

ZBIGNIEW DUDA

WYBRANE ZAGADNIENIA STOSOWANIA AZOTYNU W PRZETWÓRSTWIE MIĘSA^{*)}

**„Our civilization cannot survive without preservatives.
Food comes only from living things and these are not
harvestable every day. Yet we must eat daily”.**

(Cyt. za Deatherago).

Streszczenie

Celem tego artykułu jest przybliżenie czytelnikowi współczesnych poglądów i wiedzy na temat peklowania, tj. procesu powszechnie stosowanego w przetwórstwie mięsa oraz związanych z nim podstaw teoretycznych, pojęć i niektórych zagadnień praktyki przemysłowej, ze szczególnym uwzględnieniem technologicznych i żywieniowych funkcji spełnianych przez azotyn. W opracowaniu omówiono: chemiczne przemiany azotynu w mięsie, wpływ peklowania na barwę mięsa, smako- i zapachotwórczą rolę peklowania, występowanie N-nitrozoamin w peklowanych produktach mięsnych, poszukiwania substancji zastępujących azotyn, przeciwwutleniające działanie peklowania, aspekty żywieniowe oraz wybrane zagadnienia technologii peklowania.

Wprowadzenie

Technologom żywności, w tym przetwarzającym mięso, azotyn i/lub azotan, najczęściej sodu albo potasu, podświadomie kojarzy się z procesem peklowania i ze znaczeniem oraz z technologicznymi efektami i skutkami jaki ten proces ma dla przetwórstwa mięsa. Celem tego artykułu jest przybliżenie czytelnikowi współczesnych poglądów na peklowanie, tj. zabieg powszechnie stosowany w przemyśle mięsny i na wiążące się z nim podstawy teoretyczne i niektóre zagadnienia praktyki przemysłowej, a także na problemy żywieniowe.

Prof. zw. dr hab. inż. Z. Duda, Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, ul. C. K. Norwida 25/27, 50-375 Wrocław

^{*)} Wykład plenarny (wersja rozszerzona) wygłoszony podczas XXVIII Sesji Naukowej Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN pt: Postępy w technologii i chemii żywności. Gdańsk, 8-11 września, 1997 r.

Nauka nie znalazła dotychczas odpowiedzi na pytanie kiedy człowiek pierwotny zaobserwował, że sól w zetknięciu z mięsem upolowanej zwierzyny korzystnie zmienia jego mdły, surowiczny smak na znacznie bardziej atrakcyjny, a użyta w większym stężeniu, wydłuża przydatność mięsa do spożycia, umożliwiając robienie jego zapasów. Znacznie później spostrzeżono, że sól niekiedy także przeciwdziała cieplnemu zbrązowieniu barwy mięsa, która podobnie jak smak staje się atrakcyjniejsza, zbliżona do naturalnej z przewagą odcienia różowego. Ponadto zauważono, że wraz z poprawą smaku i zapachu takie barwnie zmienione mięso staje się bardziej trwałe oraz, że mniej jest zachorowań po jego spożyciu.

W starodrukach można znaleźć stosunkowo dużo informacji o stosowaniu soli kuchennej jako substancji o właściwościach konserwujących. Nadspodziewanie dużo o procesie utrwalania z użyciem soli, a więc prawdopodobnie pośrednio również i o peklowaniu, choć na pewno nieświadomie, wiedzieli starożytni: Egipcjanie, Babilończycy, Fenicjanie, Persowie, Hetyci, Sumerowie, Grecy i Rzymianie już w VII–V tysiącleciu p. n. e. Z artykułu Binkerda i Kolari [21] wynika, że solone i suszone mięso było niemal codziennym pożywieniem ludzi w Królestwie Judei 1600 lat p. n. e. Sól z wody morskiej, naturalnie zanieczyszczoną azotanami, produkowali już 1200 lat p. n. e. Chińczycy, a Fenicjanie w tym samym czasie nią handlowali. Ponadto, przez setki lat sól była popularnym środkiem płatniczym. W czasach Homera (900 p. n. e.) utrwalanie mięsa i ryb solą było powszechne, podobnie jak i wędzenie. Katon (234–149 p. n. e.), jest m. in. autorem instrukcji technologii suchego peklowania szynek. Rzymianie utrwalali mięso w wieloskładnikowej solance (peklowanie), a wyroby mięsne produkowane zgodnie z technologią konserwacji z wykorzystaniem solanki były przedmiotem międzynarodowego obrotu handlowego. Już w I roku naszej ery zalecano używanie do utrwalania mięsa soli uprzednio wyprażonej, co sugeruje, że w ten sposób sól sterylizowano. Prażoną sól zalecano stosować w krajach o gorącym klimacie. W średniowieczu, do utrwalania mięsa solą, zaczęto dość powszechnie i świadomie stosować saletrę, tj. azotan oraz miód, a później także cukier.

Blisko 125 lat temu, w roku 1873, w USA, Edward Smith [cyt. za 21] pisał: „...najstarszą i najlepiej poznaną substancją konserwującą mięso jest sól z domieszką lub bez dodatku saletry...” i rekomendował peklowanie szynek suchą mieszanką albo w solance, jednocześnie informując, że już w 1854 r. skonstruowano aparat do doarteryjnego nastrzykiwania tusz. Jeszcze 52 lata później w 1925 r., W. H. Tomhave w książce pt. „Meats and meat products” [cyt. za 21] pisze, że szynki, bekon lub ozory, uprzednio solone na sucho, należy uzupełniająco peklować w solance z dodatkiem brązowego cukru, łyżeczki imbiru i „małej garści saletry”, a „obiektywną” miarą stężenia solanki było użycie świeżego jaja, które powinno pływać prawie w zanurzeniu.

W książce wydanej w 1926 r. w Krakowie przez mistrza wędliniarskiego Andrzeja Różyckiego pt. "Krakowskie wyroby wędliniarskie. Praktyczne wskazówki o wyrobie wędlin" [204], stosując ówczesną terminologię technologiczną, m. in. czytamy: „Wodę, w której jest rozpuszczona sól, cukier i saletra, a służącą do marynowania wędlin i różnego gatunku mięsa, „zowiemy ropą” oraz, że „Ropę do szynek można także robić z wody gotowanej, która ma tę zaletę, że się tak prędko nie psuje jak ropa z wody nie gotowanej i prędzej się w niej szynki marynują, a latem nie wolno do niej dodawać cukru, bo się burzy.”

Aktualną wiedzę o jednej z ważniejszych, tj. barwotwórczej funkcji jaką spełnia azotyn, zawdzięczamy odkryciom z końca 19. wieku i początków kończącego się stulecia. W zgodnej opinii wielu źródeł, fundamentalne pod ww. względem są wyniki badań: Polenske [188], Lehmana [120], Haldane [84] i Hoaglanda [89]. To właśnie oni dali podwaliny pod współczesną wiedzę, co prawda, jedynie o barwotwórczej funkcji azotanu i azotynu, eksperymentalnie udowadniając reakcję pomiędzy tlenkiem azotu, a barwnikami hemowymi krwi i tkanki mięśniowej.

W miarę upływu lat zwiększało się zainteresowanie losami produktów przemian, najpierw azotanu, a nieco później również azotynu oraz reakcjami tych związków w zetknięciu z tkanką mięśniową zwierząt, a przede wszystkim z zawartą w niej mioglobina. Dociekliwość śledzących kierunki, dynamikę reakcji, przemiany i procesy w jakich uczestniczyły azotany i azotyny zaowocowały, poznawczo znaczącymi i wiarygodnymi odkryciami i ustaleniami jednak dopiero wówczas, gdy zastosowano do badań promieniotwórczy izotop azotu N^{15} wbudowany w sól sodową kwasu azotawego, czyli w popularny nitryt.

