklet, °C	35–40	18–25
A spórák D <sub>100</sub> -értéke, perc	25	<0,1

A leggyakoribb toxin az A (főleg az amerikai kontinensen fordul elő) és a B (főleg Európában). Az E típus, amely a tengeri élőlényekben (halak, kagylók, rákok) található, Észak-Európában, Kanadában, Alaszkában és Japánban gyakori. A botulizmus Ausztráliában és Új-Zélandon csak elvétve fordul elő.

A *Clostridium botulinum* baktérium által termelt toxin exotoxin, amely az idegrendszerben az ingerület-áttevődést zavarja meg, és így súlyos zavarokat, a mozgató rendszerben görcsöket okoz, ami a légzőizmok bénulása miatt gyorsan halálhoz vezet. E toxin a ma ismert egyik leghatásosabb méreganyag, már 30 pg/testtömeg kg halált okoz (ez egy 80 kg-os felnőtt ember esetében 0,0024 mg). Érdekesség, hogy napjainkban a szépségipar felhasználja a *Clostridium botulinum* toxinját (BOTOX-ként ismerjük). A kezelés során igen kis mennyiségű toxint fecskendeznek be az arcbőrbe, aminek hatására a méreg megbénítja a mimikai izmokat, így azok egy ideig képtelenek lesznek a ráncok kialakítására. A hatás csupán időleges, a toxin lebomlásával az izmok újra képesek működni. Hosszan tartó vagy többszöri kezelés hatására azonban az arcizmok visszafordíthatatlanul sorvadnak, így a kevésbé szerencsés páciensek arca jellegzetesen kifejezéstelenné, merevvé válik (SZIGETI, 2010).

INCZE és DELÉNYI (1979) kísérleteikben a nitrittel és anélkül készült szárazárakat *Clostridium botulinum* B típusú spórával oltották be. Az érlelés 2. hetében a nitrit nélküli kolbász kivonatóval beoltott egerek 100%-ban elpusztultak, míg a nitrites szárazáru kivonatóval beoltott egerek egyike sem. A 3. hétre azonban már egyik minta sem okozott egérelhullást. Ennek magyarázata, hogy a friss termék vízaktivitás-értéke elég nagy (0,96) ahhoz, hogy lehetővé tegye a spórák csírázását, kihajtását, és a vegetatív alakok toxintermelését, még akkor is, ha a hőmérséklet meglehetősen alacsony (14 °C). Ha nitrites pác-só is van jelen, akkor javul a helyzet, és az alacsony hőmérséklet, kis vízaktivitás és a nitrit kombinált hatása már elegendő a baktérium gátlásához. Nitrit hiányában a vízaktivitásnak tovább kell csökkennie ahhoz, hogy a gátlóhatás kialakuljon. Ilyen határesetekben tehát a nitrit valóban megakadályozza a toxintermelést. Az érlelés alatt a baktérium és a botulinumtoxin inaktiválódott, az érlelés végére elvesztették toxicitásukat. (Itt valószínűleg az anyagcsere-kimerülés jelensége állt fenn, amit a 2.4.2. fejezetben ismertettek.)

VERKLEIJ és munkatársai (2006) mesterséges oltásos kísérleteik során megállapították, hogy a nitrit nélküli szárazáruban korán megjelent a *C. botulinum*, és 6 héten belül toxin is képződött a 10 °C hőmérsékleten történő tárolás folyamán. Már 54 mg/kg nátrium-nitrit alkalmazásával ez az idő 12 hétre nőtt. Szerintük 80 mg/kg bevitt nátrium-nitrit már megfelelő gátlást eredményez.

A nitrit *C. botulinum*-ot gátló hatása a spórák csírázást követő kihajtásának gátlásában nyilvánul meg. A nitrátnak ilyen közvetlen hatása nincs, de a hosszan érlelt termékekben, mint nitritrezervoár játszik fontos szerepet. WEBER (2004) szerint 80 mg/kg nátrium-nitrit-koncentrációnál a *C. botulinum* működése már gátolt, 200 mg/kg mennyiségnél pedig a csírák már teljesen inaktiválódnak. A nitrit hatását erősíti az aszkorbát (INCZE, 2004), a 0,2% mennyiségű szorbinsav (SOFOS et al., 1979), 0,3% kálium-szorbát (SOFOS et al., 1980), valamint a 0,05% mennyiségű EDTA. Ez utóbbi hatása azzal magyarázható, hogy komplex kötésbe zárja a hemben lévő vasat (TOMPKIN et al., 1979). A nitrit hatását a vas rontja. Ezzel magyarázható, hogy a nagy vastartalmú termékekben (májjas készítmények) a nitrit nem mutat gátlóhatást (INCZE, 2004).

#### 2.4.2. Tartósító hatás

A nitrit nemcsak a *Clostridium botulinum* szaporodását képes gátolni, hanem a romlást okozó és egészségügyi veszélyt kiváltó más mikrobákat is.

150 mg/kg nátrium-nitrit és 2,2% nátrium-klorid teljes mértékben gátolta a **kóliform** mikrobák szaporodását hagyományosan érlelt szárazkolbászban. A *Staphylococcus aureus* szaporodását nem gátolta, de a toxintermelését igen, vagyis az élelmiszer-mérgezést okozó enterotoxin kialakulását a nitrit teljes mértékben gátolja (BANG et al., 2008). A *Staphylococcus aureus* szaporodását 15% nátrium-klorid gátolja, de az már olyan nagy koncentráció, ami húskészítményekben nem valósítható meg (OCKERMAN és BASU, 2004). 100 mg/kg nátrium-nitrit valamelyest csökkentette a *Clostridium sporogenes* mikrobák számát hőkezelt húskészítményben (YETIM et al., 2006), valamint a *Clostridium perfringens* számát is (ROBERTS és SMART, 1974). A *Listeria monocytogenes* mikroba csökkentésére a nitriten kívül a sóra és az alacsony pH-ra is szükség van. Szárazáruban meghatározták, hogy a 120 mg/kg nátrium-nitrit, 3,5%-os sókoncentráció mellett és 4,6-os pH-nál több mint 1 nagyságrendű *Listeria monocytogenes*-csökkenést idéz elő (FARBER et al., 2007). McCLURE és munkatársai (1991) szintén igazolták a nátrium-nitrit kedvező hatását a *Listeria monocytogenes* gátlására. (A lisztéria újabban egyre nagyobb gyakorisággal fordul elő a húskészítményekben. Külön gondot jelent, hogy a minimális szaporodási hőmérséklete 0–2,5 °C, azaz hűtőtárolásnál is képes szaporodni.) 100 mg/kg nátrium-nitrit (3,4% sótartalom mellett) a szárazáruban az érlelés 20. napjára a  $10^4$  TKE/g *Salmonella*-t teljes mértékben elpusztította (KABISCH et al., 2008). BAYNE és MICHENER (1975) szerint a szalmonella nemzetségen belül a nitrit a *Salmonella* Enteritidis és a Typhimurium szaporodását gátolta.

A **tejsavbaktériumok** és az apatogén **sztafilokkuszok** szaporodására sem a nitrit, sem a nitrát nincs hatással a húsiparban alkalmazott koncentrációk esetén. Ez előnyös abból a szempontból, hogy a nitrites sóval készült fermentált kolbászokban a tejsavbaktériumok (starterkultúrák) el tudnak szaporodni, de hátrányos abból a szempontból, hogy a szeletelt, vákuumcsomagolt



húskészítmények romlásában a tejsavbaktériumok jelentős szerepet játszanak (MARCO et al., 2006). A bakteriocint termelő *Lactobacillus curvatus* tejsavbaktérium *Listeria monocytogenes* pusztító hatását azonban a nitrit gátolja, azaz antagonista hatású (KOUAKOU et al., 2009).

A **100 °C felett hőkezelt** húskészítményeknél (konzervek) a nitritnek nincs túl nagy szerepe az egészségügyi veszélyt okozó baktériumok gátlásában, maga a hőkezelés elegendő ahhoz, hogy elpusztítsa a nemkívánatos mikrobákat.

A mikrobák nemcsak a hőkezelés hatására pusztulnak el, hanem az ún. „**anyagcsere-kimerülés**” (metabolic exhaustion) jelensége következtében is. Ez egy idő után az élelmiszerek autosterilizációjához, vagyis mikrobák eltűnéséhez, a kicsírázott spórák elpusztulásához vezet. Ehhez ismernünk kell a mikrobák homeosztázisát. Ha a mikrobák olyan környezetben vannak, amely több mikrobagátló tényezőt is tartalmaz (mikrobagátló szer, pH, sótartalom, nitrittartalom, hőmérséklet), mindent elkövetnek, hogy fenntartsák a homeosztázist annak érdekében, hogy legyőzzék a kedvezőtlen környezetet. Amíg ezt teszik, teljesen elhasználják az összes energiájukat, és elpusztulnak, hiszen kimerítik a tápanyagaikat (LEISTNER, 2004). Erre a jelenségre mutat be LEISTNER (2003) egy példát. A Németországban nagy mennyiségben gyártott miniszalámi soha semmilyen egészségügyi veszélyt nem okozott. Amikor elkezdték exportálni Angliába és Svédországba, szalmonellózist okozott. A magyarázat – hosszasan kutató munka eredményeként – az volt, hogy Angliában és Svédországban a szalámit a háziasszonyok hűtőszekrényben tartják (a németek nem). Ha a szalmonella ilyen stabil termékben szobahőmérsékleten van, elpusztul, azonban ha a hűtőbe teszik, akkor túlél. Ezért a német gyártók ma már, mielőtt kiadják a terméket, kondicionálják az érlelés befejezése után 25 °C-on 10 napig, ezalatt a szalmonella, ha jelen van, szükségszerűen elpusztul.

Egy húskészítmény eltarthatóságát nemcsak a mikrobagátló anyagok alkalmazása biztosítja, hanem a nyersanyag mikrobiológiai állapota, a gyártás során a higiéniai körülmények betartása, a megfelelő hőkezelés, az utószennyeződések elkerülése, a tárolási hőmérséklet betartása. Ez utóbbi egyaránt vonatkozik a gyártó vállalatra, a kereskedelemre és a fogyasztóra.

### **2.4.3. Kémiai hatás**

A nitritnek a mikrobiológiai hatásán kívül kémiai hatása is van, ami elsősorban a szín kialakításában nyilvánul meg, de fontos szerepe van a zsiradékok avasodásának gátlásában is.

### 2.4.3.1. Színkialakító hatás

A hús – még napjainkban is (TROY és KERRY, 2010) – egyik legfontosabb minőségi jellemzője a szín. Ez az a tulajdonság (az árán kívül), ami alapján dönt a vásárló.

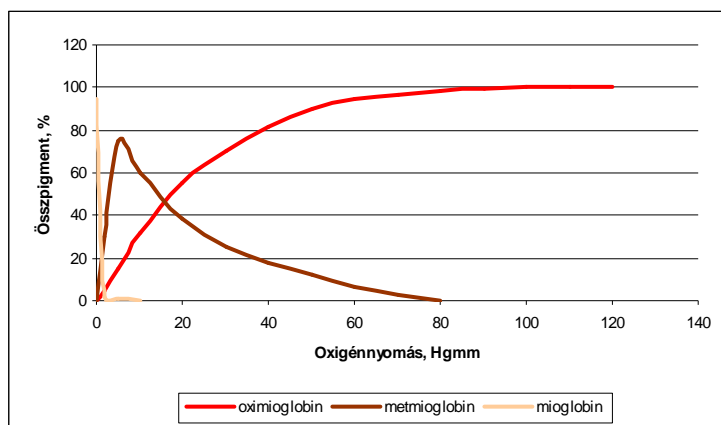
#### A hús pigmentjei

A nyers hús színét elsősorban a mioglobin (az izom pigmentje) és kisebb mértékben a hemoglobin (a vér pigmentje) adja. Mindkét pigment ismert szerkezetű vasat tartalmazó, színes fehérje, amelyben a vas 2 vegyértékű állapotban van. Ez a vas azonban oxidálódhat, esetleg a fehérjerész denaturálódhat, ezáltal a mioglobin még két további formában – oximioglobin és metmioglobin – létezik a nyers húsban.

A **mioglobin** (nevezzük deoximioglobinnak is) tehát ferroion ( $\text{Fe}^{2+}$ ) formájában tartalmazza a vasat, ami porfirin vázban foglal helyet, ezt nevezzük hemnek. A molekula semmilyen egyéb csoportot nem tartalmaz kötve. Bíborvörös színű, ha az állat vágása után azonnal mélyen belevágunk a húsba, akkor látjuk ezt a színt. Mioglobin van jelen, ha nagyon kicsi az oxigén parciális nyomása ( $<1,4$  Hgmm). A ferroion a szabad kötésével nagyon gyorsan köti meg az oxigénmolekulát, oximioglobint képezve. Az **oximioglobin** élénkpiros színű, stabil vegyület, ha nagy az oxigén parciális nyomása. Ez keletkezik a friss vágási felületen. Az idő előrehaladtával, tartós oxigénhatásra, és az izom redukálóképességének csökkenése során kialakul a **metmioglobin**, ahol a vas már ferriion ( $\text{Fe}^{3+}$ ) formában van jelen. Ez nem kívánt szürkésbarna színt kölcsönöz a húsnak, amit a fogyasztó a nem friss állapottal azonosít. A fogyasztó kb. 20% metmioglobinnál kezd különbséget tenni a friss és a nem friss hús között, és 40% metmioglobinnál már barnának tartja a felületet. 60% metmioglobin már szürkés-zöld elszíneződést eredményez. A reakciók a pigment 3 formája között reverzibilisek, és a formák dinamikus egyensúlyban vannak. Az izomban uralkodó helyi körülmények szabják meg, hogy melyik kerül túlsúlyba (3. ábra) (MIHÁLYINÉ, 1993).

A húspigmentek mennyiségét befolyásolja az állat fajtája, faja, neme, takarmányozása – elsősorban annak E-vitamin-tartalma – (TROUT, 2003), az izom típusa (LASSARE és VENDEUVRE, 2000), a vágás előtti kezelés, kábítás és véreztetés (TROEGER és WOLTERS DORF, 1988), az elektromos stimuláció (SLEPER et al., 1983).

A mioglobin oxidációját metmioglobinná a pszeudomonasz baktériumok gátolhatják, stabilizálva ezáltal a színt (MOTOYAMA et al., 2010).

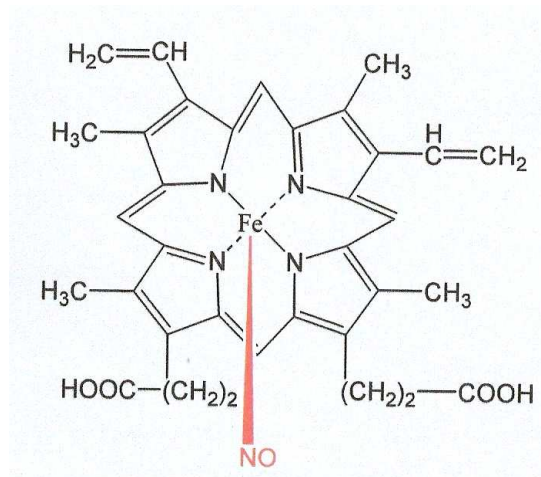


3. ábra: A különböző mioglobinformák jelenléte a parciális nyomás függvényében  
(MIHÁLYINÉ, 1993)

### A nitrit szerepe a színkialakításban és színtabilitásban

A nyers húsban lévő pigmentek hőkezelés hatására szürke színű metmiokromogénné alakulnak át. Ahhoz, hogy a húspigment stabil, élénk piros színű maradjon, nitritre van szükség.

Amennyiben nitrátot ( $\text{NO}_3^-$ ) használunk a pácoláshoz, azt először a nitrátbontó mikrobáknak (sztafilokokkuszok, mikrokokkuszok) nitritté kell lebontaniuk, hiszen ez az aktív komponens (GOTTERUP et al., 2008). A nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) a baktériumos eredetű és a húsban lévő szöveti redukáz enzimek (borostyánkősav-dehidrogenáz) hatására először salétromossavá ( $\text{HNO}_2$ ) alakul, majd nitrogén-oxiddá (NO) redukálódik, amely reakcióba lép a mioglobinnal, mely reakció során a pácolt hús jellegzetes piros színét adó **nitrozo-mioglobin** keletkezik (4. ábra). Ez hőkezelés hatására viszonylag stabil nitrozo-miokromogénné alakul, ami a húskészítmény jellegzetes rózsaszín színét adja. Ha a rendszerben nincsenek jelen redukáló anyagok, akkor mellékreakciók is kialakulnak. Ilyen például, amikor levegő jelenlétében szürkésbarna metmioglobin keletkezik (BARTON-GADE et al., 1988). A nitrogén-oxid a metmioglobinnal rózsaszínű, de rendkívül gyorsan oxidálódó nitrozo-metmioglobint képez. Amikor a szövetekben a baktériumok működése következtében hidrogén-peroxid halmozódik fel, akkor a mioglobinból és származékaiból oxidáció révén zöld színű koleglobin keletkezik (CORNFORTH és JAYASINGH, 2004). Ilyen hatást fejt ki például a *Lactobacillus viridescens* baktérium, amelynek zöldülést okozó hatása a hőkezelt termékben is megmarad. Ennek oka, hogy ez igen hőrezisztens mikroba, amely képes túlélni a húsiparban alkalmazott enyhébb hőkezelés mértékét (INCZE et al., 1999).



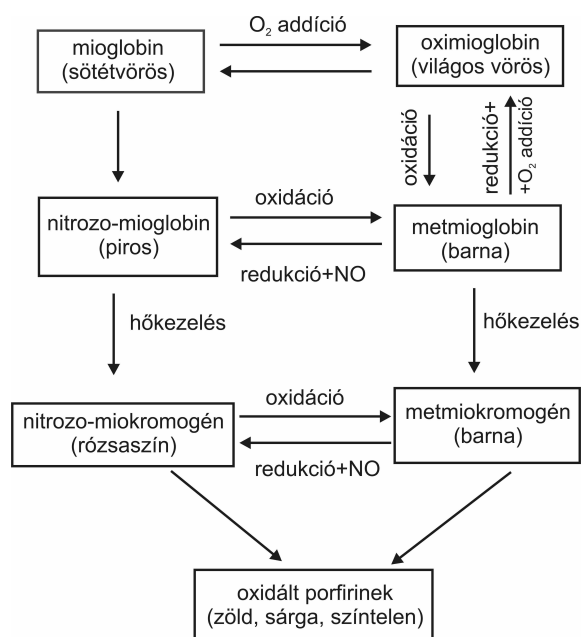
4. ábra: A nitrozo-mioglobin szerkezete (CORNFORTH ÉS JAYASINGH, 2004)

A reakciók lépéseit a 4. táblázatban mutatom be.

4. táblázat: A színekialakulás lépései (KÖRMENDY, 1973)

Lépés	Reakció	Eredmény	Szín
1.	$\text{NO}_3^- + 2 \text{H}^+ + \text{mikroba} \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	nitrit	–
2.	$\text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HNO}_2$	salétromossav	–
3.	$2 \text{HNO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	nitrogén-oxid	–
4.	$\text{NO} + \text{mioglobin} \rightarrow \text{nitrozo-mioglobin}$	nitrozo-mioglobin	piros
5.	$\text{Nitrozo-mioglobin} \rightarrow \text{nitrozo-miokromogén}$	főzéskor	rózsaszín

A mioglobin kémiai átalakulása során keletkező származékokat és azok színét az 5. ábrán mutatom be (KÖRMENDY, 1973).



5. ábra: A mioglobin kémiai átalakulása (KÖRMENDY, 1973)

A káros mellékreakciók kialakulásának gátlására szükség van a húsmasszában redukáló körülmény biztosítására. Ez háromféleképpen is történhet (KÖRMENDY és VIRÁGH, 1972):

- Anaerob körülmények létrehozása a masszakészítés során. Ez vákuumkutter használatával egyszerűen biztosítható, különben a kutterezési (aprítási) folyamat során levegő keveredik a masszába.
- Redukálószer jelenlétével, ami általában aszkorbinsav vagy a sója. A redukáláshoz 20 g/kg aszkorbinsav elegendő. Ügyelni kell rá, hogy az aszkorbinsav ne érintkezzen közvetlenül a nitrites sókeverékkel, mert veszélyes nitrozugázok keletkeznek, és a nitrittől várt pozitív hatás elmaradhat.
- A massa hőmérsékletével. A redukcióba besegítenek a szöveti reduktáz enzimek is. Az enzimműködés optimális hőmérséklete 37 °C, de ez mikrobiológiai okokból nem valósítható meg. A massa hőmérséklete a kutterezés folyamán 0–5 °C, amit 0 °C-os alapanyagokkal és jégpohely alkalmazásával érnek el. Az alacsony hőmérséklet biztosítja a helyi felmelegedés elkerülését, a mikrobiológiai biztonságot, valamint alacsony hőmérsékleten a hús víztartó képessége is jobb. Ez az alacsony hőmérséklet viszont rontja a színkialakítás feltételeit.

Megjegyzem, hogy napjainkban sok húsipari vállalat eleve néha több hónapig fagyasztva tárolt alapanyagokból indul ki. Ezeknek a húsoknak a szürkületi, zöldületi hajlama nagyobb, mivel a fagyasztás a szöveti reduktáz enzimeket károsítja. Ha azonban a fagyasztás a pácolás után történt (10% páclé hozzáadásával, ami 2% konyhasót, 10 mg/kg nátrium-nitritet és 0,1% aszkorbinsavat tartalmazott), a kialakult nitrozo-mioglobinnel mennyisége 6 hónapos fagyasztva tárolás során nem változott (SAKATA és HONIKEL, 1995), de a só avasodás-gyorsító hatása problémát okozhat.

Marhavérből nitrit és aszkorbinsav felhasználásával könnyen készíthető stabil nitrozo-hemoglobin-oldat vagy -por, ami felhasználható a húskészítmények gyártása során a szín javítására és stabilitásának növelésére (SAKATA és HONIKEL, 2000).

A hagyományos **pármai sonka** gyártásához nem használnak sem nitritet, sem pedig nitrátot, mégis stabil vörös szín alakul ki az érlelés során. Korábban azt feltételezték, hogy ezt a piros pigmentet sztafilokokkuszok állítják elő (MORITA et al., 1996), de jelenlétüket nem tudták kimutatni. WAKAMATSU és munkatársai (2005) modellrendszerben bebizonyították, hogy a piros pigment a **cink-protoporfirin**, itt a hemben a vasat cink helyettesíti. Ez a húspanban enzimátikus úton, anaerob körülmények között képződik, mikroorganizmusok jelenléte nélkül. A cink-protoporfirin főleg az intramuszkuláris zsiradékban helyezkedik el, valószínűleg a képződése közben szállítódik át az izomból a zsiradékba. A vágási felületen kevés a cink-protoporfirin, mivel a levegő gátolja a képződését.

## Színstabilitás

A húspigmentek stabilitását érhetjük el, ha a vágás után a testet minél gyorsabban lehűtjük, így kisebb mértékű fehérjebomlást tudunk elérni. Ha a vágás után a húsba laktát-dehidrogenáz (LDH) enzimet fecskendezünk, akkor az a laktátot piruváttá alakítja NADH keletkezése közben. Ez nagyobb metmioglobinn-redukáló képességet biztosít, ami javítja a hús színstabilitását (MANCINI és HUNT, 2005). A vágás után permetező hűtéssel csökkenthetjük a nyers hús csepegési veszteségét, ugyanakkor felgyorsítjuk ezzel a mioglobinn oximioglobinná történő oxidációját (ALARCON-ROJO et al., 2001). A nyers hús esetében a tejsav sóinak (MANCINI és RAMANATHAN, 2008) és a nátrium-acetátnak is színstabilizáló hatást tulajdonítanak, miután gátolják a mioglobinn oxidációját metmioglobinná (SEYFERT et al., 2007). Ugyanez a hatás érvényesül a szárazáruban is (RYAN et al., 2006). A nitrit stabilizálja a hőkezelt húskészítmény színét (SCHMIDT, 1988). A fogyasztók elutasítják a nitrit nélkül készített húskészítményeket, azok világos, majdhogynem fehér színe miatt. Ha azonban nitritet nem, de színezéket használtak, a bírálók már nem tudták megkülönböztetni a nitrites és a nitrit nélküli színezékes virsli színét (PEJKOVSKI et al., 2006).

### 2.4.3.2. Antioxidáns hatás

Mint már korábban említettem, a nitrit a baktériumos eredetű és a húsban lévő reduktáz enzimek hatására nitrogén-oxidá redukálódik, ami védi a hem épségét a hőkezelés során. Elsősorban a vas felszabadulását akadályozza meg oly módon, hogy kelát kötésbe foglalja a vasat. (A vashoz hasonlóan a reze és a cinket is /MORRISSEY és TICHIVANGANA, 1985/.) A felszabadult vas ugyanis katalizálja az oxidációs folyamatokat, ilyenkor a nitrit **antioxidáns** hatása közvetett. A telítetlen zsírsavak kettős kötéseivel kapcsolódva a nitrogén-oxid stabilizálja azokat, így módon közvetlen antioxidáns hatást fejt ki (PEGG és SHAHIDI, 2004b). Nátrium-nitrit adagolása hőkezelt húskészítményhez a tárolás 6. hónapjára jelentősen csökkentette az avasodás mértékére jellemző TBA-számot. A nitritet nem tartalmazó mintáé 1,96, míg a 100 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó mintáé mindössze 0,43 mg malonaldehid/kg zsír volt, a peroxidszám pedig 6,07-ről 4,04 meq O<sub>2</sub>/kg zsír értékre csökkent (YETIM et al., 2006). MARCO és munkatársai (2006) a nitrát és a nitrit hatását vizsgálták szárazáruban. Megállapították, hogy a nitrát nagyobb mértékben csökkentette a tárolás alatti peroxidszámot.

A nátrium-nitrit szeparált húsban is gátolja az avasodást. 90 napig fagyaszttva tárolt, nitrittartalmú szeparált húsból párizsit gyártva annak avasodása jóval később kezdődött, mint a nitritmentes párizsié (TRINDADE et al., 2003).

A húskészítmények hőkezelésekor egy érzékszervileg kellemetlen hatás is jelentkezik, ami avas íz kialakulásában nyilvánul meg, ez pedig az ún. **felmelegített íz** (WOF = warmed-over flavour). A hőkezelés hatására ugyanis a hús lipidjeiben lévő, többszörösen telítetlen zsírsavak oxidálódnak, aminek hatására kellemetlen ízű melléktermékek, pl. karbonilok, alkoholok és furánok keletkeznek. Hő hatására a lipidfrakció szabaddá válik, megolvad és szétterjed a szövetekben, így könnyen hozzáférhetővé válik a folyamatot katalizáló vas számára. Nitrit jelenléte gátolja a felmelegített íz kialakulását (FOX, 1987).

#### 2.4.4. Érzékszervi hatás

A nitritnek jelentős szerepe van a jellegzetes, ún. pácolt íz kialakulásában, amit a hőkezelés még erősít is. A nitritből keletkező nitrogén-oxid kéntartalmú fehérjékkel reagálva számos nitrozo-tiol vegyületet hoz létre. A lehasadt fehérjerészeknek aromafokozó hatást tulajdonítanak. A nitrit az antioxidáns hatása révén is befolyással bír az ízre, miután gátolja a lipidoxidációt, így a kellemetlen ízű és szagú vegyületek kialakulását. A tárolás csökkenti a termék aromájának erősségét, hiszen a lipidoxidáció beindulásával újabb és újabb vegyületek alakulnak ki, amelyek egymással további vegyületeket képeznek. Nyersen érlelt termékekben az aroma intenzitása nem arányos – hanem logaritmikus – összefüggést mutat a nitritmennyiséggel (PEGG és SHAHIDI, 2004a). Egyes szerzők szerint (DURAND, 1996) valószínűtlenül kevés, már 7,5 mg/kg nátrium-nitrit elegendő az íz kialakításához. Ugyanakkor JAY és munkatársai (2005) szerint a fermentált szárazkolbászokban a maximális ízintenzitás kialakulásához 100 mg/kg, a baconben és a száraz sonkában pedig 120 mg/kg nátrium-nitrit szükséges. Bizonyítást nyert, hogy a bacon nitrit nélkül jellegtelen, üres ízű (BARTON-GADE et al., 1988).

MARCO és munkatársai (2006) hosszan érlelt szárazkolbászt készítettek 150 mg/kg nitrittel és 300 mg/kg nitráttal, és vizsgálták az érlelés során az aromakomponensek minőségét és mennyiségét. Az érlelés első napján 52 komponenst tudtak kimutatni, míg a 105. napon már 102 komponenst, amelyek különböző kémiai átalakulások hatására jöttek létre. A legtöbb vegyület a lipidoxidáció következtében, bakteriális átalakulás, szénhidrátfermentáció, aminosavbomlás, észterázaktivitás során alakult ki. A nitrát nagyobb mennyiségben képezett aromakialakító vegyületeket, mint a nitrit. Ezt érzékszervi bírálattal is igazolták. A bírálók az állományt is keményebbnek, összeállóbbnak ítélték.

#### 2.4.5. Egészségügyi hatás

A nátrium-nitrit orális terápiás dózisban (0,03–0,12 g) **kedvező egészségügyi hatású**, értágítóként használják, aminek eredménye a vérnyomás csökkenése (CASSENS, 1996).

Mint azt a 2.4.2. fejezetben leírtam, a nitrit a húskészítményben gátolja a patogén mikrobák szaporodását. VÖSGEN (2010) szerint ezt az antimikrobás hatást az emberi szervezetben (száj, gyomor, bél) is kifejti, elpusztítva a *Salmonella*, *Shigella* és a gyomorfekélyt okozó *Helicobacter pylori* mikrobákat.

Szintén VÖSGEN (2010) szerint az emberi szervezetben a nitrátokból, illetve a közvetlen nitritbevitelből származó nitrogén-oxidnak (lásd később) fontos szerepe van a vérellátásban, és a férfi nemi aktivitásban.

Kedvező egészségügyi hatásnak tekinthető, hogy a nitritnek és nitrátnak – szemben az egyéb tartósítószerrel – nem ismertek allergiás tünetei (NÉKÁM és SZEMERE, 1994).

Sajnos azonban **kedvezőtlen egészségügyi hatásai** is vannak:

- nagyobb mennyiségben a nitrit toxikus, halált okoz,
- a hemoglobinnal reagálva methemoglobinémiát okoz,
- aminosavakkal reagálva toxikus nitrózaminokat képez.

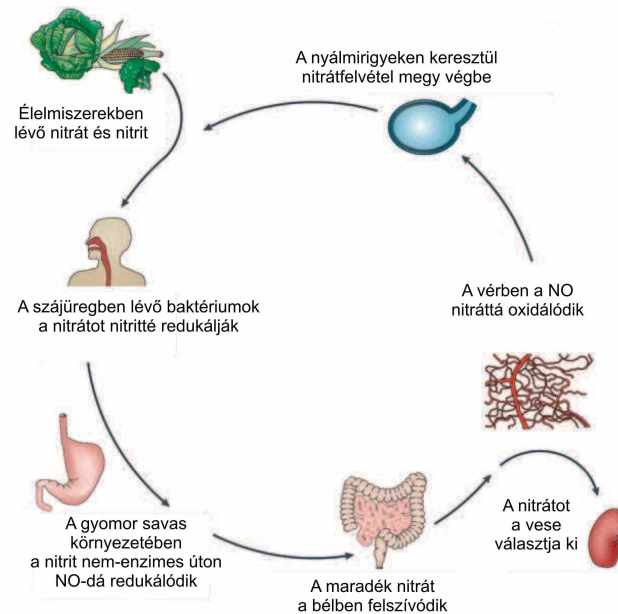
Ezen kedvezőtlen hatások miatt az 1970-es évek végén felülvizsgálták a nitrát és a nitrit húsipari alkalmazhatóságát. A nitrát használatát jelentősen leszűkítették, a nitrit mennyiségét pedig jelentősen lecsökkentették. Ez azonban veszélyforrást jelentett. 1956 és 1978 között az Európai Gazdasági Közösség országaiban 250 botulizmusos esetről számoltak be, amely 1850 személyt érintett, akik közül 377 halt meg (CASSENS, 1996).

### **Toxicitás**

A nitrátok önmagukban nem jelentenek közvetlen veszélyforrást az emberre. Az egészséges ember tápcsatornájából a nitrát jelentős része a vesén keresztül kiürül, azonban egy kis része át tud alakulni a szervezetben nitritté, ami már káros hatású. Az átalakulás biológiai szempontból nem túl egyszerű. Az emberi szervezet ugyanis a dinamikus és alapvetően szükséges nitrogénciklusban vesznek részt. A körülményektől függően a nitrát nitritté redukálódik, és a nitrit nitráttá oxidálódhat. A szervezet nyálmirigyeiben lévő és az élelmiszerekkel a szervezetbe jutott nitrát egy része a szájüregben nitrátreduktáz baktériumok segítségével nitritté redukálódik. Ez a redukció nagymértékben függ a szájüreg baktériumflórájától. Az emberi szervezet nem tartalmaz nitrátreduktáz baktériumokat, ezeknek tehát kívülről kell a szájüregbe jutniuk. Ilyen baktériumok a szigorúan anaerob *Veillonella atypical* és a *Veillonella dispra*, valamint a fakultatív anaerob *Actinomyces dispar* és a *Rothia mucilaginosa*. A nitrit a nyállal együtt a gyomorba jut, miután a nyálát lenyeljük. Itt gyorsan végbemegy a nitrit redukciója nitrogén-oxiddá salétromossavon keresztül. Ez a nitrogén-oxid a vérben endogén módon nitráttá oxidálódik az oximioglobin



segítségével. A vérplazmában lévő nitrát nagy része adszorbeálódik a vékonybélben, majd a vesén keresztül kiválasztódik, de mintegy 25%-a a nyálmirigyben tárolódik. Ennek következménye, hogy a nyálban 20-szor nagyobb a nitrátkoncentráció, mint a plazmában. Az emberi szervezetben lejátszódó nitrátkörforgalmat a 6. ábrán szemléltetem (PETERSSON, 2008).



6. ábra: Nitrátkörforgalom az emberi szervezetben (PETERSSON, 2008)

Az emberi vérplazma alapnitrátszintje 20–30  $\mu\text{mol}$  (1,7–2,5 mg/kg nátrium-nitrátnak felel meg), ami a nitrátbevitel után 20–40-szeresére nő. A vér és a nyál nitrátkoncentrációja igen gyorsan megnő a nitráttartalmú élelmiszer fogyasztása után, ami több órán keresztül is megmarad. A szervezetben keringő nitrát felezési ideje – az az idő, amíg a bevitt nitrátkoncentráció a felére csökken – ugyanis 5–6 óra (PETERSSON, 2008). A nitrit és nitrát újraképződése az emberi szervezetben heterotróp (nem a megfelelő testrészben) módon is végbemegy, mégpedig a szájüreg helyett a vékonybélben. Ezt bizonyítja, hogy a székletben és a vékonybélben is kimutatták a nitritet és a nitrátot is (CASSENS, 1990).

Mindezek alapján a JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) 2002-ben az alábbi ADI-értékeket (elfogadható napi bevitel) állapította meg:

- nitrát: 3,7 mg/testtömeg kg/nap  
ez egy átlagos, 80 kg tömegű ember esetén naponta 0,3 g  
halálos dózis 15 g
- nitrit: 0,07 mg/testtömeg kg/nap  
ez egy átlagos, 80 kg tömegű ember esetén naponta 0,0056 g  
halálos dózis 2,5 g

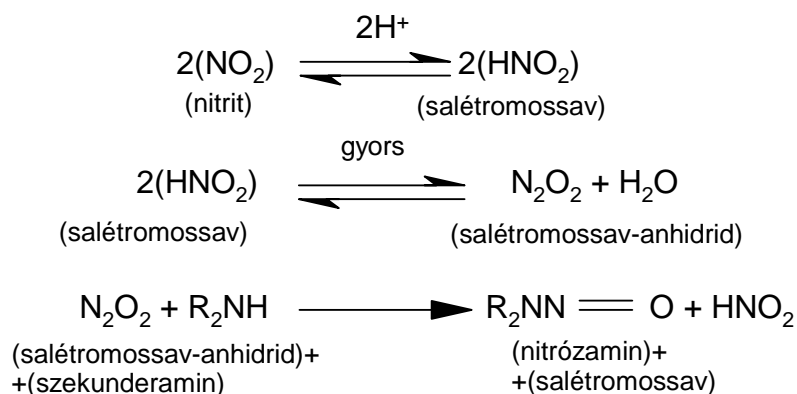
Dánia – hasonlóan mint a hústermékekhez hozzáadható nitrát és nitrit mennyiségének csökkentését (lásd 5.1. fejezet) – az ADI-értékek csökkentését is kérte az EFSA-tól (European Food Safety Authority). Azonban az EFSA ezt a kérelmet is visszautasította, és megerősítette az érvényben lévő értékeket. Továbbá megállapítja, hogy az európai átlag fogyasztó nitrátfogyasztása nem haladja meg az ADI értékét (EFSA, 2010).

### **Methemoglobinémia**

A hemoglobinnak fiziológiás szerepe van az emberi szervezetben, az oxigént közvetíti. Ehhez a tulajdonságához a hemoglobinban lévő vasnak ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) alakban kell jelen lennie. Ha a vas oxidálódik ferriionná ( $\text{Fe}^{3+}$ ), akkor alakul ki a methemoglobin, ami már nem képes az oxigén megkötésére, ezáltal gátolva van a vér oxigénszállítása. Fiziológiás körülmények között a szervezetben a hemoglobinnak mintegy 3%-a oxidálódik methemoglobinná naponta, de a redukáló mechanizmusaink általában 1% alatt tartják a methemoglobin mennyiségét. A vérképző szervek egyik rendellenessége a methemoglobinémia, amely lehet veleszületett vagy szerzett. A veleszületett formában vagy a redukáló mechanizmusok zavara következik be, vagy pedig olyan kóros hemoglobin-szerkezeti eltérések fordulnak elő, amelyek kedveznek a methemoglobin képződésének. A szerzett methemoglobinémiák esetén gyógyszerek (acetanilid, fenacetin, szulfonamidok) és vegyszerek (nitrit, klorát, szulfát, anilin) szerepelnek kiváltó tényezőként. Ez általában olyan emberekben alakul ki, akiknek a vörösvértestjeiben valamelyik enzim hiányzik vagy csökkent aktivitású (FEHÉR és SELMECI, 1993). Csecsemőkben methemoglobinémiát okozhat, ha a táplálékban (főleg a növényekben) és az ivásra használt vízben sok a nitrát, ebből képződik a methemoglobinémiát okozó nitrit, a fent ismertetett módon. Az első hypoxiás tünetek akkor jelentkeznek, ha a hemoglobin 30–40%-a átalakul methemoglobinná. 70–80%-os methemoglobinkoncentráció súlyos és életveszélyes tüneteket okoz. A sok methemoglobint tartalmazó vér csokoládébarna színű, és a beteg kifejezetten cianotikus (SÁRDI, 1993).

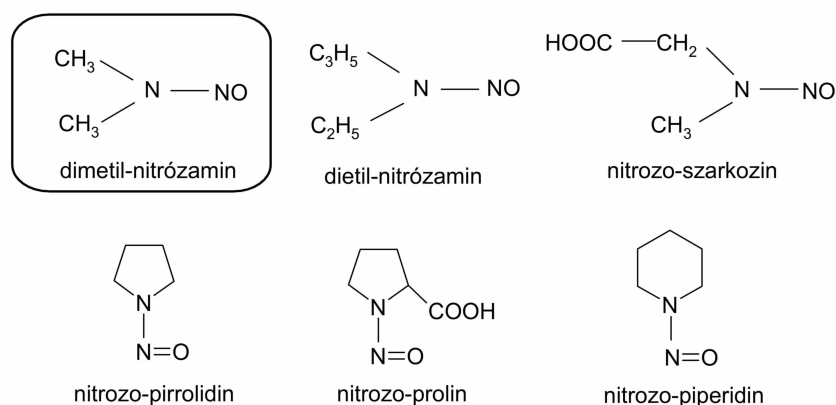
### **Nitrózamin-képződés**

A nitrit a szekunder aminokkal nitrozovegyületeket képes létrehozni. Ehhez azonban először a nitritnek salétromossav-anhidriddé ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ) kell alakulnia, amit a savas közeg elősegít. Ha azonban a közeg túl savas, az amin protont vesz fel, és nem tud reagálni a salétromossav-anhidriddel. A kialakulás optimális pH-tartománya 2 és 4 között van. A reakcióegyenleteket a 7. ábrán mutatom be.



7. ábra: Nitrózaminok kialakulása (KÖRMENDY, 1973)

A 8. ábrán a nitrózamincsoportba tartozó vegyületek közül a hat leggyakoribb molekulát mutatom be, melyek közül a dimetil-nitrózamin tekinthető a legmérgezőbbnek (SZIGETI, 2010).



8. ábra: Fontosabb nitrózaminmolekulák szerkezete (SZIGETI, 2010)

A nitrózaminok rákkeltő hatását több mint 30 állatfajnál (a majmot is beleértve) igazolták. Nagy részük teratogén, embriotoxikus, illetve mutagén hatású. Közvetlenül az emberre gyakorolt hatásukra vonatkozóan adatok nincsenek, azaz epidemiológiailag nem igazolt a rákkeltő hatása emberben (VÖSGEN, 2010). Bármilyen úton jutnak a szervezetbe, akár bőrön, akár az emésztőrendszeren keresztül, bizonyos szerveket megtámadnak, daganatot képezve ott. A legveszélyesebbnek tartott dimetil-nitrózamin májrákot és gyomorrákot okoz patkányokban (CASSENS és HOTCHKISS, 1988). FERGUSON (2010) összefüggést vélt felfedezni a thaiföldi lakosságnál a nagyszámú máj- és gyomorrák előfordulása és a jellegzetes thai ételek fogyasztása között. 1988 és 2005 között igen sok thai étel dimetil-nitrózamin-tartalmát vizsgálva megállapította, hogy azokban nagyobb mennyiségben vannak jelen, mint más, hagyományos ételekben. (Húskészítményekben 1–2 µg/kg dimetil-nitrózamin van /LAWRIE, 1985/.) MICHAUD és

munkatársai (2009) rágcsálókban igazolták a nitrózaminoknak az egyik legagresszívebb, és inoperábilis agydaganatot – gliómát – előidéző hatását. Az agyszövetben ugyanis kimutatták a nitrózaminok jelenlétét. Más szerzők (CASSENS, 1996) nem találtak összefüggést állatkísérletekben az elfogyasztott nitrit mennyisége és a rák kialakulása között.

Bizonyos élelmiszer-komponensek gátolják a nitrózamin kialakulását. A legfontosabb inhibitor – antioxidáns hatása miatt – az aszkorbinsav és a tokoferol (MIRVISH, 1986), valamint egyes fűszerek, mint például a rozmaring, paprika, egyes gyümölcsök, például szőlőmag, citrusfélék és a tea is (DEMEYER et al., 2008), ezért célszerű ezeket a vegyületeket a húskészítmények gyártása során felhasználni. MIRVISH (1986) állatkísérletekben bebizonyította, hogy a C-vitamin 30–60%-kal csökkentette a nitrózaminok kialakulását. Véleménye szerint a C-vitaminban gazdag étrend negatív korrelációban van az emberi szervezetben kialakuló gyomor-, nyelőcső-, gége- és szájüregrák kockázatával. Ugyanakkor vannak anyagok, amelyek katalizálják a nitrózamin kialakulását; sajnós ilyen a hembben lévő vas. Ennek az a következménye, hogy a vöröshúsok a nitrózaminok szempontjából nagyobb rizikót jelentenek, mint a fehérhúsok vagy a halak (OVESEN, 2004). A *Brassica* fajba tartozó zöldségekben (karfiol, brokkoli, káposzta) lévő tiocianát a gyomor savas környezetében elősegíti a nitrozálási folyamatot (WALTERS, 1980).

A hal azonban önmagában veszélyforrást jelent, miután nagy az amintartalma, és a szervezetben endogén úton keletkező nitrittel reagálva, kialakulhat a nitrózamin (HOTCHKISS és PARKER, 1990).

Nitrózaminok az alábbi feltételek között keletkezhetnek:

- 5 alatti pH-érték,
- nitrit és szekunder aminok között lejátszódó reakció,
- magas hőmérséklet (>170 °C),
- hosszú behatási idő.

Ezek a feltételek az alábbi élelmiszerek esetében fordulhatnak elő:

- bacon,
- erősen megsütött, grillezett húsok,
- füstölt sajtok,
- füstölt halak,
- füstgázos malátásör,
- gabonapálinka (whisky),
- cigaretta.

Az 5. táblázatban a különböző élelmiszerek nitrózamintartalmát mutatom be (CASSENS és HOTCHKISS, 1988).

5. táblázat: Különböző élelmiszerek nitrózamintartalma (CASSENS és HOTCHKISS, 1988)

Élelmiszer	Pozitív/vizsgált minta	Mennyiség, µg/kg	Ország
Sült bacon	22/22	7–139	USA
Sült bacon	33/56	0–200	Anglia
Pácolt húsok	25/64	0–8,6	Anglia
Pácolt húsok	72/81	0–1	Japán
Pácolt húsok	77/118	0–55	Kanada
Húskészítmények	127/395	0,5–5	Németország
Pizza	6/57	0,5–8,7	Németország
Sör	27/29	0–5	Japán
Sör	142/215	0–68	Németország
Alkoholos italok	2/31	0–5	Japán
Tejtermékek	11/26	0–0,7	Kanada
Sajt	49/209	0,5–5	Németország

MIHÁLYINÉ és munkatársai (1980) különböző hazai hústermékek nitrózamintartalmát mérték meg, és megállapították, hogy a nyers (20 db) és a megsütött baconben (10 db), az úttörő kolbászban (5 db) és a makói csípős kolbászban (5 db) is 5 µg/kg érték alatt volt a nitrózamintartalom. 5 db nyers és 5 db megsütött baconban mértek 5 és 10 µg/kg értéket.

CASSENS és HOTCHKISS (1988) egy 1981-ben végzett becslést ismertet. E szerint az észak-amerikai lakosok nitrózaminfelvétele a 6. táblázatban bemutatott értékek szerint alakult.

6. táblázat: Észak-amerikai lakosok becsült nitrózaminfelvétele (CASSENS és HOTCHKISS, 1988)

Forrás	Szervezetbe jutás módja	Felvétel, µg/fő/nap
Cigaretta	belégzés	17
Sör	táplálékfelvétel	0,3–0,97
Kozmetikumok	bőrön át	0,41
Bacon	táplálékfelvétel	0,17
Skót whisky	táplálékfelvétel	0,03

A táblázatból látható, hogy a legnagyobb felvétel 1981-ben a cigarettából származott, a húsból történő nitrózaminfelvételt még a kozmetikumok is megelőzték. Nitrózaminforrás ezeken kívül még a festékek, olajfinomítás, gumigyártás során használt vegyszerek, kenő és fúróolajok, ipari oldószerek. (CASSENS és HOTCHKISS /1988/ szerint ezen iparágakban dolgozó egyéneknél az ipari forrásokból származó felvétel meghaladhatja a napi 100 µg értéket is.) Vagyis az élelmiszerek

nem fő forrásai a nitrózaminfelvételnek, és hogy az összes nitrózamin eltávolítása az élelmiszerekből csak kevesebb mint 10%-kal csökkentené a dohányosok felvételét. A gyártási technológiák és a használt adalékanyagok az idők folyamán változtak, így változott a nitrózaminok napi bevitelének értéke is. Egy 1991-ben végzett felmérés szerint Németországban az átlagos napi nitrózaminbevitel férfiaknál 0,3 µg, nőknél 0,2 µg. Ez az érték az egy évtizeddel korábban becsültnek 1/3-a (CASSENS, 1996). Ezzel szemben az ápolónők között 1980-ban és 1991-ben végzett felmérések szerint mindössze 0,06 és 0,11 µg a nitrózaminbevitel (MICHAUD et al., 2009).