Z rezultatów badań Cassensa i wsp. [38], w których do peklowania mięsa zastosowano azotyn zawierający promieniotwórczy izotop azotu - N^{15} wynika, że z wyjściowej dawki azotynu: z barwnikami hemowymi, głównie z mioglobina związane zostało 6%-15% azotynu, z białkami niehemowymi 20%-30%, z glicerydami 1%-5%, z grupami sulfhydrylowymi 5%-15%, 1%-10% uległo dysmutacji do azotynów podczas, gdy w postaci gazowej oznaczono 1%-5%, a 5%-20% jako resztkowe (wolne) azotyny. Jednak badacze amerykańscy, jak i japońscy, nie zbilansowali redystrybucji tlenu azotu w analizowanych frakcjach, a odzysk promieniotwórczego azotu wynosił w skrajnych przypadkach 38%-100%, zwykle jednak 70%-80%. Japończycy, ekstrahując upeklowaną tkankę mięśniową, w trzech frakcjach z niej wyizolowanych, odzyskiwali odpowiednio: 73%-82%, 78%-100% i 94%-100% azotynowego N^{15} podczas, gdy Amerykanie z tkanki mięśniowej bekonu izolowali 73%-87% N^{15} , a z tłuszczowej 20%-25% [38, 63, 215, 216, 262, 268].

Wiązanie przez barwniki hemowe bardzo małych ilości azotynu, a ściślej mówiąc tlenu azotu (NO), staje się zrozumiałe wówczas, gdy uwzględni się jak niewiel-

kie ilości mioglobiny są w tkance mięśniowej różnych gatunków zwierząt i drobiu rzeźnego oraz to, że 1 mmol NaNO_2 to odpowiednik 69 ppm. Z danych źródłowych wynika, że jest jej w tkance mięśniowej mięśnia najdłuższego grzbietu: świń - 0,1%; jagniąt - ok. 0,25%; bydła - ok. 0,5%; konia ok. 0,8% a wieloryba ok. 0,9%.[121]. Wg innego źródła w 1g chudej tkanki mięśniowej świń jest 0,5-2,0 mg mioglobiny, młodego i dorosłego bydła odpowiednio: 2-4 mg i 4-8 mg, zaś w mięsie jagnięcym i baranin 4-8 mg [202]. Natomiast w jasnych mięśniach drobiu może jej być mniej niż 0,5 mg podczas, gdy w ciemnych 2-4 mg/g tkanki Dane dotyczące zawartości mioglobiny w tkance mięśniowej różnych gatunków zwierząt i drobiu rzeźnego opublikowano ponadto w kilku innych źródłowych opracowaniach [85, 104, 183].

Wg Waltersa [262] rachunek stechiometryczny wskazuje na to, że utlenienie hemoglobiny do methemoglobiny zachodzi przy stosunku 1:2 (2 mole azotynu na 1 mol hemoglobiny). Późniejsze wyniki badań udowodniły, że reakcja zachodzi już przy proporcji 1:1, a nawet mniejszej, bowiem do utlenienia hemu hemoglobiny nie potrzeba więcej aniżeli 0,5-0,7 mola azotynu na 1 mol hemoglobiny.

Mimo zastosowania izotopowej techniki analitycznej wyniki badań nie były w pełni satysfakcjonujące. Okazało się bowiem, że tkanka mięśniowa jest gatunkowo i osobniczo niezwykle zróżnicowana oraz uzależniona od nadmiernie dużej ilości wzajemnie na siebie oddziaływających czynników i uwarunkowań pochodzenia endo- i egzogenne oraz stanów fizykochemicznych. O dużym zainteresowaniu rolą azotynu w produkcji żywności w ostatnim ćwierćwieczu, zarówno w odniesieniu do badań podstawowych jak i zastosowawczych, świadczą też monotematyczne sympozja naukowe poświęcone tej problematyce.

Kolejną ilustracją dla niesłabnącego zainteresowania zagadnieniami teorii i praktyki stosowania azotanu i/lub azotynu oraz ich funkcjami w procesie wytwarzania żywności, przy czym w przetwórstwie mięsa niemal wyłącznie azotynu, jest znaczna ilość literatury przeglądowej, w tym także polskich autorów [2, 8, 9, 12, 31, 35, 36, 37, 55, 70, 80, 90, 107, 114, 130, 133, 181, 190, 199, 213, 214, 240, 254 260, 263]. Świadczy to o zapotrzebowaniu na opracowania bilansujące wyniki jednostkowych eksperymentów rozproszonych w setkach publikacji i na uogólniające wnioski, jakie te doświadczenia umożliwiają sformułować.

Współdział autorów polskich w dorobku wiedzy z zakresu peklowania mięsa, przede wszystkim o charakterze zastosowawczym, został wyczerpująco przedstawiony w przeglądowych opracowaniach przez Tilgnera [248] i Dudę [56, 58, 59].

Wyniki badań umożliwiły usystematyzowanie funkcjonalnych skutków procesu peklowania z udziałem azotynu i substancji towarzyszących, sprowadzając ten proces technologiczny do aktualnie powszechnie akceptowanych następujących funkcji:

- Barwotwórczej - (30 - 50 mg/kg NaNO_2).
- Antybotulinowej (bakteriostatycznej) - [80 - 150 mg/kg NaNO_2].
- Smako i zapachotwórczej (smakowitościowej) - [20 - 40 mg/kg NaNO_2], oraz
- Przeciwtleniającej - (mg/kg ??? NaNO_2).

Chemiczne przemiany azotynu w mięsie

Powyższe funkcje azotynu są ściśle skorelowane ze zróżnicowaną reaktywnością i trwałością zachodzących reakcji, a także ze zmienną stabilnością powstających związków [72]. Sugeruje to podział azotynu na następujące 4 kategorie: *azotyn związany* (bound nitrite), *azotyn skompleksowany* (complexed nitrite), *azotyn przereagowany* (reacted nitrite) i *azotyn usidłony, w pułapce, w potrzasku* (trapped nitrite).

Azotyn związany - to najprostsza forma jonowego wiązania tlenu azotu z wybranymi funkcjonalnymi grupami tkanki mięśniowej. Takie wiązania są charakterystyczne dla białek, kwasów nukleinowych i innych endogennych polimerów.

Azotyn skompleksowany - to forma typowa dla barwnika peklowanego mięsa jako produktu redukcji kwasu azotawego do tlenu azotu w kompleksie z żelazem hemu mio- i/lub hemoglobiny. W natywnych warunkach 1 cząsteczka NO jest skompleksowana z hemem do momentu, gdy białko nie ulegnie cieplnemu zdenaturowaniu. Denaturacja uwalnia hem, który łączy się z inną cząsteczką NO. Obie formy można oznaczyć ilościowo, tj. jako barwnik hemowy lub w wyniku zdysocjowania tlenu azotu, jako wolny azotyn.

Azotyn przereagowany - tę postać uważa się za najczęściej badaną formę azotynu w środowisku tkanki mięśniowej, choć nie tylko. Jest on z reguły odnoszony do nitrozylo pochodnych grup funkcjonalnych znajdujących się w mięsie. (Tab. 1).

Mimo potencjalnych możliwości, dotychczas nie udowodniono wiązania azotynu przez grupy amidowe. Z kolei aminokwasy posiadają trzy grupy funkcjonalne reagujące z tlenkiem azotu, a mianowicie: grupy aminowe, aromatyczne i tiolowe. Produkty reagowania azotynu z cysteiną i tryptofanem uważa się za substancje pośrednio uczestniczące w procesie redukcji azotynu do tlenu azotu. Eksperymentalnie obserwowano m. in. np. stechiometryczne, jednoczesne zmniejszanie się, zarówno ilości grup tiolowych, jak i azotynu, oraz rozszczepianie się nitrozotioili pod wpływem jonów rtęci i cynku. Brak jest jednak przekonujących dowodów na to, że w ilościowo znaczącym stopniu azotyn reaguje w mięsie z wolnymi aminokwasami. Walters i wsp. (1978), cyt. za [72], sugeruje powstawanie pseudonitrozytów jako produktów reakcji kwasu azotawego z nienasyconymi kwasami tłuszczowymi. Ich obecności w mięsie jednak nie stwierdzono. Wykazano natomiast powstawanie produktów reakcji tłuszczów polarnych z azotynem i miały one właściwości przeciwtleniające. Naturalne reduktory jako dawcy elektronów oraz trójtlenek azotu uznawane są po-

wszechnie za substancje bardzo silnie redukujące, o czym szczególnie dobrze świadczy tworzenie się nitrozylowych barwników hemowych.

Tabela 1

Substancje zawarte w mięsie potencjalnie reagujące z azotynem.

Meat components potentially reacting with nitrite.

Substancje reagujące Reactive compounds	mM	Nitrozylopoходne produkty reakcji Nitrosyl-derivative products of reaction
Białka		
Peptydy	1500	Nitrozoamidy
Aminokwasy		
Cysteina	20	Nitrozotiole, RSNO
α-aminy	5	Nitrozoaminy, RNHNO, deaminacja
ε-aminy	100	„-” „-”
Aromatyczne	40	ε-nitrozwiązki
Hem (y)	0,1	kompleksy nitrozylowe, barwnik peklowanego mięsa
Tłuszcze (poziom 16%)		
Nienasycone	500	$\begin{array}{c} \text{O} = \text{N} \quad \quad \text{NO}_2 \\ \quad \quad \quad \\ \text{Pseudonitr} \text{ ozyty} - \text{C} - \text{C} - \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$
Lipidy polarne	?	Nitrozoaminy, przeciwutleniacze
Węglowodany		
Reduktory	100+	NO, tlenek azotu
Koenzymy		
NADH	1	NO
CO A	0,03	NO
Flawiny	0,002	NO
Dodatki		
Askorbiniany i/lub izo-askorbiniany	2	NO

Cyt. za [72]

W porównaniu do endogennych reduktorów mięsa, kwas askorbinowy i/lub izoaskorbinowy oraz ich sole sodowe, są nieporównywalnie silniejszymi reduktorami. Jednocześnie jednak, w trakcie szeregu redukcyjnych reakcji, askorbiniany ulegają całkowitej destrukcji, przekształcając się w ok. 33 różne produkty ich oksydacji. Uważa się, że część z nich może pośredniczyć w nitrozylowaniu mioglobiny.

Jeśli chodzi o azotyn „usidlony” (w potrzasku), to dowodem na istnienie tej formy azotynu jest m. in. to, że ze zhomogenizowanego peklowanego produktu mięsnego

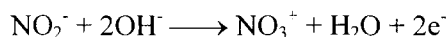
ekstrahuje się więcej azotynów i w krótszym czasie, aniżeli z próbki jedynie zmielonej. Wnioskuje się, że w naważce nie zhomogenizowanej pewne ilości azotynu są niedostępne dla eluenta, tzn., że są „*usidlone*”. Eksperymentalnie udowodniono, że azotyn związany wiązaniami labilnymi, można całkowicie wyekstrahować stosując wielokrotne eluowanie [72]. Wyniki własnych badań są zgodne z obserwacjami innych autorów [57].

Azotyn sodu jest silnym utleniaczem i bardzo aktywnie reaguje z endo- i egzogennymi reduktorami, np. z askorbinianem sodu do tlenku azotu. Stąd też reduktory są związkami niezbędnymi w procesie peklowania.

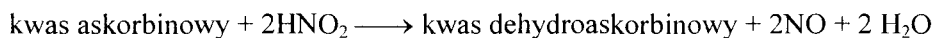
Z chemicznego punktu widzenia tlenek azotu posiada nieparzystą ilość elektronów i dlatego jest szczególnie reaktywny z wieloma rodnikami oraz z tlenem. Z kolei, kwas azotawy jest bardzo nietrwały w roztworze i w odwracalnej reakcji rozkłada się na następujące składowe:



Zachowuje się on w roztworze zarówno jako związek redukujący, jak i utleniający, ale w środowisku zakwaszonej tkanki mięśniowej przejawia głównie aktywność utleniającą. Jednocześnie jednak część azotynu użytego do peklowania ulega utlenieniu do azotanu już w trakcie peklowania, a następnie podczas przechowywania:



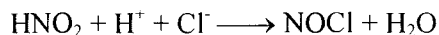
W reakcji z kwasem askorbinowym, kwas azotawy jest zredukowany przez 1 równoważnik tworząc czyli tlenek azotu (NO), a kwas askorbinowy ulega jednocześnie utlenieniu do kwasu dehydroaskorbinowego:



Kwas dehydroaskorbinowy ulega z kolei procesom oksydacyjnym m. in. do kwasu gulonowego i do szeregu innych pośrednich substancji.

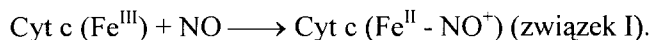
Uważa się, że kwas 2,3-dinitroaskorbinowy jest kluczową substancją nitrozylującą oraz generującą N_2O_3 i kwas dehydroaskorbinowy lub, że dokonuje on transferu tlenu azotu do innych substratów. Kwas askorbinowy, traktowany w technologii mięsa jako związek funkcjonalny, posiada zróżnicowaną reaktywność (kwasową i zasadową) i reaguje z azotynem w silnym uzależnieniu od pH. Jako pierwsze stadium tworzy N_2O_3 , który reaguje albo z kwasem askorbinowym albo z askorbinianem.

Kwas azotawy, w obecności chlorków w dużym stężeniu, może ulegać transformacji do nitrozylochlorek:



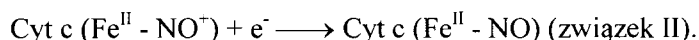
Nitrozylochlorek jest mniej reaktywny, aniżeli N_2O_3 , ale bardziej reaktywny niż NO^+ i może uczestniczyć w generowaniu innych substancji nitrozylujących.

Kolejną substancją istotną dla barwotwórczej funkcji procesu peklowania z udziałem azotynu jest cytochrom c. Wówczas gdy posiada żelazo trójwartościowe /Fe (III)/ bardzo łatwo reaguje z NO tworząc dimagnetyczny ferrocytochrom c, tj. nitrozylo związek I.



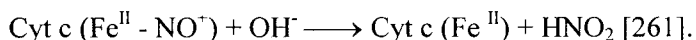
Uważa się, że nitrozylo związek I odgrywa centralną rolę w przemianach NO w mięsie. Tworzy się on w zakwaszonej tkance mięśniowej w obecności askorbinianu przy uczestnictwie w tej reakcji nieznanej dla niej substancji mediacyjnej.

Kwas askorbinowy może zredukować nitrozylo związek I do mniej trwałego ferrocytochromu c, tj. do nitrozylo związku II ,



Nitrozylo związek II uczestniczy z kolei w procesach transnitrozylowania i tworzenia się w reakcjach utleniania gazowych związków azotu.

W środowisku alkalicznym jon hydroksylowy uwalnia NO^+ z nitrozylo związku II, generując NO_2 :



Od wielu już lat w przesadnie krzywym zwierciadle, przedstawia się problematykę nitrozylowania składników żywności produkowanej z udziałem azotanu i/lub azotynu. Potencjalnie bowiem, w rezultacie tego procesu, mogą syntetyzować się N-nitrozoaminy.

Z różnym więc nasileniem prowadzi się kampanię przeciwko stosowaniu azotynu w technologii żywności, przede wszystkim w przetwórstwie mięsa. Azotynowi, w kontekście jego użytkowania w procesie peklowania, z reguły przypisuje się pejoratywne znaczenie.

Na ogół opinia publiczna nie jest wystarczająco dobrze informowana, m. in. o endogennym, fizjologicznym źródle azotanu przekształcanego w jamie ustnej do azotynu jakim jest ślina i o procesach nitrozylowania jakie zachodzą w przewodzie pokarmowym. Nie jest ona również informowana, że roślinne artykuły żywnościowe, a przede wszystkim niektóre warzywa, są niemal z reguły znacznie bogatsze w azotany, aniżeli żywność pochodzenia zwierzęcego. Również woda pitna jest potencjalnym zagrożeniem wprowadzając do organizmu znaczne ilości azotanu. Zagrożenie z tego ostatniego źródła dotyczy szczególnie ludności rejonów rolniczych, choć nie tylko.

Jednocześnie w ciągu ostatnich kilku lat ukazało się wiele naukowych ekspertyz zogniskowanych na wysoce znaczącym, ważnym i korzystnym funkcjonowaniu tlenu azotu w organizmie człowieka. Okazuje się, że jest on m. in. biologicznym „messen-

gerem”, istotnym dla fizjologicznej funkcji neurotransmisji, procesów krzepnięcia krwi, kontrolowania ciśnienia krwi oraz dla systemu immunologicznego zdolnego do zabijania komórek nowotworowych i wewnątrzkomórkowych pasożytów [31].