Korábban úgy tartották, hogy a nitrózaminok keletkezése kizárólag az élelmiszerekben vagy takarmányokban megy végbe, azonban bebizonyosodott, hogy az emésztőrendszerben is lejátszódik ez a folyamat, és ott esetenként nagyobb mennyiségű nitrózamin keletkezésével jár, mint magában az élelmiszerben. Kimutatták, hogy a táplálkozás folyamán fogyasztott nitrit mindössze 2%-a annak a nitritmennyiségnek, amelynek ki van téve az emberi szervezet, és a 2%-nak is mindössze 10–20%-a ered a húskészítményekből (MIHÁLYINÉ et al., 1980). Mindezek az adatok arra utalnak, hogy a húskészítményekben felhasználható nitrit betiltása vagy mennyiségének csökkentése alig csökkentené az egészségügyi ártalmat (nitrózamin keletkezése), ugyanakkor nőne a botulizmus veszélye.

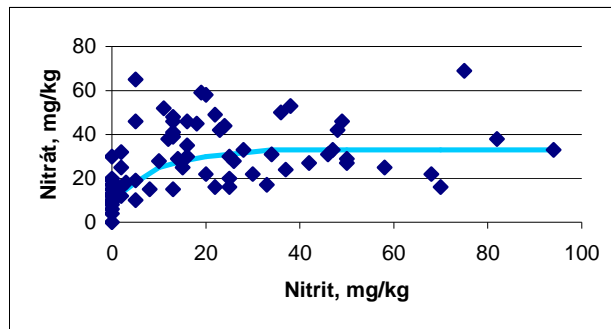
## **2.5. A nátrium-nitrit átalakulása a technológia és a tárolás során**

A húskészítményekhez hozzáadott nátrium-nitrit több reakcióban is részt vesz. Mindössze 5–10%-a kapcsolódik a mioglobinhoz (kialakítva a vörös színű nitrozo-mioglobint), 5–10%-a szulfhidrilcsoporthoz (cisztin, cisztein, metionin) kapcsolódik, aminek következtében nitrozotiolvegyületek keletkeznek (ezeknek az íz kialakulásában van szerepük), 1–5%-a lipidekhez kötődik, míg legnagyobb részük (20-30%) a fehérjékhez. Ezenkívül 1–5%-a nitrózusgáz formájában távozik a rendszerből, 1–10%-a nitráttá oxidálódik, és mindössze 5–20%-a marad a húskészítményben. Ezek a reakciók már a hozzáadás pillanatában lejátszódnak (CASSENS et al., 1979). Ennek alapján tehát a húsmassza vagy -paszta kiindulási nitrittartalma már csak maximum 20%-a a hozzáadott nitritmennyiségnek.

Amennyiben a húskészítményhez nitrátot adunk, az a nitrátbontó baktériumok (*Achromobacter denitricum*, *Micrococcus epidermis*, *Micrococcus nitrificans*) tevékenysége révén nitritté redukálódik. Vagyis egy húskészítményben előfordulhat nitrit is és nitrát is, függetlenül attól, hogy nitrit vagy nitrát hozzáadásával készült a termék.

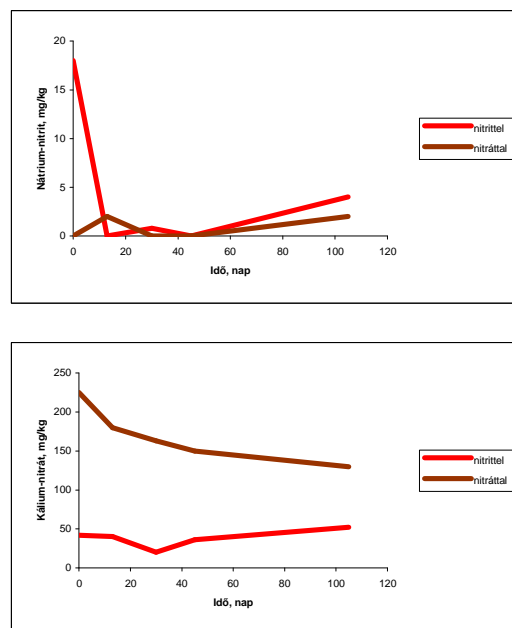
A nitritvesztés mértéke nem arányos a kezdeti szinttel, és a maradékszint sem mutat egyértelmű összefüggést a nitrit kezdeti koncentrációjával. A hőkezelés viszont szignifikáns hatást gyakorol a maradéknitrit-szintre. Ha aszkorbát van jelen a termékben, a nitritlebomlás gyorsabb. Ezt

bizonyította HONIKEL (2008), aki vörösárumasszákhöz 100 mg/kg nátrium-nitritet adott, ezt 48-szor ismételte, majd mérte a hőkezelés után a vörösáru nitrit- és nitráttartalmát (9. ábra). Megállapította, hogy nincs összefüggés a maradék nitrit és a kialakult nitrát mennyisége között.



9. ábra: Nitrát és nitrit átalakulása vörösárúkban (HONIKEL, 2008)

Ugyanerre a következtetésre jutottak MARCO és munkatársai (2006), akik fermentált szárazkolbászt készítettek 150 mg/kg nátrium-nitrittel, illetve 300 mg/kg kálium-nitráttal. Mérték a termékekben az érlelés alatt a nitrit- és a nitrátkoncentrációt. Mindkét termékben mindkét vegyületet ki tudták mutatni az érlelés teljes időtartama alatt (10. ábra). A nitrites kolbász nitrittartalma az érlelés 20. napjára 0-ra csökkent, de az érlelés folyamán ez egy kis növekedést mutatott. Ugyanennek a kolbásznak a nitráttartalma a pasztában már 40 mg/kg volt, és ez az érték az érlelés folyamán végig e körül ingadozott. A nitráttal készült kolbász nitráttartalma a pasztában a kiindulási 300 mg/kg értékről már lecsökkent 225-re, és az érlelés során végig csökkenő tendenciát mutatott. A nitrittartalma pedig 0 és 2 mg/kg között mozgott.



10. ábra: A nitrit és nitrát mennyisége szárazkolbászban (MARCO et al., 2006)

Különböző nátrium-nitrit-tartalommal készített vörösárukban a hőkezelés után és a 2 °C-on történő tárolás során is jelentős mértékben csökkent a maradék nitrit (7. táblázat) (HONIKEL 2010a). Látható, hogy a hőkezelés után a nitrit mennyisége csak 25–30%-a a kiindulásinak, míg a 60 napig tartó tárolás alatt gyakorlatilag kiürül a nitrit.

7. táblázat: Vörösáruk maradéknitrit-mennyisége 2 °C-os tárolás során (HONIKEL, 2010a)

Kezelés	Hozzáadott nátrium-nitrit, illetve maradék -nitrit mennyisége, mg/kg			
	75	100	150	200
Hőkezelés után	21,9	30,5	59,5	53,7
20 napos tárolás után	7,5	9,3	10,2	15,4
40 napos tárolás után	3,6	6,4	7,6	7,7
60 napos tárolás után	0,5	0,9	4,0	5,8

A tárolás idején kívül a húskészítmény pH-ja is befolyásolja a nitrit-nitrát átalakulást. Kisebb pH-n gyorsabban bomlik a nitrit, így a keletkező nitrát mennyisége is kisebb. A hústermékhez 100 mg/kg nátrium-nitritet adtak, majd mérték a hőkezelés utáni maradék nátrium-nitrit és -nitrát koncentrációját (HONIKEL, 2010b). Ezt a 8. táblázatban mutatom be.

8. táblázat: A pH hatása a nátrium-nitrit és -nitrát mennyiségére (HONIKEL, 2010b)

pH	Tárolási idő, nap	Na-nitrit, mg/kg	Na-nitrát, mg/kg	Na-nitrit + Na-nitrát, mg/kg
5,3	0	28	20	48
	12	5	9	14
5,8	0	45	30	75
	12	13	8	21
6,3	0	58	18	76
	12	31	10	41

Ha aszkorbát van jelen a termékben, a nitritlebomlás gyorsabb. GIBSON és munkatársai (1984) mérték a különböző nitrattartalmú masszában a nitrit elbomlásának idejét, amit a 9. táblázatban mutatok be. Látható, hogy minél több a masszához adott nátrium-nitrit, annál több idő szükséges a teljes elbomlásához. Ez az idő 1000 mg/kg nátrium-aszkorbáttal a hatod részére csökkenthető.

9. táblázat: Nátrium-aszkorbát jelenlétének hatása a nitrit teljes elbomlására (nap) (GIBSON et al., 1984)

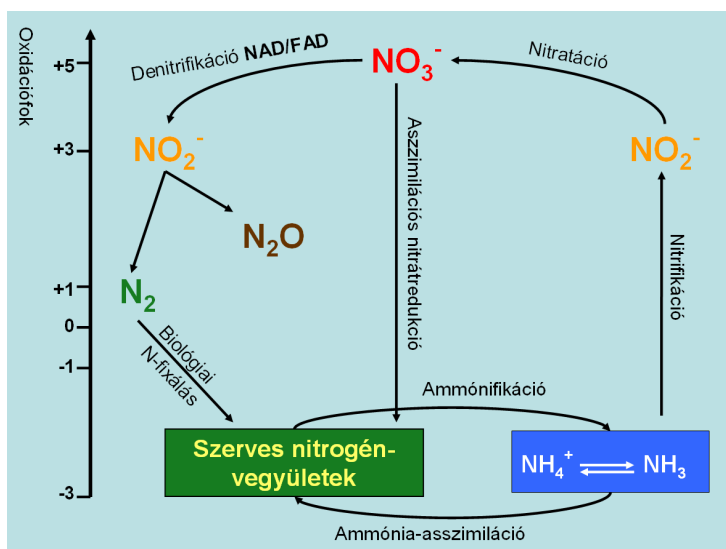
Hozzáadott Na-nitrit, mg/kg	Hőkezelés nélkül	80 °C-on 7 perc	80 °C-on 7 perc + 70 °C-on 1 óra
<b>Nátrium-aszkorbát nélkül</b>			
100	5	12	62
200	10	12	68
300	21	21	>168



1000 mg/kg nátrium-aszkorbáttal			
100	5	9	10
200	5	9	9
300	5	21	48

## 2.6. A nitrát- és nitritbevitel forrásai

A Földön élő szervezetek alapvető építőkövei a szén-, a nitrogén-, az oxigén-, a kén- és a hidrogénatomok. Valamennyi elem aktívan részt vesz az élő- és élettelen világ bio-geokémiai körfolyamataiban. A légkörben található inert nitrogén fizikai és kémiai folyamatok révén különböző nitrogén-oxidokká alakul, majd a talajba jutva további kémiai reakciókban vesz részt: ammóniává, ammóniumionná redukálódik, illetve szerves anyagokhoz kötődik. A talajban lejárló átalakulások alapvetően a mikrobák tevékenysége révén mennek végbe. A nitrogén bio-geokémiai körforgását a 11. ábra mutatja (GOMBKÖTŐ és SAJGÓ 1985).



11. ábra: A nitrogén bio-geokémiai körforgása (GOMBKÖTŐ és SAJGÓ 1985)

A talajon élő növények a nitrogént szervesetlen sók – nitritek és nitrátok – formájában veszik fel és építik be szervezetükbe, főként a növényi fehérjék felépítése révén.

Szervesetlen nitrogénvegyületek az élelmiszereinkbe az alábbi úton kerülhetnek:

1. természetes forrásból, a termőföldből és a vízből,
2. mesterségesen, nitrogéntartalmú műtrágyák révén, a növények közvetítésével,
3. mesterségesen, élelmiszer-adalékanyagok használata révén, amit elsősorban a hús- és sajt készítmények gyártásánál használnak.

Az emberi szervezetben jelen van a nitrát, a körforgalmában pedig a nitrit is kialakul. Kívülről, a táplálékkal is bekerül mind a nitrát, mind a nitrit. A legjelentősebb nitrátforrások az ivóvíz és a különböző növények, nitritforrás a nitráttartalmú takarmányt fogyasztó állatok húsa, valamint nitrit- és nitrátforrás a húskészítményekhez adalékanyagként hozzáadott nátrium-nitrit és kálium-nitrát.

Az European Food Safety Authority 2008-ban végzett felmérése szerint (EFSA, 2008) az emberi szervezet teljes **nitrit**expozíciója napi 9,3 mg. Ennek mindössze 18%-a, azaz 1,6 mg kerül be a táplálékkal a szervezetbe, a fennmaradó 82% a szervezetben, a növények és az ivóvíz nitráttartalmából, biokonverzió útján alakul át. A táplálékkal bevitt nitritmennyiség aránya az alábbiak szerint oszlik meg: nyers hús 4%, tej és tejtermék 6%, tojás 3%, hal 1%, húskészítmény 19%, zöldség és gyümölcs 15%, víz 7%, egyéb élelmiszer (kenyér, cereáliák, olaj, zsír, cukor, italok, csonthéjas gyümölcsök) 47%. Az élelmiszerekkel történő **nitrát**bevitel 116 mg/nap. Ebből 52% növényből, 22% vízből, 12% sörből, 8% állati eredetű élelmiszerből és 6% egyéb élelmiszerből kerül a szervezetbe.

### 2.6.1. Víz

Az ivóvizekbe kerülő nitrátok mikrobiológiai úton nitritekké redukálódhatnak. Az ivóvíz nitráttartalma az 1998/83/EC irányelv, illetve az ezt átvevő 201/2001 (X. 25.) kormányrendelet szerint maximálisan 50 mg/l nitrát lehet. Egy 15 európai országot felölelő, 2000 és 2003 között végzett felmérés szerint a talajvizek erősen szennyezettek nitráttal (ez valószínűleg a műtrágyázásnak köszönhető), sok esetben meghaladják a 100 mg nitrát/l értéket (GALLOWAY et al., 2003). Magyarországon a talajvizek 8,5%-a haladja meg a határértéket (PÁLMAI, 2005).

A víz különösen fontos nitrátforrás, miután ez többféle úton is bekerülhet az emberi szervezetbe:

- amit elfogyasztunk,
- amit az állat elfogyaszt a felnevelése során,
- amit a növények a talajvízből felszívnak,
- amit az élelmiszerek gyártása során a termékhez hozzáadunk.

### 2.6.2. Növények

A növények – esetenként tekintélyes – nitráttartalma a talajból felvett szervesen sókból származik. Nitrátot természetes módon tartalmaz a termőföld, de nagyobb mennyiségben a műtrágyázás hatására kerül a nitrát a földbe. Magyarországon a termőföldek ásványi nitrogéntartalma (ammónia, nitrogén, nitrit, nitrát) kicsi, a szántott rétegben 0–50 mg nitrát/kg található (PÁLMAI, 2005).

A növényekben lévő nitrózinhibitorok megakadályozzák a nitrát nitritté történő redukcióját. Ez pedig azt jelenti, hogy a növényi élelmiszerek (takarmányok) nitráttartalma változatlanul juthat be az emberi szervezetbe (állatba).

Az emberi fogyasztásra termesztett, növényi eredetű élelmiszerekben megengedett nitrátszintet a 1881/2006/EK rendelet szabályozza. A rendelet különbséget tesz a nyári és a téli betakarításból származó termékek határértékében. A rendelet csak a parajra és a salátára ad meg határértéket, ez a nyári friss parajra 2500, a télire 3000, a friss nyári salátára 3500, a télire 4000 mg nitrát/kg. (Az elfogadható napi nitrátbevitel egy 80 kg tömegű emberre vonatkoztatva 300 mg.)

STÉGERNÉ és munkatársai (2007) az alábbi értékeket kapták a hazai zöldségekre:

- 0 és 200 mg/kg között: spárga, burgonya, kelbimbó, zöldborsó, paprika, paradicsom
- 200 és 500 mg/kg között: vöröshagyma, uborka, brokkoli, karfiol
- 500 és 1000 mg/kg között: sárgarépa, kelkáposzta, fejes káposzta, vörös káposzta
- 1000 és 2000 mg/kg között: zeller, petrezselyem, karalábé
- 2000 és 2500 mg/kg között: spenót, cékla, retek

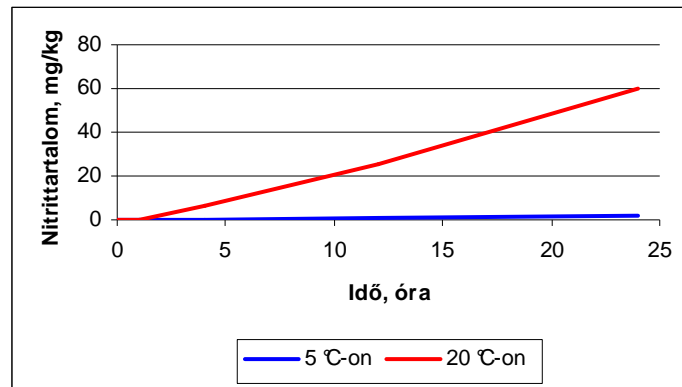
Vagyis pl. 150 g cékla elfogyasztásával, 370 mg nitráttal már túllépjük az elfogadható napi nitrátbevitt. Ha ezt átszámítjuk nitritre (5%-os nitrátátalakulást véve figyelembe), az azt jelenti, hogy 18,5 mg nitrit terheli a szervezetet, ami szintén meghaladja az ajánlott napi bevitt (80 kg tömegű személy esetén ez 5,6 mg).

A ruccola (saláta) német vizsgálatában a minták 54%-a meghaladta az 5000 mg/kg nitrát-értéket, és 67%-a a 3000-es értéket (VÖSGEN, 2010).

A növények nitráttartalma nemcsak a már említett betakarítási időszaktól függ, hanem a termesztés helyétől, a permetezéstől, a trágyázástól, a locsolástól stb. Így az egyes országokban termesztett növények nitráttartalmában jelentős különbség lehet. Ezt bizonyítja PETERSSON (2008) adata, aki egy koreai felmérés eredményét közli, miszerint az ottani sárgarépa nitráttartalma 3200 mg/kg (azaz 3–5-szöröse a magyarénak), a zelleré és a spenóté 3000, a reteké 2900, a cékláé és a salátáé 2600.

Európai viszonylatban megállapították (EFSA, 2008), hogy a dél-európai országok zöldségeinek nitrátszintje alacsonyabb, mint a közép- vagy észak-európaié, valamint, hogy télen nagyobbak a nitrátszintek, mint nyáron. Ezért is célszerűbb a szezonális zöldségek fogyasztása, mint a télen, mesterséges körülmények között termesztetteké.

A növényekben lévő nitrát magában a növényben nem tud nitritté redukálódni, azonban szedés után, nem hűtött tárolás alatt és feldolgozott állapotban, már megtörténhet a nitrátredukció. STÉGERNÉ és munkatársai (2007) bebizonyították, hogy egyes növényi készítményekben (pl. sárgarépalé) a tárolási hőmérséklet emelkedésével jelentős mértékben nő a nitrátból keletkezett nitrit mennyisége. Ezt mutatja a 12. ábra.



12. ábra: A sárgarépalé nitrittartalmának változása a tárolás hőmérsékletének függvényében (STÉGERNÉ et al., 2007)

Az ábrán látható, hogy a hűtőtárolás (5 °C-on) alatt alig mérhető a nitrittartalom növekedése, viszont szobahőmérsékleten (20 °C-on) tartva a mintát 24 óra alatt a nitritkoncentráció már 60 mg/kg volt. Ennek oka, hogy a nitrátbontó baktériumok a hűtőtárolás hőmérsékletén inaktiválódnak. Megjegyzem, hogy ezek az adatok tehát ismét bebizonyították, hogy nincsen csak egészséges és egészségtelen élelmiszer, hiszen a cékla kedvező élettani hatása közismert, ugyanakkor az egyik legnagyobb nitrátforrásunk.

Egy hazai vizsgálólaboratórium által végzett nitráttartalom-vizsgálat szerint a növényi eredetű élelmiszerek mindössze 7,7%-ában haladta meg a nitráttartalom a 2000 mg/kg értéket (SZIGETI, 2010).

### 2.6.3. Állati eredetű alapanyagok

Az állati **takarmányozásra** termesztett növények is – hasonlóan a zöldségekhez – jelentős mennyiségű nitrátot tartalmaznak, ezért a 2002/32/EC irányelvnek megfelelő 2/2010 (VI. 30.) VM rendelet a takarmányok nitrittartalmára 15 mg/kg határértéket enged meg nátrium-nitritben kifejezve.

Számos takarmánynövény hajlamos a nitrát felhalmozására (80 ilyen faj ismert) (SIMONSEN et al., 1988), ami az állat nitritmérgezéséhez vezethet, miután az állati szervezetben is – hasonlóan az emberhez – a nitrát átalakul nitritté. Az állatok szerencsére ezekből a növényekből csak keveset fogyasztanak. A kérődzőknél fordul elő nagyobb számban a nitritmérgezés, miután azok elsősorban növényi takarmányt fogyasztanak, míg a sertések – amelyek pedig érzékenyebbek a nitritre – főként szemestakarmányt esznek (STORMORKEN, 1953).

A különböző takarmányok nitráttartalmát (szárazanyagra vonatkoztatva) műtrágyázás nélkül és különböző mértékben műtrágyázva vagy betakarítva a 10. táblázatban mutatom be (EFSA, 2009).

10. táblázat: Különböző takarmánynövények nitráttartalma (mg/kg szárazanyag) (EFSA, 2009)

Takarmánynövény	Mútrágyázás nélkül	Mútrágyázva
Kukorica	22	4400
Zab	44	
Zab, 67 kg/hektár műtrágya		2149
Zab, 134 kg/hektár műtrágya		5613
Szója	4	
Árpa, 67 kg/hektár műtrágya		868
Árpa, 134 kg/hektár műtrágya		2627
Lucernaszéna	1760	
Lucernasiló	880	
Lucerna, első kaszálás		1800
Lucerna, második kaszálás		3200

Látható, hogy a műtrágyázás igen jelentős mértékben növeli meg a zöldnövények nitráttartalmát. Ha megkétszerezzük a műtrágya felhasználását, akkor a zöldnövény nitráttartalma megháromszorozódik. Befolyásolja még a kaszálás (betakarítás) ideje is, ha a még fiatal növényt kaszáljuk le, az kevesebb nitrátot tudott felhalmozni. A silózás viszont csökkenti a nitrát mennyiségét. Ez annak tulajdonítható, hogy a jelen lévő baktériumok elbontják a nitrátot.

Az állatok etetésére szánt zöldtakarmányok nitrittartalma átlagosan 6,7 mg/kg, nitráttartalma 58,4 mg/kg, míg a szemestakarmányok nitrittartalma 2,5 mg/kg, nitráttartalma pedig 8,6 mg/kg (EFSA, 2009), vagyis az értékek a határérték alatt vannak.

A különböző állatok takarmányból és ivóvízből származó nitritbevitelét mutatom be a 11. táblázatban. A szerzők (EFSA, 2009) a takarmánynál 10 mg/kg nitrittel, az ivóvízben 0,5 mg/l nitrittel számoltak.

11. táblázat: Különböző háziállatok nitritbevitel (EFSA, 2009)

Állat	Tömeg, kg	Fogyasztás, kg (l)/nap		Nitritbevitel, mg/testtömeg kg/nap		
		takarmány	víz	takarmány	víz	összes
Sertés	100	3,7	10	0,37	0,05	0,42
Húsmarha	300	8,0	30	0,65	0,05	0,70
Tejmarha	625	24,0	120	0,77	0,10	0,87
Bárány	20	0,60	5	0,68	0,13	0,81
Kecske	65	2,2	15	0,72	0,12	0,84
Csirke	2,1	0,15	0,02	0,71	0,001	0,71
Hal	4,5	0,09	30	0,20	3,33	3,53

Látható, hogy a legnagyobb nitritterhelésnek a sok vizet fogyasztó halak vannak kitéve, majd a sok zöldtakarmányt fogyasztó kérődzők. A sertések nitritfogyasztása csak a fele a marháénak.

A takarmánnyal és az ivóvízzel tehát az állatokba különböző mennyiségben kerülhet nitrát, és ezek beépülnek a szöveikbe is. A tej nitráttartalma 3,9–5,2 mg/kg, a tejtermékeké 27 mg/kg (KAMMERER et al., 1992), míg a tojásé 4,4–5,4 mg/kg (OLOGHOBO et al., 1996).

#### **2.6.4. Húskészítmények**

A 2.5. fejezetben bemutattam, hogy a húskészítmények gyártásához felhasznált nitrit és nitrát a gyártás és a tárolás során átalakul és lebomlik.

Egy hazai felmérés során (SZIGETI, 2010) megállapították, hogy a vizsgált húskészítmények maradék nátrium-nitrit-tartalma a megengedett szint (50 mg/kg) alatt volt, ugyanakkor a vizsgált húskészítmények 14%-a haladta meg a nátrium-nitrát határértékét. Németországban az átlagos nátrium-nitrit-koncentráció (nátrium-nitrát) 1996 és 2008 között vizsgált, nyersen érlelt kolbászokban 11,8 (50,4), vörösárúokban 12,4 (29,6), kenősárúokban 11,3 (44,8), nyersen érlelt sonkákban 7,4 (98), pácolt-főtt sonkákban 18,9 mg/kg (19,4 mg/kg) érték volt. Hollandiában is 3 és 22 mg/kg közötti maradék nátrium-nitrit-tartalmat és 0 és 80 mg/kg maradék nátrium-nitrát-tartalmat mértek a húskészítményekben 1984 és 2007 között (HONIKEL, 2010a).

Fentiek alapján megállapítható, hogy a nitrit nem kizárólag a húskészítményekkel kerül az ember szervezetébe, hanem a takarmánnyal és vízzel az állat szervezetébe, valamint a zöldségekből és az ivóvízből az emberi szervezetbe kerülő nitráttal is. Ez pedig azt jelenti, hogy a bioélelmiszereket fogyasztók legnagyobb igénye, a nitrit kiküszöbölése a táplálékunkból (KLEFFLER, 2010) nem valósítható meg, hiszen a növényekkel és az állatok húásával is felvesszük azt a nitrátmennyiséget, amit a normál (nem bio) élelmiszerekkel, és amely a szervezetünkben nitritté alakul (SEBRANEK és BACUS, 2007).

#### **2.7. A nátrium-nitrit helyettesíthetősége**

Az előzőek szerint tehát a húskészítményekben felhasznált nátrium-nitritnek számos, a fogyasztók számára előnyös tulajdonsága van, ugyanakkor toxicitása miatt egészségkárosító is lehet. Ezért az utóbbi évtizedben egyre erőteljesebb kutatások folynak arra nézve, hogyan is tudnánk lecsökkenteni a mennyiségét vagy inkább elhagyni. Ezeket a nézeteket elsősorban az önmagukat egészségtudatosnak tartott és a bioélelmiszereket fogyasztók vallják. Vagyis a nátrium-nitritet megpróbálják helyettesíteni különböző élelmianyagokkal (itt a különböző adalékanyagok felhasználhatóságára nem térek ki). Ezeket az alábbi csoportosításban foglalom össze.

## Nitráttartalmú növények

A növények jelentős mennyiségben tartalmaznak nitrátot, ezért ezek nitrátforrásként is felhasználhatóak a húskészítmények gyártásánál. Ilyenkor azonban nitrátbontó baktériumot is kell adni a termékhez. A növényeket (zöldségeket) 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. Azaz a fogyasztó továbbra is fogyaszt nitritet, az ellenőr pedig kimutat nitritet a termékben, annak ellenére, hogy szándékosan nem adtak hozzá. Az ilyen termékek címkéjére természetesen nem szabad ráírni, hogy „nitritet nem tartalmaz” vagy „nitritmentes”, azt azonban igen, hogy „E-szám mentes” (persze, ha semmilyen más adalékanyagot sem tartalmaz). Fel kell arra is hívni a figyelmet, hogy egyes nagy nitráttartalmú zöldségek (pl. zeller) allergének, tehát fel kell tüntetni a címkén.

## Tartósító hatású anyagok

A szerves savak mikrobagátló hatása közismert. KOCH és HANSEN (2009) nitritet nem tartalmazó vörösáru-készítményben vizsgálta a nátrium-laktát és nátrium-acetát *Clostridium botulinum* szaporodását gátló hatását. Megállapították, hogy 2% Na-laktát vagy 1% Na-laktát és 0,25% Na-acetát keveréke 5 °C-on történő tárolás esetén 3 hétig késleltette a *C. botulinum* szaporodását. (A 8 °C-on tárolt mintákban már nem volt ilyen hatása.) Megjegyzem, hogy egy 5 °C-on tárolt, nitritet tartalmazó vörösárukészítmény 90 napig is eltartható, tehát a 3 hét elég kevés. MARTÍN-SÁNCHEZ és munkatársai (2009) nitrittartalmú vörösáru-készítményben vizsgálták a citrusrost és a rozmaringolaj hatását. Megállapították, hogy mindkét anyag csökkenti az aerob baktériumok szaporodását a tárolás 24 napja alatt. A tartósítóhatáson kívül a fenoltartalmú vegyületeknek és a flavonoidoknak köszönhetően kedvező egészségügyi hatásuk is van. FERNÁNDEZ-LÓPEZ és munkatársai (2008) narancsrostot próbálták ki fermentált kolbászban. 1% narancsrost használatkor a starterkultúráként alkalmazott mikrokókuszosok gyorsabban szaporodtak az érlelés és szárítás alatt. Ez kedvező, miután a mikrokókuszosok aromakialakító hatásúak. Ugyanakkor gyorsította a nitritcsökkenés sebességét az érlelés és szárítás alatt. A szerzők szerint a termék érzékszervi tulajdonságait nem befolyásolta. Kínai szerzők (ZHANG et al., 2009) 14 különböző fűszerből és gyógynövényből (szegfűszeg, oregánó, rozmaring, bors, szerecsendió, édesgyökér, kurkuma, ánizs, fahéj, édeskömény, kardamon, angelika és 2 hagyományos kínai gyógynövény) készítettek kivonatot. Először nitrittel főtt sonkát állítottak elő, azt leszeletelték, és a felületét beoltották *Listeria monocytogenes*-sel. Ezután az antimikrobás hatású fűszerkivonattal bepermetezték a sonka

felületét, és vákuumcsomagolás után 28 napon keresztül nézték a mikrobiológiai állapotát. A tárolás során a kezdeti 5 nagyságrendű *L. monocytogenes*-előfordulás nem változott, míg a kontrollminta csíraszámja  $10^8$  TKE/g értékre nőtt. A 2,5; 5,0 és 10,0 mg/ml fűszerkeverék-kivonat hatásában nem volt különbség. A kivonatok csökkentették a tárolás alatt a tejsavbaktériumok és a mezofil aerob mikrobák számának emelkedését. (A szerzők az ízre gyakorolt hatását nem ismertetik.)

A fentiekből látható, hogy az alkalmazott anyagok mikrobagátló hatása csak nitrit mellett érvényesül.

### **Színkialakító anyagok**

A legegyszerűbb anyag a húskészítmények piros színének helyettesítésére a színezék (kármínsav), illetve a piros színű fűszerek, mint például a paprikakivonat (BLOUKAS et al., 1999), a paradicsompüré (DEDA et al., 2007) vagy a paradicsomrost (CAVA et al., 2009), illetve a cékla (KANG et al., 2002). Ezek a fűszernövények azonban szintén ízváltozást okoznak a termékben.

A *Lactobacillus fermentum* képes nitrit nélkül is a metmioglobinnél nitrozo-mioglobint képezni, az argininből nitrogén-oxidot szintetizáló lépésen keresztül, ezáltal kialakul a jellegzetes, pácolt hússzín (ZHANG et al., 2007).

### **Avasodásgátló anyagok**

A legtöbb **fűszer** illóolaj-tartalmánál fogva gátolja az avasodást (ZSARNÓCZAY, 1998). Ilyen hatása van például a rozmaringnak (ESTÉVEZ és CAVA, 2006), oregánónak (HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ et al., 2009), kakukkfűnek (NIETO et al., 2009), fahéjnak, szegfűszegnek (CHAN és BABJI, 2006), a piros paprikának (AGUIRREZÁBAL et al., 2000). A fokhagyma és a vöröshagyma (PARK és CHIN, 2006) is gátolja az avasodást. A zöldségek közül említést érdemel a spenót, a zeller és a fehérrépa (LUGASI, 2005) vagy a szója (LÁSZTITY, 2009). Némely **gyümölcs** is hasonló tulajdonsággal bír, például a szőlőmag (MANDIC, 2006), a zöld tea (BOZKURT, 2006), a mazsola (VASAVADA és CORNFORTH, 2005), az aszalt sárgabarack és szilva (ZSARNÓCZAY, 2006) és a komló (NIELSEN és MOLINA, 1999). Napjainkban már nemcsak a hagyományos fűszerek antioxidáns hatását használják ki a húskészítmények gyártásánál, hanem megjelentek a különleges, exotikus növények is, mint például a vörös indiai lótusz (HUANG et al., 2011) vagy a fenyőkéreg (FAUSTMAN et al., 2010)

Hasonlóan mint a többi tulajdonságnál, ebben az esetben is fellépnek kedvezőtlen érzékszervi mellékhatások, ezek a fűszerek és gyümölcsök elsősorban az ízt befolyásolják.



Fentieket figyelembe véve elmondható, hogy nem ismerünk egyetlen olyan nitrithelyettesítő szert sem, amely a nitrit szerepét teljes mértékben be tudja tölteni. A helyettesítőszer általában csak egy tulajdonságot tudnak befolyásolni, és sok esetben ezzel egyidejűleg egy másik tulajdonságot (általában az ízt) rontanak, illetve toxicitási problémát jelentenek.

**Összefoglalva** tehát elmondható, hogy a **nátrium-nitrit** – jelenlegi ismereteink alapján – **nélkülözhetetlen** a húskészítmények biztonságos gyártásánál. Ennek oka, hogy egyedül a nátrium-nitrit képes gátolni a kolbászmérgezést okozó *Clostridium botulinum*, valamint az egyéb, nem patogén, de romlást okozó baktériumok szaporodását, fontos szerepe van a húskészítmény színének kialakulásában, az avasodás gátlásában és a kedvező érzékszervi tulajdonságok (elsősorban íz) kialakulásában. Ezen kedvező tulajdonságok mellett, az engedélyezettnél nagyobb koncentrációban, egészségügyi szempontból kedvezőtlen hatása is van, mégpedig toxikus, a vér hemoglobinjával reagálva methemoglobinémiát okozhat, ami fulladáshoz vezet, valamint az aminosavakkal karcinogén nitrózaminokat képes létrehozni. A húskészítmények gyártásához maximálisan felhasználható 150 mg/kg nátrium-nitrit azonban a gyártás és a tárolás alatt jelentős mértékben lebomlik, és a maradék koncentráció akár több nagyságrenddel kisebb, mint amely egészségügyi veszélyt jelent. Az emberi szervezetbe a növényeken keresztül is bejut a nitrit, miután a növények igen nagy nitráttartalmának egy része a szervezetben nitritté alakul. A táplálkozástudósok vizsgálatai rámutatnak arra, hogy a szervezetünk nagyobb veszélynek van kitéve az igen nagy nitráttartalmú növények fogyasztása, mint a húskészítmények által.

### 3. A MEGOLDANDÓ FELADATOK ISMERTETÉSE

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 ismertetem, és értelmezem mind a hagyományos, mind pedig a biotermékek esetében.
2. **Előkísérletek** során megvizsgálom a húsiparban használt különböző anyagok hatását a nitrit és nitrát kialakulására. Ezen belül:
  - Megmérem a húsiparban felhasználható alapanyagok (húsok), fűszerek és növényi anyagok nátrium-nitrit- és -nitrát-tartalmát.
  - Szárazárumodellt gyártok nátrium-nitrit nélkül, nagy nitráttartalmú növénypor és nitrátbontó mikroba felhasználásával, valamint megvizsgálom a szárazárú gyártásához nélkülözhetetlen füstölés hatását a nitrit- és nitráttartalomra.
  - Meghatározom a nitrites sókeverék nitrittartalmának változását a tárolási idő függvényében.
  - Felmérést végzek 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) gyártok, a hazai húsipari gyakorlatnak megfelelően. A párizsit 90 napig tárolom 4 és 12 °C-on, míg a kolbászt 43 napig csomagolatlanul, vákuumcsomagolásban és védőgázos csomagolásban. A tárolás során mérem az alábbi jellemzőket:
  - Kémiai jellemzők: pH, víztartalom, nitrittartalom, nitráttartalom, összpigmenttartalom, nitrozopigment-tartalom, átpirosodás mértéke, avasodás
  - Mikrobiológiai jellemzők: vízaktivitás, összes csíra száma
  - Színjellemzők: világossági fok, pirosszín intenzitása, színárnyalat, valamint színstabilitás vizsgálata megvilágítás mellett
  - Állományjellemzők: keménység, rágásienergia-szükséglet, rugalmasság
  - Érzékszervi jellemzők: szín, illat, íz, állomány és összbenyomásEzen jellemzők mérésén túl mesterséges oltásos kísérlet végzése párizsiknál *Enterococcus faecalis* és kolbászoknál *Listeria monocytogenes* mikrobákkal.
4. Reakciókinetikai modellt állítok fel a különböző jellemzők tárolás alatti változásaira.
5. Számításokat végzek a húskészítményekben a nitrozamin-képződés valószínűségére.

Mindezek elvégzése után az alábbi **ismeretek** megszerzése várható:

- Adatok a húsipari alap-, adalékanyagok és késztermékek nitrit- és nitráttartalmáról
- A hőkezelt és nem hőkezelt húskészítményekben lezajló nitrit- és nitrátváltozások megismerése
- Optimális hozzáadott nitrittartalom megállapítása az élelmiszer-biztonság és -minőség figyelembevételével
- A nitrit patogén és romlást okozó mikrobákra gyakorolt mikrobagátló hatásának megismerése
- A tárolási hőmérséklet hatása az élelmiszer-biztonsági és -minőségi jellemzőkre
- A csomagolási mód hatása az élelmiszer-biztonsági és -minőségi jellemzőkre

## 4. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 4.1. Előkísérletek vizsgálati anyagai

#### 4.1.1. Húsipari alapanyagok nitrit- és nitráttartalmának vizsgálata

Az előkísérletek első fázisában a húskészítmények gyártásához felhasználható alapanyagokat (húsokat), fűszereket és zöldségeket vásároltam a különböző kereskedelmi egységekben (piac, szupermarket, fűszerforgalmazó cég). A vizsgált anyagokból más-más időpontban és helyen 5-5 db-ot vettem, melyek a következők voltak:

- húsok: sertéshús (karaj, comb, lapocka, tarja), marhahús (comb, lapocka, nyak), csirkehús (comb, mell) – összesen 9-féle
- fűszerek: fűszerpaprika, vöröshagyma, fokhagyma, bazsalikom, koriander – összesen 5-féle
- fűszerporok: fokhagymapor, mustármagliszt – összesen 2-féle
- fűszerkeverékek: Vegamix, zöldségkeverék ízesítő – összesen 2-féle
- zöldségek: paradicsompaprika, sűrített paradicsom, saláta, uborka, cékla (nyers), gomba, sárgarépa, fehérrépa, zöldborsó, zöldbab, metélőhagyma, spenót, petrezselyem, zellergumó – összesen 14-féle
- szárított zöldségek: sárgarépa, fehérrépa, petrezselyem, zellergumó, zellerlevél – összesen 5-féle

Az összesen 37-féle anyagnak (5 párhuzamossal ez 185 minta) meghatároztam a nátrium-nitrit- és -nitráttartalmát.

Az eredményeket az 5.2.1. fejezetben ismertetem.

#### 4.1.2. Zöldségporral készült kolbász gyártása

Kolbászt készítettem zöldségpor és nitrátbontó mikroba felhasználásával.

Zöldségpor: Chr. Hansen, 672303, Veg Juice Powder,

Összetétele: 98% zeller- és sárgarépaapor, 2% csomósodást gátló anyag (szilícium-oxid).

Kálium-nitrát-tartalma mérés alapján 1,5% (15 000 mg/kg).

Nitrátbontó mikroba: Chr. Hansen, CS 299, Bactoferm

Összetevő: *Staphylococcus carnosus*

Kolbász:

- Kontroll: 30% zsírtartalmú darált sertéshús és 2,5% nitrites sókeverék (0,5% nátrium-nitrit-tartalmú)

- Zöldségporos: 30% zsírtartalmú darált sertéshús, 2,5% konyhasó, 0,5% zöldségpor és  $10^6$  TKE/cm<sup>3</sup> csíraszámú *Staphylococcus carnosus* mikroba

A kolbászpasztákat sertésvékonybélbe (28 mm átmérőjű) töltöttem, és 28 napon keresztül 14 °C-os klímateremben érleltem. A kolbászokat nem füstöltem, hogy a füst hatását kizárjam.

Az érlelés 1., 3., 7., 14. és 28. napján 2-2 rúdból mértem a nátrium-nitrit- és -nitrát-tartalmat, valamint az összpigment- és nitrozopigment-tartalmat, melyből kiszámítottam az átpirosodás mértékét, valamint az érzékszervi jellemzőket leíró bírálattal (szín, állomány, íz, illat).

Az eredményeket az 5.2.2. fejezetben ismertetem.

#### **4.1.3. Füstölt kolbász gyártása**

30% zsírtartalmú darált sertéshúshoz 2% konyhasót adtam. A kolbászpasztát sertésvékonybélbe (28 mm átmérőjű) töltöttem, és 4 napon keresztül, napi 4 órán át 14 °C-on füstöltem. (Ez megfelel a hagyományos füstölési technológiának.) Az 5. napon megmértem a nitrit és a nitrát mennyiségét a kéregben (a szélétől számított 5 mm-es mélységben) és a magban (a közepétől számított 10 mm-es átmérőben). A vizsgálatot 3 különböző gyártású (más alapanyagból készült) kolbászon végeztem.

Az eredményeket az 5.2.2. fejezetben ismertetem.

#### **4.1.4. Nitrites sókeverék vizsgálata**

Egy hazai adalékanyag-gyártó cég (SOLVENT) 20 kg-os tételben, vízgőzzáró polietiléntasakban forgalmazott, 0,45%-os nátrium-nitrit-tartalmú sókeverékének nátrium-nitrit-tartalmát vizsgáltam havonta, 6 hónapon keresztül (ennyi a nitrites sókeverék minőségmegőrzési ideje). A sókeverék nedves eljárással készült, vagyis kb. 1% mennyiségű vízzel vitték fel a keverőben a nátrium-nitritet a nátrium-klorid felületére (a keverési idő 5 perc). A zsákokat szobahőmérsékleten, átlagosan 20 °C-on, légköri relatív páratartalom mellett tároltam. A 8 db zsák mindegyikéből 3 azonos helyről havonta vettem mintát (alsó 1/3-ból, középről, felső 1/3-ból).

Az eredményeket az 5.2.3. fejezetben ismertetem.

#### **4.2. Főkérséletek vizsgálati anyagai**

A különböző nitrittartalom hatásának vizsgálatát kétféle húskészítményben vizsgáltam:

- hőkezelt termékben: vörösáruban (párizsi)
- nem hőkezelt termékben: szárazáruban (kolbász)

A vizsgálatokhoz kísérleti termékeket gyártottam, melyekben különböző nitrittartalmú sókeveréket használtam fel, így a termékek nátrium-nitrit-tartalma a bekeveréskor is különböző volt (12. táblázat).

12. táblázat: Kísérleti húskészítmények gyártásához felhasznált sókeverék és a termékek nátrium-nitrit-tartalma a bekeveréskor

Jelölés	Sókeverék, % nátrium-nitrit	Bevitt nátrium-nitrit, mg/kg
P/K0	0	0
P/K50	0,25	50
P/K100	0,50	100
P/K150	0,75	150

P = párizsi

K = kolbász

#### 4.2.1. Különböző nitrittartalmú vörösáruk gyártása

A vörösáru, vagyis a párizsi gyártását a Budapesti Corvinus Egyetem Hűtő és Állatitermék Tanszék laboratóriumában végeztem.

#### Anyagnorma

A párizsi anyagnormája – amely az iparban gyártott jó minőségű, párizsinak felel meg – az alábbi volt:

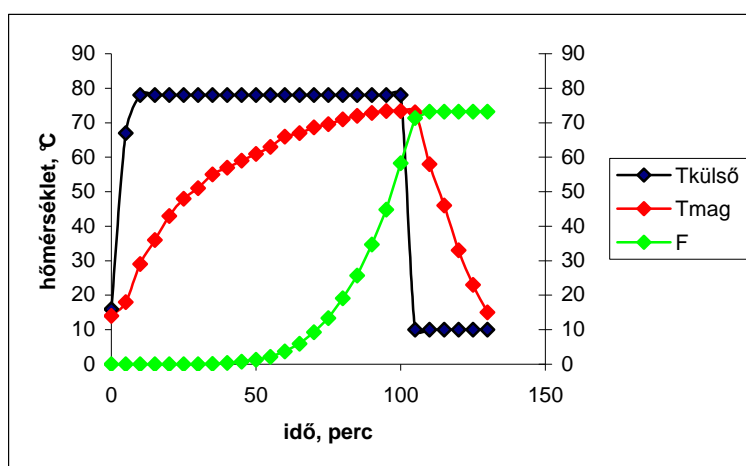
• sertéshús (20% zsírtartalmú)	46,00%
• hátszalonna	16,00%
• szójaizolátum	2,00%
• jégpehely	31,67%
• sókeverék	2,00%
• kálium-laktát	2,00%
• tetra-nátrium-pirofoszfát	0,25%
• aszkorbinsav	0,05%
• fehérbors	0,03%
Összesen	100,00%

#### Gyártástechnológia

- A húst és a szalonnát 5 mm-es tárcsán, húsdarálóval ledaráltam, majd a jégpehely felével kutterben, keverő fordulaton (500 ford/perc) elkevertem. Ezután – folyamatos keverés mellett – hozzáadtam a foszfátot, a sókeveréket, a szóját, a maradék jégpehelyt, az aszkorbinsavat, a borsot és a laktátot, legvégül pedig a szalonnát. Ezután gyors fordulaton (2 800 ford/perc) 2 percig aprítottam-kevertem. A massa hőmérséklete a kutterezés végén 0,9 °C volt.
- A masszát többrétegű (poliamid, polietilén), 45 µm vastagságú, 63 mm átmérőjű Nalomid műbélbe töltöttem. A műbél oxigénáteresztő képessége <math><12 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar}</math> (23 °C, 53% r.p.) és vízgőzáteresztő képessége <math><6 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}</math> (20 °C, 85% r.p.). A beletöltés előtt 30 percig 20 °C-os vízben áztattam. Kb. 20 cm hosszú rudakat klipszeltem.

- A hőkezelés 78 °C-os térhőmérsékleten, 72 °C maghőmérséklet eléréséig vízgőzben történt, 20 perces hőntartással. A hőntartás alatt a maghőmérséklet tovább nőtt, elérte a 73,4 °C-ot. Ezután a termékeket 10 °C-os vízben, 15 °C maghőmérséklet eléréséig lehűtöttem. A hőkezelést Ecolog TN4L négycsatornás adatgyűjtő rendszerrel mértem, az 1. érzékelő a térhőmérsékletet mérte a szekrényben, a 2. érzékelőt a termék termikus középpontjába helyeztem, ahol a maghőmérsékletet mérte. Az így hőkezelt párizsik F-értéke (70 °C-ra és z = 10 értékre vonatkoztatva) 73 perc, ami megfelel REICHERT et al. (1988) ajánlásának, miszerint az elégséges hőkezeléshez a minimális F-érték 40 perc.

A hőkezelési jellemzőket a 13. ábrán mutatom be.



13. ábra: Párizsi hőkezelése

### Késztermék

A késztermékek átlagos kémiai összetétele – ami megfelelt a Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/13-1 számú előírásának – az alábbi volt:

	Késztermék
Víztartalom, %	64,87
Zsírtartalom, %	20,13
Fehérjeteralom, %	11,36
Kötőszövetifehérje-tartalom, %	1,00
Nátrium-klorid-tartalom, %	2,10

A kísérleti párizsi képe az 1. képen látható.



I. kép: Kísérleti párizsi (saját fotó)

A késztermékek **tárolása** fektetve, ládáknban történt:

- 4 °C-on, ez a szokásos hűtőhőmérséklet
- 12 °C-on, ennek a magasabb hőmérsékletnek az volt az oka, hogy egy korábbi kutatási pályázatunk során megállapítottuk, hogy az otthoni hűtőszekrények hőmérséklete átlagosan 9 °C

A késztermékek vizsgálata, azaz a **mintavétel** az alábbi napokon történt: 1., 12., 21., 34., 47., 61., 76. és 90. napon. Egy mintavételnél 2 párhuzamos mérést végeztem.

A mintavételeknél az alábbi jellemzőket vizsgáltam:

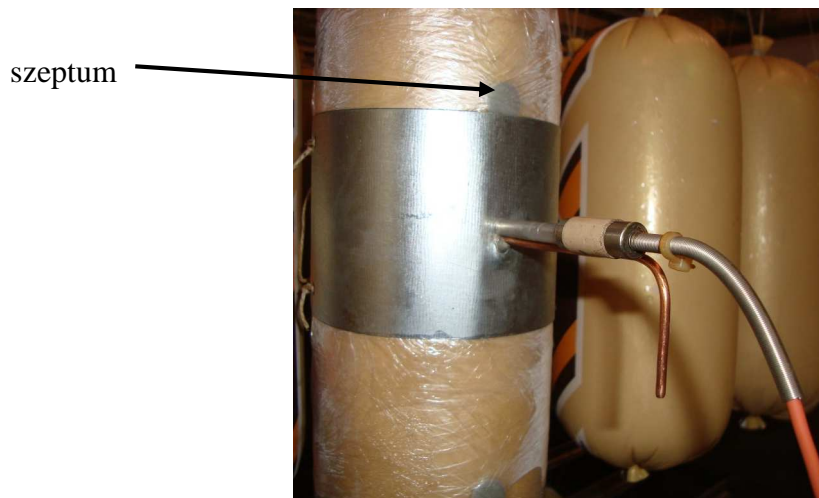
- Kémiai jellemzők: pH, nitrattartalom, nitráttartalom, összpigmenttartalom, átpirosodás mértéke, avasodás mértéke
- Mikrobiológiai jellemzők: összes csíraszám, mesterséges oltásos kísérlet végzése (lásd 4.2.1.1. fejezet)
- Színjellemzők műszeres méréssel: világossági fok, pirosszín intenzitása, színárnyalat, színtabilitás megvilágítás alatt
- Állományjellemzők műszeres méréssel: keménység, rágásienergia-szükséglet, rugalmasság
- Érzékszervi tulajdonságok: szín, illat, íz, állomány, összbenyomás

#### 4.2.1.1. Mesterséges oltásos kísérleti párizsi

A mesterséges oltásos kísérlet elvégzéséhez *Enterococcus faecalis* NCAIM B 01312 törzset használtam fel. A 4.2.1. pontban leírt anyagnormával készült párizsikat szeptumon (folyadékzáró gumikorong) keresztül a középpontba oltottam. A mikrobaszuszpenzió csíraszama  $4,8 \times 10^6$  TKE/cm<sup>3</sup> volt, amiből 0,05 cm<sup>3</sup>-t pipettázta a termékbe. Így az induló csíraszám  $2,4 \times 10^5$  TKE/cm<sup>3</sup> volt. Ezután a rudakat fóliával körbetekertem, az esetleges szétrepedésből fakadó szennyeződés megelőzése érdekében. A hőkezelést főzőszekrényben végeztem, különböző ideig, így különböző hőkezelt párizsiból



a tárolás 1. napján, az oltás 1 cm-es körzetéből vett mintából határoztam meg a hőkezelést túlélő *E. faecalis* számát. A beoltott rudak a hőkezelés során a 2. képen láthatók.



2. kép: Beoltott párizsi (saját fotó)

Az eredményeket az 5.3.1. fejezetben ismertetem.

#### 4.2.2. Különböző nitrittartalmú szárazárúk gyártása

A kolbászt az Országos Húsipari Kutatóintézet Technológiai Kísérleti Laboratóriumában gyártottam.

##### Anyagnorma

A kolbász anyagnormája az alábbi volt:

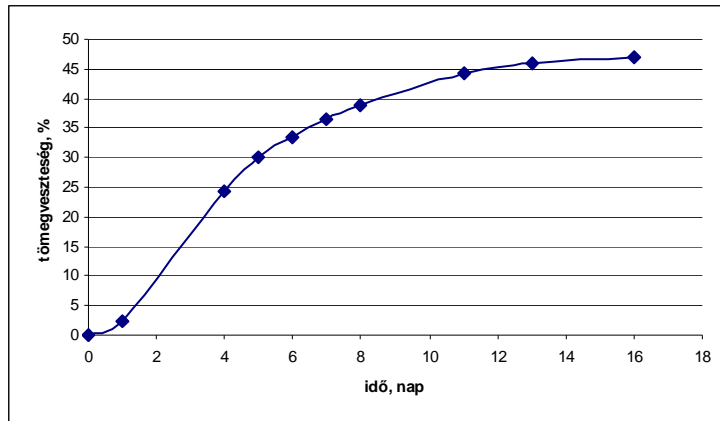
• sertéshús (30% zsírtartalmú)	97,9%
• sókeverék	2,00%
• fehérbors	0,1%
Összesen	100,00%

Az ipari gyakorlatban a kolbászok sótartalma ennél nagyobb, általában 2,5%. Azért döntöttem a 2%-os sótartalom mellett, hogy a mikrobiológiai vizsgálatok során a nitrit hatása érvényesüljön, ne a sóé, valamint az érzékszervi bírálatok során se a sós íz domináljon, hanem a nátrium-nitrit ízre gyakorolt hatása. Hasonló okok miatt nem füstöltem a kolbászokat.

##### Gyártástechnológia

- A sertéshúst 5 mm átmérőjű tárcsán ledaráltam, majd hozzáadtam a sókeveréket és a borsot, és jól összekevertem. A paszta hőmérséklete 4 °C volt.
- Ezután a kolbászpasztát sertésvékonybélbe töltöttem, amelyet előtte 30 percig vízben áztattam.

- A kolbászokat botra szedés után lezuhanyoztam, majd klímateremben 14 °C-on 75% relatív páratartalom mellett 16 napig érleltem. Az érlelés során naponta mértem a rudak tömegét, amiből kiszámítottam a tömegvesztést. A kezelések között a száradási sebességben nem volt különbség, ezért a 14. ábrán az átlagokat mutatom be.



14. ábra: Kolbászok tömegvesztése az érlelés alatt

### Késztermék

A kolbászpaszta és a késztermékek átlagos kémiai összetétele az alábbi volt:

	Paszta	Késztermék
Víztartalom, %	66,67	33,35
Zsírtartalom, %	12,14	25,31
Fehérjetartalom, %	18,91	35,62
Kötőszövetifehérje-tartalom, %	1,76	3,43
Nátrium-klorid-tartalom, %	2,08	3,38
Vízaktivitás	0,971	0,928

A kísérleti kolbász képe a 3. képen látható.



3. kép: Kísérleti kolbász (saját fotó)

A késztermékek **tárolása** 4 °C-on történt, fektetve, ládákból (ugyan a szárazárakat nem kell hűtőben tárolni, de a helytelen gyakorlat szerint a kereskedelemben is a hűtőpultban tartják, és otthon a háziasszonyok is):

- csomagolatlanul
- vákuumban
- védőgázban, 30:70=CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>

A késztermékek vizsgálata, azaz a **mintavétel** az alábbi napokon történt: 1., 15., 29., 36. és 43. napon. Egy mintavételnél 2 párhuzamos mérést végeztem.

A mintavételeknél az alábbi **jellemzőket** vizsgáltam:

- Kémiai jellemzők: pH, víztartalom, nitrittartalom, nitráttartalom, összpigmenttartalom, átpirosodás mértéke, avasodás mértéke
- Mikrobiológiai jellemzők: vízkivétel, összes csíraszám, mesterséges oltásos kísérlet végzése (lásd 4.2.2.1. fejezet)
- Színjellemzők műszeres méréssel: világossági fok, pirosszín intenzitása, sárgaszín intenzitása, színtabilitás megvilágítás alatt
- Állományjellemzők műszeres méréssel: keménység
- Érzékszervi tulajdonságok: szín, illat, íz, állomány, összbenyomás

#### **4.2.2.1. Mesterséges oltásos kísérleti kolbász**

A 4.2.2. pontban közölt anyagnormával készült kolbászokat *Listeria monocytogenes* törzzsel oltottam be 0,05 cm<sup>3</sup> 3,7 x 10<sup>5</sup> TKE/cm<sup>3</sup> csíraszámú mikrobaszuszpenzióval, szeptumon keresztül (4. kép). A pasztában az induló csíraszám 1,8 x10<sup>4</sup> TKE/cm<sup>3</sup> volt. Az érlelés során, a száradás következtében elképzelhetőnek tartottam, hogy a szeptumok leesnek a kolbászok felületéről, ezért gumigyűrűvel is megjelöltem az oltások helyét. A már ismertett klímaparaméterek mellett érleltem a kolbászokat. Az érlelés befejeztével, a tárolás 1., 15. és 22. napján, az oltás 1 cm-es körzetéből vett mintából határoztam meg a *Listeria monocytogenes* számát, illetve jelenlétét.



4. kép: Beoltott kolbász (saját fotó)

Az eredményeket az 5.3.2. fejezetben ismertetem.

#### 4.3. Vizsgálati módszerek

##### Kémiai vizsgálatok

- Hús és hústermékek. A nedvességtartalom meghatározása (MSZ ISO 1442:2000)
- Hús és hústermékek. Az összes zsírtartalom meghatározása (MSZ ISO 1443:2002)
- Hús és hústermékek. A kloridtartalom meghatározása. 1. rész: Volhard módszer (MSZ ISO 1841:2000)
- Hús és hústermékek. A nitrogéntartalom meghatározása (MSZ ISO 937:2002)
- Hús és hústermékek. L(-)hidroxi-prolin-tartalom meghatározása (MSZ ISO 3496:2000)
- Húskészítmények nitrit- és nitráttartalmának kimutatása és meghatározása (MSZ 6905:1981)
- Tiobarbitursav (TBA) szám meghatározása (PIKUL et al., 1989) (*M2 melléklet*)
- A hús összpigment- és nitrozopigment-tartalmának, valamint az átpirosodás mértékének meghatározása (VADÁNÉ, 1999) (*M3 melléklet*)
- pH mérése WTW 330i pH-mérővel, szűrőelektródával

##### Mikrobiológiai vizsgálatok

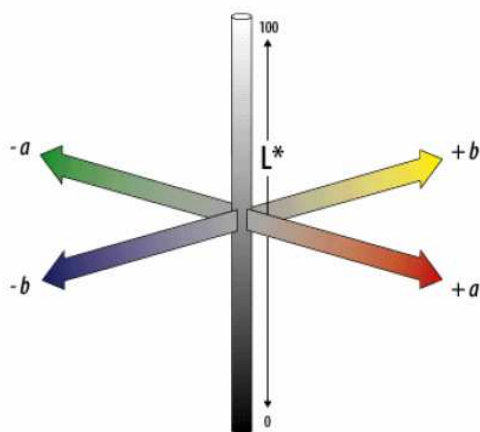
- Horizontális módszer a *Listeria monocytogenes* kimutatására és számlálására. 1. rész: kimutatási módszer, jelenlét-hiány megállapítása (MSZ EN ISO 11290-1:1996/A1:2005)
- Horizontális módszer a *Listeria monocytogenes* kimutatására és számlálására. 2. rész: számlálási módszer (MSZ EN ISO 11290-2:1998/A1:2005)

- Horizontális módszer a mikroorganizmusok számlálásához. Telepszámlálós módszer 30 °C-on (MSZ ISO 15214:2005)
- *Enterococcus faecalis* és *Enterococcus faecium* meghatározása telepszámlálással (DIN 10 106:1991)
- Vízáktívitas mérése Nagy típusú készülékkel

## Fizikai vizsgálatok

### Szín mérés

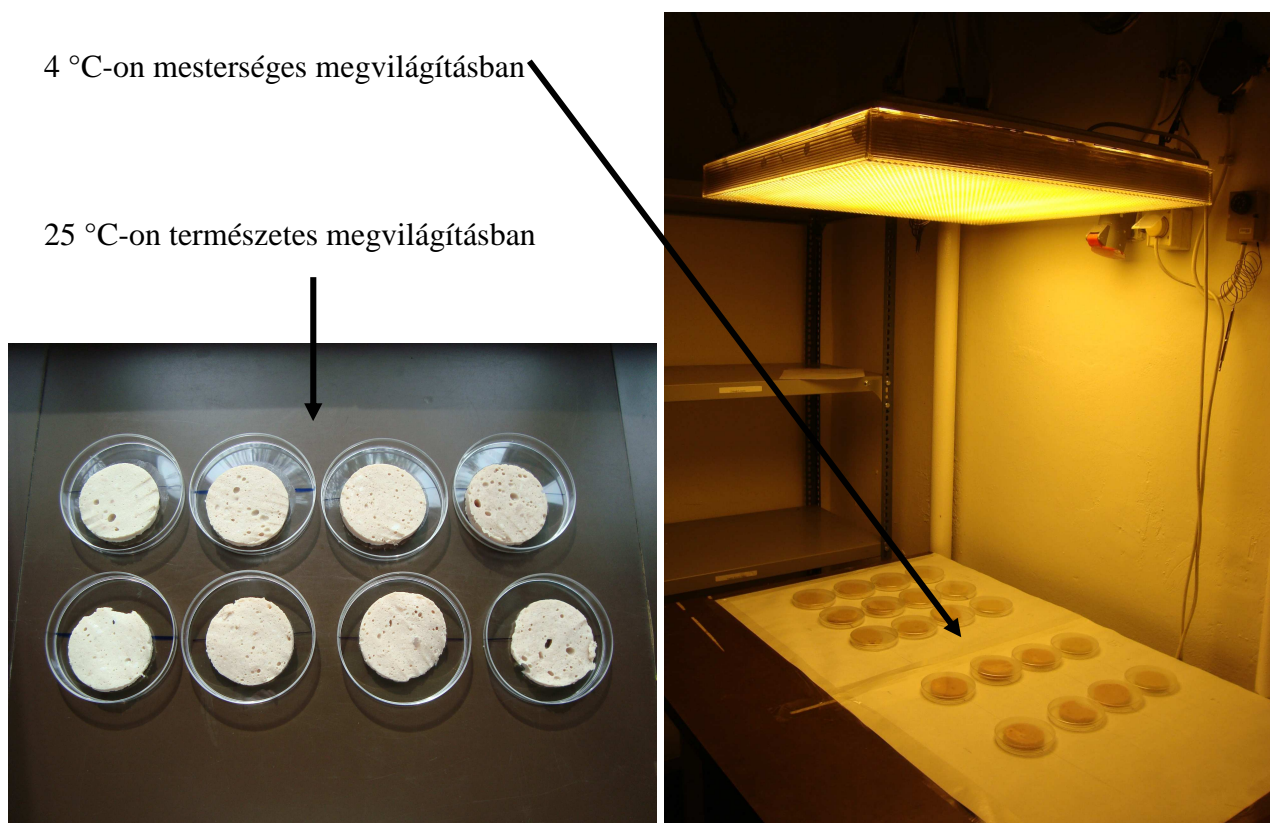
A szín méréseket MINOLTA Chromameter CR-300 típusú szín mérő készülékkel végeztem a minta friss vágási felületén. Mértém a világossági fokot ( $L$ ), a piros ( $a$ ) és a sárga ( $b$ ) szín intenzitását, ezen adatokból számoltam a színárnyalatot ( $H = \arctg b/a$ ). A színjellemzőket a felület 3 különböző pontján mértem. Az 5. képen bemutatom a szín mérő műszert és a mért színingertert.



5. kép: Szín mérő berendezés és színingertér (saját fotó)

### Színstabilitás mérése

Minden mintavételi napon mértem a párizsik és a kolbászok színstabilitását, azaz a piros szín intenzitásának megvilágítás hatására történő változását. Ehhez 2 cm-es darabokat vágtam. A szeleteket (darabokat) Petri-csészében lefedve tartottam, elkerülve a beszáradást. A párizsiszeleteket 4 °C-on, állandó, mesterséges megvilágítás alatt (1100 lux) és 25 °C-on természetes megvilágítás alatt (napfény) tartottam (6. kép). A kolbászszeleteket csak 4 °C-on, mesterséges megvilágítás alatt tartottam.



6. kép: Színstabilitás méréséhez történő tárolási módok (saját fotó)

Minden mintavételnél minden tételből mértem a piros szín intenzitását. Ennek változása jellemzi a színstabilitást. Ezek tehát a következők voltak:

#### *Párizsinál*

- Tárolás/mintavétel napja: 1., 12., 21., 34., 47., 61., 76. és 90. nap
- Hozzáadott nitrítartalom: 0, 50, 100, 150 mg/kg
- Tárolás hőmérséklete: 4 és 12 °C

#### *Kolbásznál*

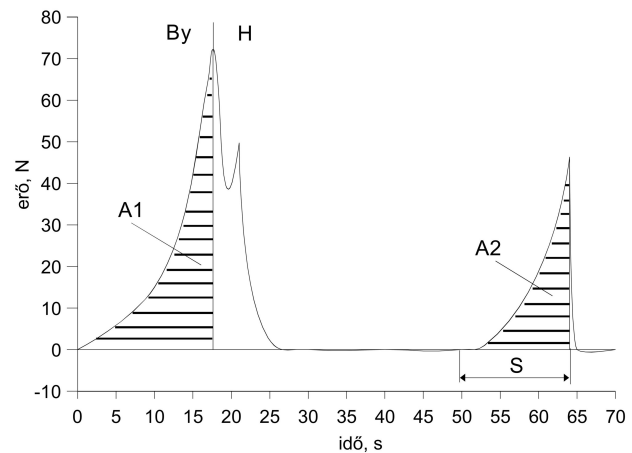
- Tárolás napja: 1., 15., 29., 36. és 43. nap
- Hozzáadott nitrítartalom: 0, 50, 100, 150 mg/kg
- Csomagolás módja: csomagolatlanul, vákuumban, védőgázban

#### Állománymérés

A méréseket SMS TA-XT2i állományvizsgáló műszerrel végeztem, a *párizsikat* állományprofil-analízissel, 50 mm átmérőjű alumíniumhenger mérőfejjel, melynek behatolási sebessége 1 mm/sec, a minta összenyomása 70%-os, mérete 25 mm átmérőjű és 30 mm magas volt. A mérési eredmények nagymértékben függenek a minta hőmérsékletétől (KOVÁCS és ZSARNÓCZAY, 1999), ezért azt minden esetben 10 °C-ra állítottam be oly módon, hogy a mintákat a mérésig 10 °C-

os hűtőszekrényben tartottam. Az állományprofil görbéjéből (7. kép) az alábbi jellemzőket számítottam ki:

- Keménység: H (N)
- Rágásienergia-szükséglet: A (Nmm)
- Rugalmasság: S (mm)



7. kép: Állománymérő berendezés és állományprofil görbe (saját fotó)

A kolbászokat penetrációs módszerrel mértem, 45°-os kónikus mérőfejjel, 15 mm-es behatolási mélységgel. A minták hőmérséklete 20 °C-os volt. A mért jellemző:

- Keménység (N)

#### Gázösszetétel-mérés

A védőgáz tárolás alatti változását Lippke gyártmányú Check Master 2+1 típusú készülékkel követtem nyomon.

#### **Érzékszervi bírálat**

6 főből álló, szakképzett bírálóbizottság bírálta a termékeket szín, illat, íz, állomány és összbenyomás alapján, 100 pontos skálán és leíró jelleggel is. Minél több pontot kapott a termék, annál jobb volt a tulajdonsága (pirosabb, kellemesebb illatú és ízű, keményebb, összességében jobb).

#### **Matematikai-statisztikai kiértékelés**

- Illesztés statisztikai vizsgálata (részletesen lásd az 5.3.3. fejezetben)
- Regresszióanalízis

## 5. EREDMÉNYEK

### 5.1. Rendeletek értelmezése

Mint azt a 2.4. fejezetben ismertettem, a nitrit használata a húsiparban igen régre nyúlik vissza. 1800-tól már tudatosan használják, 1900-ban pedig már a hatásmechanizmusát is megismerték.

Az Amerikai Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma (USDA) a kálium-nitrát használatát 1908-ban, a nátrium-nitritét 1925-ben foglalta törvénybe. E szerint a húskészítményekhez 0,25 oz/lb, azaz 156 mg/kg (baconhöz 624 mg/kg) nátrium-nitrit vagy 3,3 oz/100 lb, azaz 2063 mg/kg (baconhöz 2597 mg/kg) kálium-nitrát adható. A késztermékben a maradékszint 200 mg/kg lehetett nátrium-nitritben kifejezve. Az 1970-es évektől kezdve kezdtek el foglalkozni a nitrit egészségügyi hatásával. Miután a nitrit erős mérgező, és a húspan az egészségre káros nitrozovegyületek keletkezhetnek (lásd 2.4.5. fejezet), ezért a húskészítményekhez adható nitritek mennyiségét felülvizsgálták. 1978-ban az USDA jelentősen lecsökkentette a felhasználható mennyiséget oly módon, hogy baconhöz 156 mg/kg nátrium-nitrit és 148 mg/kg kálium-nitrit együtt adható, vagy 550 mg/kg adható nátrium-aszkorbáttal együtt (CASSENS és HOTCHKISS, 1988). Az Európai Unió 1995-ben vezette be az adalékanyagok egységes szabályozását a **95/2/EC** irányelvvel. Ebben meghatározták a nitrit és nitrát használatával kapcsolatos előírásokat is, azaz, hogy mely húskészítményekben milyen anyag, milyen mennyiségben kerülhet felhasználására, illetve rögzítik a maradék mennyiséget is. E szerint 150 mg/kg nátrium-nitrit adható a füstölt termékekhez, míg a maradék mennyiség 50, a pácolt baconban pedig 175 mg/kg nátrium-nitrit lehet. Az irányelv hazai honosítása a Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-95/2 számú előírás Az élelmiszerekben használható adalékanyagok, az édesítőszer és a színezékek kivételével C részében történt meg (*M4. melléklet*).

2006-ban az Európai Unió módosította az irányelvet (**2006/52/EC**), ami már a hőkezelt termékeket is magában foglalja. Eszerint 150 mg/kg nátrium-nitrit hozzáadását engedélyezi minden hústermékhez. Az Európai Unió tagállamai követik ezt az ajánlást, ugyanakkor Dánia évről-évre a hozzáadható nitrit határértékének csökkentését kéri, annak toxicitására hivatkozva (Dániában a hőkezelt és nyers termékekhez is 60 mg/kg nátrium-nitritet használnak). Az EFSA (European Food Safety Authority) ezt a kérelmet 2010-ben is visszautasította, de engedélyezte, hogy Dánia továbbra is használhatja a saját előírását és határértékét (EFSA, 2010).

Az EU-s irányelv alapján meghatározott, és a módosításokat figyelembe vevő, új hazai előírás a 152/2009 (XI. 12.) FVM rendelet 5. mellékleteként került kiadásra. A nitritek felhasználása a III. fejezetében jelent meg (*M5. melléklet*).



Az új előírás alkalmazása és értelmezése nagyon nehézkes, az ezzel kapcsolatos észrevételeimet az alábbiakban foglalom össze:

- A korábbi féloldalas előíráshoz képest az új előírás közel 4 oldal, 23 magyarázó lábjegyzettel.
- A táblázatnak nincs pontos tagolása, így nehéz beazonosítani az adott termékhez tartozó határértéket.
- Néhány terméknel a hozzáadható nátrium-nitrit mennyisége van korlátozva, néhánynál pedig a maradék.
- Nagyon sok speciális, nemzeti termék előírását is tartalmazza, más és más maradék nitrit- (50-175 mg/kg) vagy nitrátszinttel (10-250 mg/kg) (pl. Toucinho fumado, Rohschinken nassgepökelt, Presunto da pá és paio do lombo, Poličan), ami után még szerepel, hogy „és hasonló termékek”. Az 1 mondatos lábjegyzetből nem deríthető ki, hogy pontosan milyen termék sorolható ebbe a kategóriába. Értelmezhetetlen, hogy mi indokolja – hiszen hasonló gyártástechnológiájú termékekről van szó – az igen eltérő maradék szinteket.
- Nem lehet külön határértéket meghatározni a nitritre és nitrátra, miután ezek a vegyületek bomlanak, illetve a technológiai körülményektől függően átalakulnak. Így például akkor is kimutatható a késztermékben nitrát, ha a gyártás során nem adtunk hozzá (lásd az 5.3.1.1. fejezetet).

Ezeket az ellentmondásokat a magyar húsipar és a hatóság úgy oldotta fel, hogy minden termékre egységesen 50 mg/kg maradék nátrium-nitrit határértéket tart elfogadhatónak.

A **bio**élelmiszerek szabályozása jóval egyértelműbb és egyszerűbb. A ma már érvénytelen 2092/91 EEC rendelet alapján, amit a hazai 82/2002 (IX. 4.) FVM-KvVM együttes rendelet is átvett, a nitrit vagy nitrát használata nem volt engedélyezve. Ez azonban élelmiszer-biztonsági aggályokat vetett fel a szakemberek, a törvényalkotók és néhány fogyasztó részéről, hiszen eddigi ismereteink szerint a nátrium-nitrit elengedhetetlen a biztonságos és jó minőségű húskészítmények előállításához. Ezt az EU is belátta, és a 889/2008/EK rendeletében kimondja, hogy a nátrium-nitrit vagy a kálium-nitrát használata engedélyezett 80 mg/kg hozzáadott mennyiségben bio hústermékekben is. A maradék mennyiséget 50 mg/kg nátrium-nitritben, vagy kálium-nitrát használata esetén szintén 50 mg/kg mennyiségben, nátrium-nitrátban kifejezve szabja meg (*M6. melléklet*). A 123/2008/EK rendelet alapján ez csak ideiglenes, mert a rendeletet 2010. december 31-ig felül kell vizsgálni, a felhasználásból való kivonás céljából. A megadott határidőig a huszonnégy tagállamból kettő a 0 mg/kg határérték visszaállítását indítványozta, egy a jelenlegi 80 mg/kg-os határértéknél kisebb, tizenhat pedig a jelenlegi határértéket elfogadhatónak tartotta. Ez utóbbiak a nitrit élelmiszer-biztonsági és -minőségi szerepe miatt. Az indokok között szerepel például „a fogyasztók

elutasítják, és nem ítélik étvágygerjesztőnek a szürke színű húskészítményeket”; „a növényi kivonatok használata esetén a készterméknek ugyanúgy nagy lesz a nitráttartalma mintha nitrátot használtak volna a gyártásukhoz, ezért a nitrátbevitellel kapcsolatos problémák ugyanúgy fennállnak”.

## 5.2. Összetevők és technológia hatása a húskészítmények nitrit- és nitráttartalmára

A húsipar a különböző termékeihez igen sok anyagot használ fel a húson kívül. Ide tartoznak a fűszerek, amit minden húskészítmény tartalmaz, de napjainkban közkedveltek a zöldségeket tartalmazó termékek is. Ezek nitrit- és nitráttartalmát mutatom be, és azt, hogy a gyártástechnológia során is kialakulhat a termékben a nitrit és a nitrát, amit kísérletekkel is bizonyítok. Ismertetem a nitrites sókeverék tárolás alatti változását, végül elemzem a különböző, hazai gyártású húskészítmények maradék nitrit- és nitráttartalmát.

### 5.2.1. Húsipari alapanyagok nitrit- és nitráttartalma

Vizsgáltam a húsipari termékek gyártásához általában felhasznált húsok, fűszerek és zöldségek nátrium-nitrit- és nátrium-nitrát-tartalmát (lásd 4.1.1. pont), melyek átlagértékét a 13. táblázatban mutatom be. A fűszerek és zöldségek nitráttartalmát mg nitrát/kg mennyiségben szokás megadni, de az összehasonlíthatóság érdekében átszámítottam mg nátrium-nitrát/kg mértékegységre. Számításokat végeztem arra vonatkozóan, hogy az egyes húskészítményekhez felhasználható hússal (átlagosan 60%-os felhasználást vettem figyelembe), fűszerrel vagy zöldséggel a késztermékben mennyi nátrium-nitrát jelenik meg. Amennyiben a húst nem húskészítményként, hanem önállóan fogyasztjuk, akkor az elfogyasztott nátrium-nitrát mennyisége megegyezik a húspan lévő nátrium-nitrát mennyiségével.

13. táblázat: Húsiparban felhasználható anyagok nátrium-nitrit- és -nitrát-tartalma

Anyag	Na-nitrit, mg/kg	Na-nitrát, mg/kg	Gyártáshoz felhasznált mennyiség, %	Az így bevitt Na-nitrát, mg/kg
<b>HÚSOK</b>				
Sertéskaraj	0,4	2,8	60	1,7
Sertéscomb	0,4	4,2	60	2,5
Sertéslapocka	0,4	4,8	60	2,9
Sertésstarja	0,4	6,1	60	3,7
Marhacomb	0,4	8,4	60	5,0
Marhalapocka	0,4	10,2	60	6,1
Marhanyak	0,4	11,3	60	6,8
Csirkecomb	0,4	4,8	60	2,9
Csirkemell	0,4	4,5	60	2,7

Anyag	Na-nitrit, mg/kg	Na-nitrát, mg/kg	Felhasznált mennyiség, %	Bevitt Na- nitrát, mg/kg
<b>FŰSZEREK</b>				
Csemege fűszerpaprika		700	2	14
Vöröshagyma		225	2	4,5
Fokhagyma		95	0,5	0,5
Bazsalikom		3150	0,05	1,6
Koriander		3290	0,05	1,6
Fokhagymapor		251	1	2,5
Mustármagliszt		44	0,5	0,2
Vegamix fűszerkeverék		880	2	18
Szárított zöldségkeverék ízesítő		940	2	19
<b>ZÖLDSÉGEK</b>				
Paradicsompaprika		137	10	14
Sűrített paradicsom		240	2,5	6
Saláta		2500	2	50
Uborka		253	10	25
Cékla		1900	10	190
Gomba		84	10	8
Sárgarépa		25	10	2,5
Szárított sárgarépa		1070	5	53
Fehérrépa		1330	5	53
Szárított fehérrépa		840	2	17
Zöldborsó		40	10	4
Zöldbab		443	5	22
Metélőhagyma		1030	15	155
Spenót		1460	10	146
Petrezselyem		1310	5	65
Szárított petrezselyem		1800	3	54
Zellergumó		2370	2	47
Szárított zellergumó		2500	0,5	13
Szárított zellerlevél		1500	0,5	7

A táblázat adataiból jól látható, hogy a húsok is tartalmaznak nátrium-nitritet és -nitrátot. Ez utóbbit az állatok a takarmánnyal, illetve az ivóvízzel veszik fel. A marhahúsok nitráttartalma nagyobb, mint a sertéshúsoké vagy a baromfihúsoké. Ez megegyezik az irodalomban talált adatokkal, lásd a 2.6.3. fejezetet (KAMMERER et al., 1992).

A húskészítmények gyártása során felhasznált zöldségekből – nagy nitráttartalmuk miatt – jelentős mennyiségű nitrát kerül a késztermékbe. A saját mérési eredményeim összhangban vannak az irodalmi adatokkal, lásd 2.6.2. fejezet (STÉGERNÉ et al., 2007). Ennek tükrében nehéz eldönteni, hogy ha a késztermékben kimutatják a nitrátot, az honnan származik. Ezek a megfontolások azért is fontosak, mert napjainkban a húsipar az egészséges táplálkozás irányába nyit, vagyis olyan termékeket fejleszt ki és gyárt, amelyek eltérnek a megszokottól (homogén húsmassza). Új és erősebb fűszerezésű, valamint zöldségekkel kiegészített termékek jelennek meg (mexikói felvágott).

Ez utóbbiak célja elsősorban a rostbevitel növelése, ezzel együtt azonban a nitrát mennyisége is nő a termékben. A nitrát baktériumtevékenység következtében nitritté alakul, megnövelve ezzel a termék nitrittartalmát. Amennyiben ez a maradékszint meghaladja a megengedett 50 mg/kg értéket, az bírságot von maga után, pedig a gyártás során valószínűleg nem került az előírtnál nagyobb mennyiségű nátrium-nitrit felhasználásra. Sok zöldség felhasználása növeli a késztermék nitrátszintjét is, azaz kimutathatóvá válik, annak ellenére, hogy a gyártás során nem használtak nitrátot.

### 5.2.2. Nitrit és nitrát keletkezése a gyártástechnológia során

A **zöldségek** és fűszerek nagy nitráttartalmának kedvező szerepe is van, mégpedig abban az esetben, ha adalékanyagmentes (E-szám mentes) készítményt kívánunk előállítani. Ilyenkor a termék címkéjén a gyártók a „nitritmentes” helyett azt tüntetik fel, hogy „hozzáadott nitritet nem tartalmaz”. AZ EFSA (INCZE, 2010) véleménye szerint ez helytelen – megtéveszti a fogyasztót –, mert ugyan kerülő úton, de ugyanúgy bevisszük a termékbe a tartósítószer, mintha közvetlenül adjuk hozzá. A megfogalmazás olyan szempontból viszont igaz, hogy a termék előállítása során valóban nem adunk hozzá nátrium-nitritet, de nitrátbontó baktériumot igen, ami a zöldségekben lévő nitrátot nitritté redukálja. Az így létrejött nitrit kialakítja a húskészítmény megfelelő színét, állományát, aromáját, azaz az élelmiszer-biztonsági és -minőségi hatását ki tudja fejteni.

Ennek bizonyítására modellkísérletet végeztem (lásd 4.1.2. fejezet). Adalékanyagként már kaphatóak olyan zöldségporok, amelyek nagy nitráttartalmúak. Nitrátbontó tulajdonságú mikrobák a különböző *Micrococcusok* (mai nevükön *Kocuria*) (lásd 2.5. fejezet). Olyan mikrobát kerestem, amelyet a szárazárugyártáshoz használnak. Így gondoltam a *Staphylococcus carnosus*-ra, amit aromakialakító hatása miatt starterkultúráként is használják a laktobacillusok mellett.

Előkísérletben megvizsgáltam a mikroba nitrátbontó képességét. Ehhez 100 mg/dm<sup>3</sup> nátrium-nitrát-tartalmú tápoldatot készítettem, melyhez 10<sup>6</sup> TKE/g csíraszámú *Staphylococcus carnosus* szuszpenziót adtam. Különböző hőmérsékleten tárolva mértem a kialakult nitrit mennyiségét. Az eredményeket a 14. táblázatban mutatom be.

14. táblázat: A *Staphylococcus carnosus* nitrátbontó képessége különböző hőmérsékleten

Idő, óra	Keletkezett nátrium-nitrit, mg/dm <sup>3</sup>			
	15 °C-on	20 °C-on	37 °C-on	45 °C-on
2	0	0	0,58	0,17
4	0	0	8,04	5,73
24	19,23	58,80	nm	nm
48	49,06	76,64	nm	nm
72	75,41	83,14	nm	nm

nm = nem mértem

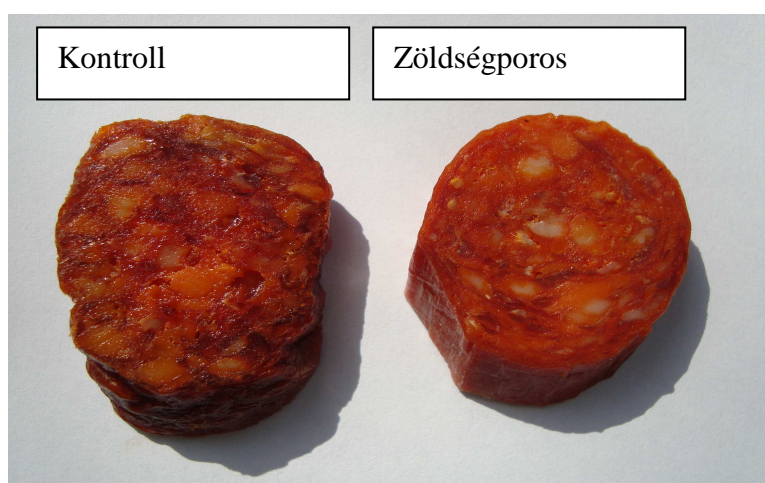
A hagyományos szárazárak érlelése 15 °C alatti hőmérsékletű klímatermekben történik. Ezen a hőmérsékleten 72 óra szükséges, hogy a hozzáadott nitrátból megfelelő mennyiségű (irodalmi adatok alapján 70-80 mg/kg) nátrium-nitrit alakuljon ki. A starterkulturával készült gyorsérlelésű szárazárak érlelése Közép-Európában 24 °C-on történik a pH-érték 5,3 alá csökkenéséig, majd ezután 15 °C-on folytatódik. 20 °C-on már kevesebb idő (48 óra) is elegendő volt a kívánt nitritmennyiség kialakulásához. Ennél magasabb hőmérsékleteken is vizsgáltam a mikroba nitrátbontó képességét. Látható, hogy az optimális 37 °C-on már a 2. órában mérhető volt a nitrit, azonban még a 4. órában sem volt elegendő mennyiségben. 45 °C-on a mikroba kevésbé aktív. Ez azt jelenti, hogy hőkezelt húskészítményekben ez az eljárás nem alkalmazható, hiszen a masszát élelmiszer-biztonsági szempontból nem lehet több órán át 37 °C-on tartani az elegendő nitritmennyiség kialakulásáig. Így a húskészítmény piros színét adó nitrozopigment nem tud kialakulni. A hőkezelés – amely 70 °C fölött történik – elpusztítja a *Staphylococcus carnosus*-t, tehát a továbbiakban nincs nitrátbontó tevékenysége. Hőkezelt termékeknél így csak a késztermék nitráttartalmát növeljük. Mindezekből az következik, hogy ez az eljárás (nitráttartalmú összetevőből nitrátbontó baktérium segítségével nitritet állítani elő) kizárólag szárazárak esetében működik, legalábbis a vizsgált törzsszel.

A kontroll és zöldségporos kolbászok érlelés alatti nátrium-nitrit- és -nitrát-tartalmát, az átpirosodás mértékét, és a főbb érzékszervi jellemzőket a 15. táblázatban mutatom be.

15. táblázat: Kontroll és zöldségporos kolbász jellemzői

Érlelési idő, nap	Na-nitrit, mg/kg	Na-nitrát, mg/kg	Átpirosodás, %	Érzékszervi jellemzők
<b>Kontroll kolbász</b>				
1	68	16	26	Szürkésbarna
3	43	38	57	Középen piros
7	4	38	65	Teljes átmérőjében piros
14	3	43	70	Teljes átmérőjében piros
28	3	30	76	Teljes átmérőjében piros, Tömör, rugalmas, Termékre jellemző, kellemes íz és illat
<b>Zöldségporos kolbász</b>				
1	3	57	25	Sárgás
3	12	64	53	Középen halványpiros, sárgás
7	6	69	54	Teljes átmérőjében halvány piros, sárgás
14	2	91	64	Teljes átmérőjében halvány piros, sárgás
28	2	39	72	Teljes átmérőjében halvány piros, sárgás, Tömör, rugalmas, Valamivel gyengébb íz és illat

A kontroll kolbász nátrium-nitrit-tartalma az érlelés alatt fokozatosan csökkent, a belőle képződő nátrium-nitrát mennyisége az érlelési idő közepéig nőtt, majd lecsökkent. A zöldségpor felhasználásával készült kolbász nitrattartalma kicsi volt, ami meglátszik abban, hogy a termék színe nem a megszokott piros szín, hanem annál halványabb, inkább sárgás árnyalatú (8. kép). Az átpirosodás mértéke is alatta maradt a kontroll kolbásznak. A késztermékek állományában nem volt különbség, de a zöldségporos kolbász íze és illata is gyengébb volt a kontrollhoz képest. Ez azt jelenti, hogy az érlelés alatt a zöldségpor nitrátjából a *Staphylococcus carnosus* nem volt képes annyi nitritet képezni, ami elegendő lett volna a szín- és aromakialakításhoz. Vagyis ezzel az eljárással gyengébb minőségű terméket kaptunk. Hátrányként jelentkezik, hogy a zöldségpor zellert tartalmazott, amely allergén, így a címkén jelölni kell.



8. kép: Kontroll és zöldségporos kolbász képe

A **füstölésnek** is van szerepe a nitrit és a nitrát kialakulásában. A 4.1.3. fejezetben leírt módon füstölt kolbászt készítettem. A pasztán kívül a füstölt kolbász nátrium-nitrit és -nitrát-tartalmát is mértem. Az átlagértékeket a 16. táblázatban mutatom be.

16. táblázat: A füstölés hatása a nitrit és a nitrát kialakulására

	<b>Na-nitrit, mg/kg</b>	<b>Na-nitrát, mg/kg</b>
Pasztá	0	0
Kész kolbászból a kéreg	5	15
Kész kolbászból a mag	4	12

Látható, hogy a füstölés hatására kialakul a termékben a nitrát, amelynek egy része nitritté alakul. A kolbász kérgében nagyobb értékeket kaptam, egyértelmű tehát, hogy a füstből lecsapódó komponensek – így a nitrát is – a felületen koncentrálnak, és idővel a termék belseje felé haladnak, amint az várható is volt.

Intenzív füstöléssel tehát bevihető a termékbe nitrát, ami egy idő után nitritté alakul. Azonban ez a mennyiség – a hagyományos füstölési technológia mellett – nem elegendő a megfelelő élelmiszerbiztonság és -minőség eléréséhez. Ha nagyobb mértékű füstölést alkalmazunk, annak már káros érzékszervi következményei vannak, a szín sötétbarnává válik, és az íz és illat tekintetében erősen dominálóvá válik a füst. Ezenkívül egészségügyileg is káros lehet, nagyobb mennyiségű policiklikus aromás szénhidrogénvegyület (PAH) rakódik le a füstből, amelyek karcinogén hatásúak. (Megjegyzem, hogy ilyen veszélyes feldúsulást okozó időtartamú és intenzitású füstölést a hazai húsipari gyakorlatban nem alkalmazunk.)

### 5.2.3. Nitrites sókeverék nitrittartalmának változása

Vizsgálatot végeztem arra vonatkozóan, hogy a nitrites sókeverék nátrium-nitrit-tartalma a tárolás alatt változik-e. A vizsgált sókeverék nátrium-nitrit-tartalma 0,45%. (A címkén a gyártó  $\pm 0,05\%$  relatív szórás-értéket tüntet fel.) Az eredmények értékelése során a varianciaanalízis alapján nem kaptam szignifikáns különbséget a mintavétel helyét illetően. Az időpont szerint azonban már szignifikáns volt az összefüggés, a nátrium-nitrit-tartalom változását a 15. ábrán mutatom be.



15. ábra: Nitrites sókeverék nátrium-nitrit-tartalmának (mg/100 g) változása a tárolási idő függvényében

A nitrittartalom egy minimumon halad át, amit a relatív páratartalom ingadozása okozott. Ennek oka, hogy a tárolás kezdete októberre esett, amikor a páratartalom 57% volt. A tárolás 2., 3. és 4. hónapja a téli időszak volt, ekkor a légköri páratartalom 60% körüli volt. Az 5 és 6 hónapos mintavétel már tavasszal volt, amikor az átlagos páratartalom 55% volt. A nagyobb páratartalomnak köszönhető, hogy a sókeverék nedvességet vesz fel, így a relatív nátrium-nitrit-tartalma kisebb. Ez a változás azonban nem jelentős, a legnagyobb koncentrációérték a legkisebbre vonatkoztatva mindössze 107%. A tárolás alatt mért nátrium-nitrit-tartalom átlagos értéke 457 mg/100 g (a

diagramon vastag vonallal jelölve), ami belefér a megengedett tartományba (0,427–0,472%). A húsipari gyártás során ilyen hosszú tárolási idő azonban – a helyes gyártási gyakorlat mellett – nem fordul elő, hiszen egy 20 kg-os zsák 1 nap alatt elfogy. Újabban pedig olyan keverékeket forgalmaznak az adalékanyag-gyártó cégek, amelyek az adott termék összes adalékanyagát – beleértve a foszfátot, fűszereket, állományjavítókat, tartósítószerkeket, színezéket – egy keverésre való mennyiségben tartalmazza. Nem célszerű tehát nagy tételeket vásárolni, és hosszú ideig tárolni.

#### 5.2.4. Húskészítmények nitrit- és nitráttartalma

A húskészítmények gyártásakor felhasználható és késztermékben kimutatható maradék nitrit és nitrát mennyiségét leegyszerűsítve – a 2006/52/EC irányelv szerint – a 17. táblázatban foglalom össze.

17. táblázat: A hozzáadható és a maradék nátrium-nitrit- és -nitrátszint

	Hozzáadható max. mennyiség	Maradék max. mennyiség
Nátrium-nitrit vagy kálium-nitrit, mg Na-nitrit/kg	150	50
Nátrium-nitrát vagy kálium-nitrát, mg Na-nitrát/kg	300	250

Az Országos Húsipari Kutatóintézet akkreditált analitikai laboratóriumában, az utóbbi években vizsgált hazai húskészítmények nátrium-nitrit- és -nitrát-tartalmának összesítését a 18. táblázatban ismertetem.

18. táblázat: Magyar húskészítmények maradék nátrium-nitrit- és -nitrát-tartalma

Termék	db	Nátrium-nitrit-tartalom, mg/kg			Nátrium-nitrát-tartalom, mg/kg		
		átlag	szórás	túllépés, db	átlag	szórás	túllépés, db
Vörösáru	40	22	15	1	19	20	0
Felvágott	37	21	18	0	13	20	0
Szárazáru	49	2	2	0	21	19	0
Füstölt nyers termék	86	16	19	3	91	85	8
Májjas	23	10	12	0	17	9	0
Szalonna	29	17	13	0	10	13	0
<b>Összesen</b>	<b>264</b>			<b>4</b>			<b>8</b>
<b>Átlag</b>		<b>15</b>	<b>16</b>		<b>43</b>	<b>63</b>	

A táblázatból látható, hogy a vizsgált hazai termékek átlagos nátrium-nitrit- és -nitrát-tartalma az előírt szint alatt van. Vannak azonban ennél nagyobb értékek is. A mért adatok szerint a különböző húskészítmények mindössze 1,5%-a lépte túl az előírt 50 mg/kg nátrium-nitrit maradék határértéket,



és 3%-a a 250 mg/kg nátrium-nitrát maradék határértéket. Hasonló átlagértékeket mértek más hazai, német és holland vizsgálólaboratóriumok is (lásd 2.6.4. fejezet /SZIGETI, 2010., HONIKEL, 2010a/). Kiugró értékeket csak a füstölt nyers termékeknel mértem (a legnagyobb érték 346 mg/kg Na-nitrát), ezek hagyományos, nitrátos pácolással és érleléssel készült parasztsónkák voltak. Ezeknél a termékeknel a túllépés oka, hogy ennél a gyártástechnológiánál nehéz szabályozni a nitráttartalmat, miután a magától diffundál be a termékbe.