Współczesne obserwacje dotyczące roli tlenu azotu w procesach fizjologicznych miały wcześniejsze rozeznanie stwierdzające, że organizm człowieka, szcztura i świni wydalają z moczem więcej azotanów, aniżeli pobierał go z pokarmem lub paszą. Dziś już wiadomo, że nawet mikroflora może generować tlenek azotu, redukując azotany lub utleniając amoniak oraz, że syntetaza azotynowa katalizuje wielostopniowe utlenianie L-argininy i cytruliny do tlenu azotu. Tlenek azotu, uwalniany przez śródbłonkowe komórki naczyń krwionośnych, migruje do komórek mięśni gładkich wywołując ich relaksację i rozszerzanie się prowadzące do obniżenia tętniczego ciśnienia krwi. Udowodniono, że tlenek azotu uczestniczy w procesie uczenia się i zapamiętywania oraz pomaga komórkom przechowywać i przypominać przechowywane informacje. A więc nie należy przesadzać z azotynowym zagrożeniem, szczególnie ze strony peklowanych wyrobów mięsnych i warto wiedzieć, że 1/10 milimola NaNO_2 to tylko ok. $7 \mu\text{g}$. Biochemiczne detale fizjologicznych funkcji tlenu azotu są ciągle jeszcze nie w pełni poznane, nie całkowicie zrozumiałe i zinterpretowane. Azotyn ulega interkonwersji do wysoce zróżnicowanych form oksydacyjno-redukcyjnych cechujących się nie mniej zróżnicowanym chemizmem. Przyjęta i stosowana terminologia, tj. tlenek azotu, nie identyfikuje adekwatnie jego redukcyjno-oksydacyjnych postaci jak i nie opisuje chemicznej reaktywności azotynu w układach biologicznych [31].

Wpływ peklowania na barwę mięsa

Problem mechanizmów rządzących powstawaniem nitrozylobarwnika, tj. substancji typowej i charakterystycznej dla peklowanej tkanki mięśniowej zwierząt rzeźnych, był w przeszłości i nadal jest przedmiotem zainteresowań badawczych [55]. Wysoce znaczącym bodźcem do badań wpływu peklowania na barwę mięsa są zwiększające się wymagania dystrybucyjne, szczególnie w odniesieniu do trwałości cech sensorycznych, dla których konsumencka atrakcyjność i trwałość barwy peklowanych przetworów mięsnych, ma wyjątkowo duże znaczenie. Liczna jest literatura dotycząca barwotwórczego skutku procesu peklowania, zarówno ta poznawcza, jak i zastosowawcza [4, 18, 35, 48, 79, 98, 103, 107, 114, 123, 126, 173, 174, 261]. M. in. stwierdzono, że stopień konwersji barwników hemowych w fermentowanej kiełbasie zwiększył się z wyjściowo 70% do 90% w wyrobie finalnym, istotnie polepszając atrakcyjność jego barwy [41], a przechowalnicze odbarwienie się kiełbasy bolońskiej w większym stopniu było uwarunkowane naświetlaniem, zaś w mniejszym było uzależnione od temperatury [28]. Intensywność nitrozylowania mioglobiny, a tym samym

tworzenie się wysyczonej barwy mięsa peklowanego, jest pochodną wielu czynników m. in. takich jak: pH, reaktywność i redukcyjność środowiska, temperatura, ilość barwników hemowych i ich dostępność dla tlenu azotu, a także od stopnia zaawansowania oraz poprawności lub wadliwości glikolitycznych zmian poubojowych. Wadliwość glikolitycznych zmian poubojowych skutkuje m. in. np. tym, że mięso DFD źle się pekluje. Dynamika nitrozylowania jest również uzależniona od reduktorów wprowadzanych do mięsa wraz z innymi substancjami peklującymi. W warunkach przemysłowych wykorzystuje się do tego celu przede wszystkim kwasy askorbinowy i izoaskorbinowy oraz ich sole - głównie sodowe, ale także m. in. kwas cytrynowy i jego sól sodową, albo mieszaniny obu tych związków. Stosowane są w tym celu również i inne związki chemiczne [49, 60, 65, 73, 77, 94, 95, 96, 108, 110, 119, 148, 156, 168, 239, 252].

W powyższym kontekście za unikalną należy uznać produkcję szynki parmeńskiej, wytwarzanej bez udziału azotanu i/lub azotynu oraz reduktorów. Jej intensywne czerwone barwa, jak świadczą o tym wyniki najnowszych badań, jest przypuszczalnie produktem przemian mikrobiologicznych [150]. Udowodniono również, że bezpośrednie reagowanie mioglobiny tkanki mięśniowej świń z amoniakiem, prowadzi w efekcie do wytworzenia się różowej barwy trwałej po obróbce cieplnej. Mięso uprzednio ugotowane nie reagowało z amoniakiem [237]. Ze względu na oryginalność podejścia do ilości stosowanych reduktorów na uwagę zasługuje opracowanie Tyszkiewicz i Moch. Ww. autorzy wskazują, że przy dawkowaniu reduktorów należałoby zrezygnować ze stosunków masowych na korzyść proporcji molowych np. askorbinianu sodu do azotynu [255].

W odniesieniu do mioglobiny i jej reaktywności, do szczególnie cennych osiągnięć ostatnich kilkunastu lat zalicza się dalsze uściślenie jej budowy cząsteczkowej i roli jaką spełniają jej grupy funkcyjne. Kowalencyjna struktura ($\text{Fe}^{2+}\text{O}_2^-$) hemoglobiny (mioglobiny) jest współcześnie uważana za mało prawdopodobną. Ten kompleks, zgodnie ze współczesną wiedzą, jest lepiej reprezentowany przez niskospinowy ponadtlenkowy kompleks żelazawy ($\text{Fe}^{3+}\text{O}_2^-$). Nie wyklucza się jednak, że żelazo tlenowy kompleks znajduje się pomiędzy ekstremami jakimi mogą być wiązania kowalencyjne, ale też i jonowe [102, 123]. Podjęto ponadto próbę uporządkowania nazewnictwa, przede wszystkim w odniesieniu do barwnika peklowanej tkanki mięśniowej poddanej obróbce cieplnej, czyli w odniesieniu do związku barwnego jaki tworzy się po zdenaturowaniu globiny [98, 174, 219, 261] Tab. 2 i 3.

Tabela 2

Nazewnictwo barwnika mięsa peklowanego surowego i poddanego obróbce cieplnej.
Pigment nomenclature of raw and cooked cured-meat.

Mięso peklowane surowe
Nitrozylomioglobina (nazwa uprzednia), rodniko - kation nitrozylomioglobiny (nazwa aktualna), nitrozylooksymyoglobina (po redukcji rodniko - kationu nitrozylomioglobiny)
Mięso peklowane po obróbce cieplnej
Nitrozylhemochromogen, mononitrozylhem (kompleks pięciokoordynacyjny), dinitrozylhem (związek sześciokoordynacyjny), mononitrozylprotophem, dinitrozylprotophem - (nisko-spinowy kompleks żelazoporfirynowy), mononitrozylżelazoprotoporfiryna - (wiąże 1 cząsteczkę NO), dinitrozylżelazohemochromogen - (nazwa przestarzała), mononitrozylhem - (pięciokoordynacyjny paramagnetyczny kompleks).

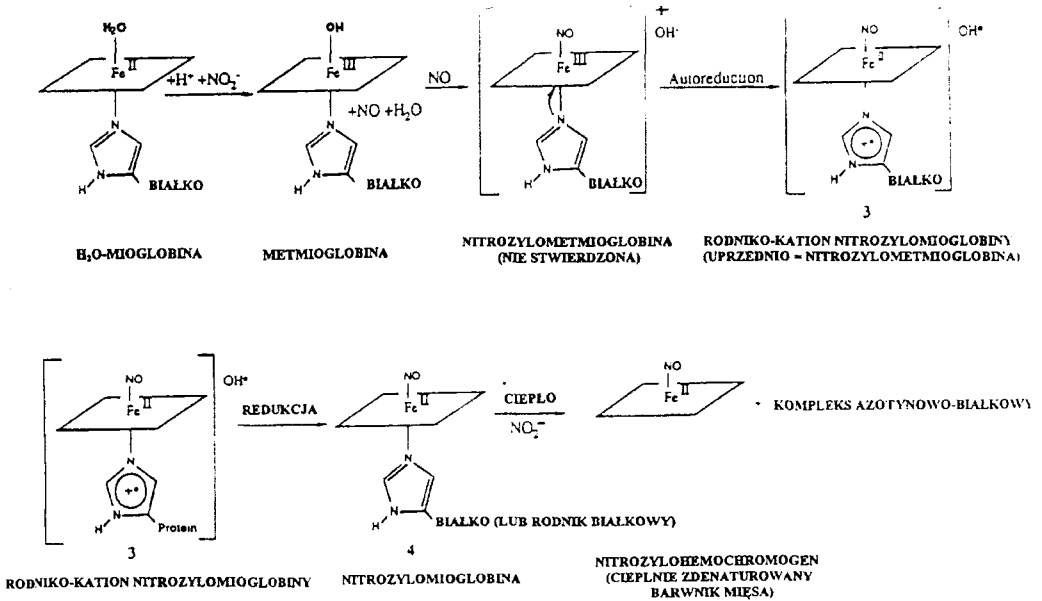
Adaptował Z. Duda [różne źródła]

Tabela 3

Barwniki hemowe tkanki mięśniowej.
Hem pigments of meat tissue.