### 5.3. A hozzáadott különböző nitritmennyiség hatásának vizsgálata húskészítményekben

Főkísérleteim során – a célkitűzésben megfogalmazottaknak megfelelően – különböző nátrium-nitrit-tartalmú (0, 50, 100 és 150 mg/kg – jelölés 0, 50, 100 és 150) hőkezelt terméket (vörösárut, jelen esetben párizsit – jelölés P), illetve nem hőkezelt terméket (szárazárut, jelen esetben kolbászt – jelölés K) gyártottam. Minden mintavételkor 2-2 párizsit, illetve kolbászt vizsgáltam. A két párhuzamos között nem volt eltérés, ezért az eredmények bemutatásakor az átlagértékekkel számoltam.

#### 5.3.1. A nitrit mennyiségének hatása a vörösáru tulajdonságaira

Ebben a fejezetben a párizsi vizsgálatánál kapott eredményeket mutatom be, és értékelem. Először a gyártás során fellépő nitrittartalom változását elemzem, majd a 90 napos 4 és 12 °C-on történő tárolás hatását a jellemzőkre.

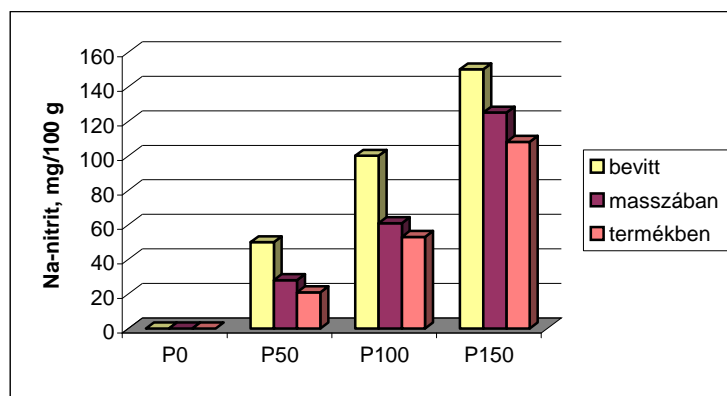
A különböző jellemzők mérési adataihoz a reakciókinetikai modellnek megfelelő görbéket illesztettem.

#### Nátrium-nitrit tartalmának változása a gyártás során

A kísérletek első lépéseként meghatároztam a vörösárumasszában lévő nátrium-nitrit mennyiségét, majd a hőkezelés utáni mennyiségét. Ezeket összehasonlítottam a masszába a nitrites sókeverékkel bevitt mennyiséggel. A mérési eredményeket a 19. táblázatban mutatom be és a 16. ábrán szemléltetem.

19. táblázat: Párizsi kiindulási nátrium-nitrit-tartalmának változása a gyártás során

Minta	Masszában			Termékben	
	bevitt, mg/kg	mért, mg/kg	maradék %	mg/kg	maradék %
P0	0	0	-	0	-
P50	50	28	56	21	42
P100	100	61	61	53	53
P150	150	125	83	108	72



16. ábra: A maradék nátrium-nitrit mennyisége a párizsi gyártása során

A táblázat adataiból és az ábráról jól látható, hogy a gyártási folyamat alatt a masszába bevitt nátrium-nitrit mennyisége jelentősen lecsökken – azonnal elkezd bomlani –, és ez a hőkezelés hatására tovább csökken. A csökkenés mértéke nagyobb volt a kutterezés alatt, mint a hőkezelés során. Minél nagyobb a kiindulási nitritkoncentráció, annál több a maradék mennyisége. Egyes hivatkozások szerint (lásd 2.5. fejezet) a csökkenés akár 80% is lehet, vagyis a kiindulási érték 20%-a marad a késztermékben. Kísérleteimben ennél nagyobb értéket kaptam, a hozzáadott 50 mg/kg nátrium-nitritnek a 42%-a, a 100 mg/kg-osnak az 53%-a, a 150 mg/kg-osnak a 72%-a maradt hőkezelés után. A nitrit csökkenésének egyik oka, hogy a masszához 0,05% aszkorbinsavat adtam (ez megfelel a húsipari gyakorlatnak). Az aszkorbinsav – miután redukálószer (lásd 2.4.3.1. fejezet) – redukálja a nitritet, ugyanakkor gyorsítja a stabil nitrozopigment kialakulását. A nitrit csökkenésének másik oka, hogy nitrát keletkezik belőle, mégpedig minél több a nitrit a masszában, annál több nitrát keletkezik. Ezt igazolja a 20. táblázatban bemutatott adatsor.

20. táblázat: Párizsi kiindulási nátrium-nitrát-tartalmának (mg/kg) változása a gyártás során

Minta	Bevitt	Masszában	Termékben
P0	0	0	6
P50	0	0	26
P100	0	0	32
P150	0	0	37

Ezek után részletesen ismeretem a tárolás 90 napja során mért adatokat és értékelt eredményeket.

### 5.3.1.1. Kémiai jellemzők változása

#### pH

Mértem a különböző hozzáadott nitrittartalmú párizsik pH-ját a tárolás folyamán, kétféle hőmérsékleten tárolva. Az értékek a tárolás ideje alatt nem változtak, ezért a 21. táblázatban a mintavételi napokon mért értékek átlagát tüntetem fel.

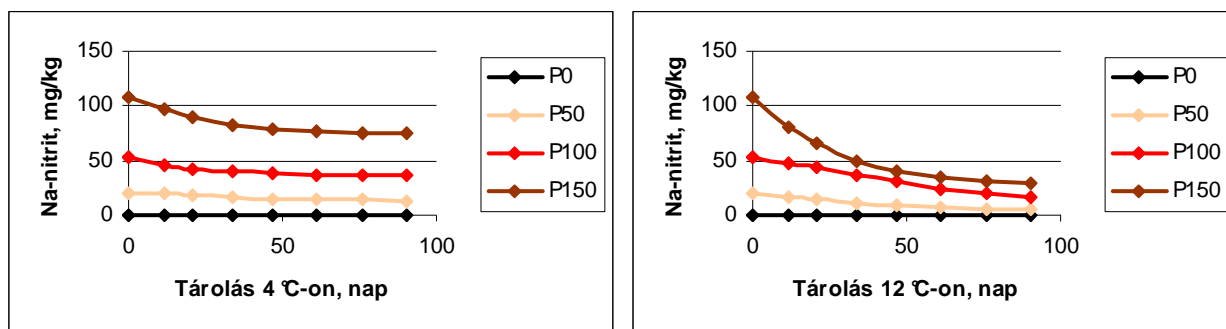
21. táblázat: Párizsik pH-értéke a tárolás alatt

Tárolási hőmérséklet, °C	P0	P50	P100	P150
4	6,42	6,44	6,48	6,47
12	6,38	6,39	6,47	6,46

A hozzáadott nátrium-nitrit mennyiségének növelésével nőtt a párizsik pH-ja. A 100 és a 150 mg/kg-ot tartalmazó minták között már nem volt különbség. Ez a tendencia a 4 °C-on és a 12 °C-on tárolt mintákra egyaránt igaz. A tárolás hőmérsékletének növelésével enyhén csökkent a pH. Ennek magyarázata, hogy nagyobb hőmérséklet az autooxidációt növelte az emiatt keletkezett salétromosav csökkentette a pH-t.

### Nitrittartalom

A párizsiban a 4 °C-os és a 12 °C-os tárolás alatti nátrium-nitrit-tartalom változását a 17. ábrán szemléltem.



17. ábra: Párizsi nátrium-nitrit-tartalmának változása a tárolás alatt

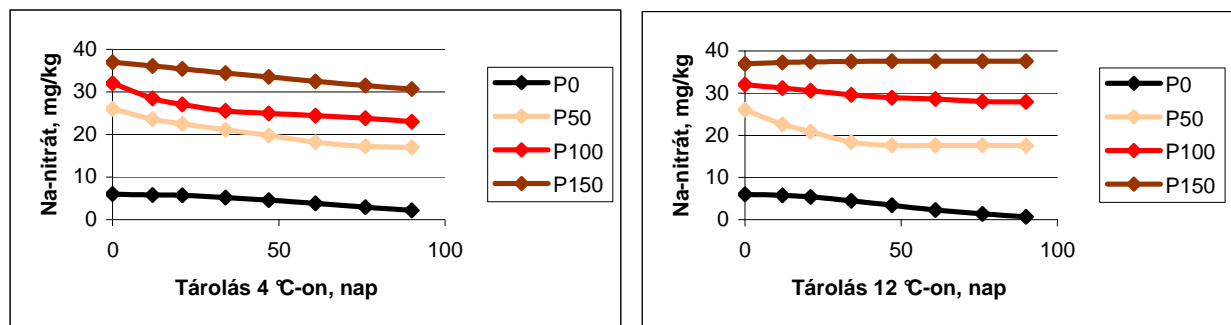
A tárolás során a nitrit mennyisége folyamatosan csökken, a kezdeti nitrittartalomtól függetlenül, a maradék 63–69%. A csökkenés magasabb hőmérsékleten gyorsabb, a maradék érték 22–28%. A tárolás 50. napjától a csökkenés megáll, a rendszer stabilá válik, a maradék nátrium-nitrit egy adott határértéken marad. Ez az 50 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó párizsinál 13, a 100-asnál (ez felel meg az ipari gyakorlatnak) 37, és a 150-esnél 74 mg/kg. Ezt bizonyítják a 18. táblázatban bemutatott mérési eredmények is, vagyis a húskészítmények átlagos maradék nitrittartalma – a szárazárak kivételével, mert ezekben gyakorlatilag nincs nitrit – 20 mg/kg. Meg kell jegyezni, hogy a kísérleteimnél nagy hústartalmú és kevés adalékanyagot tartalmazó párizsit gyártottam, az ipar által gyártott húskészítmények ennél kevesebb húst, több más alapanyagot (szója, bőrke) és adalékanyagot tartalmaz. Ezért a maradék nitritszintek eltérőek lehetnek.

A nátrium-nitrit-tartalom tehát 50 napig folyamatosan csökken. Ennek a ténynek például a laboratóriumi összeméréseknél (körteszt) van nagy jelentősége, mert nem mindegy, hogy a

laboratórium a minta átvétele után mikor végzi el a vizsgálatot. Ezek a mérések ugyanis még az instabil rendszerbe esnek. Ennek ismeretében elő kell írni a vizsgálat napját, mert csak így hasonlíthatóak össze az eredmények.

## Nitráttartalom

A tárolás alatt a nátrium-nitrát-tartalom is változik, amit a 18. ábrán mutatok be.



18. ábra: Párizsi nátrium-nitrát-tartalmának változása a tárolás alatt

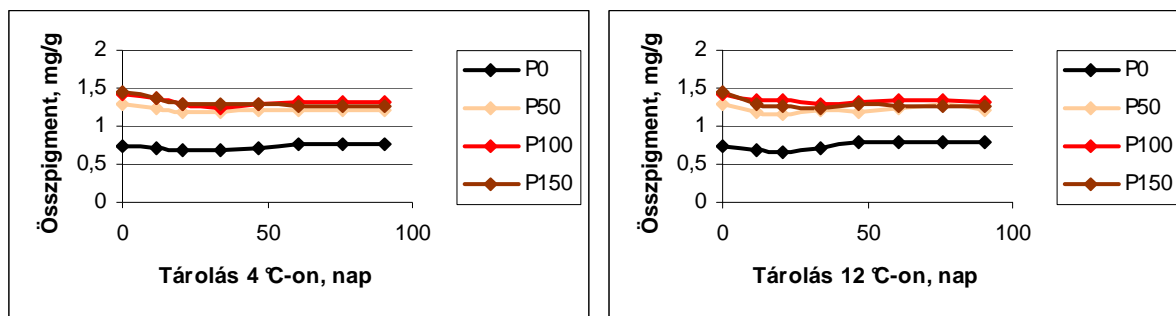
A párizsimasszához nem adtam nitrátot, mégis a tárolás végéig mérhető volt a mennyisége. Ez a nitrit bomlásának eredménye, ami már a hőkezelés alatt bekövetkezik (lásd 20. táblázat). Ez a nitrátmennyiség az idő előrehaladtával fokozatosan csökken, egyre kisebb az értéke. Hasonlóan mint a nitritnél, itt is egy határérték felé tart a görbe. A csökkenés mértéke viszont függ a kezdeti nitráttartalomtól. A 0 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó mintánál a kezdeti nitrát mennyisége 6 mg/kg, ami a tárolás 90. napjára 2 mg/kg-ra csökken, ez 37%. Az 50-et tartalmazónál a kezdeti 26 mg/kg-ról lecsökken 17 mg/kg-ra, ez 17%, a 100-asnál a kezdeti 32 mg/kg-ról 23 mg/kg-ra csökken (72%) és a 150-esnél a kezdeti 37 mg/kg-ról 31 mg/kg-ra, ez 83%. Tehát minél nagyobb a kezdeti a hozzáadott nátrium-nitrit mennyisége, annál több nitrát keletkezik a gyártás során, és ez tárolás alatt annál kevésbé csökken. Nátrium-nitrát a gyártáshoz felhasznált nátrium-nitritből csak a hőkezelés során keletkezik, a késztermékben már nem alakul át a nitrit nitráttá, ugyanis a nitritmentes párizsi nitráttartalma a tárolás alatt nem nő. A tárolási hőmérséklet növelésével kisebb mértékben csökken a maradék nitráttartalom, a határértékek nagyobbak (kivéve a nitritmentes párizsit).

A 18. táblázatban bemutatott húskészítmények nitráttartalmának mérése során nagyobb átlagértéket (43 mg/kg) kaptam mint a kísérletem során. Ennek oka, hogy a mérések során nemcsak a nitritből keletkezett nitrátot mértem, hanem olyan húskészítményeket is, amelyek nitráttal készültek.

## Összpigmenttartalom

A hústermékek pigmentjeiben a vas a porfirin vázban van (hem) (lásd 6. ábra). Az összpigment meghatározása során a hemtartalmat mérjük, melyet kalibráció segítségével átszámolunk mg mioglobin/g értékre.

A tárolás alatti összpigmenttartalom változást a 19. ábrán ábrázoltam.

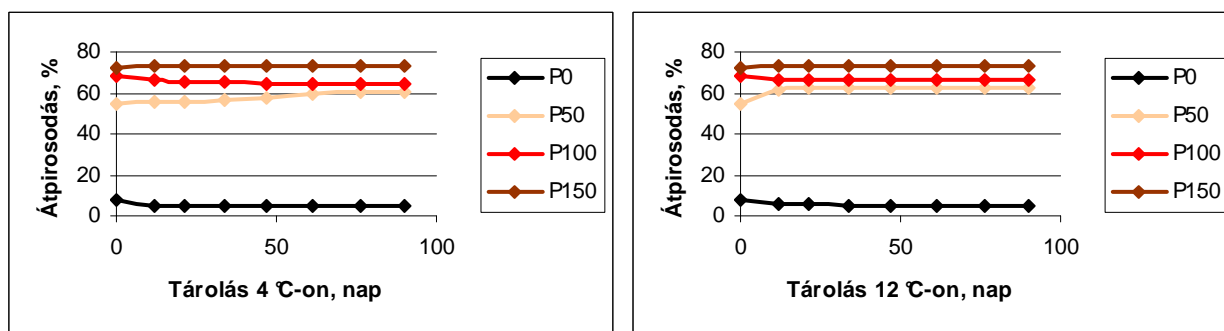


19. ábra: Párizsi összpigmenttartalmának változása a tárolás alatt

A nitritmentes párizsi összpigmenttartalma a fele a nitritet tartalmazó párizsiknak. A nitrit mennyisége nem befolyásolja az összpigment mennyiségét, már 50 mg/kg nátrium-nitrit is adja ugyanazt az eredményt mint a 150 mg/kg. 50 mg/kg nátrium-nitrit telíti a hemet, azaz megvédi a bomlástól. Ez azonban valószínűleg csak a sertéshúsos párizsi esetén igaz, mivel a sertéshús pigmenttartalma kisebb. A marhahús több pigmentet tartalmaz, ezért több nitritre van szüksége az elegendő színkialakító nitrozopigment létrehozásához. Az összpigmenttartalom a tárolás 34. napjáig valamelyest csökken, majd egy állandó értékre áll be. A tárolás hőmérséklete nincs hatással az összpigment mennyiségének alakulására.

## Átpirosodás mértéke

A tárolás alatt mértem a nitrozopigment-tartalmat is. A nitrozopigment- és az összpigmenttartalom hányadosából számított átpirosodási mérték változását a 20. ábrán mutatom be.

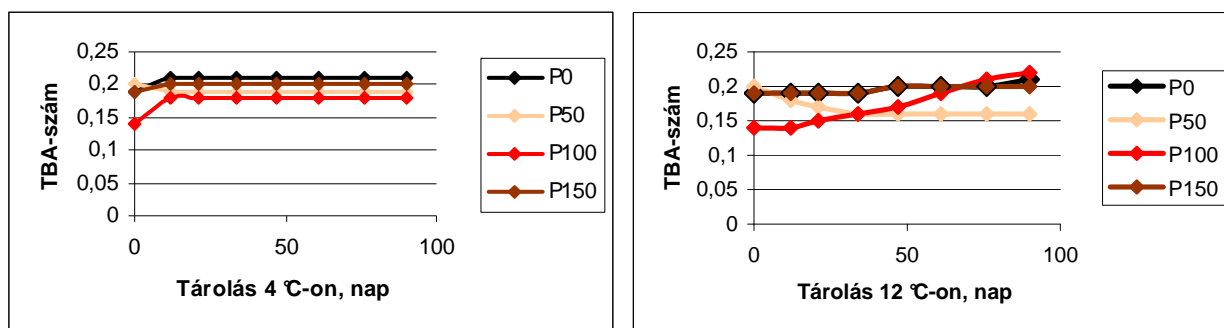


20. ábra: Párizsi átpirosodásának változása a tárolás alatt

A nitritet tartalmazó párizsikban a jelen lévő nitritből keletkező nitrogén-oxid reagál a mioglobinnal, nitrozo-mioglobint képezve. Ez hőkezelés hatására nitrozo-miokromogénné alakul, ami a jellegzetes színét adja a hőkezelt húskészítményeknek. Ezért a nitrittartalmú párizsik nitrozopigment-tartalma nagyobb, így az átpirosodás mértéke is. Ez azonban nem arányos a nitrittartalommal, az 50 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó párizsi átpirosodása 55%, a 100-asnak 68% és a 150-esnek 72%. Ez azt jelenti, hogy már 50 mg/kg nátrium-nitrit is elegendő a megfelelő átpirosodáshoz. A nitritet nem tartalmazó párizsinál is mértem nitrozopigmentet, ennek oka, hogy a húsnak saját nitrittartalma is van, ami képes egy kevés nitrozopigment kialakítására. Az átpirosodás mértéke, azaz a termék színe a tárolás alatt nem változik. Mivel az összpigment mennyisége a tárolás alatt kicsit csökken, a nitrozopigment is csökken, így a hányadosuk állandó érték marad. A tárolási hőmérséklet nem befolyásolja az átpirosodást.

### Avasodás mértéke

A nitritnek antioxidáns hatást is tulajdonítanak, azaz gátolja a zsiradékok oxidációját, ami avasodáshoz vezetne (lásd 2.4.3.2. fejezet). Az avasodás mértékének jellemzője a TBA-szám – melyet mg malonaldehid/ kg egységben határozunk meg –, ennek a változását a tárolás alatt a 21. ábrán szemléltem.



21. ábra: Párizsi avasodásának változása a tárolás alatt

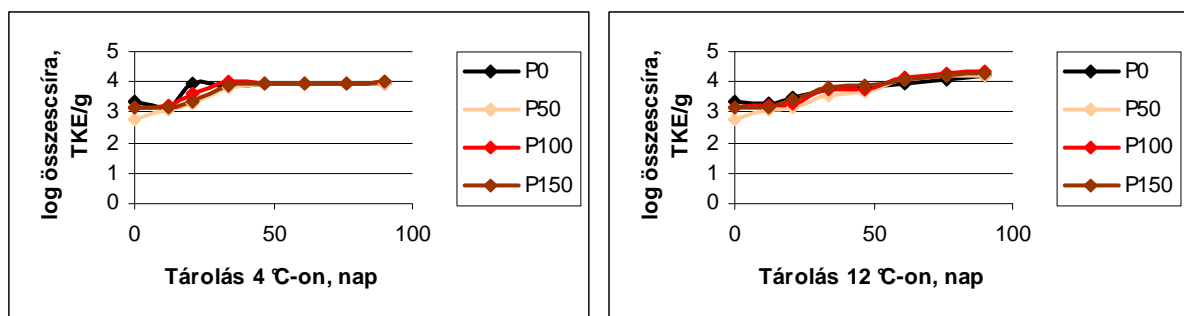
Az ábráról látható, hogy a különböző hozzáadott nitritet tartalmazó párizsik avasodásában nem volt különbség, az értékek (a mérési hibán belül) állandóak, függetlenek a hozzáadott nitrit mennyiségétől és a tárolás hőmérsékletétől is. Ennek oka, hogy az avasodás beindításához oxigénre van szükség. Miután a termékek oxigén- és vízgőzzáró bélbe voltak töltve, el voltak zárva az oxigéntől, így az avasodás nem tudott beindulni. Záróbélbe töltött húskészítmények esetében a nitritnek nincs antioxidáns hatása, hiszen nem léphet reakcióba a légköri oxigénnel. Meg kell azonban jegyezni, hogy a nem megfelelő kutterezési technológiánál oxigén kerülhet a masszába, ami idővel a termék avasodásához vezet a záróbél ellenére.

**Összefoglalva** elmondható, hogy a párizsimasszához adott nátrium-nitrit mennyisége valamelyest növeli a pH-t, ennek értéke a tárolás alatt nem változik. A gyártási folyamat alatt a masszába bekevert nátrium-nitrit mennyisége jelentősen lecsökken – azonnal elkezd bomlani –, és ez a hőkezelés hatására tovább csökken. Minél több nitritet tartalmaz a termék, annál nagyobb a mennyisége a hőkezelés után. A késztermékben nem keletkezik nitrit, mivel a nitrátbontó ágenseket a hőkezelés inaktiválja. 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 rendszerbe esik, akkor az eredmények nem mérhetők össze. A nátrium-nitritből a gyártás során nátrium-nitrát képződik, a késztermékben már nem alakul át a nitrit nitráttá. Minél nagyobb a kezdeti a hozzáadott nátrium-nitrit mennyisége, annál több nitrát keletkezik. A késztermékben a nitráttartalom az 50. napig csökken, majd – hasonlóan a nitrithez – a rendszer stabilá válik, beáll egy határérték. A 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 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. A tárolási hőmérséklet emelése sem hatott az összpigmenttartalomra és az átpirosodásra. A nitrit nem volt hatással az oxigénzáró műbélbe töltött párizsik avasodására.

### 5.3.1.2. Mikrobiológiai jellemzők változása

#### Összcíraszám

A tárolás alatt a mikrobiológiai romlásra utaló összecsíraszámának (TKE = telepképző egység) változását a 22. ábrán szemléltem.



22. ábra: Párizsi összecsíraszámának változása a tárolás alatt

Az adatok alapján megállapítható, hogy a kezdeti összcsíraszám nem függ a nitrit mennyiségétől. A 4 °C-on történő tárolás 21. napjára a nitritet nem tartalmazó minta eléri a maximumot, míg a nitritet tartalmazó mindhárom minta csak a 34. napra ( $10^4$  TKE/g). A 12 °C-on történő tárolásnál ugyanez a tendencia, de itt a végső érték valamivel nagyobb,  $4 \times 10^4$  TKE/g volt. Az eredmények azt mutatták, hogy ha a termék elér egy bizonyos csíraszámot, akkor leáll a mikrobák további szaporodása. Ennek oka az anyagcsere-kimerülés (lásd 2.4.2. fejezet). Ehhez azonban az szükséges, hogy a termék hőkezelése megfelelő legyen, azaz a hőkezelés utáni kezdeti csíraszám kicsi legyen, ami a kísérletemnél kielégítő volt,  $10^3$  TKE/g. Mindez azt jelenti, hogy ha a termék hőkezelése megfelelő, akkor az mikrobiológiai szempontból stabil, azaz „korlátlan ideig” eltartható. Ennek korlátja az érzékszervi jellemzők romlása (lásd 5.3.1.5. fejezet). Természetesen fenti megállapítás érvényességének alapfeltétele a párizsi esetében a hűtés és az utólagos mikrobás szennyeződés – záróbél segítségével történő – kizárása.

### Mesterséges oltás során a mikrobák szaporodásának vizsgálata

A tárolási kísérlet elvégzése mellett mesterséges oltásos kísérletet végeztem. A húsiparban előforduló apatogén mikrobák közül a leghőtűrőbb az *Enterococcus faecalis* (korábbi nevén *Streptococcus*) (DEÁK et al., 1980), ezért választottam ezt a kísérletemhez. A mikroba a hőkezelés mértékének indikátora, így a hőkezelt húskészítményekben a meghatározása a 4/1998 (XI. 11.) EüM rendelet értelmében kötelező.

A kísérlet elvégzése a 4.2.1.1. fejezetben leírtak szerint történt. A hőkezelést főzőszekrényben 78 °C-os térhőmérsékleten végeztem különböző ideig – így különböző hőkezeltégi állapotig. A 22. táblázatban mutatom be a hőkezeltégi egyenértékeket, a kezdeti és a maradék csíraszámokat.

22. táblázat: *Enterococcus faecalis* (TKE/g) oltása párizsiba

F <sub>70</sub> - érték, perc	Kezdeti <i>E. faecalis</i> -szám	P0	P50	P100	P150
53,5	$2,4 \times 10^5$	negatív	negatív	negatív	negatív
54,3	$2,4 \times 10^5$	negatív	negatív	negatív	negatív
58,1	$2,4 \times 10^5$	negatív	negatív	negatív	negatív
61,7	$2,4 \times 10^5$	negatív	negatív	negatív	negatív
68,2	$2,4 \times 10^5$	negatív	negatív	negatív	negatív
75,3	$2,4 \times 10^5$	negatív	negatív	negatív	negatív
77,0	$2,4 \times 10^5$	negatív	negatív	negatív	negatív
86,0	$2,4 \times 10^5$	negatív	negatív	negatív	negatív

Az eredmények azt mutatták, hogy még a legkisebb hőkezeltégi (F<sub>70</sub> = 53,5 perc) is teljes mértékben elpusztította a masszába beoltott 5 nagyságrendű *Enterococcus faecalis*-t, függetlenül a



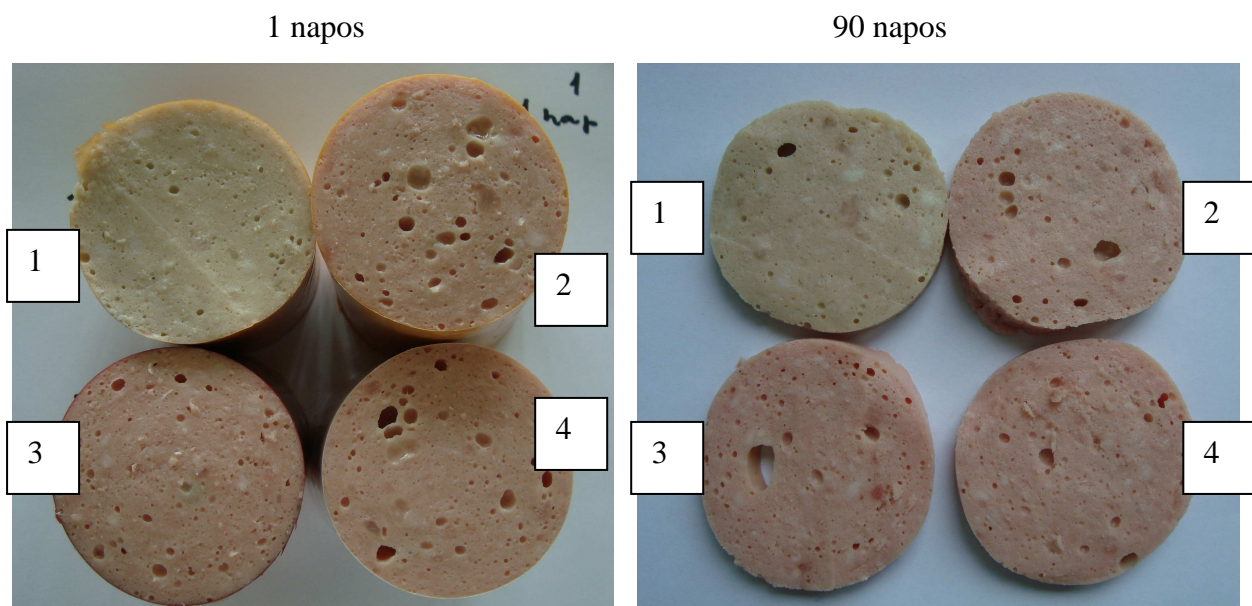
massza nitrittartalmától. Ez azt jelenti, hogy a húsparban általánosan alkalmazott hőkezelés mellett – ami  $F_{70} = 70$  perc) – a húskészítmény élelmiszer-biztonsági szempontból aggálymentes. Ez természetesen csak akkor igaz, ha a kiindulási alapanyag mikrobiológiai állapota megfelelő. (A massa kiindulási öszmikrobaszáma  $4,3 \times 10^5$  TKE/g volt.)

**Összefoglalva** megállapítottam, hogy megfelelő hőkezelés (pasztörözés, nem sterilizés) esetén a hozzáadott nitrit mennyisége nincs hatással a húskészítmény mikrobiológiai állapotára.

### 5.3.1.3. Színjellemzők változása

A tárolás alatt színmérővel mértem a különböző színjellemzőket, a világossági fokot, a piros szín intenzitását, majd kiszámítottam a színárnyalatot. Párizsi esetén ezek a legjellemzőbb színparaméterek. Színstabilitási vizsgálatokat is végeztem, megvilágítás alatt.

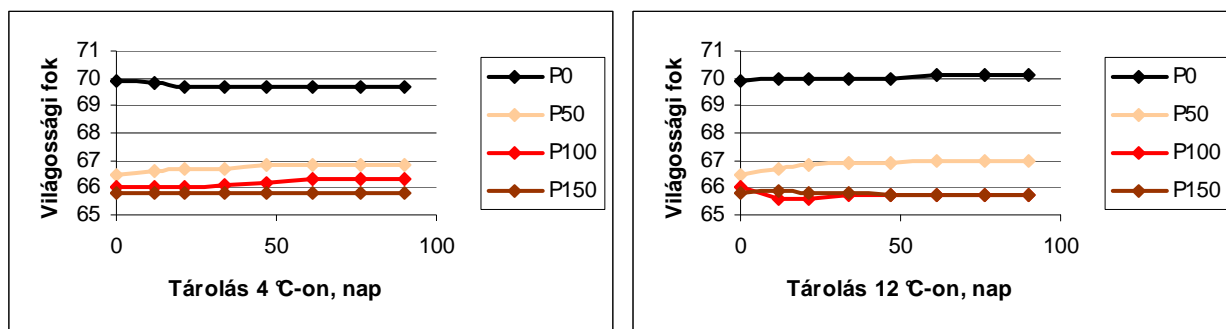
A különböző hozzáadott nátrium-nitritet tartalmazó párizsik színében szabad szemmel is jelentős különbség volt megfigyelhető, a nitritet nem tartalmazó minta (P0) színe igen halvány, inkább szürke. Az 50 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó minta (P50) már pirosabb. A 100 (P100) és 150 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó minta (P150) színében nem vehető észre különbség. Ez a tendencia a tárolás végéig megmaradt. A 9. képen az 1 és a 90 napos minták színét mutatja.



9. kép: 1 és 90 napos párizsik színe  
(Jelölés: 1 = P0, 2 = P50, 3 = P100, 4 = P150)

### Világossági fok

A műszeresen mért színjellemzők közül a 23. ábrán szemléltetem a világossági fok változását.

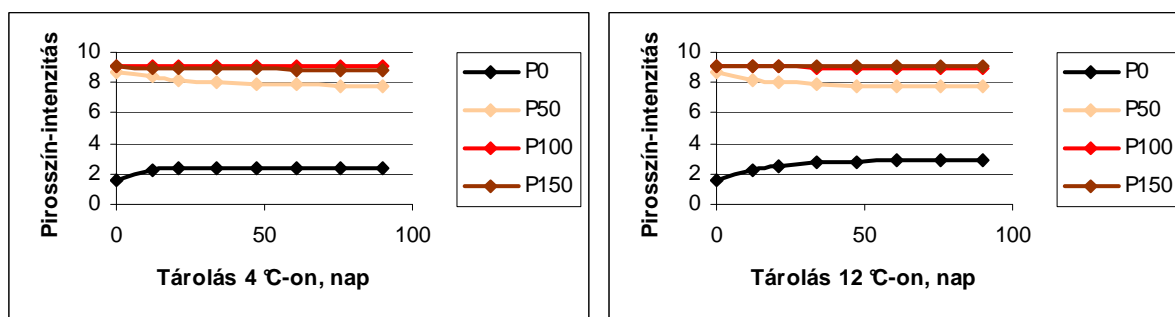


23. ábra: Párizsi világossági fokának változása a tárolás alatt

A világossági fok a nitritet nem tartalmazó párizsinál a legnagyobb, vagyis ez a leghalványabb minta. A nitrittartalom növelésével arányosan csökken a világossági fok, sötétedik a minta. A 100 és 150 mg/kg nátrium-nitrit-tartalmú párizsik esetében szinte nincs különbség. Ez a színjellemző a tárolás folyamán alig változik. Nagyobb hőmérsékleten tárolva a mintákat a nitritet nem tartalmazó párizsi tovább világosodik, a többi mintánál nincs különbség a tárolási hőmérsékletben.

### Piros szín intenzitása

A húskészítmények legfontosabb színjellemzője a piros szín intenzitása. A tárolás alatti változását a 24. ábrán szemléltetem.

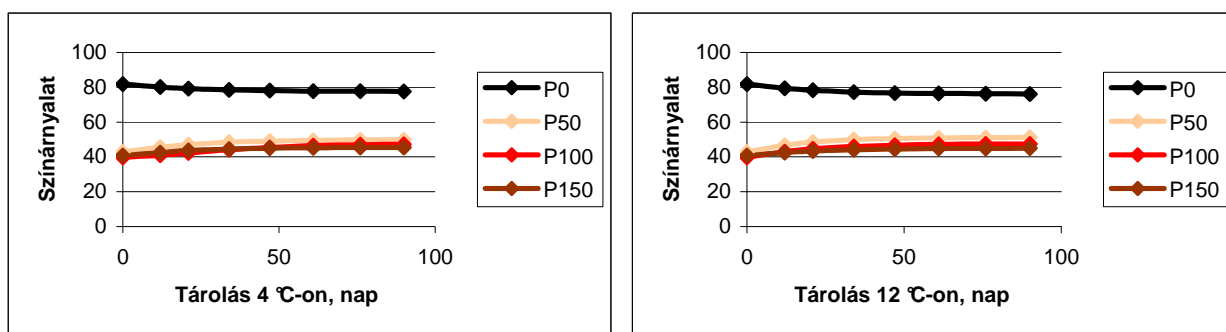


24. ábra: Párizsi pirosszín intenzitásának változása a tárolás alatt

Az összefüggés megegyezik a világossági fok esetén kapottakkal. A nitritet nem tartalmazó párizsi piros színe kis értéket mutat, míg a nitritet tartalmazó párizsik jóval pirosabbak. A 100 és 150 mg/kg nitrittartalmú párizsik piros színének intenzitásában nem volt különbség. A színjellemző a tárolás alatt nem változik, a nitritmentes párizsi pirosodik. Ez az eredmény összhangban van az átpirosodás mértékével (lásd 5.3.1.1 fejezet). A tárolási hőmérséklet növelése nem befolyásolta a piros szín intenzitását.

## Színárnyalat

A piros és a sárga szín intenzitásából számított színárnyalat változását a 25. ábrán mutatom be.



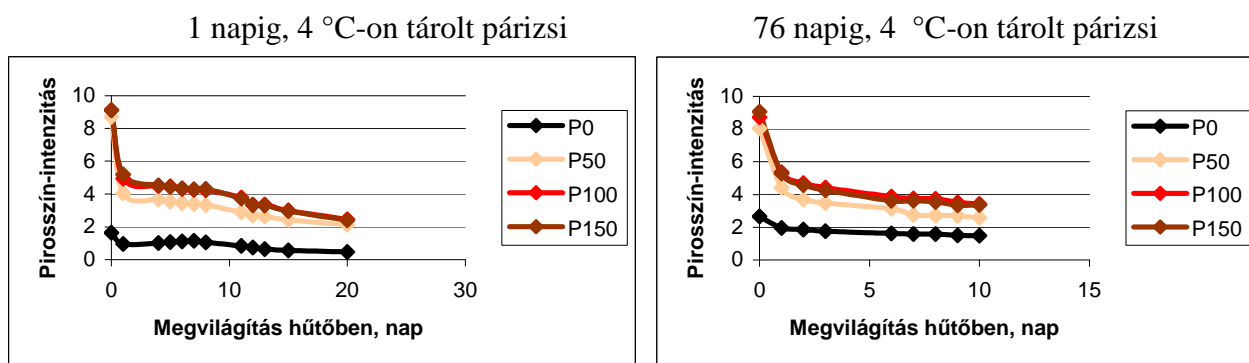
25. ábra: Párizsi színárnyalatának változása a tárolás alatt

A színárnyalat összetett színjellemző, ami a piros és a sárga szín intenzitásából származtatható. A fakóságot fejezi ki. Minél nagyobb az értéke, annál fakóbb, kevésbé piros, inkább sárgás árnyalatú. Hasonlóan mint a másik két színjellemzőnél, itt is azt az eredményt kaptam, hogy a nitritmentes párizsi fakóbb, míg a nitrittartalmú párizsik színárnyalatában nem találtam különbséget. A tárolási hőmérséklet nem befolyásolta ezt a jellemzőt sem.

## Színstabilitás

A színstabilitás mérésének részletes leírását a 4.3. fejezetben ismertettem.

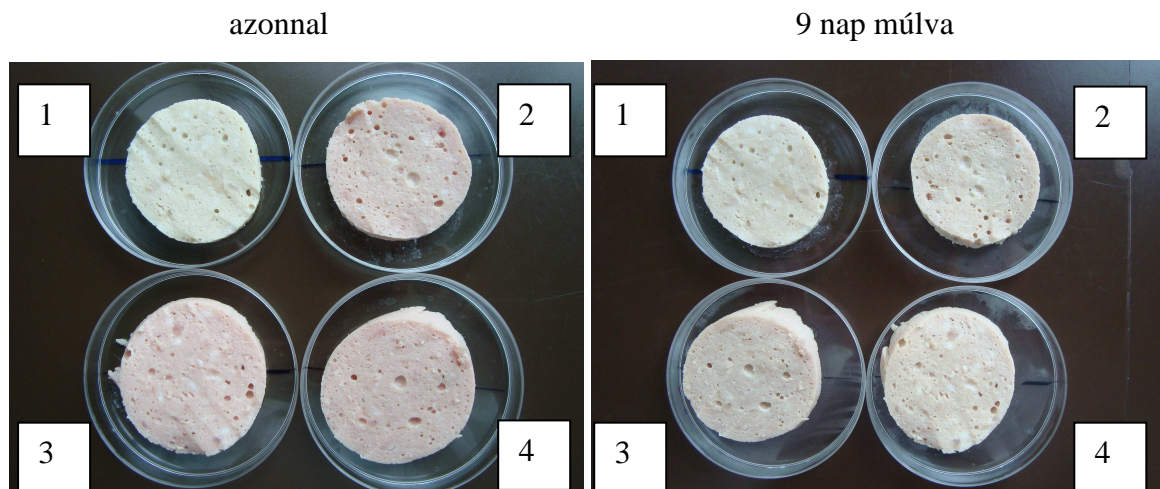
A különböző nitrittartalmú mintáknál a *tárolás időtartama* nem befolyásolta a piros szín intenzitásának változását, ezért a 26. ábrán csak a 4 °C-os tárolás 1. és 76. napján vett minták eredményeit mutatom be. (Azért két mintavételi napon mért eredményt mutatok be, hogy látható legyen, hogy nincs különbség a görbék lefutásában.)



26. ábra: Párizsiszelet színstabilitásának (4 °C-on mesterséges megvilágítás alatt) változása a tárolási idő függvényében

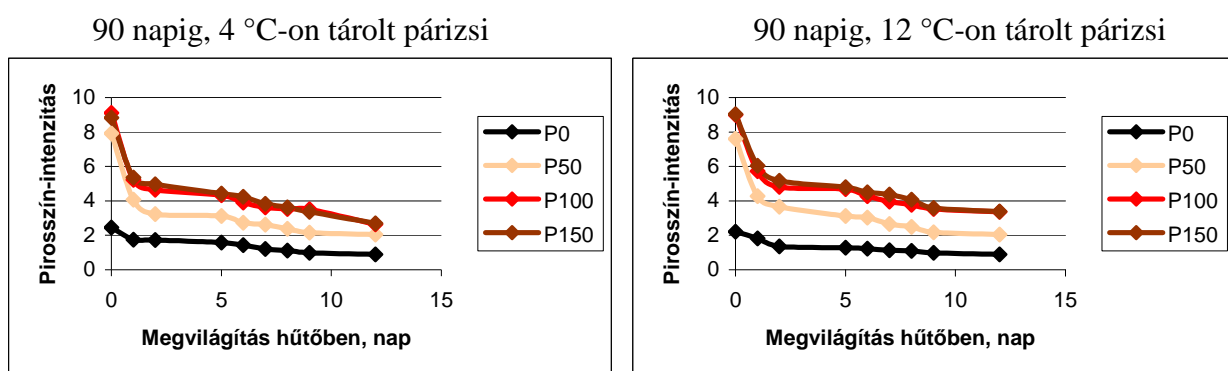
A mintavétel időpontjában a nitritmentes párizsi volt a legkevesbé piros, míg a legpirosabb a 100 és 150 mg/kg nitritet tartalmazó párizsi. Ez a mérési idő végéig megmaradt, de a különbségek

csökkentek. A piros szín intenzitása az első napon csökkent jelentős mértékben, közel a kiindulási érték felére. Ezután a nitritmentes párizsi állandó értéken maradt, míg a nitrittartalmúak fokozatosan tovább csökkentek. A különbség csökkenése a 10. képen jól látható.



9. kép: 76 napos termék felbontás után és 9 nap múlva 4 °C-on, megvilágítva tárolva (Jelölés: 1 = P0, 2 = P50, 3 = P100, 4 = P150)

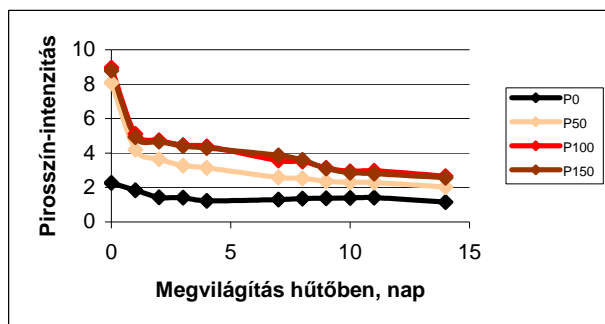
Mint már korábban említettem, a különböző nitrittartalmú párizsikat 90 napon keresztül 4 és 12 °C-on tároltam. A tárolási hőmérséklet és a színtabilitás között nem találtam összefüggést. A 27. ábrán a 90 napig 4 és 12 °C-on tárolt párizsik színtabilitását mutatom be, ahol is látszik, hogy a görbék lefutásában nincs különbség. Ezt tapasztaltam minden mintavétel esetén. A színtabilitás mérésénél a párizsiszeleteket 4 °C-on tartottam, állandó, mesterséges megvilágítás alatt.



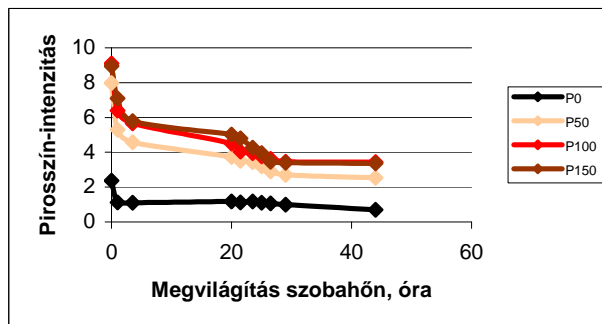
27. ábra: Párizsiszelet színtabilitásának (4 °C-on mesterséges megvilágítás alatt) változása a tárolási hőmérséklet függvényében

A 4 °C-on mesterségesen megvilágított és a 25 °C-on természetes fényben tartott minták színtabilitásában sem tapasztaltam különbséget a tárolás időtartamának függvényében, vagyis a felszeletelve hűtőben vagy szobahőmérsékleten tárolt és megvilágított párizsik piros színének intenzitásának csökkenésében nem volt különbség. Miután ez minden mintavétel esetén így volt, ezért a 28. ábrán csak a 47 napig 4 °C-on tárolt minták eredményeit mutatom be.

47 napig, 4 °C-on tárolt párizsi



47 napig, 4 °C-on tárolt párizsi



28. ábra: A mérési hőmérséklet és megvilágítás hatása a párizsiszelet színtabilitására

A hűtőben, mesterséges megvilágítás alatti tartás során mért színintenzitások a már említett módon változtak. A mérések során a megvilágítás folyamatos volt. Ugyanezen mintákat szobahőmérsékleten tartva ugyanez mondható el. A szobahőmérsékleten tartott minták pirosszín intenzitásának csökkenése az első három órában volt jelentős. Amikor a mintákat nem érte megvilágítás (éjszaka), nem változott a piros szín intenzitása.

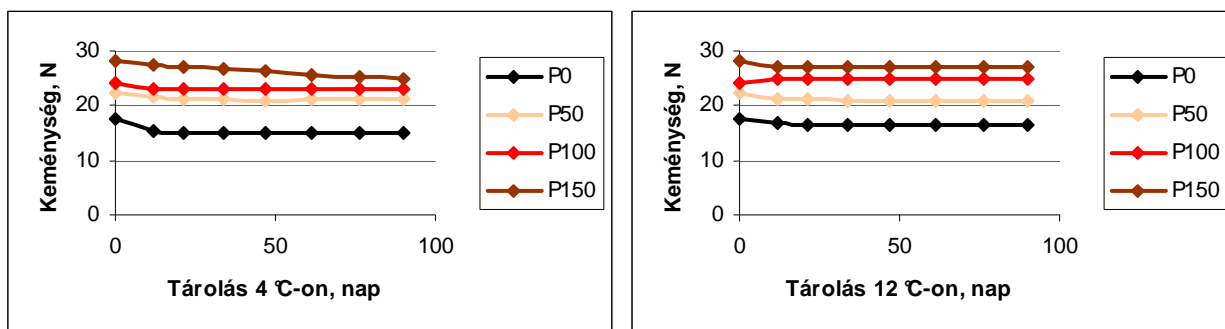
A színjellemzők vizsgálatának **összefoglalásaként** elmondható, hogy a világosság, a piros szín intenzitása és a színárnyalat tekintetében a nitritet nem tartalmazó párizsi a leghalványabb, legkevésbé piros és legfakóbb. A nitrittartalom növelésével sötétedik, pirosodik és erősödik a minta színe. A 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 szeleteket 4 °C-on, mesterséges megvilágítás mellett tartva az 1. napra a piros szín intenzitása a felére csökkent, míg ehhez 25 °C-on, természetes megvilágítás mellett 3 óra is elegendő volt.

#### 5.3.1.4. Állományjellemzők változása

Állománymérő berendezéssel állományprofil analízissel mértem a párizsik keménységét, a rágásienergia-szükségletét és a rugalmasságát.

#### Keménység

A 29. ábrán mutatom be a különböző nitrittartalmú párizsik keménységét.



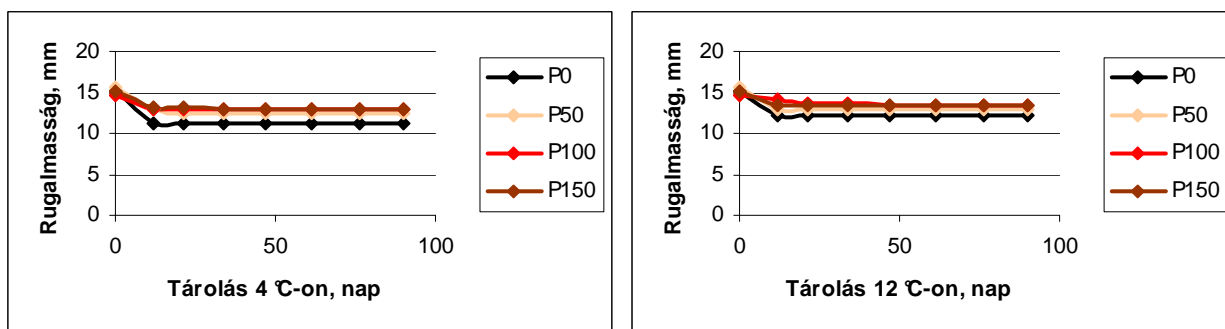
29. ábra: Párizsi keménységének változása a tárolás alatt

A nitritmentes és nitrittartalmú minták keménysége között különbség van. A nitritet tartalmazó párizsik keményebbek. Ez a különbség a nitrit mennyiségétől függően már alig észlelhető. A tárolás idejétől és hőmérsékletétől nem függ a keménység.

Ugyanezt az eredményt kaptam a rágásienergia-szükséglet mérésénél.

### Rugalmasság

A rugalmasság értékeinek kiértékelésénél is hasonló eredményt kaptam mint a keménységnél. A nitritet tartalmazó párizsik rugalmasabbak voltak (nagyobb az értéke). A nitrittartalom, a tárolási idő és hőmérséklet nem befolyásolta ezt az állományjellemzőt. A rugalmasság értékében a nitrit mennyisége nem okozott olyan nagy különbséget mint a keménységnél (30. ábra).



30. ábra: Párizsi rugalmasságának változása a tárolás alatt

**Összefoglalva** elmondható, hogy a nitritet tartalmazó párizsik keményebbek és rugalmasabbak, mint a nitritmentes. A nitrittartalom, a tárolási hőmérséklet és idő nem befolyásolta az állományt. Hasonló eredményt kaptam a minták érzékszervi bírálatánál is (lásd 5.3.1.5. fejezet). Az eddigi irodalmi adatok csak a szárazárak állományjavítására utalnak (lásd 2.4.4. fejezet, MARCO et al., 2006).

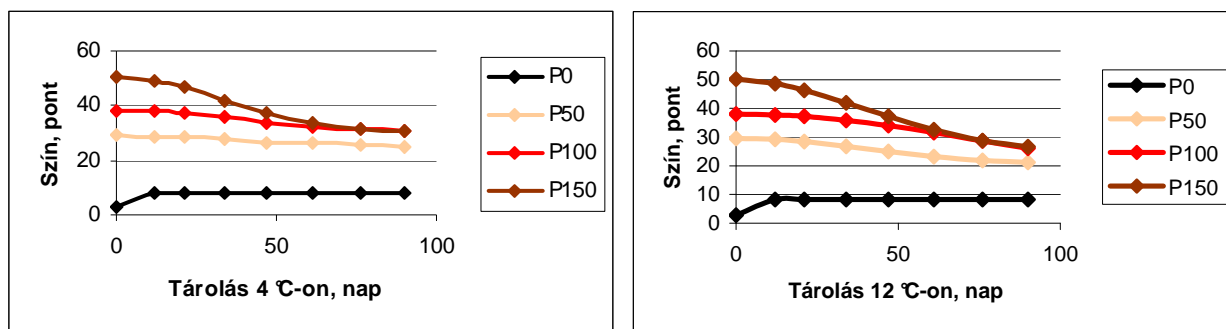
### 5.3.1.5. Érzékszervi tulajdonságok változása

Az érzékszervi bírálatok során a bíráló bizottság több jellemzőt is vizsgált. Ezek az alábbiak.

#### Szín

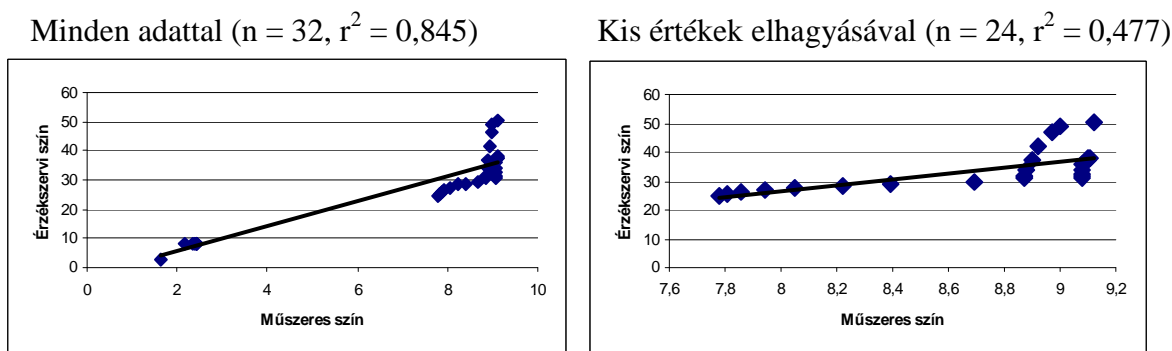
A bírálók által a színre, annak pirosságára adott pontszámokat a 31. ábrán ismertetem.

Megállapítható, hogy a nitrítartalom erősen befolyásolja a színt, hasonlóan mint a műszeres mérésnél (lásd 5.3.1.3. fejezet). A tárolás elején a színre adott pontszámok arányosak a nitrit mennyiségével. Ez a különbség a tárolás 50. napjára lecsökken, a 100 és 150 mg/kg hozzáadott nitritet tartalmazó párizsoknál a bírálók már nem találtak különbséget. Ezután a rendszer stabilá válik, nincs változás a színben. A nitritmentes párizsi pontszáma a tárolás alatt nem változott. Az 1. napon kisebb értéket kapott mint a 12. napon, ennek oka az lehetett, hogy a bírálók az első „sokk” után már megszokták a termék szürkés színét. A tárolási hőmérséklet nem befolyásolta a színbírálatot.



31. ábra: Párizsi színbírálat a tárolás alatt

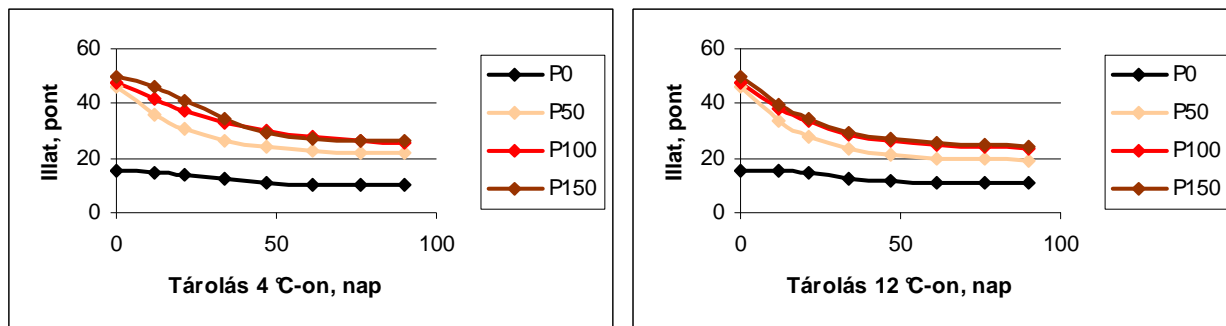
A színt nemcsak érzékszervileg bíráltattam, hanem műszeres mérés is történt. Ha az összehasonlításhoz minden adatot figyelembe vettem, akkor igen szoros összefüggést kaptam, mely összefüggés determinációs együtthatója  $r^2=0,845$ . Ez azt jelenti, hogy a bírálók pontosan érzékelték a kevésbé piros és a nagyon piros árnyalatot. Ha azonban kihagyom az összehasonlításból a nagyon kis értékeket (műszeres szín és érzékszervi szín egyaránt), akkor már jóval gyengébb az összefüggés, a determinációs együttható már csak 0,477. A kétféle eljárás összehasonlítását a 32. ábrán mutatom be.



32. ábra: Párizsi érzékszervi bírálat és műszeres színmérése közötti összefüggés

## Illat

Az illat bírálataánál a 33. ábrán bemutatott eredményeket kaptam.

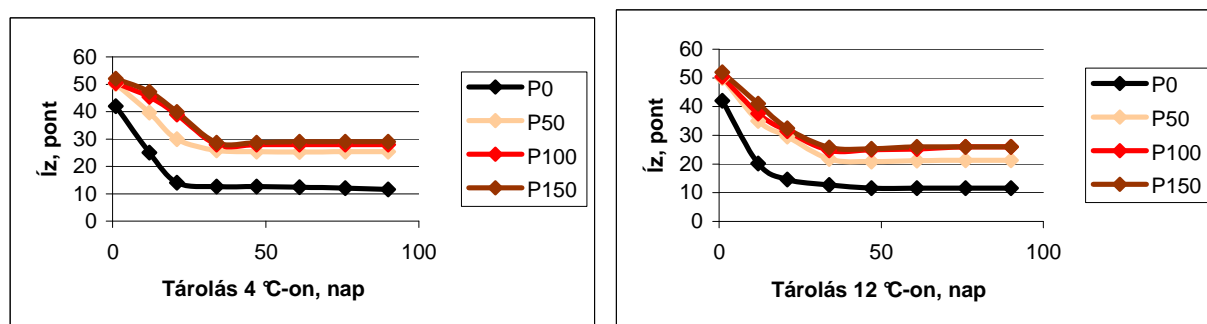


33. ábra: Párizsi illatbírálata a tárolás alatt

A nitritkoncentráció nagy különbséget nem okozott, az 50. napig fokozatosan csökkentek (a kiindulási érték felére), ezután – hasonlóan a színhez – már nem volt változás, azaz a rendszer stabillá vált. A nitritet nem tartalmazó párizsik illata a tárolás alatt csak kismértékben csökkent, de jelentősen alatta maradt a nitrittartalmú párizsik illatának. A 4 és 12 °C-on tárolt minták között nem volt különbség.

## Íz

Az íz bírálataánál is hasonló eredményt kaptam, mint az illatnál, azaz a nitrittartalmú párizsik ízében nem volt különbség, a nitritmentes íztelenebb volt a többinél. A tárolás 34. napjáig fokozatosan csökkent az íz erőssége, utána beállt egy határértékre, ami a kezdeti érték 60%-a (34. ábra).



34. ábra: Párizsi íz bírálata a tárolás alatt

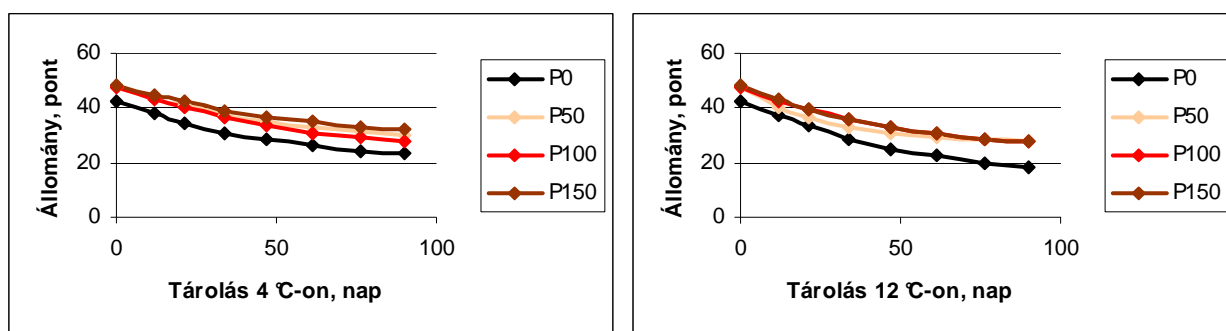
A nitritmentes párizsiban hamarabb alakul ki a gyengébb íz (21. napra) mint a nitrittartalmúaknál (34. napra). Az eredményekből az következik, hogy a párizsi az eltarthatósági idejének az 1/3-ánál már jelentős ízromlás tapasztalható. A tárolási hőmérséklet nem befolyásolta az ízt.



Az irodalmi adatok (lásd 2.4.4. fejezet) is említik a nitrit ízjavító hatását, valamint azt, hogy a tárolás során csökken az íz erőssége. Ezt a lipidoxidáció beindulásának tulajdonítják. Kísérleteimnél a tárolás alatt nem következett be lipidoxidáció (lásd 21. ábra), mégis csökkent az íz erőssége. Ez annak tulajdonítható, hogy nem oxidatív bomlás történik a tárolási idő alatt, ami elsősorban fehérjebomlás.

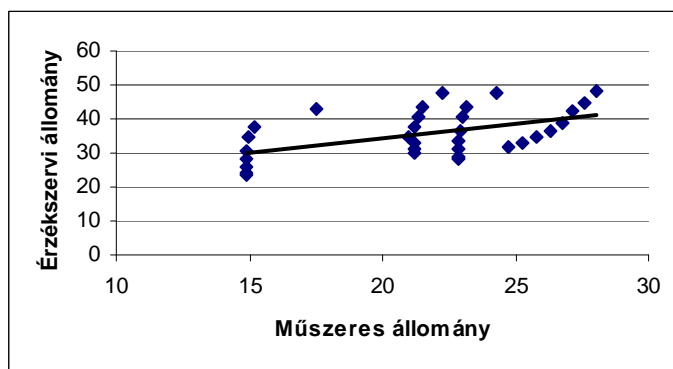
## Állomány

Az állomány bírálata során a bírálók nem találtak különbséget a nitrittartalmú minták között, a nitritmentes valamivel puhább volt. A tárolás alatt puhultak a termékek, de ez a tárolás vége felé állandóvá vált. A tárolási hőmérséklet nem befolyásolta ezt a tendenciát. Az állomány bírálatánál kapott pontszámokat a 35. ábrán szemléltetem.



35. ábra: Párizsi állománybírálat a tárolás alatt

A bírálat és a műszeres állománymérés során kapott eredményeket a 36. ábrán hasonlítottam össze.



36. ábra: Párizsi érzékszervi bírálat és műszeres állománymérése közötti összefüggés

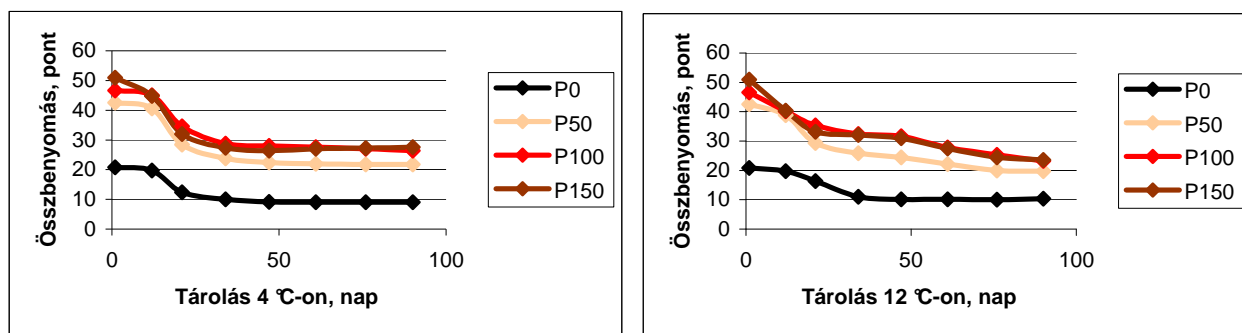
$$(n = 32, r^2 = 0,280)$$

A kapott összefüggés determinációs együtthatója  $r^2=0,280$ , ami azt jelenti, hogy az összefüggés nem szoros. Amíg a műszeres állománymérésnél csak 1 jellemzőt – a keménységet – értékeltem, addig az érzékszervi állománymérésnél a bíráló egy összetett tulajdonságot összevonva értékelt. Ebbe beletartozik a keménység harapásnál, rágásnál, összeállóság, rugalmasság, tapadosság, rágási

maradék. Ezek alapján nem lehet figyelmen kívül hagyni az érzékszervi bírálatokat, és helyettesíteni azt csak a műszeres méréssel.

## Összbenyomás

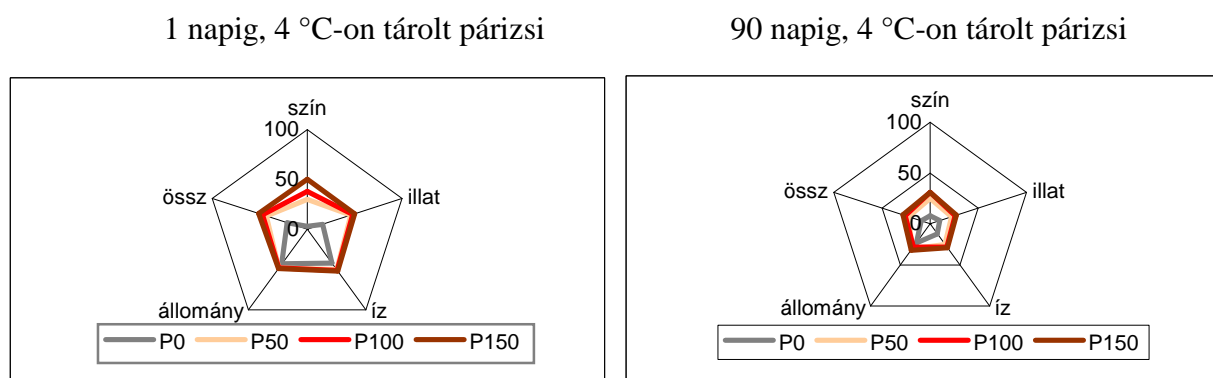
Az összbenyomásra, azaz a termék érzékszervi minőségére adott pontszámokat a 37. ábrán mutatom be.



37. ábra: Párizsi összbenyomás-bírálata a tárolás alatt

Az összbenyomás bírálatánál is a legkisebb pontszámot, azaz a legrosszabb minősítést a nitritmentes párizsi kapta. A nitrittartalom növelése nem okozott minőségi javulást. A tárolás 34. napjára jelentős minőségi romlás következett be, ettől az időponttól kezdve azonban további romlás már nem tapasztalható. A tárolási hőmérséklet növelése rontotta a minőségi jellemzőket. Ezek a tárolás végéig fokozatosan csökkentek, a 90. napra a kezdeti értékek 40%-ára.

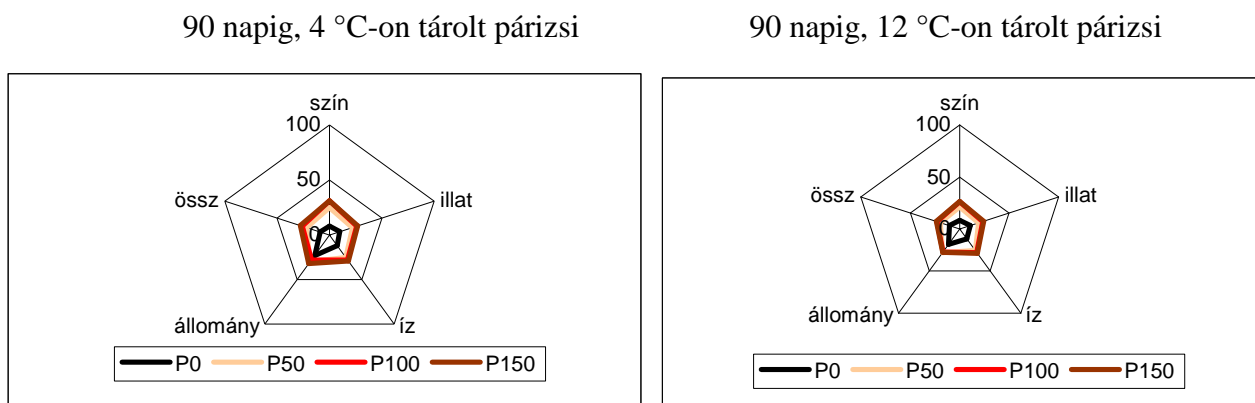
A párizsik érzékszervi tulajdonságai a tárolás időtartama alatt hasonlóak voltak, ezért a 38. ábrán csak az 1 és 90 napig, 4 °C-on tárolt párizsik összesített érzékszervi tulajdonságait a mutatom be.



38. ábra: Érzékszervi tulajdonságok a 4 °C-on 1 és 90 napig tárolt párizsinál

Látható, hogy az állomány kivételével minden más tulajdonságban a bírálók jobbnak ítélték a nitritet tartalmazó párizsikat. Jelentős különbséget azonban a nitrit mennyiségének hatásában nem találtak. Ez a tendencia minden mintavételnél elmondható. A tárolás előrehaladtával az érzékszervi jellemzők intenzitása a felére csökkent.

A 39. ábrán a 90 napig 4 és 12 °C-on tárolt párizsik összehasonlítását teszem meg. Az ábráról látható, hogy a tárolási hőmérséklet emelése rontja az érzékszervi jellemzőket.



39. ábra: Érzékszervi tulajdonságok a 90 napig 4 és 12 °C-on tárolt párizsiknál

**Összefoglalva** megállapítható, hogy 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 50 mg/kg hozzáadott nátrium-nitrit is 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 lipidoxidáció nélkül is bekövetkezik. Ennek oka valószínűleg a különböző bomlási (elsősorban fehérje) folyamatok beindulása. A minőségromlás a 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.

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

### 5.3.2. A nitrit mennyiségének hatása a szárazáru tulajdonságaira

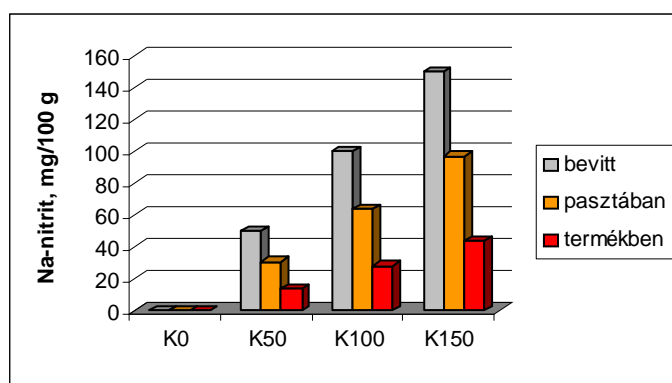
A szárazárukat a 4.2.2. fejezetben leírtak szerint készítettem. A tárolás alatt – hasonlóan a vörösárukhoz – mértem a különböző jellemzőket. A kapott adatokhoz a reakciókinetikai modellnek megfelelő görbéket illesztettem.

### Nátrium-nitrit és -nitrát tartalmának változása a gyártás során

A kolbászkészítés során mértem a pasztában és a késztermékben a nátrium-nitrit tartalmat (23. táblázat és 40. ábra).

23. táblázat: Kolbász kiindulási nátrium-nitrit-tartalmának változása a gyártás során

Minta	Pasztában			Termékben	
	bevitt, mg/kg	mért, mg/kg	maradék %	mg/kg	maradék %
K0	0	0	-	0	-
K50	50	31	62	14	28
K100	100	64	64	28	28
K150	150	97	65	44	29



40. ábra: A maradék nátrium-nitrit mennyisége a kolbász gyártása során

A táblázat adataiból látható, hogy a pasztában és a késztermékben a mért maradék maradék mennyiség függ a bevitt mennyiségtől, természetesen a maradék mennyisége %-ban kifejezve független a bevitt mennyiségtől. A pasztában a hozzáadott nitrit 35–38%-a, míg a késztermékben a 70%-a elbomlott. Ez egyezik a 2.5. fejezetben leírt 80%-os nitritcsökkenéssel. (Párizsiban kisebb csökkenést mértem.)

A kolbászpasztához hozzáadott nitritből szinte azonnal nitrát keletkezik, minél több a nitrit, annál több a nitrát is. Ennek mennyisége az érlelés alatt tovább nőtt. Ezt igazolja a 24. táblázatban bemutatott adatsor.

24. táblázat: Kolbász kiindulási nátrium-nitrát-tartalmának (mg/kg) változása a gyártás során

Minta	Bevitt	Pasztában	Termékben
K0	0	0	15
K50	0	8	23
K100	0	21	24
K150	0	30	38

A paszták színében már a keveréskor is nagy különbség volt. A nitritmentes kolbászpaszta szép piros, húsrá jellemző színű maradt, de a nitritet tartalmazó paszták elszürkültek, függetlenül a hozzáadott nitrit mennyiségétől. Ez a színkülönbség azonban 20 óra alatt kiegyenlített. Ennek oka, hogy a húsban lévő vörös színű mioglobin levegőn barna színű metmioglobinná oxidálódik. Ez redukálódik a nitrit hatására piros színű nitroso-mioglobinná, a reakcióhoz azonban időre (a körülményektől függően ez 1-2 óra) van szükség. A különböző időpontban a paszták színét a 10. képen szemléltetem.



10. kép: Kolbászpaszták színe a keverés után  
(Jelölés: 1 = K0, 2 = K50, 3 = K100, 4 = K150)

A védőgázosan csomagolt kolbászok gázösszetételét a mintavételek során ellenőriztem, az nem változott.

Az alábbiakban a tárolás során mért különböző mérési eredményeket foglalom össze.

### 5.3.2.1. Kémiai jellemzők változása

#### pH

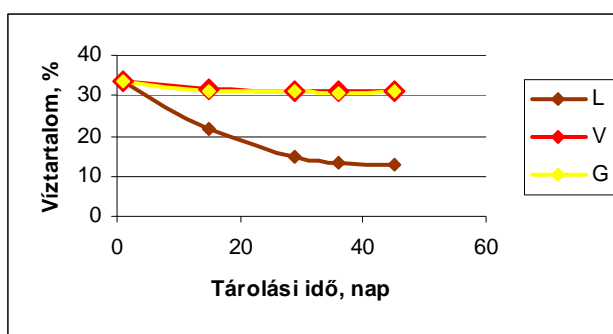
A különböző hozzáadott nitrittartalmú kolbászok pH-ja között nem volt különbség. A különböző módon csomagolt, 4 °C-on tárolt kolbászok pH-ja nem változott. A 25. táblázatban a tárolás alatti átlagértékeket tüntetem fel.

25. táblázat: Kolbászok pH-értéke a tárolás alatt

Csomagolási mód	K0	K50	K100	K150
Csomagolatlan	5,60	5,60	5,62	5,62
Vákuumban	5,62	5,63	5,62	5,60
Védőgázban	5,62	5,62	5,62	5,64
átlag	5,62	5,62	5,62	5,62

### Víztartalom

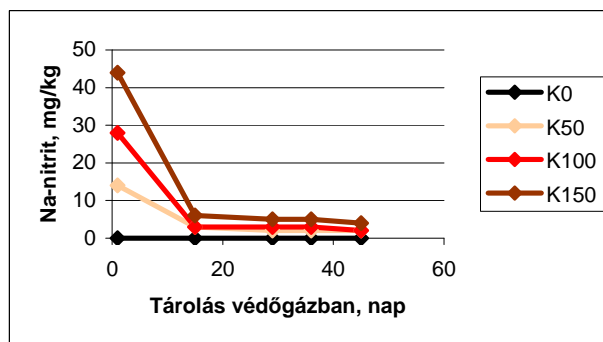
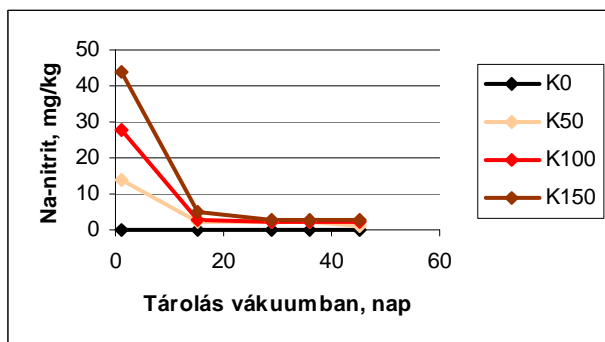
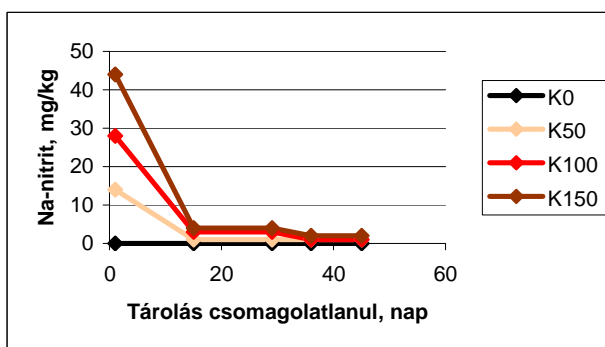
A tárolás során mértem a kolbászok víztartalmát. A nitrítettartalom, amint várható volt, nem befolyásolta, csak a csomagolás módja. Természetesen a csomagolatlanul (L) tárolt kolbászok továbbszáradtak, csökkent a víztartalmuk, míg a vákuum- (V) vagy védőgázos csomagolású (G) kolbászok víztartalma állandó volt (41. ábra).



41. ábra: Kolbászok víztartalmának változása a tárolás alatt

### Nitrítettartalom

A nitrítettartalom változását a 42. ábrán szemléltetem.

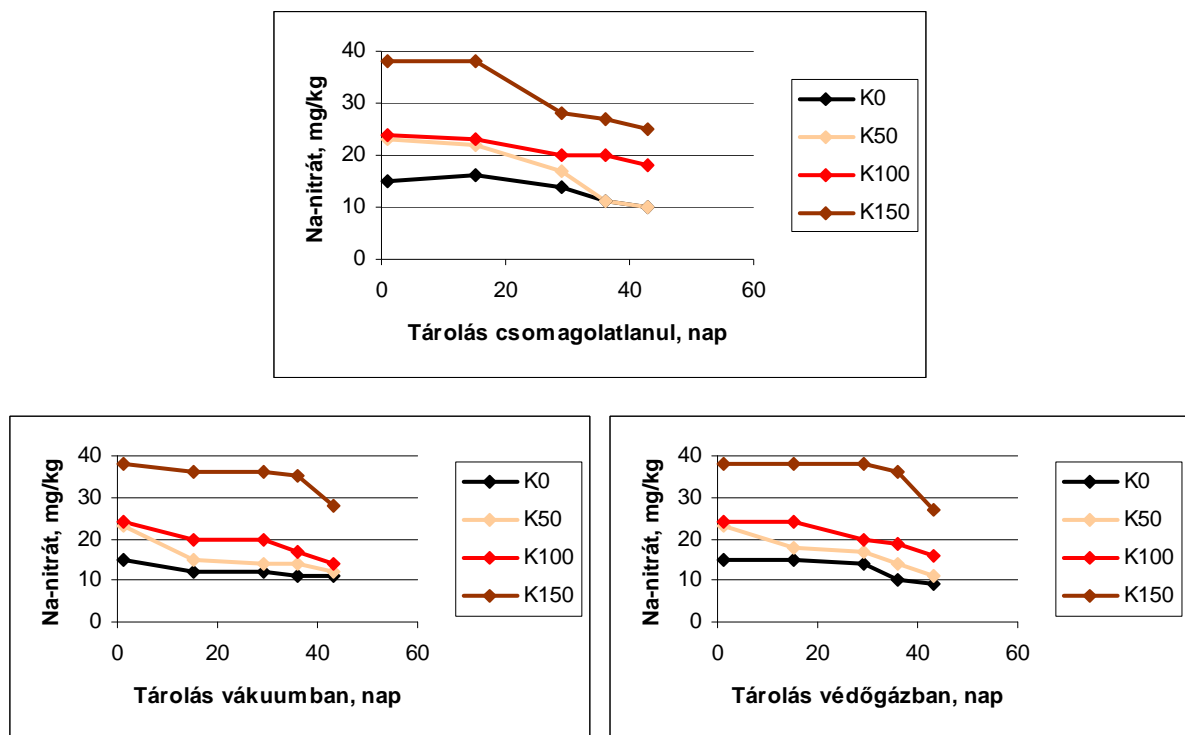


41. ábra: Kolbász nátrium-nitrit-tartalmának változása a tárolás alatt

A nátrium-nitrit-tartalom – függetlenül a hozzáadott nitrit mennyiségétől és a csomagolás módjától – a tárolás 15. napjára jelentős mértékben lecsökkent (1–4 mg/kg), és a tárolás végéig ezen az értéken maradt. Ez összhangban van a 18. táblázat adataival, miszerint a szárazárak átlagos nátrium-nitrit-tartalma 2 mg/kg.

### Nitráttartalom

A nitráttartalom is lecsökkent a tárolás ideje alatt, de jelentősebb csökkenés csak a 29. napon volt, szemben a nitrittel, amely már a 15. napra szinte teljesen lebomlott. A nitritmentes kolbász nitráttartalma volt a legkisebb, a kezdeti 15 mg/kg értékről 10-re csökkent. 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 elérte a nitritmentes kolbász értékét, azaz 10 mg/kg-ot. Ezzel szemben a 150 mg/kg hozzáadott nátrium-nitritet tartalmazó kolbász kezdeti nitráttartalma a kétszerese a K50 vagy K100 mintának, és a tárolás végén a maradék értéke is a kétszerese (28 mg/kg). A csomagolási mód nem befolyásolta a nitrátbomlást. Ezt szemlélteti a 43. ábra.

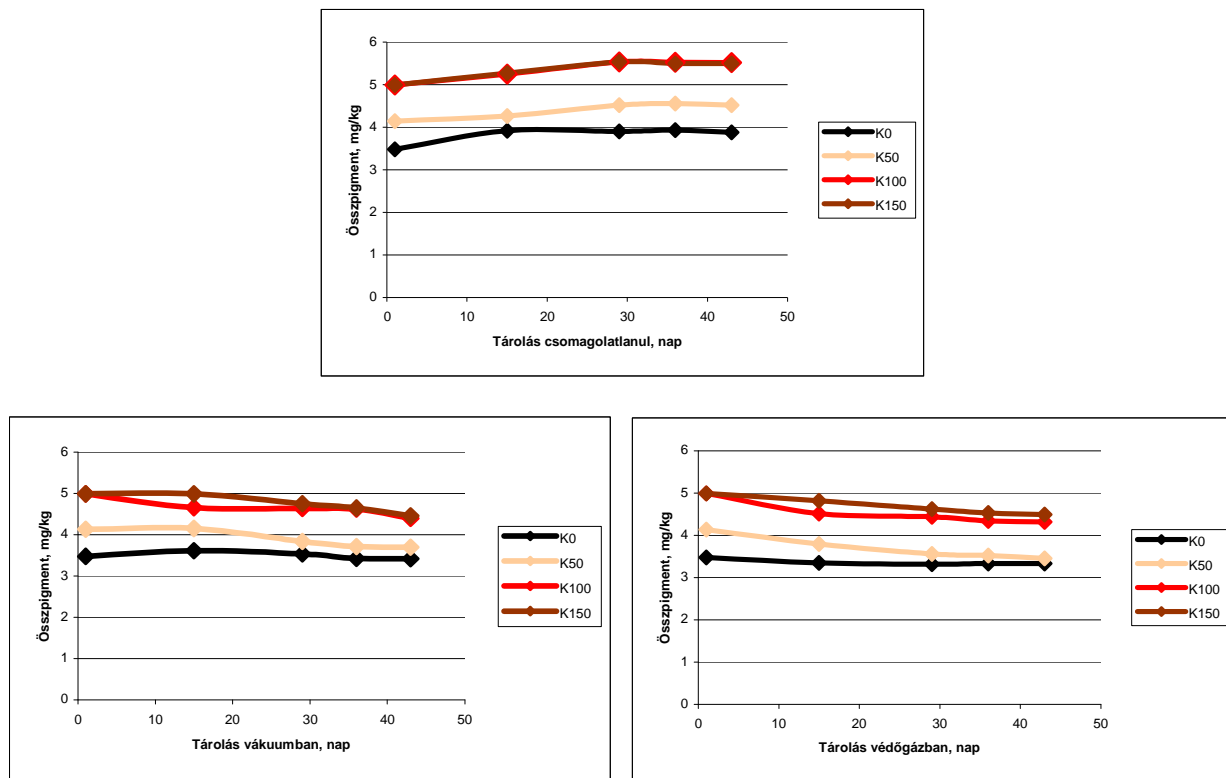


43. ábra: Kolbász nátrium-nitrát-tartalmának változása a tárolás alatt

A 18. táblázatban bemutatott méréseim is hasonló eredményt adtak, a 49 db szárazáru átlagos nátrium-nitrát-tartalma 21 mg/kg volt.

## Összpigmenttartalom

Az összpigmenttartalom alakulását a tárolás alatt a különbözőképpen csomagolt kolbászokban a 44. ábrán ismertetem.



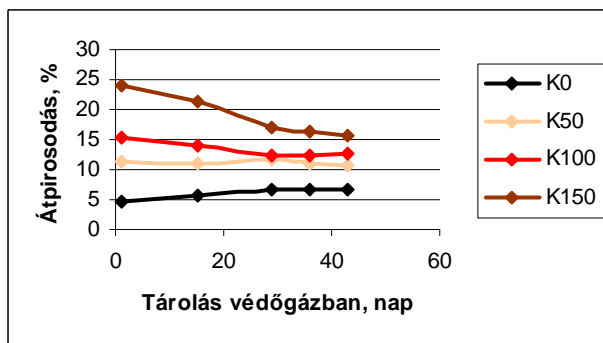
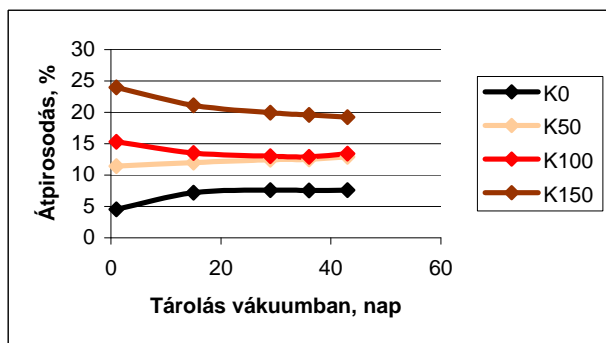
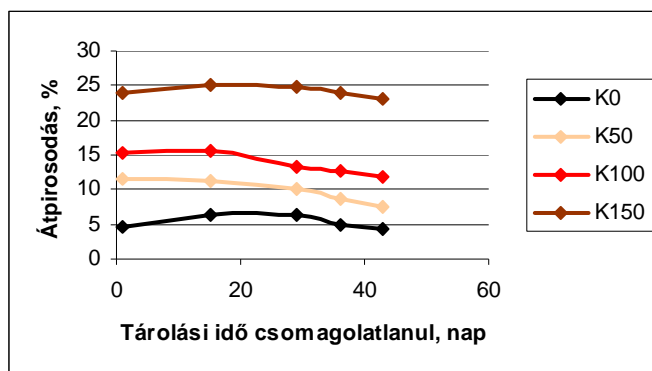
44. ábra: Kolbász összpigmenttartalmának változása a tárolás alatt

A nitritmentes kolbász összpigmenttartalma 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, a kezdeti érték a nitritmentes 1,5-szerese, és a tárolás végén a maradék érték is. Szárazáruknál 100 mg/kg nátrium-nitrit szükséges ahhoz, hogy telítse a hemet. (Vörösáruknál elég volt az 50 mg/kg nátrium-nitrit is.) Ez azért van, mert a szárazáruk több húst, vagyis több húspigmentet tartalmaznak, aminek telítéséhez természetesen több nitritre van szükség. A csomagolatlan kolbászok összpigmenttartalma a tárolás alatt nőtt, ami a beszáradás következménye, hiszen a víztartalom csökkenésével nőtt a fehérjetartalom, ezáltal a pigmenttartalom is. A vákuum- vagy védőgázos csomagolású kolbászok összpigmenttartalma a tárolás alatt valamelyest csökkent.

## Átpirosodás mértéke

A nitrozopigment-tartalom mérésével meghatároztam az átpirosodás mértékét (45. ábra). Ez a szárazáruknál függött a hozzáadott nitrit mennyiségétől. A nitritmentes kolbászban is volt nitrozopigment, ami a hús saját nitrittartalmából keletkezett.

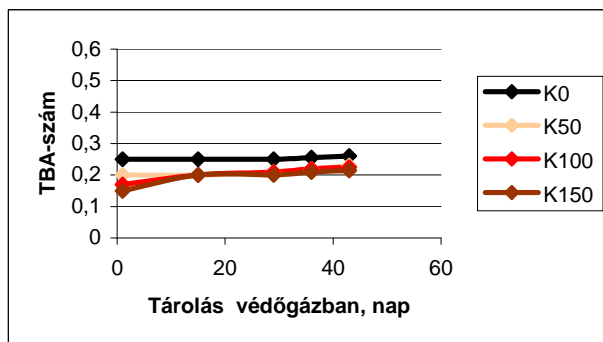
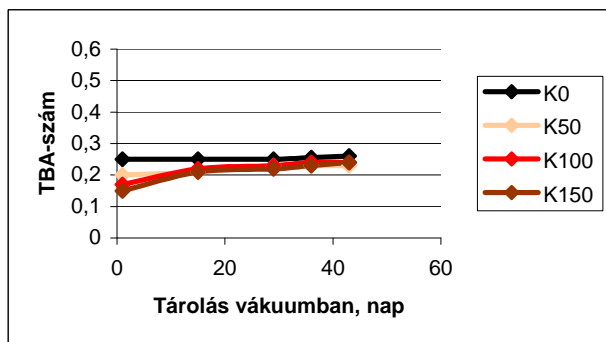
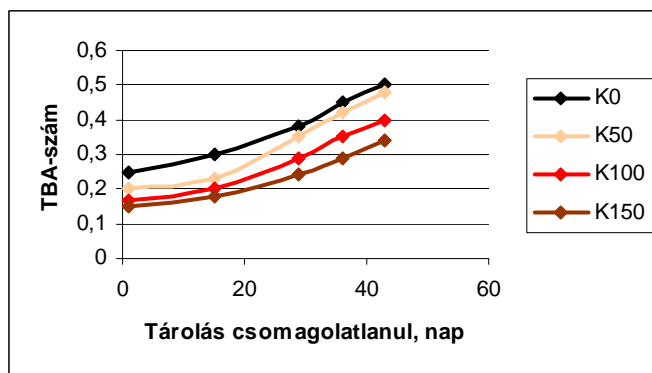




45. ábra: Kolbász átírosodásának változása a tárolás alatt

### Avasodás mértéke

A kolbászok avasodásának nyomon követése a TBA-szám meghatározásával történt. Az eredményt a 46. ábrán mutatom be.



46. ábra: Kolbász avasodásának változása a tárolás alatt

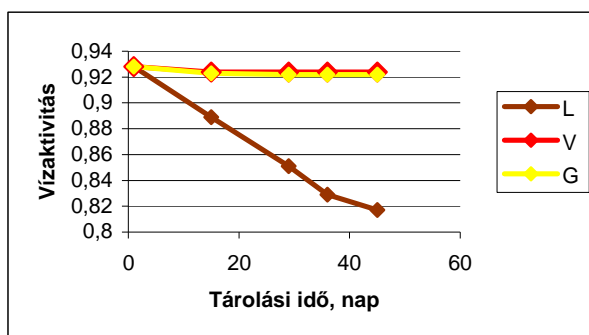
A csomagolatlanul tárolt kolbászok TBA-száma a tárolás alatt nőtt, azaz a termék avasodott. Ennek mértéke a nitrittartalomtól függ, a legavasabb a nitritmentes (0,5 mg malondialdehid/kg), míg a legkevésbé a legnagyobb nitrittartalmú kolbász (0,34 mg malondialdehid/kg) volt. A nitrittartalmú csomagolt kolbászok TBA-száma a tárolás 19. napjáig nőtt, majd állandó értékre (0,23 mg malondialdehid/kg), ugyanannyira mint a nitritmentesé, állt be, ami jól jellemzi az oxigénzáró csomagolás fontos szerepét. Az általam mért avasság érzékszervileg még nem érezhető, ennek határa a gyakorlat szerint (érzékeny bírálóknál) 1 mg/kg.

**Összefoglalva** elmondható, hogy 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 nitrittartalomtól 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 a K50 vagy K100 mintának, 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 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.

### 5.3.2.2. Mikrobiológiai jellemzők változása

#### Vízaktivitás

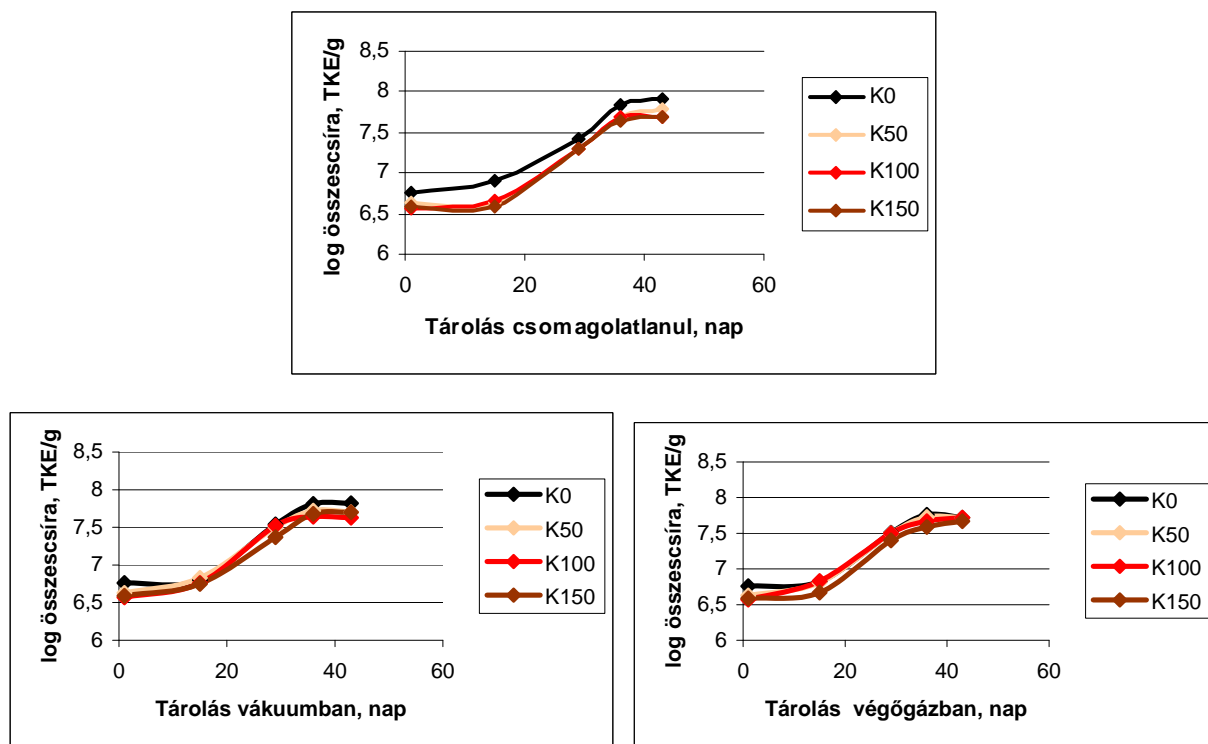
Az egyik fontos mikrobiológiai jellemző a vízaktivitás ( $a_w$ ), ami a mikrobák számára a létezési körülményeket jelenti. Ez a víz- és sótartalommal függ össze. A nitrítartalom a kis koncentráció miatt nem befolyásolta a vízaktivitás-értékeket. A különböző csomagolású kolbászok vízaktivitás-értékeit a 47. ábrán mutatom be. Látható, hogy – hasonlóan a víztartalom változásához – a vákuum- (V) és a védőgázos csomagolású (G) kolbászoknál nincs változás, míg a csomagolatlan (L) kolbász vízaktivitása, a száradás (betöményedés) következtében folyamatosan csökken.