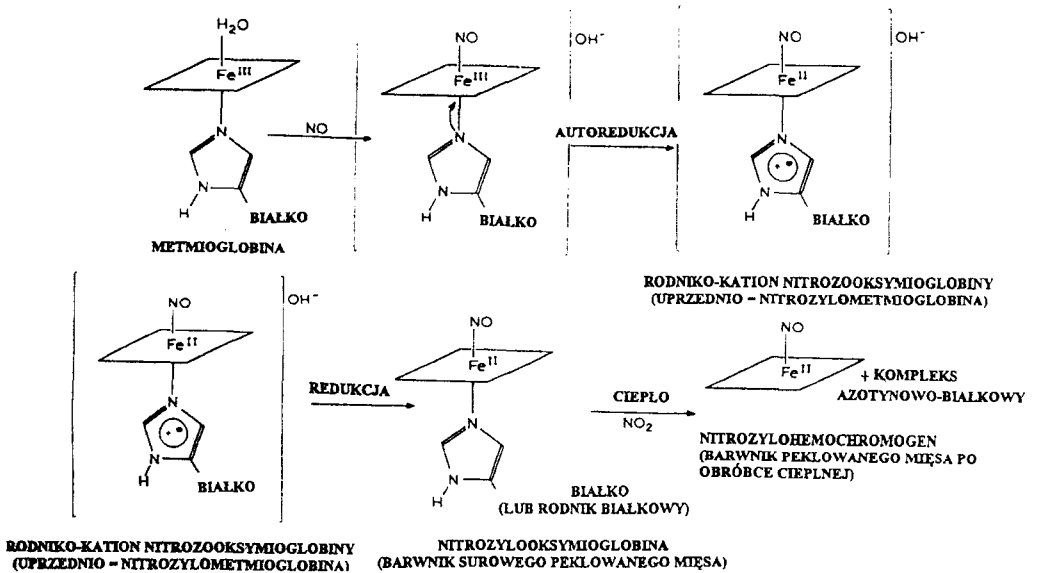
Postać barwnika	Potencjał red - ox Fe	Związki/grupy w pozycji 6	Stan globiny	Stan hemu	Barwa
Mioglobina	Fe ⁺²	H ₂ O	Natywny	Nie zmieniony	purpurowo-czerwona
Oksymyoglobina	Fe ⁺²	O ₂	„	„	jasnoczerwona
Metmioglobina	Fe ⁺³	H ₂ O	„	„	brązowa
Mioglobina zdenaturowana	Fe ⁺²	H ₂ O	Zdenaturowana	„	brązowa
Nitrozylomioglobina	Fe ⁺²	NO	Natywny	„	jasnoczerwona
Nitrozylhemochromogen	Fe ⁺²	NO	Zdenaturowana	„	jasnoczerwona lub różowa
Sulfmioglobina	Fe ⁺³	H ₂ S	Zdenaturowana	Nie zmieniony lecz zredukowany	zielona
Cholemioglobina	Fe ⁺² lub Fe ⁺³	H ₂ O ₂	„	„	zielona
Wolne i utlenione porfiryny	Fe	Brak	Brak	Budowa pierścieniowa zniszczona, łańcuch otwarty	żółta, bezbarwna

Adaptował Z. Duda za [202].



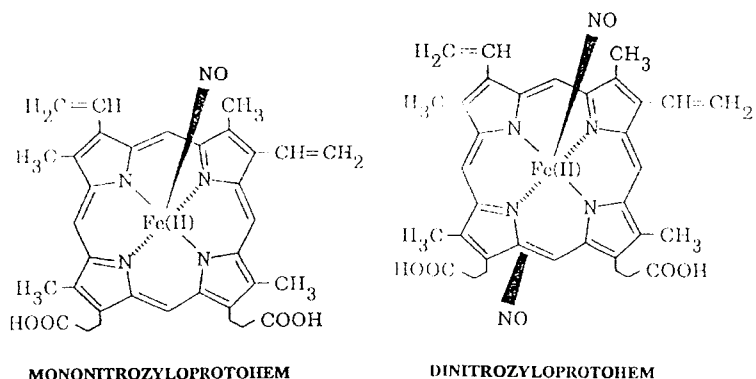
Rys. 1. Kształtowanie barwy peklowanego mięsa – proponowany mechanizm reakcji [102].

Fig. 1. Forming of cured-meat pigment – mechanism of reaction [102].



Rys. 2. Proponowany mechanizm tworzenia się ciepłnie zdenaturowanego barwnika peklowanego mięsa [123].

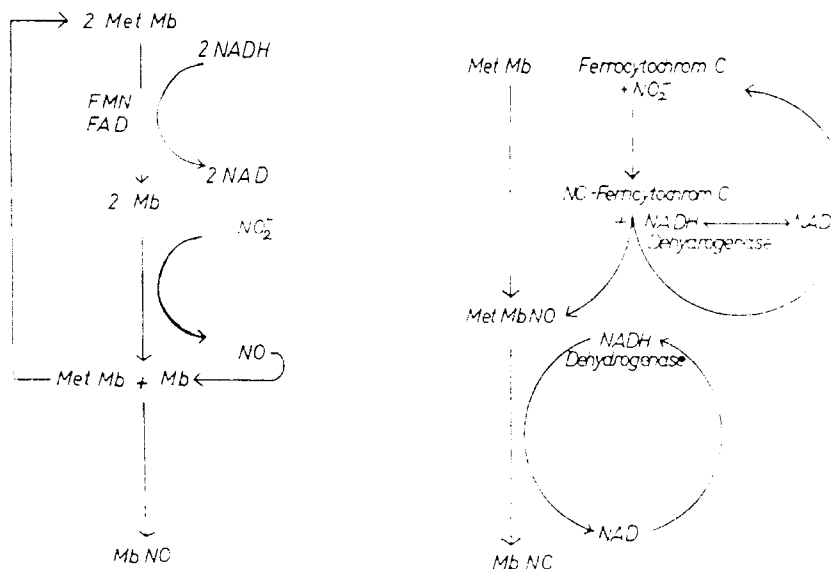
Fig. 2. Proposed mechanism of forming of heat denaturated cured-meat pigment [123].



Rys. 3. Budowa strukturalna mono i dinitrosylprotohemu [174].

Fig. 3. Structure of mono and dinitrosyl protohem [174].

Nadal jednak niewiele na aktualności straciły wcześniejsze wyniki badań o enzymatycznym i nieenzymatycznym mechanizmie procesów barwotwórczych towarzyszących peklowaniu mięsa [55, 106] Rys. 4.