47. ábra: Kolbász vízaktivitásának változása a tárolás alatt

#### Összcíraszám

A kolbászok vizsgálatánál is az összecsíra számának változásával követtem nyomon a mikrobiológiai állapotot, amit a 48. ábrán szemléltetek.



48. ábra: Kolbász összecsíra számának változása a tárolás alatt

A csomagolatlan és a csomagolt kolbászok csíraszámja is a 15. nap után kezdett el növekedni, ami a tárolás 36. napjáig tartott. Ezután állandóvá, stabilá vált, elérte az  $5 \times 10^7$  TKE/g értéket, és tovább nem nőtt. A nitrittartalom nincs hatással az összcsíraszámra, a görbék lefutása közel egyforma volt. Ez a nagy csíraszám nem utal romlásra (termék illata és íze is megfelelő volt), mert a mikroflóra elsősorban tejsavbaktériumokból áll.

### Patogén mikrobák szaporodásának vizsgálata

A húsparban az utóbbi időben sok problémát okoz a patogén *Listeria monocytogenes* előfordulása. Ez a mikroba súlyos megbetegedést okozhat. Ezért a 2073/2005/EK rendelet értelmében hőkezelt termékekben nem fordulhat elő, szárazárúkból a  $10^2$  TKE/g mennyiség elfogadható, amennyiben a  $\text{pH} < 4,4$  vagy  $a_w < 0,92$  vagy  $\text{pH} < 5,0$  és  $a_w < 0,94$ , vagyis olyan körülmények uralkodnak, amelyek nem teszik lehetővé a *Listeria monocytogenes* szaporodását. Ezért a nitrittartalom hatását erre a mikrobára vizsgáltam. Ehhez a különböző nitrittartalmú kolbászpasztákat a 4.2.2.1. fejezetben leírt módon *Listeria monocytogenes* mikrobával oltottam be, úgy, hogy a pasztában  $1,8 \times 10^4$  TKE/g csíraszám volt. Az érlelés után, vagyis a tárolás 1. napján, valamint a 15. és 22. napon mértem a csomagolatlan, a vákuum- és a védőgázos csomagolású termékben a *Listeria monocytogenes*-t. A csomagolási módban nem volt különbség, ezért a 26. táblázatban az átlagértékeket mutatom be.

26. táblázat: *Listeria monocytogenes* (TKE/g) oltása kolbászba

Tárolási idő, nap	K0	K50	K100	K150
Pasztában	$1,8 \times 10^4$			
1.	$1,7 \times 10^3$	$9,1 \times 10^2$	$8,8 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$
15.	$1,3 \times 10^3$	$3,5 \times 10^2$	$5,5 \times 10^1$	$2,5 \times 10^1$
22.	$1,8 \times 10^2$	negatív	negatív	negatív

A táblázatból látható, hogy a nagyobb nitritkoncentráció mellett gyorsabban pusztul a *Listeria monocytogenes*. A nitritmentes kolbászban a tárolás 22. napján még kimutatható volt (két nagyságrendű csökkenés), míg a nitrittartalmú kolbászokban elpusztult (négy nagyságrendű csökkenés).

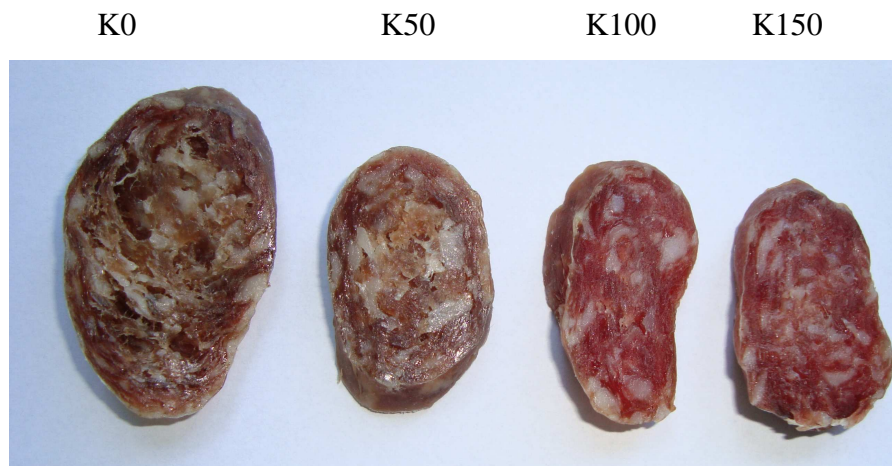
**Összefoglalva** megállapítottam, hogy a hozzáadott nitrit mennyisége nem befolyásolja a szárazárú összcsíraszámának alakulását. Ez arra vezethető vissza, hogy a nitritre és a vízaktivitás csökkenésére érzékenyebb mikrobák inaktiválódnak, az ellenállóbbak szaporodni tudnak, és ez a két folyamat kiegyenlíti egymást. A csomagolatlan és a csomagolt termék összcsíraszámja a tárolás során növekvő tendenciát mutat, majd miután a 36. napon elérte a stacionárius szakaszt, beállt egy állandó értékre, ami azzal jellemezhető, hogy a szaporodás és a pusztulás egyensúlyban van. A kolbászpasztában jelenlévő *Listeria monocytogenes* a tárolás 22. napjára a nitrittartalmú

kolbászokban elpusztult, míg a nitritmentesben nem. A megfelelő élelmiszer-biztonság (lisztériagátlás) eléréséhez szükséges a nitrit.

### 5.3.2.3. Színjellemzők változása

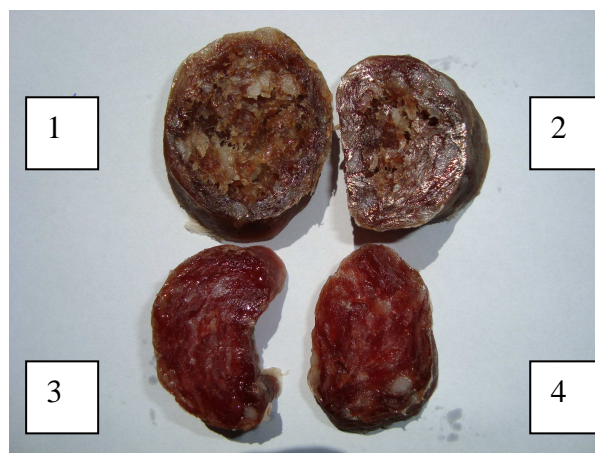
A vizsgálatok során először szabad szemmel értékeltem a színeket, majd ezeket műszeresen is megmértem. A szeleteket 4 °C-on 1100 lux mesterséges megvilágítás alatt tároltam, vizsgálva a színtabilitást.

A kolbászok színében az 1. napon jelentős különbség volt látható. 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 (11. kép).

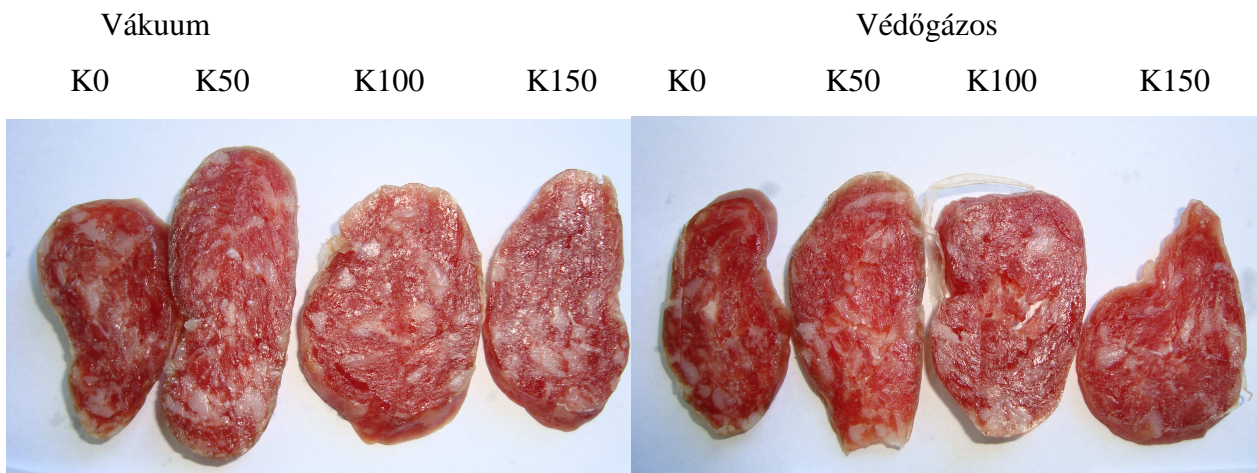


11. kép: 1 napos kolbászok színe

Ez a színkülönbség a csomagolatlan kolbászoknál a tárolás során végig fennmaradt (12. kép), míg a vákuum- és védőgázosan csomagoltaknál kiegyenlítődtött (13. kép). Ez megmutatkozik a piros- és sárgaszín intenzitásában is.



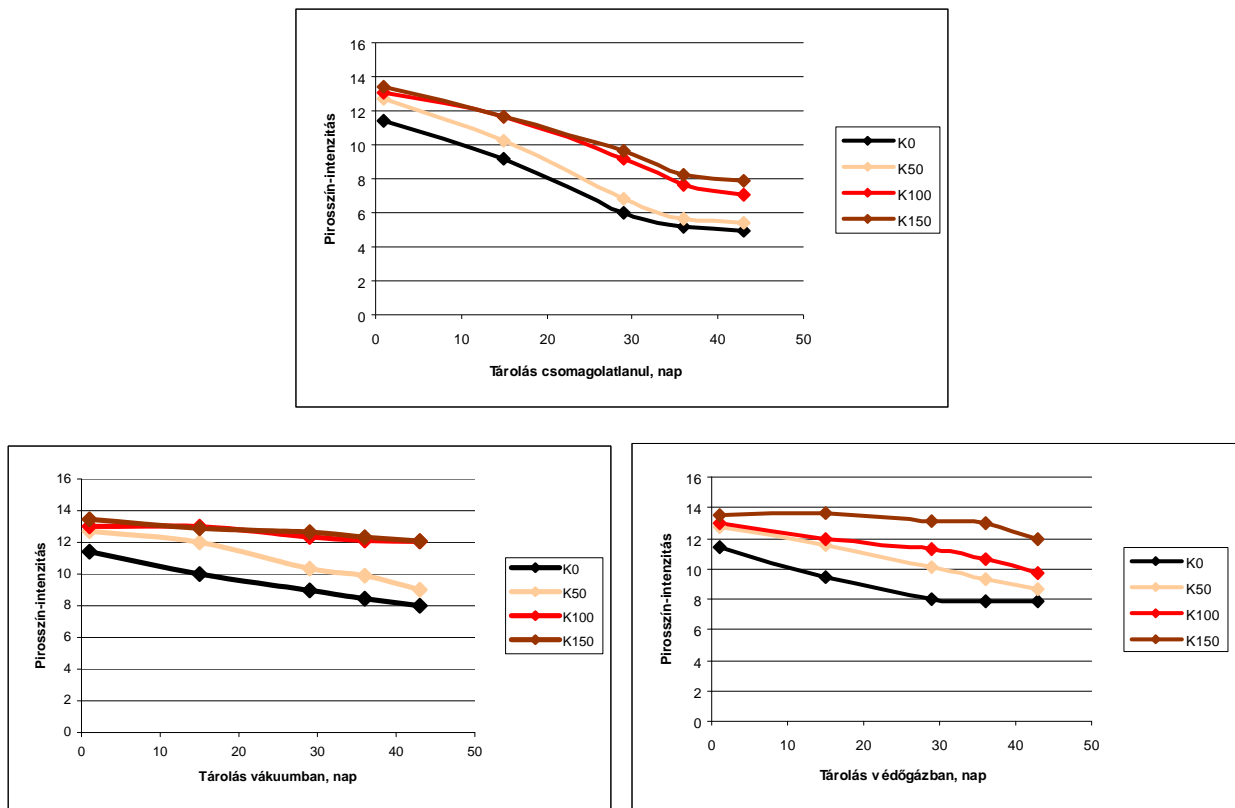
12. kép: 43 napos csomagolatlan kolbászok színe (Jelölés: 1 = K0, 2 = K50, 3 = K100, 4 = K150)



13. kép: 29 napos vákuum- és védőgázos csomagolású kolbászok színe

### Pirosszín intenzitása

A szárazárak legfontosabb színjellemzője a piros szín. Ennek változását szemléltetem a 49. ábrán.



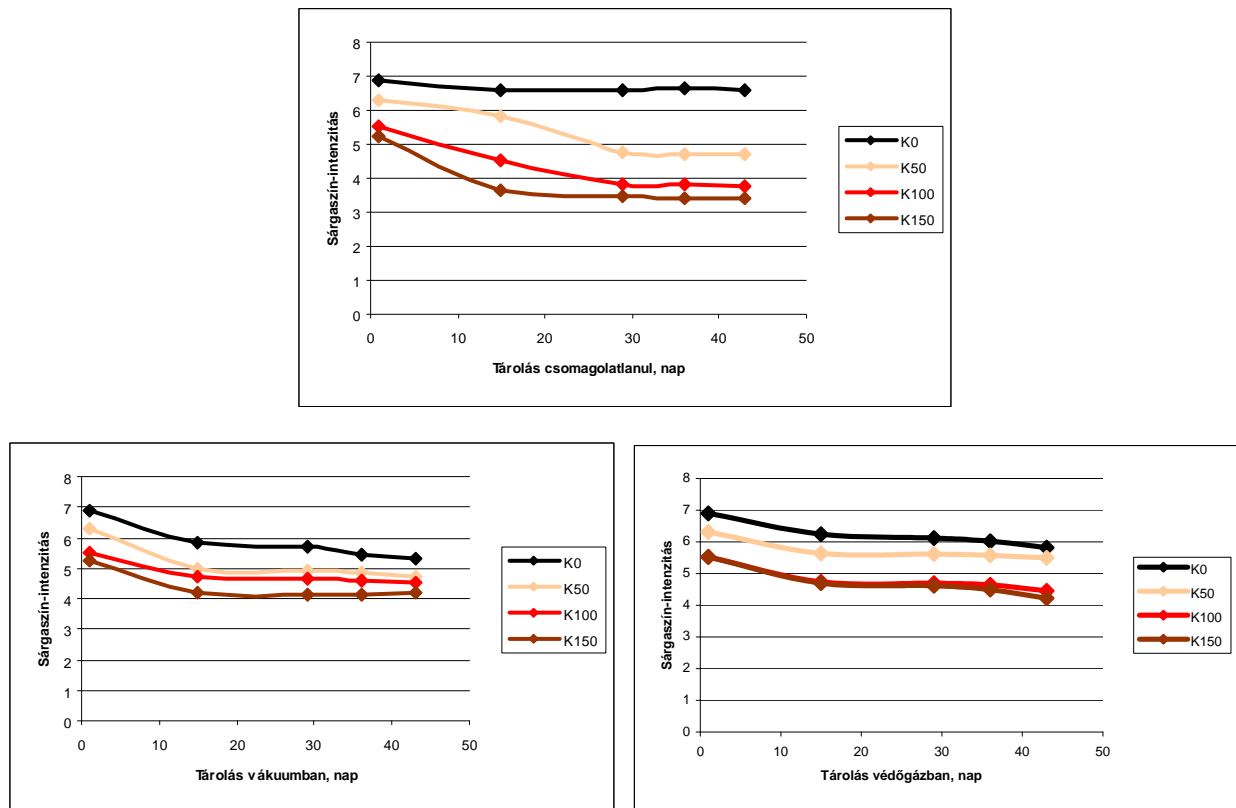
49. ábra: Kolbász pirosszín intenzitásának változása a tárolás alatt

Látható, hogy minél több nitritet tartalmaz a kolbász, annál pirosabb színű. A 100 és 150 mg/kg hozzáadott nátrium-nitrittartalom nem okozott különbséget a színben, azaz a színekialakításhoz elegendő a 100 mg/kg. A pirosszín intenzitása a tárolás alatt csökkent, legjobban a csomagolatlan

kolbásznál, ami a száradásnak és az oxigén hatásának tulajdonítható. A vákuum- és védőgázosan csomagolt kolbászok színében nem volt különbség.

### Sárgaszín intenzitása

A másik színjellemző a sárgaszín intenzitása. Ennek eredményeit az 50. ábrán ismertetem.

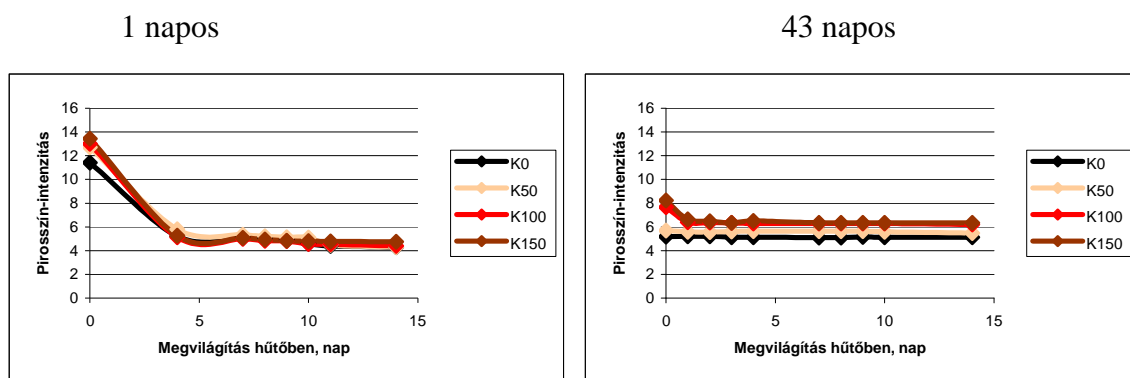


50. ábra: Kolbász sárgaszín intenzitásának változása a tárolás alatt

A sárgaszín intenzitása a tárolás 15. napjáig csökkent, majd közel állandó értéken maradt, függetlenül a csomagolás módjától.

### Színstabilitás

A kolbászokat a mintavétel napján felszeletelve 4 °C-on, mesterséges megvilágítás alatt tovább tároltam. Az idő előrehaladtával a minták pirosszín-intenzitása, függetlenül a nitrítartalomtól és a csomagolási módtól, csökkent. Ez a csökkenés azonban függött a tárolás időtartamától. Minél régebbi volt a termék, annál kisebb volt az induló pirosszín intenzitása, és annál gyorsabban csökkent le az állandó értékre. Ez a csökkenés az 1 napig tárolt kolbászoknál 4 nap alatt, míg a 43 napig tároltaknál már csak 1 nap alatt lezajlott. Ezután a piros szín intenzitása 5 körüli értékre állt be. Az 51. ábrán a csomagolatlan kolbász színstabilitását mutatom be. A csomagolás módja nem befolyásolta a színstabilitást.



51. ábra: Kolbász színstabilitásának (4 °C-on mesterséges megvilágítás alatt) változása a tárolási idő függvényében

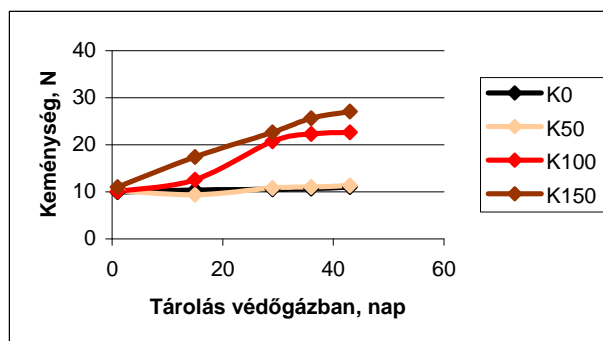
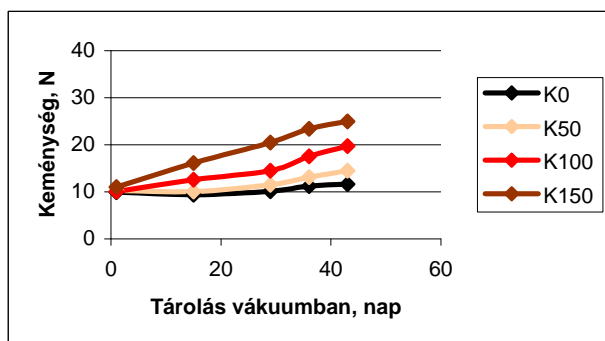
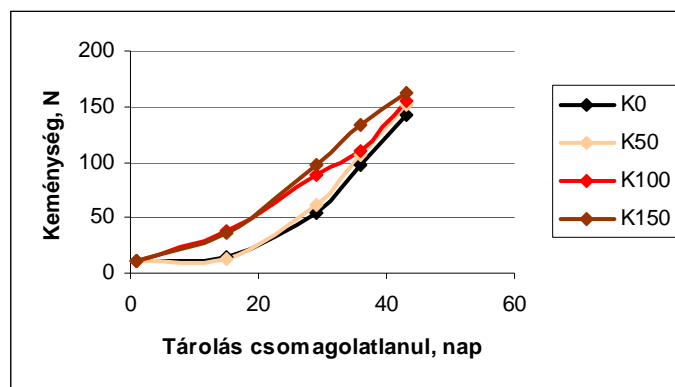
**Összefoglalva** elmondható, hogy a kész kísérleti kolbászok színében az 1. napon jelentős volt a színkülönbség. A nitritmentes és az 50 mg/kg hozzáadott nátrium-nitritet tartalmazó kolbászok inkább szürkék voltak, míg a 100 és 150 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazók szép pirosak. Csomagolatlanul ez a színkülönbség a tárolás végéig megmaradt, csomagolt állapotban azonban kiegyenlítődt. Minél több nitritet tartalmazott a kolbász, annál pirosabb színű volt, értelemszerűen a nagyobb mértékű átpirosodás eredményeképp. A 100 és 150 mg/kg hozzáadott nátrium-nitrittartalom azonban már nem okozott különbséget a színben, azaz a színkialakításhoz elegendő a 100 mg/kg. A kolbászok pirosszín intenzitása mesterséges megvilágítás alatt tartva csökkent, függetlenül a nitrittartalomtól és a csomagolási módtól. Ez a csökkenés azonban függött a tárolás időtartamától. Minél régebbi volt a termék, annál kisebb volt az induló pirosszín intenzitása, és annál gyorsabban csökkent le az állandó értékre.

#### 5.3.2.4. Állományjellemzők változása

##### Keményység

Az állománymérő berendezéssel mért keménységértékeket az 52. ábrán mutatom be.





52. ábra: Kolbász keménységének változása a tárolás alatt

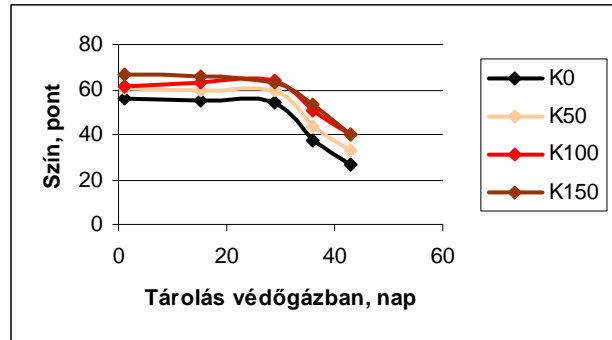
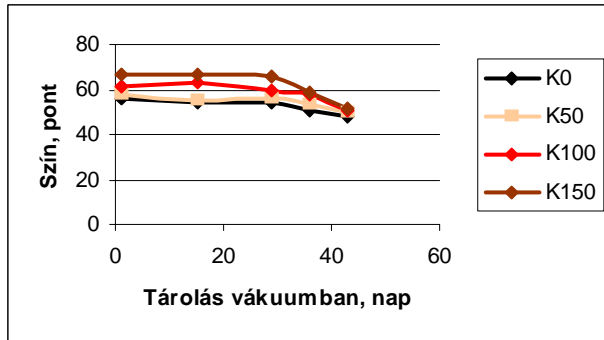
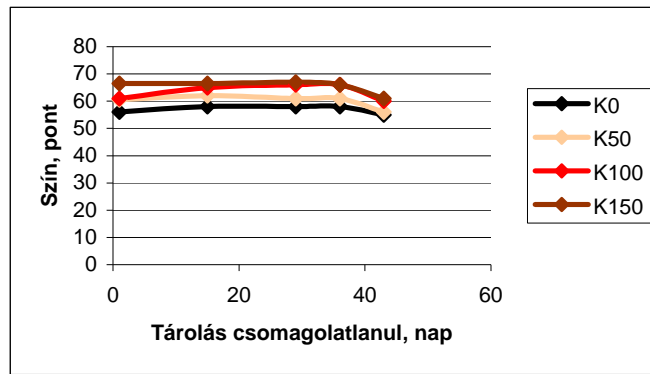
A nitritmentes és az 50 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó kolbászok keménysége között nem volt különbség. Ugyanígy nem volt különbség a 100 és 150 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó kolbászok között, ezek azonban keményebbek voltak. Ez összhangban van az irodalomban talált eredménnyel, miszerint a nitrit hatással van az állományra (lásd 2.4.4. fejezet, MARCO et al., 2006). A tárolás során a csomagolatlan kolbászok, a beszáradás következtében, egyre keményebbek lettek. A termék becsomagolásával is keménységnövekedést tapasztaltam a tárolás folyamán. Ez a növekedés csak a 100 és 150 mg/kg nátrium-nitritet tartalmazó kolbászoknál volt megfigyelhető. A csomagolás módja (vákuum vagy védőgáz) nem befolyásolta a keménységet.

A műszeres állománymérés eredményei megfeleltek az érzékszervi bírálat során kapott eredményeknek (lásd 5.3.2.5. fejezet).

### 5.3.2.5. Érzékszervi tulajdonságok változása

#### Szín

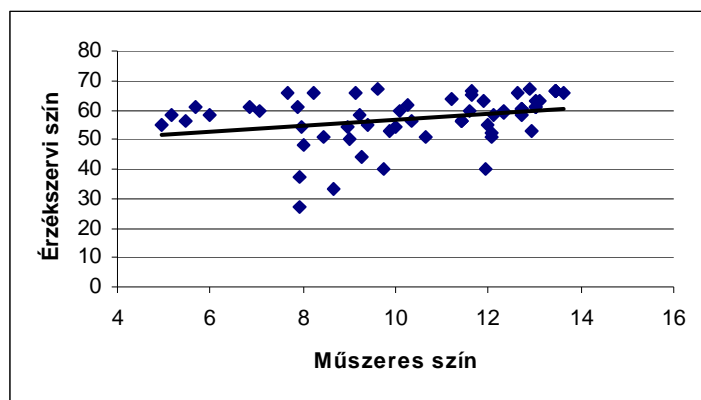
A bírálók a különböző nitrittartalmú és -mentes kolbászok színében nem találtak jelentős különbséget, a nitritmentes valamivel kevesebb pontszámot kapott, azaz kevésbé pirosnak ítélték (53. ábra).



53. ábra: Kolbász színbírálat a tárolás alatt

A csomagolatlan kolbászok színe a tárolás 36. napjáig változatlan volt, majd valamelyest csökkent, azonban végig a csomagolt termékekhez képest több pontszámot kapott, ami a száradás miatti betöményedés, színintenzitás-növelő hatás eredménye. A vákuumcsomagolt és a védőgázosan csomagolt termékek színromlása viszont már a 29. napon elkezdődött, és a csökkenés nagyobb mértékű volt. A több nitritet tartalmazó kolbász színe a tárolás alatt, a csomagolás módjától függetlenül, végig nagyobb pontszámot kapott. A nitrittartalom növelése kevésbé befolyásolta a színt, mint a vörösárunknál. A nitritmentes (56 pont) és a 150 mg/kg hozzáadott nátrium-nitritet tartalmazó kolbász (66,5 pont) kezdeti színpontszámában 18% volt a különbség. Ez, mint említettem, azzal van összefüggésben, hogy a beszáradás következtében az izompigment színe intenzívebb lesz.

A szín bírálatánál kapott pontszámokat a szárazárunknál is összehasonlítottam a műszeres színmérés eredményével, amit az 54. ábrán mutatok be.

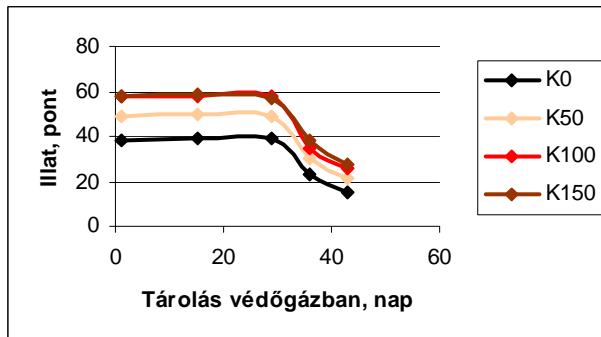
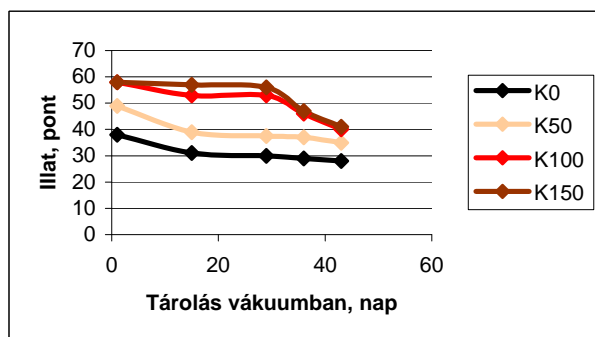
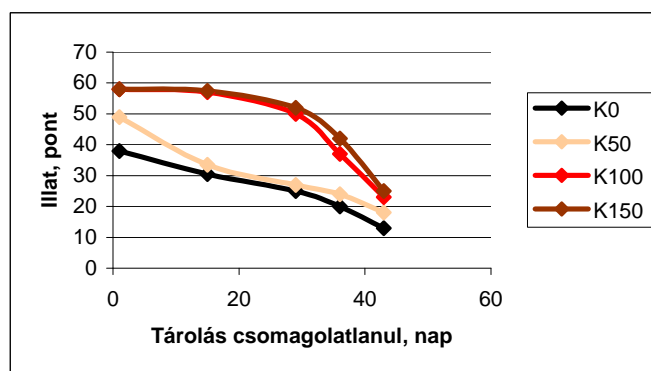


54. ábra: Kolbász érzékszervi bírálata és műszeres színmérése közötti összefüggés  
( $n = 60$ ,  $r^2 = 0,09$ )

Az összefüggés igen laza, a determinációs együttható  $r^2=0,09$ . Ez azt jelenti, hogy a bírálók nem tudtak olyan pontos különbséget észlelni, mint a mérőműszer. Ez azzal függ össze, hogy a kolbászok színe alig különbözött egymástól.

## Illat

Az illat bírálatánál az 55. ábrán bemutatott értékeket kaptam.

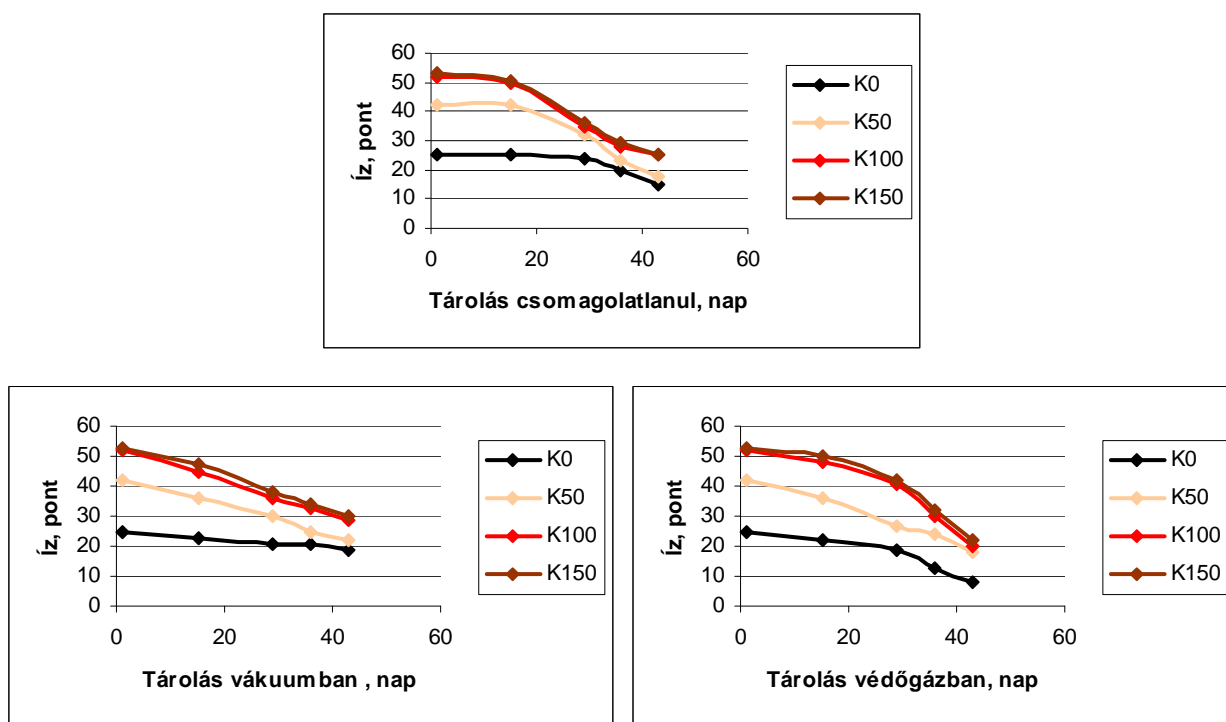


55. ábra: Kolbász illatbírálata a tárolás alatt

A legtöbb nitritet tartalmazó kolbász illata volt a legintenzívebb (a K100 és K150 minta között nem volt különbség), míg a nitritmentesé a legkevésbé. A tárolás 29. napjáig az illat intenzitása nem változott, ezután csökkent. A legkisebb mértékű csökkenés a vákuumcsomagolt kolbásznál volt.

## Íz

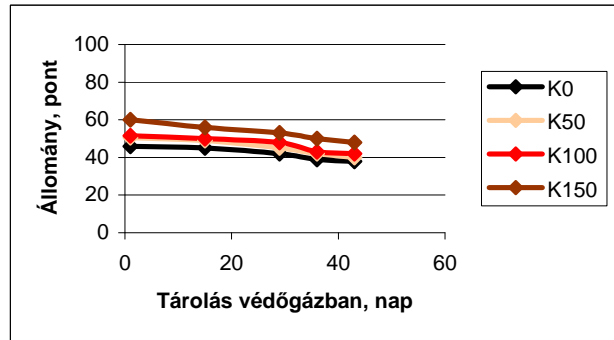
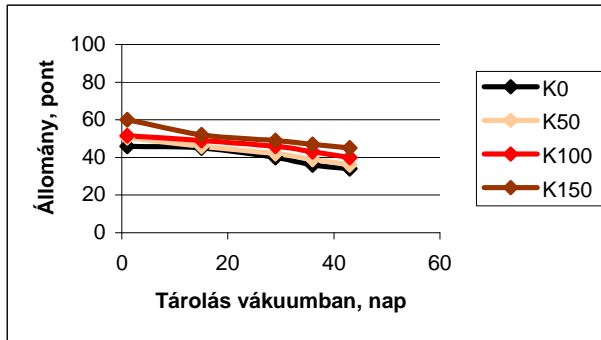
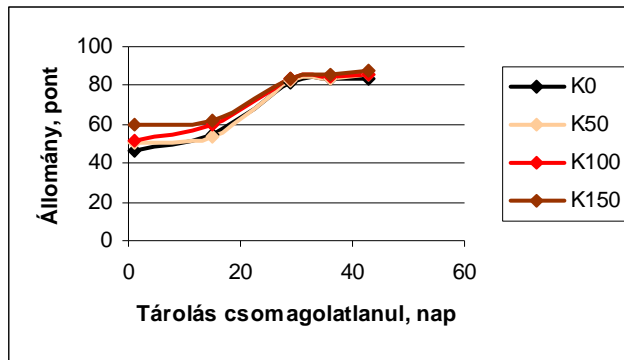
A kolbászok íze hasonlóan alakult, mint az illatuk (56. ábra). A tárolás 15. napjától fokozatosan csökkent az íz intenzitása, függetlenül a csomagolás típusától. A nitrittartalom jelentősen befolyásolta az íz intenzitását, minél több volt a kolbászban a nitrit, annál jobb volt az íze. A 100 és 150 mg/kg hozzáadott nátrium-nitritet tartalmazó kolbászok ízében a bírálók nem tettek különbséget, tehát az íz kialakuláshoz elegendő 100 mg/kg nátrium-nitrit felhasználása. Az irodalomban is találtam adatot arra, hogy a nitrit javítja a termék ízét (lásd 2.4.4. fejezet, JAY et al., 2005). Az ízromlás a legkevésbé a vákuumcsomagolt mintáknál következett be.



56. ábra: Kolbász ízbírálat a tárolás alatt

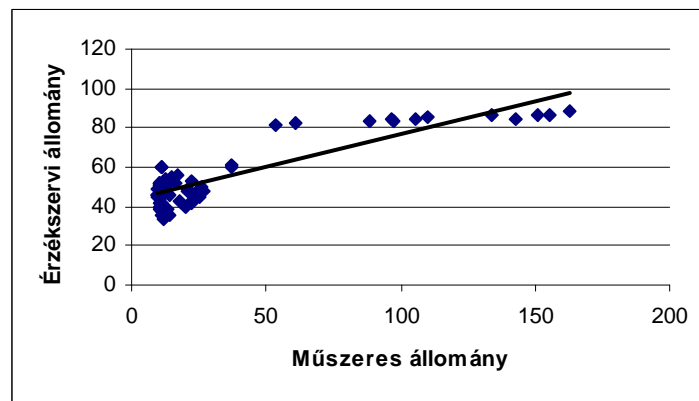
## Állomány

Az állomány bírálatánál a bírálók nem észleltek különbséget a nitrittartalom függvényében. E szerint a nitrit mennyisége nem okozott lényeges különbséget a minták állományában (57. ábra). A csomagolatlan kolbászok, a beszáradás következtében, a tárolás alatt egyre keményebbek, míg a csomagolt kolbászok közel állandóak voltak.



57. ábra: Kolbász állománybírálata a tárolás alatt

Az érzékszervi bírálat és a műszeres állománymérés adatait az 58. ábrán hasonlítom össze.

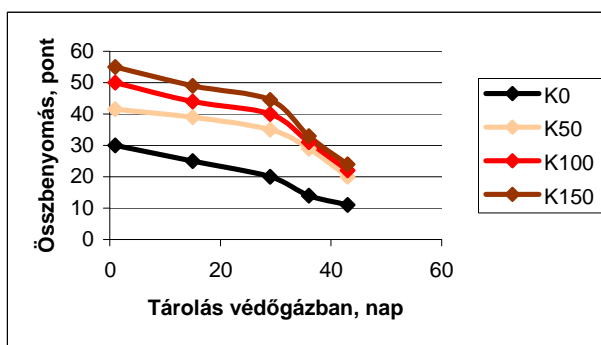
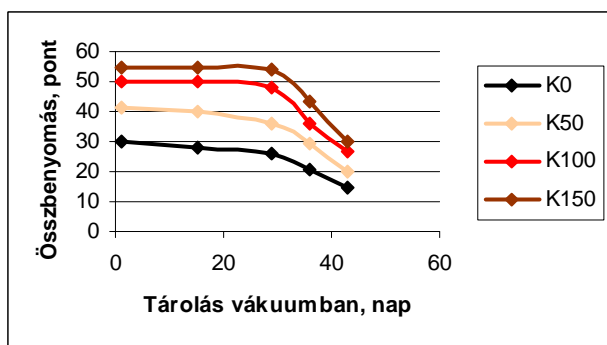
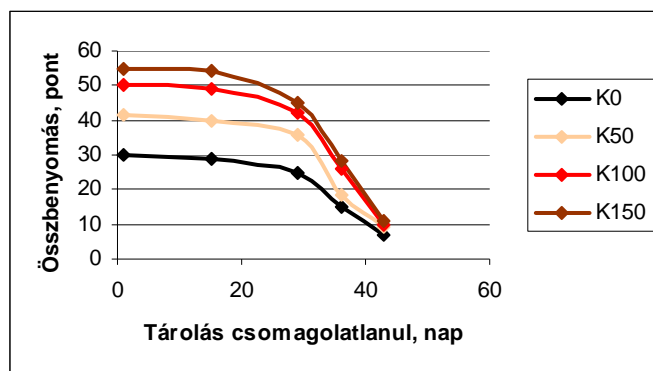


58. ábra: Kolbász érzékszervi bírálata és műszeres állománymérése közötti összefüggés  
( $n = 60$   $r^2 = 0,783$ )

Az összefüggés determinációs együtthatója  $r^2=0,783$ , ami szorosnak mondható, vagyis a bírálók jól meg tudták különböztetni a kolbászok állományát, keménységét.

## Összbenyomás

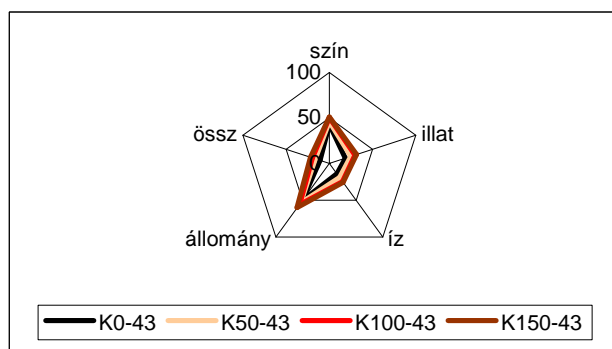
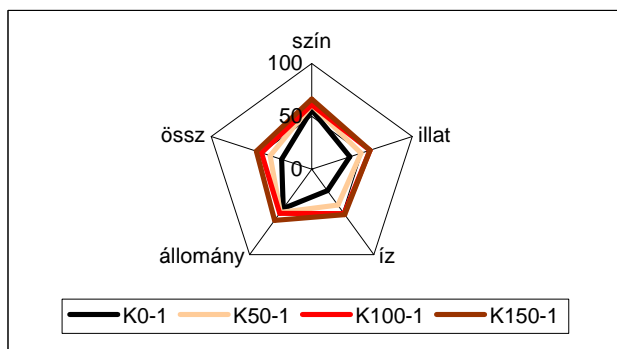
A kolbászok összbenyomásának értékelését az 59. ábrán mutatom be.



59. ábra: Kolbász összbenyomás-bírálat a tárolás alatt

Az összbenyomás tekintetében a legkisebb pontszámot mindegyik csomagolásnál a nitritmentes kolbász kapta, a legnagyobbat pedig a 150 mg/kg hozzáadott nátrium-nitritet tartalmazó kolbász. A minták összbenyomása a tárolás 29. napjáig változatlan volt, utána csökkenés következett be. A legjobb érzékszervi állapotot a vákuumcsomagolás biztosította. A vákuumcsomagolt kolbász összbenyomása 30 napig nem változott, a védőgázos csomagolású folyamatosan csökkent, míg a csomagolatlan csak 20 napig tartotta meg a kezdeti értéket.

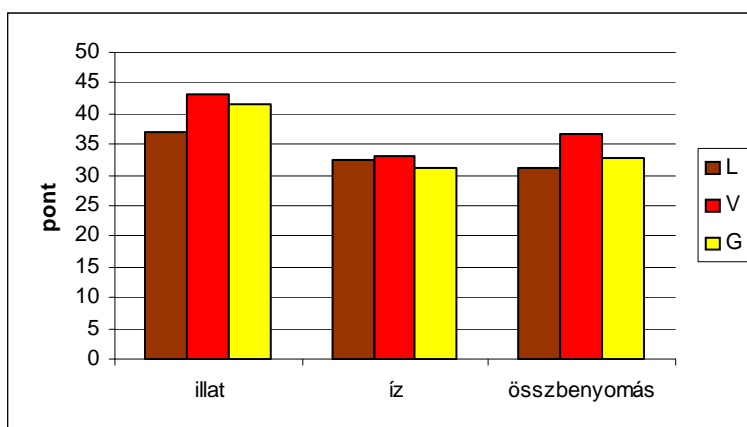
Az érzékszervi jellemzők függtek a nitrittartalomtól. Minden tulajdonságban a legtöbb nitritet tartalmazó kolbász bizonyult a legjobbnak minden vizsgálati időpontban. A 60. ábrán a tárolás első és utolsó (43.) napján történt bírálati eredmények átlagát mutatom be.



60. ábra: Érzékszervi tulajdonságok az 1. és 43. napon

**Összefoglalva** megállapítottam, hogy 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 kolbászok között a bírálók alig találtak különbséget. Ez azt jelenti, hogy a megfelelő érzékszervi tulajdonságok kialakításához már 100 mg/kg nátrium-nitrit is elegendő a szárazárúknál. A tárolás előrehaladtával az érzékszervi jellemzők – hasonlóan a vörösárúnál – kisebb pontszámot kaptak, azaz a minőségük (főleg az illatuk és ízük) romlott. Ezek pedig a legfontosabb érzékszervi jellemzők. A tárolás 29. napján a jellemzők a kezdeti értékük 25%-ra csökkentek. Szárazárúknál is megállapítható tehát, hogy a hosszú idejű tárolás jelentős minőségromlással jár.

A csomagolási mód igen fontos az érzékszervi tulajdonságok megőrzésében. A csomagolatlan termék (L), a beszáradás következtében vizet veszít, azaz szárad, ezért színe sötétebb, állománya keményebb, ugyanakkor illata, íze és az összbenyomása is gyengébb a vákuumcsomagoltnál, de jobb mint a védőgázos. A védőgázos csomagolás (G) során kedvezőbbek voltak az érzékszervi jellemzők. A legjobb csomagolási módnak a vákuumcsomagolás (V) bizonyult, az így tárolt termékek nagyobb pontszámot kaptak az illatra, ízre és az összbenyomásra. Ezt foglalom össze a 61. ábrán, ahol a tárolás alatti összes eredmény átlagát szerepeltetem.



61. ábra: A csomagolási módok összehasonlítása

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, hogy az egyik igen fontosabb cél a termékek csomagolásában, a mikrobiológiai állapot megőrzésén túl, az érzékszervi jellemzők megőrzése. Ezért tartom célszerűbbnek, a kísérleti eredményekkel is alátámasztva, a vákuumcsomagolást.

### 5.3.3. Reakciókinetikai modell felállítása

A különböző nátrium-nitrit-tartalommal gyártott párizsikat 90 napig, a kolbászokat 43 napig tároltam. Ez idő alatt mértem a különböző jellemzőket, amiket az 5.3.1. és 5.3.2. fejezetben ismertettem. Az adatok értékelése alapján felállítottam a valószínűsíthető reakciókinetikai modellt, ami a reakciók mechanizmusát és sebességét írja le.

A különböző jellemzők reakciókinetikai típusai az alábbiak lehetnek:

#### ❖ *Teljes bomlás*

A vizsgálataimk során ilyen reakció nem volt.

#### ❖ *Korlátozott bomlás*

Jellemzése: az „A” anyag reagál a „B” anyaggal, aminek következtében „M” keletkezik. A reakció során „A” és „B” anyag is fogy. Az idő függvényében az „A” anyag mennyisége határértékhez tart.

A reakció sebessége:

$$a' = -k_b \times a \times b$$

ahol  $a'$  = az anyagváltozás sebessége

$k_b$  = bomlási sebességi állandó

$a$  = mindenkori „A” anyagmennyiség

$b$  = mindenkori „B” anyagmennyiség

#### ❖ *Késleltetett bomlás*

Jellemzése: a bomlási sebességi állandó ( $k_b$ ) értéke nem állandó, azaz a bomlás csak egy stacionárius szakaszt követően indul el. Attól függően, hogy a bomlás mértéke milyen, a folyamat lehet:

##### • *Késleltetett teljes bomlás*

Jellemzése: az idő függvényében az „A” anyag teljesen elbomlik, mennyisége 0-hoz tart.