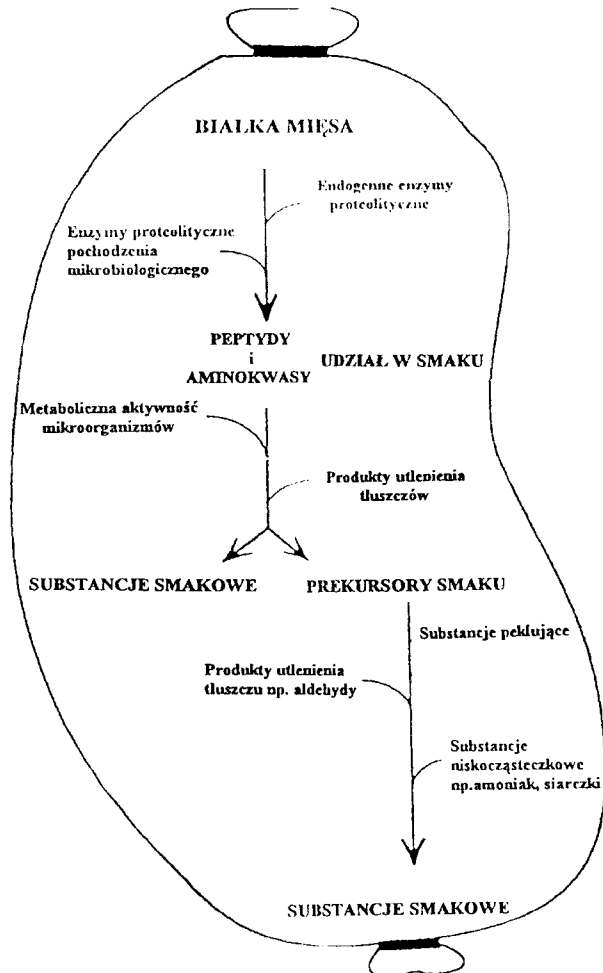


Rys. 4. Nieenzymatyczne i enzymatyczne tworzenie się nitrosylomioglobiny:
 Strona lewa: tworzenie się nitrosylomioglobiny wg C. Koizumi i W. D. Browna.
 Strona prawa: tworzenie się nitrosylomioglobiny wg C. L. Waltersa i in. [Cyt. za 54].

Fig. 4. Nonenzymatic and enzymatic formation of nitrosyl myoglobin.
 Left: after C. Koizumi and W.D. Brown.
 Right: after C.L. Walters and others.

Smako- i zapachotwórcza rola peklowania

W profilu smakowitościowym wyrobów produkowanych z mięsa peklowanego, oprócz natywnych, wyjściowych właściwości mięsa kształtowanych przez: rasę, płeć, wiek, chów, żywienie itp., uczestniczą produkty reagowania azotynu z białkami, przede wszystkim z ich grupami funkcjonalnymi, a także substancje tworzące się w wyniku reakcji tlenu azotu z wolnymi aminokwasami i ich grupami tiolowymi, z peptydami itp. [99] Rys. 5.



Rys. 5. Potencjalne metaboliczne ścieżki powstawania prekursorów substancji smakowych z białkowej frakcji peklowanego mięsa [5].

Fig. 5. Potential metabolic paths of flavour precursor forming from protein fraction of cured-meat [5].

Jedną z wielu przyczyn usprawiedliwiających małą ilość opracowań naukowych dotyczących wykształcania się specyficznej smakowitości w mięsie peklowanym, a szczególnie w wyrobach z niego wyprodukowanych, jest komplikowanie się przedsięwzięć eksperymentalnych, w wyniku nakładanie się na siebie nie tylko skutków procesu peklowania, ale z reguły jednocześnie także obróbki cieplnej i/lub wędzarniczej, również kształtujących smakowitość. Nie można również wykluczyć współuczestnictwa w kształtowaniu smaku i zapachu przetworów z mięsa peklowanego efektów przyprawiania oraz np. stosowania, w procesie produkcji wyrobów fermentowanych, startowych kultur bakteryjnych. Udział produktów metabolizmu tych ostatnich może być niekiedy wręcz dominujący [5, 16, 27, 53, 80, 100, 152, 159, 195, 196, 197, 236, 238]. Modyfikacje procesu technologicznego produkcji np. bекonu, z peklowania w basenach, na peklowanie w foliowych pojemnikach, prowadzą do znacznego zróżnicowania smakowitości finalnego produktu, a szczególnie zapachu [3, 88].

N-nitrozoaminy w peklowanych produktach mięsnych

Krytycznym okresem współczesnej historii stosowania w przetwórstwie mięsa tzw. soli peklujących, było udokumentowanie potencjalnej i realnej możliwości syntetyzowania się N-nitrozoamin w peklowanych przetworach mięsnych. Skutkiem działań wszczętych w wyniku urzędowych i społecznych nacisków ukierunkowanych na zaprzestanie narażania ludzi na choroby nowotworowe wywoływane rakotwórczymi N-nitrozoaminami i/lub amidami, potencjalnie mogącymi znajdować się w peklowanych przetworach mięsnych, lub syntetyzującymi się w organizmie człowieka z substratu do ich syntezy jakim jest tlenek azotu było:

1. Całkowite zabronienie w wielu krajach Europy, w USA, Kanadzie itp., używania azotanów do peklowania mięsa lub zezwolenie na ich bardzo ograniczone, selektywne użycie, co było uzasadniane nie poddającymi się ścisłej ilościowej kontroli mikrobiologicznymi, denitryfikacyjnymi procesami typowymi dla peklowania azotanowego.
2. Niemal powszechne stosowanie azotynów, np. w USA już od 1926 r. Jednocześnie obserwuje się tendencję do permanentnego weryfikowania wyjściowych ilości azotynu w celu zminimalizowania jego resztkowego poziomu. Dawkowanie azotynu ustala się również w uzależnieniu od kierunku przetwórczego wykorzystania mięsa peklowanego (wyroby surowe, parzone, konserwy).
3. Poszukiwanie substytutów azotynu o ekwiwalentnej, jednostkowej, albo sumarycznej efektywności lub jako mieszaniny substancji spełniającej wszystkie funkcje azotynu, tj.: barwo-, smako- i zapachotwórczą, antybotulinową oraz przeciwutleniającą.

Przepisy sanitarne ukierunkowane na ochronę zdrowia publicznego w związku z żywieniowo negatywnym skutkiem stosowania azotynu, są w większości cywilizowanych państw świata z reguły bardzo restryktywne. Stąd też unika się pozostawiania w żywności przetwarzanej z udziałem azotynu nieuzasadnionych jego ilości w stanie nie związanym (wolnym), tj. dostępnym dla syntezy nitrozoamin. Względnie powszechnie używane i akceptowane wyjściowe ilości NaNO_2 ilustruje Tab. 4. Natomiast uszczegółowione, dopuszczone do stosowania ilości azotynów i/lub azotanów w przetwórstwie mięsa znaleźć można w monograficznym piśmiennictwie [12, 29, 31, 91, 181].

Tabela 4

Wyjściowe dawki NaNO_2 przy stosowaniu mieszaniny $\text{NaCl} + \text{NaNO}_2$.
Initial doses of NaNO_2 during use of $\text{NaCl} + \text{NaNO}_2$ mixture.

Asortyment wyrobu	Stosowane dawki NaNO_2
Kielbasy typu parówkowa	60 - 80 mg/kg
Kielbasy produkowane ze wstępnie parzonych surowców	70 - 80 mg/kg
Wyroby peklowane parzone	80 - 120 mg/kg
Kielbasy suszone	100 - 120 mg/kg
Wyroby surowe (wędzonki)	50 - 150 mg/kg

Charakterystyczne dla zachowań azotynu jest zmniejszanie się jego resztkowych ilości podczas przechowywania wyrobów mięsnych, w porównaniu do oznaczonych bezpośrednio po zakończeniu procesu produkcyjnego. Jest to wynikiem postępującej, wraz z upływem czasu od zakończenia produkcji, konwersji barwników hemowych do nitrozylopo pochodnych oraz w dysmutacji azotynu do azotanu [28, 34, 38, 41, 54, 61, 119, 149, 208, 211, 242, 243, 257].

Dla technologii peklowania niewątpliwie newralgicznym problemem są N-nitrozoaminy. Związki te są periodycznie wykorzystywane przez tzw. media jako przykład trucicielskiej, tj. zagrażającej zdrowiu działalności przemysłu mięsnego. Krytyce poddawane są szczególnie peklowane przetwory mięsne, mimo przecież spożywania znacznie groźniejszych ich źródeł, które okazują się być nietykalne, bowiem z punktu widzenia nowoczesnej dietyki nie wypada odradzać jedzenia warzyw mimo, że wśród nich są akumulujące azotany [31, 50, 68].