A reakció sebessége:

$$a' = -[k_{b0} \times \exp(k_{bk} \times idő)] \times a$$

ahol  $a'$  = az anyagváltozás sebessége

$k_{b0}$  = kiindulási bomlási sebességi állandó

$k_{bk}$  = bomlási sebességi állandó a bomlási szakaszban



a = mindenkori „A” anyagmennyiség

- *Késleltetett korlátozott bomlás*

Jellemzése: az idő függvényében az „A” és „B” anyag mennyisége is fogy, „A” anyagé határértékhez tart.

A reakció sebessége:

$$a' = -[k_{b0} \times \exp(k_{bk} \times idő)] \times a \times b$$

ahol a' = az anyagváltozás sebessége

$k_{b0}$  = kiindulási bomlási sebességi állandó

$k_{bk}$  = bomlási sebességi állandó a bomlási szakaszban

a = mindenkori „A” anyagmennyiség

b = mindenkori „B” anyagmennyiség

- ❖ *Teljes növekedés*

A vizsgálataim során ilyen reakció nem volt.

- ❖ *Korlátozott növekedés*

Jellemzése: „N” anyagból keletkezik „A” anyag. „N” anyag a reakció folyamán elfogy, így „A” anyag mennyisége határértékhez tart.

A reakció sebessége:

$$a' = k_n \times n$$

ahol a' = az anyagváltozás sebessége

$k_n$  = növekedési sebességi állandó

n = mindenkori „N” anyagmennyiség

- ❖ *Késleltetett növekedés*

- *Késleltetett teljes növekedés*

A vizsgálataim során ilyen reakció nem volt.

- *Késleltetett korlátozott növekedés*

Jellemzése: „A” anyag mennyiségének növekedése egy stacionárius szakaszt követően határértékhez tart.

A reakció sebessége:

$$a' = [k_{n0} \times \exp(k_{nk} \times idő)] \times n$$

ahol a' = az anyagváltozás sebessége

$k_{n0}$  = kiindulási növekedési sebességi állandó

$k_{nk}$  = növekedési sebességi állandó a bomlási szakaszban

n = mindenkori „N” anyagmennyiség

A reakciókinetikai állandókat és a mért jellemzőkre illesztett görbe szórását (s) az *M7 mellékletben* adom meg.

A mért jellemzők reakciókinetikai modelljét a 27. táblázatban mutatom be.

27. táblázat: Reakciókinetikai modellek

	P0	P50	P100	P150	P0	P50	P100	P150				
<b>Párizsi</b>												
	<b>4 °C-on tárolva</b>				<b>12 °C-on tárolva</b>							
Nitrit	Korlátozott bomlás											
Nitrát	Korlátozott bomlás											
Összpigment	Korl.növ.	Korlátozott bomlás			Korl.növ.	Korlátozott bomlás						
Átpirosodás	Késleltetett korlátozott bomlás											
Avasodás	Korlátozott növekedés				Késleltetett korlátozott növekedés							
Összescsira	Késleltetett korlátozott növekedés											
Világossági fok	Állandó											
Pirosszín	Korl.növ.	Állandó			Korl.növ.	Állandó						
Színárnyalat	Korl.bom	Korlátozott növekedés			Korl.bom	Korlátozott növekedés						
Keményység	Korlátozott bomlás											
Rugalmasság	Korlátozott bomlás											
Érzékszervi szín	Korl.növ.	Késleltetett korlátozott bomlás			Korl.növ.	Késleltetett korlátozott bomlás						
Érzékszervi illat	Késleltetett korlátozott bomlás											
Érzékszervi íz	Korl.bom	Késleltetett korlátozott bomlás			Korl.bom	Késleltetett korlátozott bomlás						
Érzékszervi állomány	Korlátozott bomlás											
Érzékszervi összbenyomás	Késleltetett korlátozott bomlás											
	<b>K0</b>	<b>K50</b>	<b>K100</b>	<b>K150</b>	<b>P0</b>	<b>P50</b>	<b>P100</b>	<b>P150</b>	<b>P0</b>	<b>P50</b>	<b>P100</b>	<b>P150</b>
	<b>Csomagolatlanul</b>				<b>Vákuumban</b>				<b>Védőgázban</b>			
Nitrit	Korlátozott bomlás											
Nitrát	Késleltetett korlátozott bomlás											
Összpigment	Késl. korl. növekedés				Korlátozott bomlás							
Átpirosodás	Késleltetett bomlás				Korl.növ.	Korl.bom.	Korl.növ.	Korl.bom.	Korl.növ.	Korl.bom.	Korl.növ.	Korl.bom.
Avasodás	Késleltetett növekedés											
Összescsira	Késleltetett korlátozott növekedés											
Pirosszín	Késleltetett korlátozott bomlás				Bom.	Késleltetett bomlás			Bom.	Késleltetett bomlás		
Sárgaszín	Korlátozott bomlás											
Keményység	Késleltetett korlátozott növekedés											
Érzékszervi szín	Késleltetett bomlás											
Érzékszervi illat	Késleltetett bomlás											
Érzékszervi íz	Késleltetett bomlás											

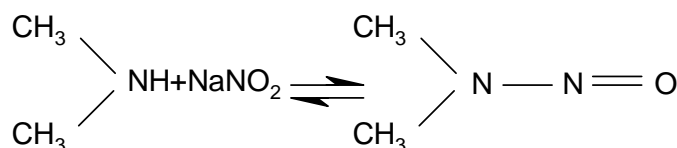
Érzékszervi állomány	Késleltetett növekedés	Késleltetett bomlás
Érzékszervi összbenyomás	Késleltetett bomlás	

korl. = korlátozott  
késl. = késleltetett  
bom. = bomlás  
növe. = növekedés

Az általam felállított modellek ismeretében tervezni lehet a jellemzők változásának bekövetkezési valószínűségét és mértékét.

#### 5.4. Nitrózamin-képződés valószínűségének vizsgálata

A húsban lévő szekunder aminok a nátrium-nitrittel kis pH-n (4 alatt) és magas hőmérsékleten (170 °C felett) nitrózaminokat képezhetnek (lásd 6. ábra). Ezek közül egészségügyi szempontból a legveszélyesebb a dimetil-nitrózamin. A húskészítmények átlagos dimetil-nitrózamin-tartalma LAWRIE (1985) szerint 1-2 µg/kg. HOTCHKISS és PARKER (1990) sült baconben mért legnagyobb értéke 7 µg/kg volt. Ezért a valószínűségi számításokat erre a maximális értékre végeztem. A reakcióegyenletet a 61. ábrán mutatom.



Molekulatömeg:      45 g      69 g      74 g

61. ábra: Dimetil-nitrózamin kialakulása

Tehát 74 g dimetil-nitrózamin keletkezéséhez 69 g nátrium-nitrit szükséges. Eszerint a 7 µg dimetil-nitrózaminhoz 6,5 µg nátrium-nitrit kell. Ha egy húskészítményhez 2% nitrites sókeveréket adunk, akkor 1 kg termékben 0,1 g, azaz 100 000 µg nátrium-nitrit lesz. Ez a sztöchiometrikus mennyiség (100 000/6,5) 15 000-szerese! Ha figyelembe vesszük, hogy a reakció teljes lefolyásához esetleg a sztöchiometrikus nátrium-nitrit-mennyiség többszöröse szükséges, valamint, hogy a húsban több nitritet fogyasztó szimultán reakció is lejátszódik, akkor is a nitrózamin-képződéshez óriási nitrittöbblet áll rendelkezésre (több mint tizenötezerszeres). Nem valószínű ezért, hogy a húskészítmények gyártásához felhasználható nátrium-nitrit mennyiségének csökkentésére tett javaslatok – a nitrózamin veszélyre hivatkozva – valamit is javítana a helyzeten, azaz csökkentené a

keletkező nitrózamin mennyiségét (lásd 5.1. fejezet, Dánia kérése a felhasználható nitrított tartalom csökkentésére).

Ugyanezen elv alapján kiszámoltam, hogy mi a helyzet a nitrítmentes húskészítmény esetében. A húsok saját nátrium-nitrit-tartalma 0,4 mg/kg (lásd 13. táblázat), azaz 400 µg/kg. Ez a dimetil-nitrózamin képződéséhez szükséges mennyiség hatvanszorosa (400/6,5).

**Összefoglalva** elmondható, hogy az állatoknál rákkeltő hatásúnak bizonyult nitrózaminok csak kis pH-n és magas hőmérsékleten tudnak kialakulni. A sült baconben mért legnagyobb mennyiségű dimetil-nitrózamin képződéséhez szükséges nátrium-nitrit mennyiség tizenötezerszerese van jelen a termékben. Amennyiben nem adunk nitrites sókeveréket a húskészítményhez, a hús saját nitrított tartalma is hatvanszorosa annak a mennyiségnek, amiből ennyi dimetil-nitrózamin képződhet. Ezért a nitrózamin-képződés veszélye miatti nitrított tartalom-csökkentés értelmetlen.

## 5.5. Új tudományos eredmények

A kísérleteim során az alábbi új tudományos megállapításokat teszem:

1. Megállapítottam, hogy füstölés hatására a termék felületén nitrát keletkezik, ami a belseje felé diffundál. Az így kialakuló nitrát egy része – nitrátbontó baktériumok révén – nitríté alakul. Ennek következtében az intenzíven füstölt termékekben nitrit vagy nitrát felhasználása nélkül is kimutathatóak a pác-sók.
2. Vörösáruban a tárolás alatt a nitrított tartalom fokozatosan csökken, majd a tárolás 50. napján ez megáll, a rendszer stabillá 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 nitrított tartalom 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 a legkisebb mértékű hőkezelés is elpusztítja az apatogén *Enterococcus faecalis*-t. Ugyanakkor szárazárunk esetén a nitrított tartalmú kolbászban a tárolás alatt 4 nagyságrendű lisztériaszám-csökkenés érhető el, míg a nitritet nem tartalmazó kolbászban csak 2 nagyságrendű, tehát a szárazárunk gyártása során a nitrit nem 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.
6. Szárazárak 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.

## 6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A nátrium-nitritet joggal tarthatjuk a húskészítmények legfontosabb adalékanyagának. Egyes irodalmak szerint a nátrium-nitrit elengedhetetlen a húskészítmények gyártásánál, annak élelmiszerbiztonsági (mikrobagátló) és -minőségi (színkialakító, antioxidáns és érzékszervi) hatásának köszönhetően. Nem 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 főkéísérleteim 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 beazonosítható 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, fűserebb 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 szárazáruk 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 színia kialakítást elvégezni. További hátrány, hogy a nagy nitráttartalmú zöldségporok – mint amilyen a kísérleteimben is szerepelt – olyan zöldségeket tartalmaznak, amelyek allergének.
- A füstölés hatására a szárazáruk felületén nitrát képződik, ami a termék belseje felé diffundál. Ennek egy része pedig átalakul nitritté, vagyis nitrit vagy nitrát felhasználása nélkül is kimutatható a szárazárukban 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 (vörösáru, azaz párizsi) és nem hőkezelt (szárazáru, azaz kolbász) húskészítményekhez különböző mennyiségben (0, 50, 100 és 150 mg/kg) 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 (CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>=30:70).

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

- A gyártási folyamat alatt a masszába bekevert *nátrium-nitrit* mennyisége jelentősen lecsökken – azonnal elkezd 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 összemérhetők. 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 nem volt hatással az oxigénzáró műbélbe töltött párizsik avasodására.
- A megfelelő pasztöröző hőkezelés esetén a hozzáadott nitrit mennyisége nincs hatással a húskészítmény *mikrobiológiai állapotára*. Ugyanezt bizonyítottam a mesterséges oltásos kísérlettel is, miszerint a párizsimasszába beoltott  $10^5$  TKE/g csíraszámú *Enterococcus faecalis* a legkisebb hőkezelés mellett ( $F_{70} = 53,5$  perc) is 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. 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 lipidoxidáció 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 szárazárúhoz** hozzáadott nitrittartalmának 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 nitrittartalomtól 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 szárazárúhoz, 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 a K50 vagy K100 mintának, 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. Szárazárúknál 100 mg/kg nátrium-nitrit szükséges ahhoz, hogy telítse a hemet. Az *átpirosodás mértéke* a szárazárúknál 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 *összcsíraszámának* alakulását. Ez arra vezethető vissza, hogy a nitritre és a vízaktivitás csökkenésére érzékenyebb mikrobák

inaktiválódnak, az ellenállóbbak szaporodni tudnak, és ez a két folyamat kiegyenlíti egymást. A csomagolatlan és a csomagolt termék összesecsíraszám 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 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. Csomagolatlanul a kolbászok színekülönbsége a tárolás végéig megmaradt, de csomagolt állapotban kiegyenlített. 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 színekialakításhoz elegendő a 100 mg/kg. 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 szárazárúknál. A tárolás előrehaladtával az érzékszervi jellemzők – hasonlóan a vörösárúnál – 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. Szárazárúknál is megállapítható tehát, hogy a hosszú idejű tárolás jelentős minőségromlással jár.

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.

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS

A húskészítmények egyik legfontosabb adalékanyaga a **nátrium-nitrit**, amelyet már több mint 200 éve használnak. Bakteriosztatikus és sporasztikus hatású, gátolja a mikrobák, elsősorban a kolbászmérgezést okozó *Clostridium botulinum* mikroba szaporodását és a toxikus hatású spórái kihajtását, azaz élelmiszer-biztonsági szempontból jelentős szerepe van. Ezenkívül a húskészítmények jellegzetes rózsaszín színét alakítja ki, antioxidáns hatású, gátolja az avasodást. 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 hozzájárul a nitrózaminok kialakulásához. A nátrium-nitrit önmagában mérgező, ezért csak nitrites sókeverék (0,5% nátrium-nitrit-tartalmú) formájában használható fel.

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

A nátrium-nitrit és -nitrát felhasználására vonatkozó, jelenleg érvényben lévő **rendelet** – 152/2009 (XI. 12.) FVM – nehezen értelmezhető, túl komplikált, célszerű lenne egységes előírás kialakítása. A bio húskészítményekhez felhasználható, jelenleg érvényben lévő 80 mg/kg-os nátrium-nitrit-határértéket (889/2008/EK) javaslom megtartani,

A **húsok** és **fűszerek** is tartalmaznak nitrátot, amivel a termék maradék nitráttartalma nő. A nitrát egy része a **gyártástechnológia** során átalakul nitritté. Emiatt a késztermékben lévő nitritmennyiségek a rendeletben rögzített maradék határértéket (50 mg/kg) meghaladhatják, 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 teremthet az adalékanyag-mentes húskészítmények, elsősorban szárazáruk gyártására. Kísérleteim során a *Staphylococcus carnosus* nitrátbontó hatását vizsgáltam. A modellkísérlet elvégzése során kapott kolbász gyengébb minőségű volt. Ez azzal magyarázható, hogy az érlelés alatt nem keletkezik annyi nitrit, ami képes lenne a színkialakítást elvégezni. További hátrány, hogy a nagy nitráttartalmú zöldségporok – mint amilyen a kísérleteimben is szerepelt – olyan zöldségeket tartalmazhatnak, amelyek allergének. Ezért az ilyen zöldségporok alkalmazása nem helyettesítheti a nátrium-nitritet.

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.

Hőkezelt (vörösáru) és nem hőkezelt (szárazáru) húskészítményekben **különböző mennyiségű nátrium-nitrit** (0, 50, 100 és 150 mg/kg) hatását vizsgáltam a tárolás során az élelmiszerbiztonsági (mikrobiológiai) és -minőségi (kémiai, szín, állomány, érzékszervi) jellemzőkre. A párzsikat 90 napig tároltam 4 és 12 °C-on, míg a kolbászokat 43 napig tároltam csomagolatlanul, vákuumban és védőgázban (CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>=30:70). A jellemzők alakulására reakciókinetikai modellt állítottam fel. Megállapítottam, hogy a masszába és a pasztába bekevert nátrium-nitrit mennyisége jelentősen lecsökkent, azonnal elkezdett bomlani, ami a hőkezelés, illetve az érlelés alatt tovább csökkent. A nátrium-nitrit egy részéből a gyártás során nátrium-nitrát képződött. A tárolás alatt a termékek nitrit- és nitráttartalma eleinte csökkent, majd egy határértékre állt be. Megfelelő hőkezelés, illetve érlelés esetén a hozzáadott nitrit mennyisége nem befolyásolta a húskészítmény mikrobiológiai állapotát. A mesterséges oltásos kísérlettel során megállapítottam, hogy a szárazárúk esetén a lisztériagátlás szempontjából szükség van nitritre. A nitrit jelentős mértékben javította a színt, elsősorban a pirosszín intenzitását, valamint az érzékszervi jellemzőket. A tárolás alatt az érzékszervi jellemzők romlanak, azaz minőségromlás következik be. Ezt figyelembe kellene venniük a kereskedelmi láncok tagjainak, amelyek a minél hosszabb eltarthatósági idejű termékek előállítását szorgalmazzák. Összefoglalva megállapítottam, hogy a vörösárúnál és a szárazárúnál 100 mg/kg nátrium-nitrit feletti felhasználás nem befolyásolta az élelmiszer-minőségi jellemzőket.

A **tárolási hőmérséklet** emelése vörösáru esetén gyorsította a nitritbomlást, lassította a nitrátbomlást, és rontotta az érzékszervi jellemzőket.

A legjobb **csomagolási módnak** a szárazárúk esetén a vákuumcsomagolás bizonyult. Ez azért is fontos eredmény, mert a kereskedelmi láncok a védőgázos csomagolást részesítik előnyben.

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

## SUMMARY

One of the most important additives of meat products is sodium-nitrite, having been used more than 200 years. It has bacteriostatic and sporostatic effect, inhibits outgrowth of microbes, first of all of *Clostridium botulinum* spores causing botulism, consequently it exhibits a significant effect in terms of food safety. In addition it forms the typical pink color of meat products, has antioxidative effect and inhibits rancidity, too. It has favorable effect on sensory characteristics, chiefly on flavour and plays an important role in formation of typical cured flavor. Besides these important features concerning food safety and quality nitrite in higher concentration exhibits health risk contributing to nitrosamine formation. Since sodium-nitrite is poisonous in higher concentration its application in meat industry is allowed only in form of nitrite salt (99,5% NaCl and 0,5% sodium-nitrite).

The aim of my thesis was to investigate the effect of nitrite added to meat products in different concentration on food safety and food quality traits. The regulation 152/2009 (XI. 12.) of Ministry of Agriculture and Rural Development referring to sodium-nitrite and -nitrate is difficult to interpret and too complicated, therefore a uniform regulation should be formed. The present regulation concerning use of nitrite in organic food (80 mg/kg) is to be maintained. Fresh meat and spices also contain nitrate contributing to the elevation of residual nitrate content of the product. Part of the nitrate is transformed to nitrite during processing. For this reason residual nitrite content in product may surpass the limit (50 mg/kg) in final product in spite of the fact that no extra nitrite was added during processing. It is considered also as a problem, that even nitrate is detectable in the final product no matter that no nitrate was added whatsoever, causing a serious problem for experts of authority and industry people.

By the help of nitrate decomposing bacteria nitrite can be formed from powdered vegetables with high nitrate content that makes manufacturing of meat products mainly dry sausages without additives possible. In my experiments nitrate decomposing capacity of *Staphylococcus carnosus* was investigated. The quality of model sausage was of lower grade, which can be explained by the fact that the amount of nitrite formed during ripening is insufficient for causing a good level of color pigments. Further disadvantage of this type of technology is that powdered vegetables of high nitrate content – such as applied in my experiments – consist of vegetables with allergenic substances, too.

On the effect of smoking nitrate is also formed on the surface of dry sausages diffusing inside. Part of it is transformed to nitrite, as a consequence nitrite as well as nitrate are detectable in dry sausages even in products manufactured without these curing agents.

In my experiments effect of sodium-nitrite added in different concentrations 0, 50, 100 and 150 mg/kg to cooked (Bologna sausage type) and raw (dry) sausage products was investigated during

storage on food safety (microbiological) and quality (chemical, color, texture sensory) characteristics. Bologna sausages was stored for 90 days at 4 °C and 12 °C while dry sausages were stored for 43 days in vacuum, MAP (CO<sub>2</sub>:N<sub>2</sub>=30:70) and without packaging. A reaction kinetic modelling served for following the pattern of characteristics. It was stated that the concentration of sodium-nitrite added to the batter decreased significantly, the break-down started immediately followed by further reduction during cooking or ripening resp. Part of sodium-nitrite was transformed to nitrate during processing. Later on concentration of both curing additives decreased further to a limit. In case of proper heat treatment or ripening-drying initial concentration of nitrite did not influence microbiological status of the final products. The same result has been proven by a challenge test. It has been found that nitrite improved color, mainly intensity of red color and sensory characteristics significantly. These latter characteristics worsen during storage lowering quality level. This should be taken into consideration by multi food chains, that try to force production of items with extended shelf life continuously.

Summing up it has been stated that addition of 100 or 150 mg/kg sodium-nitrite does not influence food quality characteristics. Increase of storage temperature speeded up nitrite break-down, slowed down nitrate break-down and worsened sensory characteristics.

Vacuum packaging proved as the best way of packaging in case of dry sausages. This fact has to be emphasized since food chains prefer MAP.

Results of my experiments can be considered as useful both for production of conventional and organic items, as well as in laboratories of authorities and in retail.

## IRODALOMJEGYZÉK

1. 152/2009 (XI. 12.) FVM rendelet 12. melléklet: A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3/13-1 számú előírása a húskészítményekről
2. AGUIRREZÁBAL M. M., MATEO J., DOMÍNGUEZ M. C., ZUMALACÁR-REGUI J. M. (2000): The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. *Meat Science*, 54 (1) 77-81. p.
3. ALARCON-ROJO A. D., RANGEL P., SANTANA V., GASTELUM G. (2001): Effect of water and acetic acid sprays on carcass shrinkage and pork muscle quality. 82-83. p. Proceedings. 47<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Krakow, Poland, 26–31 August 2001
4. AUROUSSEAU B. BAUCHART D., CALICHON E., MICOL D., PRIOLO A. (2004): Effect of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids on the m. *Longissimus thoracis* of lambs. *Meat Science*, 66 (3) 531-541. p.
5. BANG W., HANSON D. J., DRAKE M. A. (2008): Effect of salt and sodium nitrite on growth and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus* during the production air-dried fresh pork sausage. *Journal of Food Protection*, (1) 191-195. p.
6. BARNA M. (2000): A hús szerepe a gyermekek táplálkozásában. *A Hús*, (1) 13-15. p.
7. BARNA M. (2006): A hús szerepe a várandós és szoptató anyák, valamint a kisgyermek táplálkozásában. *A Hús*, (2) 86-88. p.
8. BARTON-GADE P. A., CROSS H. E., JONES J. M., WINGER R. J. (1988): Factors affecting sensory properties of meat. 151-154. p. In: CROSS H. R. (Ed.): *Meat Science, Milk Science and Technology*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 458 p.
9. BAYNE H. G., MICHENER D. (1975): Growth of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* on frankfurters with and without sodium nitrite. *Applied Microbiology*, Nov. 844-849. p.
10. BIRÓ GY. (2000): A hús jelentősége az ember táplálkozásában, a múlt tényei, a jelenlegi ajánlások és perspektívák. *A Hús*, (1) 10-12. p.
11. BLOUKAS J. G., ARVANITOYANNIS I. S., SIOPI A. A. (1999): Effect of natural colourants and nitrites colour attributes of frankfurters. *Meat Science*, 52 (3) 257-265. p.
12. BOEREMA J. A., BRODA D. M. (2004): *Clostridium botulinum*. 786-793. p. In: JENSEN W. K. (Ed.): *Encyclopedia of Meat Sciences*. Oxford: Elsevier Academic Press, 1472 p.
13. BOZKURT H. (2006): Utilization of natural antioxidants: Green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage. *Meat Science*, 73 (3) 442-450. p.



14. CASSENS R. G. (1990): Nitrite-cured meat. 18-20., 68., 154. p. Trumbull (USA): Food and Nutrition Press, 176 p.
15. CASSENS R. G. (1996): Nátrium-nitrit alkalmazása pácolt húskészítményekben. *A Hús*, (3) 138-148. p.
16. CASSENS R. G., GREASER M. L., ITO T., LEE M. (1979) Reactions of nitrite in meat. *Food Technology*, 33, 46-52. p.
17. CASSENS R. G., HOTCHKISS J. H. (1988): Nitrit-, nitrát és nitrozovegyületek élelmiszerekben. *Húsipar*, (2) 58-65. p.
18. CAVA R., LADERO L., CANTERO V., RAMIREZ M. R., HERNÁNDEZ T., LOZANO M. (2009): Oxidative and colour changes of cooked meat products formulated with different levels of tomato fibre. 1394-1397. p. Proceedings. 55<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Copenhagen, Denmark, 16–21 August 2009
19. CHAN K. W., BABJI A. S. (2006): Effects of adding clove buds and cinnamon bark extracts on the oxidative stability of chicken meatballs. 439-440. p. Proceedings. 52<sup>nd</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Dublin, Ireland, 13–18 August 2006
20. CORNFORTH D. P., JAYASINGH P. (2004): Colour and pigment. 249-256. p. In: JENSEN W. K. (Ed.): *Encyclopedia of Meat Sciences*. Oxford: Elsevier Academic Press, 1472 p.
21. CSAPÓ I. (1999): Koleszterin I. *A Hús*, (1) 32. p.
22. CSAPÓ I. (2004): Zsírsvak az állati szövetekben. *A Hús*, (4) 231-239. p.
23. DAZA A., REY A. I., RUTZ J., LOPEZ-BOTE C. J. (2005): Effect of feeding in free range conditions or in confinement with different dietary MUFA/PUFA ratios and alpha-tocoferyl acetate on antioxidants accumulation and oxidative stability in Iberian pigs. *Meat Science*, 69 (1) 151-163. p.
24. DEÁK T., FARKAS J., INCZE K. (1980): Konzerv-, hús- és hűtőipari mikrobiológia. 45-46. p. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 356 p.
25. DEDA M. S., BLOUKAS J. G., FISTA G. A. (2007): Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters. *Meat Science*, 76 (3) 501-508. p.
26. DEMEYER D., HONIKEL K., DE SMET S. (2008): The world cancer research fund report 2007: A challenge for the meat processing industry. *Meat Science*, 80 (4) 953-959. p.
27. DOSCHERHOLMEN A., McMAHOM J., RIPLEY D. (1978): Vitamin B<sub>12</sub> assimilation from chicken meat. *American Journal Clinical Nutrition*, 31 825-829. p.
28. DÖMÖLKI L. (2007): A fogyasztók elvárása az élelmiszerekkel szemben. *A Hús*, (4) 223-225. p.
29. DURAND P. (1996): Utilisation des nitrates et nitrites dans le produits a base de viande. *Bulletin de Liaison du CTSCCV*, (6) 310-313. p.

30. EFSA Scientific Opinion (2008): Nitrate in vegetables. *EFSA Journal*, (689) 1-79. p.
31. EFSA Scientific Opinion (2009): Nitrite as substances in animal feed. *EFSA Journal*, (1017) 1-47. p.
32. EFSA Scientific Opinion (2010): Statement on nitrites in meat products. *EFSA Journal*, (5) 1538-1549. p.
33. ESTÉVEZ M., CAVA R. (2006): Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different types of frankfurters. *Meat Science*, 72 (2) 348-355. p.
34. FAO/WHO (1985): Energy and protein requirements. Technical Report Series No 724. World Health Organization, Geneva.
35. FARBER J. M., PAGOTTO F., SCHERF C. (2007): Incidence and behavior of *Listeria monocytogenes* in meat products. 544-547. p. In: RYSER E. T., MARTH E. H. (Eds.): *Listeria, listeriosis and food safety*. Boca Raton, Finland: CRC Press, 873 p.
36. FAUSTMAN C., SUN Q., MANCINI R., SUMAN S. P. (2010): Myoglobin and lipid oxidation interactions. *Meat Science*, 86 (1) 86-94. p.
37. FEHÉR I., SELMECI L. (1993): A vérképző rendszer kóréletana. 45. p. In: SZOLLÁR L. (Ed.): *Kórélettan*. Budapest: Semmelweis Kiadó, 468 p.
38. FERGUSON L. R. (2010): Meat and cancer. *Meat Science*, 84 (2) 308-313. p.
39. FERNÁNDEZ-LÓPEZ J., SENDRA E., SAYAS-BARBERÁ E., NAVARRO C., PÉREZ-ALVAREZ J. A. (2008): Physico-chemical and microbiological profiles of „salchichón” enriched with orange fiber. *Meat Science*, 80 (2) 410-417. p.
40. FOX J. B. (1987): The role of heme pigments and nitrite in oxidative process in meat. 119-139. p. In: ANGELO A. J., BAILEY M. E. (Eds.): *Warmed-over flavour of meat*. London: Academic Press, 294 p.
41. GALLOWAY J. N., ABER J. D., ERISMAN J. W., SEITZINGER S. P., HOWARTH R. W., COWLING E. B., COSBY B. J. (2003): The nitrogen cascade. *Bioscience*, (4) 341-356. p.
42. GASPARIKNÉ REICHARDT J., ZSARNÓCZAY G. (2006): Új típusú, eltarthatóságot növelő szerek húsipari alkalmazhatósága II. *A Hús*, (2) 99-100. p.
43. GIBSON A. M., ROBERTS T. A., ROBISON A. (1984): Factors controlling the growth of *Clostridium botulinum* types A and B in pasteurized cured meats. VI. Nitrite monitoring during storage of pasteurized pork slurries. *Journal of Food Technology*, 19 29-44. p.
44. GOMBKÖTŐ G., SAJGÓ M. (1985): Nitrát-ammonia átalakulás: nitrifikálás és nitrátredukció. 333-334. p. In: PAIS I. (Szerk.): *Biokémia*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 502 p.

45. GOTTERUP J., OLSEN K., KNOCHER S., TJENER K., STAHNKE L. H., MOLLER J. K. S. (2008): Colour formation in fermented sausages by meat associated staphylococci with different nitrite- and nitrate-reductase activities. *Meat Science*, 78 (4) 492-501. p.
46. GREINER E., DOMONKOS A. (2000): A vegyes és a vegetáriánus étrend összehasonlító értékelése. *A Hús*, (1) 30-36. p.
47. GUION P. (1994): Les agents de sapidité. *Industries alimentaires et agricoles*, (9) 575-582. p.
48. HÁMORI J., HORVÁTH Á. (2009): A hazai élelmiszerek megítélésének és preferenciájának vizsgálata egy magyar és egy külföldi élelmiszer-üzletlánc vásárlói körében. *Élelmiszer, Táplálkozás és Marketing*, (1-2) 87-93. p.
49. HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ E., PONCE-ALQUICIRA E., JARAMILLO-FLORES M. E., LAGARRETA I. G. (2009): Antioxidant effect of rosemary and oregano extracts on TBARS and colour of model raw pork batters. *Meat Science*, 81 (2) 410-417. p.
50. HONIKEL K., O. (2008): The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78 (1-2) 68-76. p.
51. HONIKEL K. O. (2010a): The Danish case of nitrate and nitrite in meat products. SCOFCAH section „Toxicological Safety”, Brussels, 8 February 2010
52. HONIKEL K. O. (2010b): Curing. 125-141. p. In: TOLDRÁ F. (Ed.): *Handbook of Meat Processing*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 566 p.
53. HORVÁTH E. (2000): Húsok és húskészítmények mikroelem-összetétele. *A Hús*, (1) 41-46 p.
54. HOTCHKISS J. H., PARKER R. S. (1990): Toxic compounds produced during cooking and meat processing. 111-119. p. In: PEARSON A. M., DUTSON T. R. (Eds.): *Meat and Health*. London: Elsevier Applied Science, 554 p.
55. HUANG B., HE J., BAN X., ZENG H., YAO X., WANG Y. (2011): Antioxidant Activity of bovine and porcine meat treated with extracts from edible lotus (*Nelumbo nucifera*) rhizome knot and leaf. *Meat Science*, 87 (1) 56-53. p.
56. INCZE K. (1994): A húsipari tartósítás története, termékromlások típusai. 1-9. p. 5. *Húsipari Továbbképző Napok: Húsipari tartósítás*. Budapest: OHKI Kiadvány, 262 p.
57. INCZE K. (1995): Tartósítószer a húskészítménygyártásban. 175-196. p. 6. *Húsipari Továbbképző Napok: Nem húseredetű anyagok alkalmazása a húsiparban*. Budapest: OHKI Kiadvány, 280 p.
58. INCZE K. (2004): Új nitrit-nitrát törvény? *A Hús*, (2) 85-87. p.
59. INCZE K. (2010): Újdonságok a húsiparban. *A Hús*, (3-4) 82-83. p.
60. INCZE K., CSAPÓ I. (2000): Húsok zsír- és koleszterintartalma és zsírsavképe. *A Hús*, (1) 19-23. p.

61. INCZE K., DELÉNYI M. (1979): A pác-só mennyiségének csökkentése és az egészségügyi veszély kérdése szárazárúnál. *Húsipar*, (3) 109-111. p.
62. INCZE K., KÖRMENDY L., KÖRMENDY I., ZSARNÓCZAY G. (1999): Considerations of critical microorganisms and indicator enzymes in connection with the pasteurization of meat products. *Meat Science*, 51 (2) 115-121. p.
63. JAY J. M., LOESSNER M. J., GOLDEN D. A. (2005): Modern food microbiology. 308. p. New York: Springer, 790 p.
64. KABISCH J., SCHEUER R., RÖDEL W., GAREIS M. (2008): Untersuchungen zur mikrobiologischen Wirksamkeit von Natriumnitrit bei Rohwurstzeugnissen. *Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach*, (180) 99-105. p.
65. KAMMERER M., PINAULT L., POULIQUEN H. (1992): Nitrate content in milk – relationship with nitrate level in livestock water sources. *Annales de Recherches Veterinaires*, (2) 131-138. p.
66. KANG J. O., LEE D. J., HWANG I. H. (2002): Effects of pigment of red beet and chitosan on reduced nitrite sausages. 858-859. p. Proceedings. 48<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Rome, Italy, 25–30 August 2002
67. KELLY C. (2002): Az étrendi zsír és a szív- és érrendszeri betegségek. *A Hús*, (3) 143-145. p.
68. KLEFFLER T. (2010): Ökológiai termelés, biotermékek. *A Hús*, (1-2) 16-27. p.
69. KOCH G. A., HANSEN F. (2009): Challenge test in pilot plant shows the inhibitory effect of organic acid against psychrotrophic *Clostridium botulinum* in low-salt meat products. 952-955. p. Proceedings. 55<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Copenhagen, Denmark, 16–21 August 2009
70. KONARZEWSKI M. (2002): Az ember húsevő vagy vegetáriánus? *A Hús*, (2) 75-79. p.
71. KOUAKOU P., GHALFI H., DESTAIN J., DUBOIS-DAUPHIN R., EVRARD P., THONART P. (2009): Effects of curing sodium nitrite additive and natural meat fat on growth control of *Listeria monocytogenes* by the bacteriocin-producing *Lactobacillus curvatus* strain CWBI-B28. *Food Microbiology*, 26 623-628. p.
72. KOVÁCS G., WÁGNER L., FARKAS G., HUSVÉTH F. (2010): A nyúlhús fogyasztás hazai szokását meghatározó tényezők. 62. p. Kiadvány. LII. Georgikon Napok. Keszthely, 2010. szeptember 30. – október 1.
73. KOVÁCS Á., ZSARNÓCZAY G. (1999): Húskészítmények reológiai tulajdonságainak változása a mérési hőmérséklet függvényében. *A Hús*, (2) 73-78. p.
74. KÖRMENDY L. (1973): Húsipari tartósítás. 544-549. p. In: LŐRINCZ F., LENCSEPETI J. (Eds.): *Húsipari Kézikönyv*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 741 p.

75. KÖRMENDY L., VIRÁGH A (1972): Aszkorbinsav használata vörösáruk gyártásához. *Húsipar*, (4) 175-177. p.
76. KROMMER J., SZABÓ G., ZSARNÓCZAY G. (2000): Bakteriocintermelő tejsavbaktériumok alkalmazása szárazáruk biztonsága érdekében. *A Hús* (4) 236-240. p.
77. LASSARE M., VENDEUVRE J. L. (2000): Stabilité de la couleur de la viande de porc fraîche. *Bulletin de Liaison du CTSCCV*, (3) 179-183. p.
78. LAWRIE R. (1985): *Developments in Meat Science – 3*. 206. p. London: Elsevier Applied Science Publishers, 227 p.
79. LÁSZTITY R. (2009): Természetes antioxidánsok és a funkcionális élelmiszerek és a nutraceutikumok. *Élelmezési Ipar*, LXIII (8) 226-229. p.
80. LEISTNER L. (2003): A *Listeria monocytogenes*-szel szemben megkövetelt 0-toleranciáról szárazáruk esetén. *A Hús*, (3) 135-140. p.
81. LEISTNER L. (2004): Hurdle technology. 640-643 p. In: JENSEN W. K. (Ed.): *Encyclopedia of Meat Sciences*. Oxford: Elsevier Academic Press, 1472 p.
82. LEVINE A. S., DOSCHERHOLMEN A. (1983): Vitamin B<sub>12</sub> bioavailability from egg yolk and egg white. *American Journal of Clinical Nutrition*, 38 436-440. p.
83. LUGASI A. (2005): Növényi nyersanyagok antioxidánsainak szerepe az egészség megőrzésében. *Konzervújság*, (3) 71-73. p.
84. LUGASI A. (2006): A vadhúsok szerepe a táplálkozásban, tekintettel kémiai összetételükre és egyes élelmiszer-biztonsági szempontokra. *A Hús*, (2) 85-90. p.
85. LUGASI A. (2007): A nyúlhús szerepe az emberi táplálkozásban. *A Hús*, (3) 157-164. p.
86. MAGYAR A. (2008): A strucchús. *A Hús*, (3-4) 75-81. p
87. MANCINI R. A., HUNT M. C. (2005): Current research in meat color. *Meat Science*, 71 (1) 100-121. p.
88. MANCINI R. A., RAMANATHAN R. (2008): Sodium lactate influences myoglobin redox stability *in vitro*. *Meat Science*, 78 (4) 529-532. p.
89. MANDIC A. I. (2006): Antioxidant activity of grape seed extract in ground pork meat. 481-482. p. Proceedings. 52<sup>nd</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Dublin, Ireland, 13–18 August 2006
90. MARCO A., NAVARRO J. L., FLORES M. (2006): The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science*, 73 (4) 660-673. p.
91. MARTÍN-SÁNCHEZ A. M., VITUDA-MARTOS M., FERNÁNDEZ-LOPEZ J., SENDRA E., SAYAS E., NAVARRO C., PÉREZ-ÁLVAREZ J. Á. (2009): Effect of packaging conditions on shelf-life of bologna sausages made with citrus fibre washing water and rosemary essential

- oil. 1434-1437. p. Proceedings. 55<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Copenhagen, Denmark, 16–21 August 2009
92. MAVROMICHALIS A. (2001): Research into practice. *Pig Progress*, (4) 30-31. p.
  93. McCLURE P. J., KELLY T. M., ROBERTS T. A. (1991): The effects of temperature, pH, sodium chloride and sodium nitrite on the growth of *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Food Microbiology*, 14 (1) 77-91. p.
  94. McNAMARA D. J. (1987): Effect of fat-modified diets on cholesterol and lipoprotein metabolisms. *Annual Review of Nutrition*, (7) 273. p.
  95. MICHAUD D. S., HOLICK C. N., BATCHELOR T. T., GIOVANNUCCI E., HUNTER D. J. (2009): Prospective Study of meat intake and dietary nitrates, nitrites, and nitrosamines and risk of adult glioma. *American Journal of Clinical Nutrition*, 90 570-577. p.
  96. MIHÁLYI GYNÉ (1993): A nyers hús pigmentjei és színstabilitása. *A Hús*, (4) 199-201. p.
  97. MIHÁLYI GYNÉ (1996): Hús és egészség. 4-16 p. 7. *Húsipari Továbbképző Napok: A nyers hús*. Budapest: OHKI Kiadvány, 191 p.
  98. MIHÁLYI GYNÉ, FETTER JNÉ, SZABADKAINÉ SZÁDVÁRI S., BIHARI M., CZIRA G. (1980): N-nitrozovegyületek vizsgálata hazai pácolt húskészítményekben. *Húsipar*, (3) 127-130. p.
  99. MIHÁLYI GYNÉ, RÉKASI KNÉ (1995): Antioxidánsok és alkalmazásuk a zsír- és pigmentoxidációban. 87-108. p. 6. *Húsipari Továbbképző Napok: Nem húseredetű anyagok alkalmazása a húsiparban*. Budapest: OHKI Kiadvány, 280 p.
  100. MIRVISH S. S. (1986): Effects of vitamin C and E on N-nitroso compound formation, carcinogenesis, and cancer. *Cancer*, 58 (Suppl. 8) 1842-1850. p.
  101. MORITA H., NIU J., SAKATA R., NAGATA Y. (1996): Red pigment of Parma ham and bacterial influence on its formation. *Journal of Food Science*, 61 (5) 1021-1023. p.
  102. MORRISSEY P. A., TICHIVANGANA J. Z. (1985): The antioxidant activities of nitrite and nitrosylmyoglobin in cooked meats. *Meat Science* 14 (3) 175-190. p.
  103. MOTOYAMA M., KOBAYASHI M., SASAKI K., NOMURA M., MITSUMOTO M. (2010): *Pseudomonas* spp. convert metmyoglobin into deoxymyoglobin. *Meat Science*, 84 (1) 202-207. p.
  104. NAGY SNÉ (1995): Növényi hidrokolloidok, gliceridek, kombinált adalékanyagok. 50-69. p. 6. *Húsipari Továbbképző Napok: Nem húseredetű anyagok alkalmazása a húsiparban*. Budapest: OHKI Kiadvány, 280 p.
  105. NAGY SNÉ (2001): Természetes és természetazonos antioxidánsok vizsgálata. *A Hús*, (2) 96-100. p.

106. NAGY SNÉ, GASPARIKNÉ REICHARDT J., KROMMER J. (2001): Laktát, valamint laktát-acetát-keverék technológiai, érzékszervi és mikrobagátló hatásának tanulmányozása. *A Hús*, (4) 216-222. p.
107. NÉKÁM K., SZEMERE P. (1994): Táplálkozási allergiák. 125. p. Budapest: Springer Hungaria, 297 p.
108. NEUMANN C., MURPHY S. P., GEWA C., GRILLENBERGER M., BWIBO N. O. (2007): Meat supplementation improves growth, cognitive, and behavioral outcomes in kenyan children. *Journal Nutrition*, 137 (4) 1119-1123. p
109. NIELSEN H. J. S., MOLINA D. P. (1999): Antioxidative effect of hop extract in a meat model. 456-457. p. Proceedings. 45<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Yokohama, Japan, 1-6 August 1999
110. NIETO G., HUVAERE K., GARRIDO M. D., SKIBSTED L. H. (2009): Antioxidant activity of rosemary, thyme and synergism with tocopherol in a liposome system. 677-681. p. Proceedings. 55<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Copenhagen, Denmark, 16-21 August 2009
111. NILZÉN V., BABOL P. C., LUNDEHEIM N., ENFALT A. C., LUNDSTRÖM K. (2001): Free range rearing of pigs with access to pasture grazing - effect on fatty acid composition and lipid oxidation products. *Meat Science*, 58 (3) 267-271. p.
112. OCKERMAN H. W., BASU L. (2004): Other Ingredients. 283-285. p. In: JENSEN W. K. (Ed.): *Encyclopedia of Meat Sciences*. Oxford: Elsevier Academic Press, 1472 p.
113. OLOGHOBO A. D., ADEGEDE H. I., MADUAGIWU E. N. (1996): Occurrence of nitrate, nitrite and volatile nitrosamines in certain feedstuffs and animal products. *Nutrition Health*, (2) 109-114. p.
114. OVESEN L. (2004): Cancer health concerns. 628-633. p. In: JENSEN W. K. (Ed.): *Encyclopedia of Meat Sciences*. Oxford: Elsevier Academic Press, 1472 p.
115. PÁLMAI O. (2005): Hazánk talajainak környezeti állapota. Fejér Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat, Velence, 2005. január 19.
116. PARK S. Y., CHIN K. B. (2006): Antioxidative effect of sodium ascorbate, garlic and onion in fresh pork belly and loin during refrigerated storage. 501-502. p. Proceedings. 52<sup>nd</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Dublin, Ireland, 13-18 August 2006
117. PEGG R. B., SHAHIDI F. (2004a): Flavour development. 570-578 p. In: JENSEN W. K. (Ed.): *Encyclopedia of Meat Sciences*. Oxford: Elsevier Academic Press, 1472 p.
118. PEGG R. B., SHAHIDI F. (2004b): Warmed-over flavour. 592-599. p. In: JENSEN W. K. (Ed.): *Encyclopedia of Meat Sciences*. Oxford: Elsevier Academic Press, 1472 p.

119. PEJKOVSKI Z., KRATOVALIEVA M., POLAK T., RAJAR A., GASPERLIN L., ZLENDER B. (2006): Possibility of nitrite, phosphate and pork fat substitution in poultry frankfurters production. 579-580. p. Proceedings. 52<sup>nd</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Dublin, Ireland, 13-18 August 2006
120. PETERSSON J. (2008): Nitrate, nitrite and nitric oxide in gastric mucosal defense. 18-22. p. Dissertation. Uppsala University Faculty of Medicine, Sweden
121. PIKUL J., LESZCZYNSKI D. E., KUMMEROW F. A. (1989): Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37 1309-1313. p.
122. REICHERT J. E., TUMEL H., LICHTFELD G. (1988): Zur Pasteurisation von Fleischerzeugnissen. *Fleischerei*, 39 199-203. p.
123. ROBERTS T. A., SMART J. L. (1974): Inhibition of spores of *Clostridium* spp. by sodium nitrite. *Journal of Applied Bacteriology*, 37 261-264. p.
124. RODLER I. (2005): Új tápanyagtáblázat 331-340. p. Budapest: Medicina Könyvkiadó Rt., 765 p.
125. RYAN S. M., SEYFERT M., HUNT M. C., GROBBEL J. P., JOHNSON D. E., MONDEREN R. A. (2006): Effects of potassium lactate and display lighting on shelf-life of fresh-pork-sausage patties. 485-486. p. Proceedings. 52<sup>nd</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Dublin, Ireland, 13-18 August 2006
126. SAKATA R., HONIKEL K. O. (1995): Der Einfluss des Gefrierens auf Farbstabilität und den Restgehalt von Nitrit im gepökelten Schweinefleisch. *Fleischwirtschaft*, (7) 917-920. p.
127. SAKATA R., HONIKEL K. O. (2000): Untersuchungen zu physikalisch-chemischen Eigenschaften roter Pigmente in Fleischerzeugnissen. *Fleischwirtschaft*, (2) 182-190. p.
128. SÁRDI F. (1993): A légzés. 320. p. In: SZOLLÁR L. (Ed.): *Kórélettan*. Budapest: Semmelweis Kiadó, 468 p.
129. SAUBERLICH H. E. (1985): Bioavailability of vitamins. *Food Nutrition Science*, (4) 1-6. p.
130. SCHMIDT G. R. (1988): Processing. 86. p. In: CROSS H. R. (Ed.): *Meat Science, Milk Science and Technology*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 458 p.
131. SCOTT J. (2010): Defining „clean label”. *International Food Ingredients*, (3) 34-36. p
132. SEBRANEK J. G., BACUS J. N. (2007): Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Science*, 77 (1) 136-147. p.
133. SEYFERT M., HUNT M. C., AHNSTRÖM M. L., JOHNSON D. E. (2007): Efficacy of lactic acid salts and sodium acetate on ground beef colour stability and metmyoglobin-reducing activity. *Meat Science*, 75 (1) 134-142. p.