Z lektur traktujących o nitrozoaminach można się dowiedzieć o zróżnicowanej kancerogennej agresywności nitrozoamin oraz o zindywidualizowaniu przez nie obiektów agresji tj. różnych organów np. nerek, płuc, przełyku itp. [10, 11, 87, 191, 214]. Wyniki oceny artykułów żywnościowych produkowanych w Brazylii, wskazują

Tabela 5

Zawartość azotanu i azotynu w różnych produktach żywnościowych.

Content of nitrate and nitrite in different food products.

Kategoria produktu	Asortyment	Azotan (mg/kg)	Azotyn (mg/kg)
Wyroby peklowane	Bekon, szynka	50-500	15-70
	Luncheon meat	15-250	5-20
	Kiełbasy (USA)	15	6
	Kiełbasy m. in. Europa	50-200	10-15
Warzywa	Seler	1000-3000; 1600-2600	0
	Szpinak	100-1400; 500-4000	0
	Kapusta	500-1000	0
	Sałata	500-4000	0
	Pomidory	0-100	0
	Rzodkiewka	2400-3000	0
	Cukinia	600	0
	Marchew	50-250	0
	Buraki ćwikłowe	1500-3000; 2600	0-5
	Ziemniaki	20-50	0
Zboża	Mąka pszenna	0-5	0
	Chleb i ciastka	5-15	0-5

Adaptował Z. Duda [różne źródła, w tym 50, 87].

że wśród analizowanych 231 próbek, aż 44% zawierało nitrozoaminy (N-nitrozodimetyloaminę i N-nitrozopirrolidynę), co prawda w małych ilościach. Symptomatyczne w powyższym kontekście jest to, że we wszystkich badanych produktach żywności stwierdzono obecność azotanów w przedziale od 4,9 mg/kg, aż do 1250 mg/kg [169]. Źródłowe dane wskazują, że potencjalnie dużo nitrozoamin może być w silnie wysmażonym, klasycznym bekonie [78, 86, 135]. Wysoka temperatura smażenia sprzyja syntezie nitrozoamin, ale jednocześnie zmniejsza ich pobranie z uwagi na lotność tych związków. Znacznie mniejsze ilości nitrozoamin stwierdzono w tzw. bekonopodobnych wyrobach produkowanych z wołowiny i mięsa indyczego [78]. Niewielkie ilości nitrozoamin oznaczono w wielu przetworach mięsnych, w tym m. in. np. w wędzonkach i w salami, a w wyrobach mięsnych produkowanych w siatce z gumy, stwierdzono od 10 μ /kg do ponad 200 μ /kg N-nitrozodibenzyloaminy. Te ostatnie obserwacje nakazują zrezygnowanie z ich stosowania [67, 82, 124, 175, 206, 214, 217, 241, 234].

Stąd też oczywiście nie wolno lekceważyć potencjalnie możliwego zanieczyszczenia przetworów mięsnych N-nitrozoaminami i dlatego podstawowym zadaniem technologów jest produkowanie żywności nie zawierającej tych substancji oraz mini-

malizowanie, szczególnie w wyrobach mięsnych, zarówno wyjściowych jak i resztkowych ilości substratu niezbędnego do ich syntetyzowania się, tj. azotynu.

Inhibitorami syntezy nitrozoamin są askorbiniany i α -tokoferol. Ograniczenia ich zastosowania wynikają jednak z tego, że askorbiniany nie są rozpuszczalne w tłuszczach i stąd mała jest ich przydatność do produkcji bekonu lub boczku, podczas gdy α -tokoferol, z uwagi na nierozpuszczalność w wodzie, nie może być zastosowany do przygotowania solanek nastrzykowych i wymaga użycia polisorbiniowych emulgatorów [10].

Poszukiwania substancji zastępujących azotyn

Reakcją na stwierdzenie syntetyzowania się nitrozoamin w przetworach produkowanych z mięsa peklowanego było poszukiwanie substancji mogących w procesie peklowania zastąpić azotyn. Niestety, mimo przebadania setek związków chemicznych, nie znaleziono żadnego spełniającego wszystkie charakterystyczne dla azotynu funkcje [24, 44, 55, 92, 170, 171, 244, 254, 258].

Jedynym, jak do tej pory przedsięwzięciem, częściowo zrealizowanym z sukcesem, było zsyntetyzowanie nitrozylo pochodnej naturalnego barwnika hemowego z wykorzystaniem do tego celu hemoglobiny krwi zwierząt rzeźnych. Zsyntetyzowanemu barwnikowi hemowemu dobrze imitującemu barwnik gotowanego peklowanego mięsa przyswojono nazwę dinitrozyloferrochromogen, ale współcześnie coraz powszechniej stosowaną nazwą jest - *cooked cured - meat pigment (CCMP)*, czyli *barwnik gotowanego peklowanego mięsa - peklowanej tkanki mięśniowej poddanej obróbce cieplnej*. Wysoko oceniając, koncepcyjne i realizacyjne efekty wykonanych badań, należy jednak twierdzić, że jest to ciągle jeszcze tylko bardzo dobra imitacja barwnika mięsa peklowanego i, że umożliwia ona jedynie zrezygnowanie z barwotwórczej funkcji azotynu. Pozostałe trzy muszą być zagwarantowane przez inne związki chemiczne, przy czym do szczególnie trudnych do rozwiązania zaliczyć należy substytucję subtelnej funkcji smako-, a szczególnie zapachotwórczej azotynu, chociaż użycie odpowiednio dobranych substancji smakowo i zapachowo bodźcowych, może do złudzenia imitować wyróżniki sensoryczne charakterystyczne dla wyrobów wyprodukowanych z mięsa peklowanego [102, 103, 160, 161, 205, 218, 220, 221, 222, 223, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 235].

Tabele 6 i 7 ilustrują potencjalne i częściowo już realne możliwości zrezygnowania z barwotwórczej oraz z innych funkcji azotynu m. in. w wyniku zastosowania odpowiednio zestawionych mieszanin. Z ich treści, już na pierwszy rzut oka, widać jak uniwersalnym związkiem jest jednak azotyn sodu.

Tabela 6

Związki chemiczne i preparaty potencjalnie substytucyjne dla azotynu.

Chemical compounds and preparates potentially substitutive for nitrite.

1. Barwnik mięsa peklowanego, gotowanego. (Cooked cured meat pigment (CCMP).
2. Preparat „Sweeta” (erytrozyna, fosforany, tertiary butyl hydroquinone TBHQ - trzyczłonowy-butylohydrochinon, estry alkilowe kwasu fumarowego, kwas para-hydroksybenzoesowy, kwas sorbowy i sorbiniany).
3. Antocjaniany i betacjaniany.
4. Preparaty krwi (peklowane, ozonowane).
5. S-nitrozocysteina.
6. Ekstrakt barwnika monascusowego - produkt fermentacji skrobi ryżowej przez <i>Monascus purpureus</i> .
7. Kwas nikotynowy i/lub amid kwasu nikotynowego, 4 - nikotynian - 5 – erytriolu.
8. Pirydyny.
9. Związki heterocykliczne: tetrazole, puryny, pirymidyny, amidazol, pirazyna, triazyna.
10. Substancje antybakteryjne: kwas mlekowy i/lub jego sole, kwas sorbowy i/lub jego sole, nizyna, podfosforyn sodu, kwas etyldiaminotetraoctowy (EDTA), kwaśny pirofosforan sodu, fumarany metylu i/lub etylu, czyste kultury <i>Lactobacillus</i> ów.
11. Czynniki Perigo.
12. Czarna sól Roussina – żelazotionitrozyl.
13. Paramagnetyczny dinitrozyl cysteiny i pochodne żelazo – aminokwasowe.
14. Syntetyczne i naturalne przeciwutleniacze.

Cyt. za: [24, 44, 219]

Tabela 7

Mieszanki substancji potencjalnie substytucyjne dla NaNO_2 .

Mixtures for substitution of NaNO_2 .