134. SHEEDER M. R. L., CASUTT M. M., ROULIN, F., ESCHER F., DUFEY P. A., KREUZER M. (2001): Fatty acid composition, cooking loss and texture of beef patties from meat of bulls fed different fats. *Meat Science*, 58 321-328. p.
135. SIMONSEN B., HAMM R., ROGOWSKI B. (1988): Meat as food. 124. p. In: CROSS H. R. (Ed.): *Meat Science, Milk Science and Technology*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 458 p.
136. SINKA D., ZSARNÓCZAY G., GASPARIKNÉ REICHARDT J. (2005): Új típusú, eltarthatóságot növelő szerek húsipari alkalmazhatósága I. *A Hús*, (2) 98-105. p.
137. SLEPER P. S., HUNT M. C., KROPF D. H., KASTNER C. L., DIKEMAN M. E. (1983): Electrical stimulation effects on myoglobin properties of bovine longissimus muscle. *Journal of Food Science*, 48 479-485. p.
138. SOFOS J. N., BUSTA F. F., ALLEN C. E. (1979): Sodium nitrite and sorbic acid effects on *Clostridium botulinum* spore germination and total microbial growth in chicken frankfurter emulsion during temperature abuse. *Applied and Environmental Microbiology*, June 1103-1109. p.
139. SOFOS J. N., BUSTA F. F., BHOTHIPAKSA K., ALLEN C. E., ROBACH M. C., PAQUETTE M. W. (1980): Effects of various concentrations of sodium nitrite, and potassium sorbate on *Clostridium botulinum* toxin production in commercially prepared bacon. *Journal of Food Science*, 45 1285-1292. p.
140. SOHÁR PNÉ (1998): A húsiparban használható élelmiszer-adalékanyagok. *A Hús*, (1) 18-22. p.
141. SOUCI S. W., FACHMANN W., KRAUT H. (1981): Food composition and nutrition tables. 336-337. p. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, 1352 p.
142. SPETH J. D. (1989): Early hominid hunting and scavenging: the role of meat as an energy source. *Journal of Human Evolution* (18) 329-343. p.
143. STÉGERNÉ MÁTÉ M., BARTA J., HORVÁTH DNÉ, IVANICS J. (2007): Zöldségfélék nitrit-, nitráttartalma és azok feldolgozás alatti változásai. A táplálkozástudomány iskolája. Interdiszciplináris Konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából. Budapest, 2007. november 23.
144. STORMORKEN H. (1953): Methemoglobinemia in domestic animals. 501-506., 269-270. p. Proceedings. 15<sup>th</sup> International Veterinary Congress, Stockholm
145. 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. p.

146. SZAKÁLY Z., SZENTE V., POLERECKI ZS., SZIGETI O. (2010): Analysis of consumer behaviour in the market of mangalica products. 37. p. Proceedings. 1<sup>st</sup> Sustainable Food Chain World Summit. Budapest, Hungary, 17-22 August 2010
147. SZALONTAI É. (2010): Hungarian emu. 117-118. p. Proceedings. 1<sup>st</sup> Sustainable Food Chain World Summit. Budapest, Hungary, 17-22 August 2010
148. SZENTE V. (2009): A bizalom megítélése az ökoélelmiszerek piacán. *Élelmiszer, Táplálkozás és Marketing*, (1-2) 59-63. p.
149. SZIGETI T. (2010): Az élelmiszerek nitrát- és nitrittartalmának élelmiszer-biztonsági megítélése. *A Hús*, (1-2), 33-38. p.
150. TOMPKIN R. B., CHRISTIANSEN L. N., SHAPARIS A. B. (1979): Iron and the antibotulinal efficacy of nitrite. *Applied and Environmental Microbiology*, Feb. 351-353. p.
151. TRINDADE M. A., FELICIO P. E., CONTRERAS C. C. (2003): Curing of mechanically separated layer hens meat and its effect on the lipid oxidation of a bologna-type sausage. 425-426. p. Proceedings. 49<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Brasilia, 31 August – 5 September 2003
152. TROEGER K., WOLTERS DORF W. (1988): Hot boning and hot meat production from pig carcasses II. Stability for processing. *Fleischwirtschaft International*, (1) 8-11. p.
153. TROUT G. R. (2003): Biochemistry of lipid and myoglobin oxidation in postmortem muscle and processed meat products – effect on rancidity. 50-55. p. Proceedings. 49<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Brasilia, 31 August – 5 September 2003
154. TROY D. J., KERRY J. P. (2010): Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science*, 86 (1) 214-226. p.
155. 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. p.
156. VADÁNY KOVÁCS M. (1991): A pácolás alatt végbemenő biokémiai és kémiai folyamatok. 85-103. p. 2. *Húsipari Továbbképző Napok: Pácolt termékek gyártásának elmélete és gyakorlata*. Budapest: OHKI Kiadvány, 252 p.
157. VADÁNY KOVÁCS M. (1999): A húsminőség alapjai. 85-86. p. Debrecen: Debreceni Agrártudományi Egyetem, jegyzet, 93 p.
158. VAQUERO-MARTÍN M., SÁNCHEZ-IGLESIAS M. J., MARTÍNEZ B., RUBIO B. (2009): Effect of manufacturing with vegetable juice powder as source of nitrite of cooked loin. 599-602. p. Proceedings. 55<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Copenhagen, Denmark, 16-21 August 2009

159. VASAVADA M., CORNFORTH D. (2005): Antioxidant effects of raisin paste in cooked ground beef and pork. 698-702. p. Proceedings. 51<sup>st</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Baltimore, USA, 7-12 August 2005
160. VERKLEIJ T. J., STEKELENBURG F. K., STEGEMAN D. (2006): Effects of reducing the amount of nitrite in organic meat products. 483-484. p. Proceedings. 52<sup>nd</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Dublin, Ireland, 13-18 August 2006
161. VIR S. C., LOVE A. H. G. (1977): Vitamin B<sub>6</sub> status of institutionalized and noninstitutionalized agend. *International Journal Vitamin Nutrition Research*, 47 364. p.
162. VÖSGEN W. (2010): Gift für die schöne dauerhafte Rotfärbung. *Fleischwirtschaft*, (2) 51-55. p.
163. WAKAMATSU J., NISHIMURA T., HATTORI A. (2005): Localization of zinc protoporphyrin ix (ZPP) in parma ham. 811-814. p. Proceedings. 51<sup>st</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Baltimore, USA, 7-12 August 2005
164. WALTERS C. L. (1980): Nitrosamines in meat products. 195-217. p. In: LAWRIE R. (Ed.): *Developments in meat science – 1*, London: Applied Science Publishers Ltd., 254 p.
165. WEBER H. (2004): Hőkezelt töltelékes hentesárúk eltarthatósága és érzékszervi tulajdonságai. *A Hús*, (1) 32-36. p.
166. YETIM H., KAYACIER A., KESMEN Z., SAGDIC O. (2006): The effect of nitrite on the survival of *Clostridium sporogenes* and the autooxidation properties of the Kavurma. *Meat Science*, 72 (2) 206-210. p.
167. YOUNG, V. R., PELLETT, P. L., BIER, D. M. (1989): A theoretical basis for increasing current estimates of the amino acid requirement in adult man, with experimental support. *American Journal of Clinical Nutrition*, 50 80. p.
168. ZELENÁK L., VADÁNÉ KOVÁCS M., KÖRMENDY L. (2004): Magyar szürke marha húsmínőségének vizsgálata. *A Hús*, (2) 79-84. p
169. ZHANG H., KONG B., XIONG Y. L., SUN X. (2009): Antimicrobial activities of spice extracts against pathogenic and spoilage bacteria in modified atmosphere packaged fresh pork and vacuum packaged ham slices stored at 4 °C. *Meat Science*, 81 (4) 686-692. p.
170. ZHANG X., KONG B., XIONG Y. L. (2007): Production of cured meat color in nitrite-free Harbin red sausage by *Lactobacillus fermentum* fermentation. *Meat Science*, 77 (4) 593-598. p.
171. ZSARNÓCZAY G. (1998): Ízfokozó anyagok alkalmazása a húsiparban. *A Hús*, (2), 94-97. p.
172. ZSARNÓCZAY G. (1998): Fűszerek és fűszerkivonatok alkalmazása a húsiparban. *A Hús*, (1) 27-31. p.
173. ZSARNÓCZAY G. (2001): Kényelmi húskészítmények. *A Hús*, (2) 93-95. p.

174. ZSARNÓCZAY G. (2003): Funkcionális élelmiszerek. *Konzervújság*, (4) 103-104. p.
175. ZSARNÓCZAY G. (2006): Gyümölcstartalmú húskészítmények kifejlesztése. *A Hús*, (2) 91-96. p.
176. ZSARNÓCZAY G. (2009a): A hús szerepe a táplálkozásunk történetében. *A Hús*, (1-2) 13-15. p.
177. ZSARNÓCZAY G. (2009b): A vöröshúsok szerepe a táplálkozásban. *Élelmiszer, Táplálkozás és marketing*, (1-2) 51-58. p.
178. ZSARNÓCZAY G., JÓNÁS G. (2006): Mustármagliszt húsipari alkalmazhatóságának vizsgálata. *A Hús*, (4) 227-235. p.
179. ZSARNÓCZAY G., KOVÁCS Á. (1999): Színezékek húsipari alkalmazhatóságának vizsgálata. *A Hús*, (4) 223-228. p.
180. ZSARNÓCZAY G., KOVÁCS Á. (2010): Quality of meat and meat products. 45. p. Proceedings. 1<sup>st</sup> Sustainable Food Chain World Summit. Budapest, Hungary, 17-22 August 2010
181. ZSARNÓCZAY G., ZELENÁK L. (2003): Hús- és baromfiipari alapanyagok zsír- és koleszterintartalmának vizsgálata. *A Hús*, (1) 23-28. p.
182. ZSINKA Á. (1997): Zsírsavak a szervezetben – zsírsavak a táplálékban. *Táplálkozás - Anyagcsere – Diéta*, (1) 10-15. p.

## Tiobarbitursav (TBA) szám meghatározása (PIKUL et al., 1989)

### A módszer elve

A húspanban lévő malondialdehidek a tiobarbitursavval rózsaszínű komplexet adnak, aminek mennyisége spektrofotométerrel mérhető.

### A mérés menete

4,00 g aprított húshoz  $0,75 \text{ cm}^3$  1,5%-os butil-hidroxi-toluol etanolos oldatát és  $5 \text{ cm}^3$  4%-os hideg ( $4 \text{ }^\circ\text{C}$ -os) perklórsavat adunk. Ultra-Turrax aprítóberendezéssel 10 000 fordulat/perc sebességgel 10 másodpercig aprítjuk. Ezután hozzáadunk újabb  $5 \text{ cm}^3$  hideg perklórsavat, amivel további 10 másodpercig aprítjuk. A csökés mosásához  $5 \text{ cm}^3$  4%-os hideg perklórsavat használunk. A homogenizátumot Whatman No 1 szűrőpapíron leszűrjük, a szűrőpapíron fennmaradt szilárd részt  $3 \text{ cm}^3$  4%-os perklórsavval átmoszuk. A szűrletet  $20 \text{ cm}^3$ -re kiegészítjük 4%-os perklórsavval. Kipipettázunk belőle  $5 \text{ cm}^3$ -t dugós kémcsőbe, és hozzáadunk  $5 \text{ cm}^3$   $0,02 \text{ mol/dm}^3$  tiobarbitursavat (TBA) ( $0,2883 \text{ g}$  tiobarbitursav/ $100 \text{ cm}^3$  desztillált víz). A kémcsőben lévő oldatot  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 1 órát át vízfürdőben tartjuk. Lehűtés után  $532 \text{ nm}$  hullámhosszon spektrofotométerrel mérjük az abszorbanciát a TBA-reagenssel szemben  $1 \text{ cm}$ -es küvettában.

### Kalibrációs görbe felvétele

$0,5000 \text{ g}$  tetra-etoxi-propánt feloldunk  $500 \text{ cm}^3$  desztillált vízben. Ebből  $1 \text{ cm}^3$ -t kipipettázunk, és  $200 \text{ cm}^3$ -re töltjük fel 4%-os perklórsavval. Ebből a törzsoldatból kipipettázunk  $0,5$ ;  $1,0$ ;  $1,5$ ;  $2,0$ ;  $2,5$ ;  $3,0$  és  $3,5 \text{ cm}^3$ -t, amit feltöltünk  $5 \text{ cm}^3$ -re 4%-os perklórsavval, majd mérjük az abszorbanciájukat  $532 \text{ nm}$  hullámhosszon.

A malondialdehid-tartalom (MDA) függvényében ábrázoljuk az abszorbanciát (A), ami a kalibrációs görbét adja. A méréseket Carl Zeiss gyártmányú VSU-2 típusú spektrofotométerrel mérve az alábbi kalibrációs egyenletet kaptam:

$$MDA(\text{mg} / \text{kg}) = 4,83 \times A$$

### M3 melléklet

## Hús összpigment- és nitrozopigment-tartalmának, valamint az átpirosodás mértékének meghatározása (VADÁNÉ, 1999)

### Összpigmenttartalom meghatározása

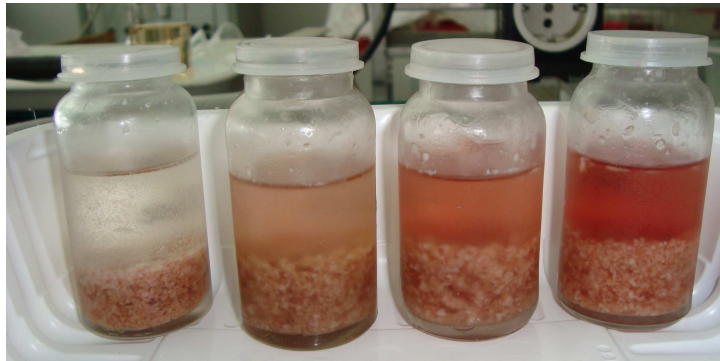
#### A módszer elve

A húsban lévő hemtartalmú komponensekből a hemet szerves oldószerrel extraháljuk, és hemin-hidroklorid formájában spektrofotometriásan meghatározzuk.

#### A mérés menete

10,00 g aprított húsmintát 100 cm<sup>3</sup>-es csiszolt dugós jódszám lombikba mérünk. Hozzáadunk 3 cm<sup>3</sup> desztillált vizet és 4 részletben 40 cm<sup>3</sup> acetont. Minden acetonadag után alaposan összerázzuk. Ezután 0,5 cm<sup>3</sup> koncentrált sósavat adunk hozzá, és alaposan összerázzuk, majd 2 órát sötétben állni hagyjuk. Redős szűrőpapíron leszűrjük, és 20 cm<sup>3</sup>-t csiszolt dugós kémcsőbe mérünk, majd hozzáadunk 1 cm<sup>3</sup> triklóretilént. 530 nm hullámhosszon mérjük az abszorbanciát 1 cm-es küvettában, desztillált vízzel szemben, spektrofotométerrel.

Minél több a húsban a pigment, annál pirosabb oldatot kapunk.



#### Kalibrációs görbe felvétele

5,00 mg hemin-hidrokloridot 50 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba mérünk, és aceton:víz:cc. sósav 40:10:0,5 arányú elegyével jelig töltjük, majd további 0,5 cm<sup>3</sup>-t pipetázunk hozzá. Az oldat 40 cm<sup>3</sup>-éhez 2,0 cm<sup>3</sup> triklóretilént adunk, és kémcsövekbe pipetázunk 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 és 10,0 cm<sup>3</sup>-t, amelyet 10 cm<sup>3</sup>-re egészítünk ki aceton:víz:cc. sósav eleggyel. Az abszorbanciát 530 nm hullámhosszon mérjük, desztillált vízzel szemben. Ábrázoljuk a hemin-hidroklorid-tartalmat (c) a mért abszorbancia (A) függvényében. A méréseket Carl Zeiss gyártmányú VSU-2 típusú spektrofotométerrel mérve az alábbi kalibrációs egyenletet kaptam:

$$A = 0245 \times c - 0,013$$

Ebből kiszámítható a hús mioglobintartalma:

$$\text{mioglobin}(mg / g) = \frac{A \times 17000}{\text{bemérés}(g) \times 0,245 \times 652}$$

### **Nitrozopigment-tartalom meghatározása**

10,00 g aprított húsmintát 100 cm<sup>3</sup>-es csiszolt dugós jódszám lombikba mérünk. Hozzáadunk 3 cm<sup>3</sup> desztillált vizet és 4 részletben 40 cm<sup>3</sup> acetont. Minden acetonadag után alaposan összerázzuk, majd 2 órát sötétben állni hagyjuk. Redős szűrőpapíron leszűrjük, és 20 cm<sup>3</sup>-t csiszolt dugós kémcsőbe mérünk. 0,5 cm<sup>3</sup> koncentrált sósavat és adunk 1 cm<sup>3</sup> triklóretilént adunk hozzá, és alaposan összerázzuk. 530 nm hullámhosszon mérjük az abszorbanciát 1 cm-es küvettában, desztillált vízzel szemben, spektrofotométerrel.

Az **átpirosodás mértékét** (%) a következő képlet segítségével kapjuk meg

$$\text{Átpirosodás}(\%) = \frac{\text{nitrozopigment}}{\text{összpigment}} \times 100$$

M4. melléklet

**Magyar Élelmiszerkönyv 1-2-95/2 számú előírása Az élelmiszerekben használható adalékanyagok, az édesítőszeres és színezékek kivételével**

E szám	Név	Élelmiszer	Felhasználás a javasolt mennyiség mg/kg	Maradék mennyiség mg/kg
E 249	kálium-nitrit <sup>(1)</sup>	Nem hőkezelt, pácolt, szárított húskészítmények	150 <sup>(2)</sup>	50 <sup>(3)</sup>
E 250	nátrium-nitrit <sup>(1)</sup>	Egyéb pácolt húskészítmények (például: virsli, krinolin stb.) Húskonzervek, <i>Foie gras, foie gras entier, blocs de foie gras</i> Libamáj, egészben, tömbben	150 <sup>(2)</sup>	100 <sup>(3)</sup>
		Pácolt húsos szalonna		175 <sup>(3)</sup>
E 251	nátrium-nitrát	Pácolt húskészítmények	300	250 <sup>(4)</sup>
E 252	kálium-nitrát	Húskonzervek <i>Foie gras, foie gras entier, blocs de foie gras</i>		50 <sup>(4)</sup>
		Kemény, félkemény és fél-lágy sajtok Tejalapú sajtanalógok		50 <sup>(4)</sup>
		Pácolt hering és ruszli ( <i>Clupea sprattus</i> )		200 <sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Élelmiszerhez való használatra, csak sóval vagy sóhelyettesítővel keverve árusítható.

<sup>(2)</sup> NaNO<sub>2</sub>-ben kifejezve.

<sup>(3)</sup> A maradék mennyiség a végső felhasználóknak való eladáskor, NaNO<sub>2</sub>-ben kifejezve.

<sup>(4)</sup> NaNO<sub>3</sub>-ban kifejezve.

<sup>(5)</sup> A maradék mennyiség beleértve a nitrátból képződött nitritet, NaNO<sub>2</sub>-ben kifejezve.



M5. melléklet

152/2009 (XI. 12.) FVM rendelet

E szám	Név	Élelmiszer	Az előállítás során hozzáadható legnagyobb mennyiség (NaNO <sub>2</sub> -ben kifejezve)	Legmagasabb maradékszint (NaNO <sub>2</sub> -ben kifejezve)
E 249	kálium-nitrit <sup>(x)</sup>	Húskészítmények	150 mg/kg	
E 250	nátrium-nitrit <sup>(x)</sup>	Sterilizett húskészítmények (Fo > 3.00) <sup>(y)</sup>	100 mg/kg	
		Hagyományos sós lében pácolt húskészítmények (1.): <i>Wiltshire bacon</i> (1.1.); <i>Entremeada, entrecosto, chispe, orelheira e cabeça (salgados)</i> <i>Toucinho fumado</i> (1.2.); és hasonló termékek		175 mg/kg
		<i>Wiltshire ham</i> (1.1.); és hasonló termékek		100 mg/kg
		<i>Rohschinken nassgepökelt</i> (1.6); és hasonló termékek		50 mg/kg
		<i>Cured tongue</i> (1.3.)		50 mg/kg
		Hagyományos szárazon pácolt húskészítmények (2.): <i>Dry cured bacon</i> (2.1.); és hasonló termékek		175 mg/kg
		<i>Dry cured ham</i> (2.1.); <i>Jamón curado, paleta curada, lomo embuchado y cecina</i> (2.2.); <i>Presunto, presunto da pá és paio do lombo</i> (2.3.); és hasonló termékek		100 mg/kg
		<i>Rohschinken trockengepökelt</i> (2.5.) és hasonló termékek		50 mg/kg
		Egyéb hagyományosan pácolt húskészítmények (3.): <i>Vysočina</i> <i>Selský salám</i> <i>Turistický trvanlivý salám</i> <i>Poličan</i> <i>Herkules</i> <i>Lovecký salám</i> <i>Dunajská klobása</i> <i>Paprikáš</i> (3.5.); és hasonló termékek	180 mg/kg	
		<i>Rohschinken, trocken-/nassgepökelt</i> (3.1.); és hasonló termékek <i>Jellied veal and brisket</i> (3.2.)		50 mg/kg

E szám	Név	Élelmiszer	Az előállítás során hozzáadható legnagyobb mennyiség (NaNO <sub>3</sub> -ban kifejezve)	Legmagasabb maradékszint (NaNO <sub>3</sub> -ban kifejezve)
E 251 E 252	nátrium-nitrát <sup>(z)</sup> kálium-nitrát <sup>(z)</sup>	Nem hőkezelt, száraz húskészítmények	150 mg/kg	
		Hagyományos sós lében pácolt húskészítmények (1.):  <i>Kylmäsavustettu poronliha;</i> <i>Kallrökt renkött</i> (1.4.);  <i>Wiltshire bacon és Wiltshire ham</i> (1.1.); <i>Entremeada, entrecosto, chispe, orelheira e cabeça (salgados) és Toucinho fumado</i> (1.2.); <i>Rohschinken, nassgepökelt</i> (1.6.); és hasonló termékek  <i>Bacon, Filet de bacon</i> (1.5.); és hasonló termékek  <i>Cured tongue</i> (1.3.)  Hagyományos szárazon pácolt húskészítmények (2.):  <i>Dry cured bacon és Dry cured ham</i> (2.1.); <i>Jamón curado, paleta curada, lomo embuchado y cecina</i> (2.2.);  <i>Presunto, presunto da pá és paio do lombo</i> (2.3.); <i>Rohschinken, trockengepökelt</i> (2.5.); és hasonló termékek  <i>Jambon sec, jambon sel sec et autres piçces maturées séchées similaires</i> (2.4.)	300 mg/kg	250 mg/kg     250 mg/kg hozzáadott E 249 vagy E 250 nélkül  10 mg/kg  250 mg/kg   250 mg/kg hozzáadott E 249 vagy E 250 nélkül

E szám	Név	Élelmiszer	Az előállítás során hozzáadható legnagyobb mennyiség (NaNO <sub>3</sub> -ban kifejezve)	Legmagasabb maradékszint (NaNO <sub>3</sub> -ben kifejezve)
		Egyéb hagyományosan pácolt húskészítmények (3.):		
		<i>Rohwürste (Salami és Kantwurst)</i> (3.3.);	300 mg/kg (hozzáadott E 249 vagy E 250 nélkül)	250 mg/kg
		<i>Rohschinken, trocken-/nassgepökelt</i> (3.1.); és hasonló termékek		
		<i>Salchichón y chorizo tradicionales de larga curación</i> (3.4.); <i>Saucissons secs</i> (3.6.); és hasonló termékek	250 mg/kg (hozzáadott E 249 vagy E 250 nélkül)	
		<i>Jellied veal and brisket</i> (3.2.);		10 mg/kg
		Kemény, félkemény és féllágy sajtok	150 mg/kg a sajttejben vagy ennek megfelelő szint,	
		Tejalapú sajtanalógok	amennyiben a hozzáadás a savó eltávolítását és a víz hozzáadását követően történik	
		Pácolt hering és ruszli	500 mg/kg	

- (<sup>x</sup>) Amennyiben »élelmiszerhez történő felhasználásra« címkével van ellátva, a nitrit csak sóval vagy egy sóhelyettesítővel összekeverve értékesíthető.
- (<sup>y</sup>) A 3-as F<sub>0</sub>-érték 3 percig 121 °C-on történő hőkezelésnek felel meg (az 1 000 konzervdobozban lévő egy milliárdnyi baktériumspóra-mennyiség 1 spóra szintre csökkentése).
- (<sup>z</sup>) Néhány hőkezelt húskészítmény tartalmazhat nitrátokat, a nitriteknek alacsony savtartalmú környezetben nitráttá történő természetes átalakulásából származóan.
1. A húskészítményeket nitriteket és/vagy nitrátokat, só-t és más összetevőket tartalmazó páclébe merítik. A húskészítményeket további kezelésnek is alávetethetik, pl. füstölthetik.
- 1.1. A húsba páclevet fecskendeznek, ezt követően pedig 3–10 napon keresztül páclében pácolják. A pácsólé mikrobiológiai starterkultúrákat is tartalmaz.

- 1.2. Sós lében történő pácolás 3–5 napon keresztül. A terméket nem hőkezelik, és a terméknek magas a vízakтивitása.
- 1.3. Sós lében történő pácolás legalább 4 napon keresztül és előfőzés.
- 1.4. A húsba páclevet fecskendeznek, ezt követően pedig páclében pácolják. A pácolás időtartama 14–21 nap, amelyet 4–5 hétig tartó hideg füstön való érlelés követ.
- 1.5. Sós lében történő pácolás 4–5 napon keresztül 5–7 °C hőmérsékleten, jellemzően 24–40 órán keresztül tartó, 22 °C hőmérsékleten végzett érlelés, esetleg 24 órán keresztül 20–25 °C hőmérsékleten történő füstölés, és 3–6 hétig 12–14 °C hőmérsékleten történő tárolás.
- 1.6. A húsdarabok formájától és súlyától függő pácolási idő kb. 2 nap/kg, ezt követően stabilizálás/érlelés.
2. A száraz pácolási eljárás azt jelenti, hogy a nitrítet és/vagy nitrátokat, sókat és más összetevőket tartalmazó páckevertéket szárazon felviszik a hús felületére, majd stabilizálják/érlelik. A húskészítményeket további kezelésnek, pl. füstölésnek is alávetik.
- 2.1. Száraz pácolás, ezt követően legalább 4 napig tartó érlelés.
- 2.2. Száraz pácolás, legalább 10 napos stabilizálási és legalább 45 napos érlelési időtartammal.
- 2.3. 10–15 napig tartó száraz pácolás, ezt követően 30–45 napos stabilizálási és legalább 2 hónapos érlelési időtartam.
- 2.4. Száraz pácolás 3 napig + kilogrammonként 1 napig, ezt követően egy hetes utósózási időtartam, majd 45 nap – 18 hónap érlelés.
- 2.5. A húsdarabok formájától és súlyától függő pácolási idő kb. 10–14 nap/kg, ezt követően stabilizálás/érlelés.
3. Nedves és száraz pácolási eljárás együttes alkalmazása, vagy nitrít és/vagy nitrát jelenléte valamilyen vegyületben, vagy főzés előtt a páclé befecskendezése a termékbe. A terméket további kezelésnek, pl. füstölésnek is alávetik.
- 3.1. Száraz és nedves pácolás együttes alkalmazása a páclé befecskendezése nélkül. A húsdarabok formájától és súlyától függő pácolási idő kb. 14–35 nap, ezt követően stabilizálás/érlelés.
- 3.2. A páclé befecskendezése, ezt követően – legkorábban két nap múlva – forrásban lévő vízben, legfeljebb 3 óra hosszáig történő főzés.
- 3.3. A terméket legalább 4 hétig érlelik, a víz/fehérje arány kisebb, mint 1,7.
- 3.4. Legalább 30 napos érlelési időtartam.
- 3.5. Száritott termék: a 70 °C hőmérsékletre történő hevítést 8–12 napos szárítási és füstölési eljárás követi. Fermentált termék: 14–30 napig tartó, háromszakaszos fermentálási eljárás, ezt követően füstölés.
- 3.6. Nyersen fermentált, száritott kolbász, hozzáadott nitrít nélkül. A terméket 18–22 °C vagy ennél alacsonyabb (10 – 12 °C) hőmérsékleten fermentálják, majd legalább 3 hétig érlelik. A termékben a víz/fehérje arány kisebb, mint 1,7.

M6. melléklet

889/2008 EK rendelet az ökológiai élelmiszerek előállításához használt anyagokra

A feldolgozott ökológiai élelmiszerek, élesztők és élesztőtartalmú termékek előállításához használt egyes termékek és anyagok a 27. cikk (1) bekezdésének a) pontja és a 27a. cikk a) pontja szerint

Megjegyzések:

A: Engedélyezte a 2092/91/EGK rendelet, továbbra is használható 834/2007/EK rendelet 21. cikkének (2) bekezdése alapján. B: Engedélyezte a 834/2007/EK rendelet.

A. SZAKASZ - ÉLELMISZER-ADALÉKANYAGOK, BELEÉRTVE A HORDOZÓANYAGOKAT

A 834/2007/EK rendelet 23. cikke (4) bekezdése a) pontjának ii. alpontjában említett számításokhoz a kódszámot tartalmazó oszlopban csillaggal megjelölt élelmiszer-adalékanyagokat mezőgazdasági eredetű összetevőként kell figyelembe venni.

Engedély	Kód	Megnevezés	Élelmiszerek előállítása		Különleges feltételek
			növényi eredetű	állati eredetű	
A	E 153	Növényi szén		X	Hamuval borított kecskesajt Morbier sajt
A	E 160b*	Annatto, Bixin, Norbixin		X	Red Leicester sajt Double Gloucester sajt Cheddar sajt Mimolette sajt
A	E 170	Kalcium-karbonát	X	X	Nem használható színezékként vagy a termékek kalciummal való dúsításához
A	E 220 vagy	Kén-dioxid	X	X	Gyümölcsborokban (*) cukor hozzáadása nélkül (beleértve az almabort és a körtebort) vagy mézsörben: 50 mg (**)
	E 224	Kálium-metabiszulfít	X	X	A cukor hozzáadásával készült almaborhoz vagy körteborhoz, illetve sűrített gyümölcsléhez erjesztést követően: 100 mg (**)  (*) Ebben az összefüggésben a „gyümölcsbor” olyan bor, amely szőlőtől eltérő gyümölcsből készült. (**) Minden forrásból elérhető maximális szintek, SO <sub>2</sub> mg/l-ben kifejezve.
A	E 250 vagy E 252	Nátrium-nitrit		X	Húsipari termékek (1): Az E 250 esetében: a javasolt beviteli mennyiség NaNO <sub>2</sub> -ben kifejezve: 80 mg/kg Az E 252 esetében: a javasolt beviteli mennyiség NaNO <sub>3</sub> -ban kifejezve: 80 mg/kg Az E 250 esetében: a maximális maradványmennyiség NaNO <sub>2</sub> -ben kifejezve: 50 mg/kg
		Kálium-nitrát		X	
					Az E 252 esetében: a maximális maradványmennyiség NaNO <sub>3</sub> -ban kifejezve: 50 mg/kg

## Reakciókinetikai állandók

## Vörösáru

	P0	P50	P100	P150	P0	P50	P100	P150
	4 °C-on tárolva				12 °C-on tárolva			
<b>Nátrium-nitrit-tartalom változása</b>								
s	0	1,17	3,30	3,68	0	1,15	13,35	16,24
k <sub>b</sub>	0	0,021	0,020	0,020	0	0,027	0,021	0,034
k <sub>n</sub>	0	0,011	0,012	0,012	0	0,005	0,004	0,007
<b>Nátrium-nitrát-tartalom változása</b>								
s	7,31	12,51	7,31	14,19	3,90	14,01	26,32	18,49
k <sub>b0</sub>	0,001	0,004	0,022	0,011	0,001	0,022	0,002	0,022
k <sub>bk</sub>	0,002	0,008	0	0,010	0,002	0	0,008	0
<b>Összpigment-tartalom változása</b>								
s	0,14	0,18	0,19	0,28	0,23	0,32	0,37	0,40
k <sub>n0</sub>	0,017	0,015	0,014	0,007	0,040	0,019	0,014	0,011
k <sub>b0</sub>	0,057	0,036	0,041	0,026	0,166	0,050	0,043	0,042
<b>Átpirosodás mértékének változása</b>								
s	8,24	18,04	23,35	24,45	5,32	9,90	14,90	15,97
k <sub>n0</sub>	0,002	0,017	0,019	0,023	0,002	0,062	0,023	0,030
k <sub>b0</sub>	1,423	0,022	0,022	0,022	0,076	0,024	0,022	0,022
<b>Avasodás változása</b>								
s	0,03	0,02	0,04	0,01	0,03	0,02	0,07	0,03
k <sub>n0</sub>	0,032	0,013	0,020	0,023	0,007	0,008	0,008	0,022
k <sub>b0</sub>	0,022	0,026	0,012	0,022	0,017	0,022	0,001	0,022
n <sub>0</sub>	0,19	0,22	0,14	0,20	0,22	0,22	0,17	0,20
<b>Összescsira számának változása</b>								
s	0,43	0,42	0,47	0,66	0,33	0,44	0,91	0,29
k <sub>n0</sub>	0,017	0,018	0,015	0,001	0,010	0,011	0,001	0,006
k <sub>nk</sub>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001
n <sub>0</sub>	3,98	3,98	3,99	3,99	4,18	4,23	4,32	4,26
<b>Világossági fok változása</b>								
s	1,30	0,94	0,82	1,15	0,76	1,39	1,98	1,09
k <sub>n</sub>	0,022	0,023	0,023	0,022	0,023	0,023	0,023	0,022
k <sub>b0</sub>	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
k <sub>bk</sub>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Pirosszín intenzitásának változása</b>								
s	0,51	0,36	0,68	0,59	0,65	0,54	0,74	0,67
k <sub>n</sub>	0,041	0,016	0,023	0,020	0,058	0,016	0,021	0,021
k <sub>b</sub>	0,006	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
<b>Színárnyalat változása</b>								
s	0,93	0,93	0,55	0,90	0,58	0,78	0,72	0,99
k <sub>b0</sub>	2,553	4,345	2,334	3,178	3,118	3,548	3,062	4,006
k <sub>bk</sub>	0,019	0	0,019	0,024	0,017	0,021	0,021	0,031
k <sub>n0</sub>	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,014	0,015	0,022
n <sub>0</sub>	81,89	42,77	39,64	40,75	81,89	42,77	39,64	40,75

<b>Keményiség változása</b>								
s	2,76	1,57	3,35	3,25	6,07	7,66	0,94	0,22
k <sub>b0</sub>	0,017	0,012	0,020	0,019	0,021	0,029	0,014	0
b <sub>0</sub>	6,73	21,15	5,53	5,89	9,47	8,81	3,23	0
n <sub>0</sub>	36,85	11,03	23,46	24,92	40,01	31,72	21,91	25,14
<b>Rugalmasság változása</b>								
s	2,00	2,43	4,36	2,24	3,59	4,69	0,52	2,80
k <sub>b0</sub>	0,020	0,022	0,028	0,020	0,026	0,027	0,016	0,021
b <sub>0</sub>	3,36	4,44	5,22	3,93	4,62	5,72	2,24	4,31
n <sub>0</sub>	15,61	14,15	15,94	14,52	16,11	16,32	14,00	15,25
<b>Érzékszervi szín változása</b>								
s	4,31	2,86	5,81	2,42	3,54	3,84	9,03	2,82
k <sub>b0</sub>	0,184	0,022	0,019	0	0,174	0	0,022	0
k <sub>bk</sub>	0	0	0	0,001	0	0,001	0	0,001
b <sub>0</sub>	2,41	13,41	38,87	18,54	2,15	24,57	34,26	19,71
k <sub>n0</sub>	0,010	0	0,007	0	0,009	0,011	0,008	0
n <sub>0</sub>	3,97	26,35	12,29	0	4,72	9,43	10,80	0
<b>Érzékszervi illat változása</b>								
s	1,33	0,80	3,82	4,14	1,52	1,60	4,69	5,10
k <sub>b0</sub>	0,025	0,053	0	0	0,024	0,067	0	0
k <sub>bk</sub>	0	0	0,002	0,002	0	0	0,002	0,002
b <sub>0</sub>	15,53	27,15	15,99	19,12	15,89	28,68	17,17	17,58
n <sub>0</sub>	9,85	22,15	0	0	10,59	20,66	0	0
<b>Érzékszervi íz változása</b>								
s	2,03	1,69	0,54	1,09	5,96	2,28	1,91	2,15
k <sub>b0</sub>	0,103	0,075	0,046	0,055	0,059	0,087	0,085	0,080
b <sub>0</sub>	33,03	26,60	19,98	28,67	37,39	30,62	25,79	30,69
n <sub>0</sub>	12,51	26,10	31,97	28,78	13,73	22,52	27,77	27,29
<b>Érzékszervi állomány változása</b>								
s	3,03	2,65	3,19	2,36	3,49	3,84	3,17	3,36
k <sub>bk</sub>	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002
b <sub>0</sub>	14,68	12,91	15,19	13,04	19,15	13,62	14,30	14,28
<b>Érzékszervi összbenyomás változása</b>								
s	2,23	4,14	3,87	1,29	1,49	4,13	4,12	4,88
k <sub>b0</sub>	0	0	0	0,059	0,026	0	0	0
k <sub>bk</sub>	0,002	0,002	0,002	0	0	0,002	0,002	0,002
b <sub>0</sub>	8,52	15,20	13,88	26,01	20,00	15,49	15,04	18,22
n <sub>0</sub>	0	0	0	27,04	9,99	0	0	0

Szárazáru

	K0	K50	K100	K150	P0	P50	P100	P150	P0	P50	P100	P150
	Csomagolatlanul				Vákuumban				Védőgázban			
<b>Nátrium-nitrit-tartalom változása</b>												
s	1,04	1,25	2,20	3,56	1,12	1,98	3,12	5,23	1,12	1,85	3,37	5,5
k <sub>b0</sub>	0	0,117	0,099	0,108	0	0,093	0,100	0,103	0	0,084	0,098	0,098
b <sub>0</sub>	0	27,09	42,51	83,93	0	21,21	38,62	75,08	0	21,05	37,03	68,31
k <sub>n0</sub>	0,067	0	0	0	0,065	0	0	0	0,065	0	0	0
n <sub>0</sub>	0,71	0	0	0	0,60	0	0	0	0,60	0	0	0
<b>Nátrium-nitrát-tartalom változása</b>												
s	1,53	5,61	9,75	19,39	3,56	6,73	6,46	4,40	2,53	7,53	9,59	14,83
k <sub>b0</sub>	0,001	0,009	0	0	0,053	0	0	0	0,001	0	0	0
k <sub>bk</sub>	0,004	0,003	0	0	0	0,003	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004
b <sub>0</sub>	4,89	11,12	0	0	3,96	16,07	21,21	11,78	7,82	19,30	28,81	35,87
k <sub>n0</sub>	0	0	0,006	0,006	0	0	0	0	0	0	0	0
n <sub>0</sub>	0	0	20,42	27,58	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Összpigment-tartalom változása</b>												
s	1,02	0,11	0,17	0,17	0,20	0,51	0,37	0,06	0,15	0,67	0,27	0,30
k <sub>b0</sub>	0,007	0	0	0	0	0	0,012	0,001	0	0	0,040	0,008
k <sub>bk</sub>	0,003	0	0	0	0,004	0	0,002	0,002	0	0,005	0	0,002
b <sub>0</sub>	1,24	0	0	0	0,18	0	0,76	0,56	0	0,84	0,85	0,85
k <sub>n0</sub>	0	0,001	0,024	0	0	0	0	0	0	0	0	0
k <sub>nk</sub>	0	0,003	0,002	0	0	0,004	0	0	0,005	0	0	0
n <sub>0</sub>	0	0,78	0,60	0,54	0	0,46	0	0	0,20	0	0	0
<b>Átpirosodás mértékének változása</b>												
s	3,99	2,92	2,40	5,84	5,92	4,74	8,14	6,13	2,32	8,07	7,58	5,40
k <sub>bk</sub>	0	0,004	0,003	0,004	0	0	0,002	0,003	0	0	0,002	0,002
b <sub>0</sub>	0	10,13	4,61	7,84	0	0	11,74	14,39	0	0	10,97	18,99
k <sub>n0</sub>	0,071	0	0	0	0,071	0,071	0	0	0,001	0	0	0
k <sub>nk</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0,003	0	0
n <sub>0</sub>	4,43	0	0	0	7,43	5,91	0	0	3,94	11,39	0	0
<b>Avasodás változása</b>												
s	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0	0	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01
k <sub>b0</sub>	0	0	0	0	0,042	0	0	0	0,007	0	0	0
k <sub>bk</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,003	0	0	0
b <sub>0</sub>	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0,07	0	0	0
k <sub>n0</sub>	0,002	0,003	0,002	0,002	0	0,014	0,065	0,101	0	0,002	0,003	0,101
k <sub>nk</sub>	0,003	0,002	0,002	0,002	0	0,002	0	0	0	0,003	0,002	0
n <sub>0</sub>	0,18	0,23	0,22	0,16	0	0,03	0,08	0,09	0	0,05	0,06	0,06
<b>Összescsira számának változása</b>												
s	0,14	0,38	0,47	0,85	0,36	0,25	0,23	0,28	0,37	0,20	0,20	0,49
k <sub>n0</sub>	0,001	0,001	0,013	0,021	0,004	0,001	0,013	0,013	0,013	0,002	0,015	0,011
k <sub>nk</sub>	0,003	0,003	0,001	0,003	0,002	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002
n <sub>0</sub>	1,13	1,35	1,27	1,09	1,15	1,09	1,25	1,30	1,21	1,15	1,35	1,30
<b>Pirosszín intenzitásának változása</b>												
s	3,25	1,70	2,11	1,41	2,27	2,92	0,32	1,61	0,95	4,52	2,45	1,11
k <sub>b0</sub>	0,007	0,084	0	0	0	0	0	0	0,043	0	0	0
k <sub>bk</sub>	0,003	0	0,005	0,004	0,005	0	0	0,003	0	0	0,004	0,003
b <sub>0</sub>	6,69	8,37	6,79	3,49	2,96	0	0	1,91	3,83	0	4,40	2,32



k <sub>nk</sub>	0	0	0	0	0	0,005	0,005	0	0	0,005	0	0
n <sub>0</sub>	0	0	0	0	0	3,34	0,54	0	0	4,57	0	0
<b>Sárgaszín intenzitásának változása</b>												
s	0,25	1,12	1,65	0,87	0,80	1,89	0,43	1,22	1,07	1,32	0,87	1,12
k <sub>b0</sub>	0,071	0,011	0	0,284	0,014	0	0,062	0	0	0	0	0
k <sub>bk</sub>	0	0,002	0	0	0,002	0,005	0	0,003	0,003	0	0,003	0,003
b <sub>0</sub>	0,39	1,40	0	1,93	2,25	1,31	0,56	1,29	1,55	0	1,21	1,36
k <sub>nk</sub>	0	0	0,005	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0
n <sub>0</sub>	0	0	2,24	0	0	0	0	0	0	1,02	0	0
<b>Keménység változása</b>												
S	8,30	8,73	9,83	6,59	3,11	4,75	4,35	7,06	4,73	6,25	10,11	10,46
b <sub>0</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	3,49	0	0	0
k <sub>nk</sub>	0,003	0,003	0,001	0,003	0,003	0,004	0,003	0,004	0	0,005	0,005	0,005
n <sub>0</sub>	136,3	142,6	115,6	141,8	3,67	11,49	14,75	23,45	0	18,35	11,17	15,77
<b>Érzékszervi szín változása</b>												
s	32,30	33,91	6,21	9,33	3,10	9,89	8,15	4,88	24,87	17,97	10,50	8,22
k <sub>bk</sub>	0	0	0	0,006	0,006	0	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
b <sub>0</sub>	0	0	0	14,59	5,26	0	10,69	9,64	27,84	25,49	22,49	23,79
k <sub>n0</sub>	0,014	0,014	0,022	0	0	0,016	0	0	0	0	0	0
k <sub>nk</sub>	0,009	0,003	0,002	0	0	0,003	0	0	0	0	0	0
n <sub>0</sub>	28,65	28,11	11,67	0	0	6,87	0	0	0	0	0	0
<b>Érzékszervi illat változása</b>												
s	15,53	14,23	5,97	6,36	8,53	12,14	12,54	10,54	19,10	18,35	10,25	8,96
k <sub>b0</sub>	0	0	0	0	0,071	0,071	0	0	0	0	0	0
k <sub>bk</sub>	0,006	0,005	0,004	0,003	0	0	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
b <sub>0</sub>	23,98	21,11	25,65	20,50	12,33	20,25	14,14	13,32	23,22	20,95	22,60	22,41
<b>Érzékszervi íz változása</b>												
s	14,11	16,49	4,17	7,36	16,19	11,65	0,88	4,23	9,81	12,07	4,66	5,73
k <sub>b0</sub>	0	0	0,001	0,009	0	0,071	0,012	0,003	0	0	0,001	0,003
k <sub>bk</sub>	0,006	0,006	0,003	0,002	0	0	0,002	0,002	0,006	0,004	0,004	0,002
b <sub>0</sub>	17,87	18,19	23,45	22,02	0	21,03	21,60	17,73	16,34	17,26	25,10	18,41
k <sub>n0</sub>	0	0	0	0	0,015	0	0	0	0	0	0	0
k <sub>nk</sub>	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0	0	0	0
n <sub>0</sub>	0	0	0	0	12,61	0	0	0	0	0	0	0
<b>Érzékszervi állomány változása</b>												
s	5,68	8,98	8,07	6,91	20,95	16,61	5,94	9,80	34,64	19,23	13,98	13,03
k <sub>b0</sub>	0	0	0	0	0,001	0,071	0	0	0	0	0	0
k <sub>bk</sub>	0	0	0	0	0,003	0	0,005	0,005	0	0,005	0,006	0,006
b <sub>0</sub>	0	0	0	0	24,14	26,50	20,25	28,04	0	20,14	17,35	15,74
k <sub>n0</sub>	0,011	0,011	0,016	0,012	0	0	0	0	0,016	0	0	0
k <sub>nk</sub>	0,001	0,002	0,002	0,002	0	0	0	0	0,003	0	0	0
n <sub>0</sub>	46,92	39,45	31,45	20,78	0	0	0	0	22,87	0	0	0
<b>Érzékszervi összbenyomás változása</b>												
s	8,89	11,04	7,45	7,13	21,44	18,76	5,52	6,93	23,99	26,61	8,32	6,06
k <sub>bk</sub>	0,006	0,005	0,005	0,004	0	0	0,004	0,004	0	0	0,006	0,005
b <sub>0</sub>	17,46	22,40	25,78	29,89	0	21,59	18,85	26,83	0	0	18,43	14,60
k <sub>n0</sub>	0	0	0	0	0,015	0	0	0	0,015	0,016	0	0
k <sub>nk</sub>	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0,003	0,003	0	0
n <sub>0</sub>	0	0	0	0	16,08	0	0	0	17,98	18,60	0	0

**Ezúton is kifejezem köszönetemet mindazoknak, akik segítettek a disszertációm  
elkészítésében.**