Barwniki Dinitrozylferrohemochromogen (DNFH)
Związki helatujące heksametafosforan (SHMF), pirofosforan sodu (SPP), trójpolifosforan sodu (STPF), dwusodowa sól kwasu etylenotrójaminocztworowego (Na_2 EDTA), kwas dietylenotrójaminopięciocztworowy (DPTA)
Przeciwutleniacze Butylohydroksyanizol (BHA), butylohydroksytoluen (BHT), tertiary butyl hydroquinone (TBHQ), galusan propylu
Reduktory/przeciwutleniacze kwasy: askorbiniowy i izoaskorbiniowy, askorbinian i izoaskorbinian sodu, palmitynian askorbylu, acetal askorbylowy
Substancje antybakteryjne kwas sorbowy, sorbinian potasu, ester propylowy kwasu parahydroksybenzoesowego (paraben propylowy), mono i dwu etylowe estry kwasu fumarowego, podfosforyn sodu, napromieniowywanie małą dawką promieniowania gamma w niskiej temperaturze
Składniki standardowe NaCl, sacharoza, NaNO_2 , woda destylowana

Cyt. za: [221]

Antybotulinowa funkcja azotynu

Do problemów, jakich nie rozwiązuje zsyntetyzowanie pigmentu imitującego barwnik peklowanego mięsa, zaliczyć należy w przetwórstwie mięsa również *antybotulinową* funkcję stosowania azotynu. Dla tej roli azotynu nadal brak jest pełnego rozpoznania i teoretycznego wytłumaczenia mechanizmów nią rządzących. Z uwagi na skalę produkcji i spożycia wyrobów wytwarzanych z mięsa peklowanego, ta właśnie funkcja azotynu zasługuje na szczególne docenienie np. w porównaniu z funkcją smako- i zapachotwórczą. Te ostatnie można przecież dość łatwo kreować poprzez aromatyzowanie przyprawami roślinnymi i dodatkami smakowo i zapachowo bodźcowymi, nie wspominając już o teoretycznych możliwościach kształtowania kolejnego, towaroznawczego wyróżnika jaką jest barwa. W większości dostępnych źródeł stwierdza się, że jednym z bardziej prawdopodobnych mechanizmów antybotulinowej funkcji azotynu jest sekwestrowanie przez niego jonów żelaza, niezbędnych do proliferacji i produkowania toksyny przez *Clostridium botulinum* [7, 10, 11, 15, 19, 22, 23, 30, 40, 43, 81, 117, 146, 179, 180, 198, 201, 203, 249, 250, 251]. Źródłowe dane informują ponadto, że azotyn przejawia fizjologicznie niekorzystną aktywność nie tylko w stosunku do *Clostridium botulinum*, ale również i w odniesieniu do innych patogenów [10, 64, 194].

Przeciwtleniające działanie peklowania

Przeciwtleniająca rola azotynu w procesie peklowania jeszcze do niedawna była niedostrzegana i niedoceniana. Poglądy na tę funkcję radykalnie zmieniły się z chwilą wykazania przeciwdziałania tego związku procesom oksydacyjnego jęłczenia tłuszczowców.

Kutrowane przetwory mięsne, m. in. parówki, serdelki, mortadela itp. wytwarzane są nadal jeszcze z dużym udziałem tłuszczu w zestawie surowcowym ich receptury. W wyrobach kutrowanych, w związku ze znacznym rozwinięciem powierzchni, zwiększa się kontakt tłuszczu z tlenem atmosferycznym, mimo powszechnego stosowania kutrów lub nadziewarek odpowietrzających. Nawet nieznaczne napowietrzenie farszu jest przyczyną występowania w krótkim czasie po zakończeniu produkcji, a szczególnie po chłodniczym lub zamrażalniczym przechowywaniu, wysoce niepożądanych lub wręcz dyskwalifikujących produkt, sensorycznych objawów oksydacyjnego rozkładu (zjęłczenia) tłuszczu. Objawy te nasilają się szczególnie podczas powtórnej obróbki cieplnej, tj. w czasie odgrzewania, podgrzewania, smażenia, grilowania itp. Te niepożądane zmiany stwierdza się również w produktach mięsnych, w których tkanka mięśniowa nie została zdezintegrowana. Procesy oksydacyjnego rozkładu tłuszczowców odnoszą się do surowców wszystkich gatunków zwierząt i drobiu rzeź-

nego użytych do przetwórstwa. Nasilenie wystąpienia tych zmian jest uwarunkowane przez m. in.: żywienie, gatunkowo zróżnicowaną syntezą triacylogliceroli, dodatki stosowane do paszy, technologicznie zmieniane proporcje tłuszczowców o żywieniowo korzystniejszej ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w syntetyzowanym tłuszczu itp. Przykładem prewencyjnego działania jest „manipulowanie” składem kwasów tłuszczowych w paszach, z jednoczesnym ich wzbogacaniem w związki witaminowo - E aktywne [97, 182, 185].

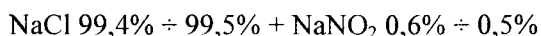
Nieprzyjemny smak i zapach charakterystyczny dla nawet bardzo krótko (48h) chłodniczo przechowywanych mięsa i/lub przetworów mięsnych, uprzednio poddanych obróbce cieplnej i ponownie ogrzanych, lub spożywanych na zimno, jest opisany w literaturze przez pojęcie *warmed - over flavor*. Nie ma ono odpowiednika w j. polskim, ale jest m. in. określane jako *smakowitość*: zjełczała, rybna, nieświeża, obca, niepożądana, stęchła, zestarzała, rozkładowa, metaliczna, z nutą farby, a nawet przypominająca zapach żołądka drobiu. W monografii poświęconej temu zagadnieniu, podobnie jak i w innych źródłach, znaleźć można odpowiedź na to, co jest przyczyną obserwowanych niekorzystnych zmian tłuszczowców, jakie zachodzą procesy i przemiany i wreszcie jakie indywidualia chemiczne kreują zjełczałą smakowitość gotowanego i następnie krótko chłodniczo przechowywanego mięsa lub przetworów z niego wyprodukowanych [6, 127, 128, 140, 207].

We wspomnianym monograficznym opracowaniu [6] jeden rozdział traktuje o oksydacyjnym psuciu się mięsa, drobiu i ryb [125], a drugi omawia niekorzystną rolę w tym oksydacyjnym procesie barwników hemowych tkanki mięśniowej i bardzo pożądaną azotynu w przeciwdziałaniu jełczeniu [71]. Bardzo liczne publikacje, uaktualniają i współcześniają postęp wiedzy w odniesieniu do tego zagadnienia [1, 13, 14, 17 42, 46, 74, 75, 93, 109, 129, 151, 165, 166, 172, 184, 225, 264, 269, 270]. Wszystkie źródła jednomyślnie akcentują konieczność stosowania azotynu oczywiście wówczas, gdy nie zakłada się dalszej chemizacji wytwarzania żywności pochodzenia zwierzęcego poprzez np. użycie syntetycznych przeciwutleniaczy. Uniwersalność azotynu jest więc pod względem przeciwdziałania jełczeniu nadal potwierdzana i zakładać należy, że poszukiwania substytutu dla niego będą czaso- i pracochłonne. Zmiany oksydacyjne w mięsie i w przetworach mięsnych, poddanych obróbce cieplnej i krótko przechowywanych w warunkach chłodniczych, opisują liczne przeglądowe opracowania [46, 51, 101, 138]. Jakościowe i ilościowe śledzenie substancji odpowiedzialnych za zmiany oksydacyjne ułatwia współczesna literatura metodologiczna [66].

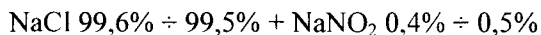
Aspekty żywieniowe

Troska o zdrowie publiczne i przeciwdziałanie nieuczciwości producentów żywności, w tym również wyrobów mięsnych, uzasadnia konieczność monitorowania

wielkości spożycia azotanu i azotynu w przeciętnej diecie człowieka. Służą temu m. in. permanentne kontrole ich zawartości, zarówno w surowcach, jak i w produktach finalnych. Z uwagi na powszechność stosowania azotynu w przemyśle mięsny i drobiarski i nie mniejszą konsumpcji wyrobów obu tych przemysłów są one nadzorowane przez organa sanitarno-weterynaryjne i inne instytucje upoważnione do dbania o to, by na rynku nie było artykułów spożywczych zawierających ponad normatywne ilości azotanu i/lub azotynu, albo obu tych substancji jednocześnie. W odniesieniu do przemysłów mięsnego i drobiarskiego najlepszym rozwiązaniem jest używanie do peklowania przemysłowo przygotowywanej mieszaniny chlorku sodu i azotynu w niżej podanych proporcjach:



albo, zgodnie z innymi zaleceniami:



Dobłą ilustracją do aspektów żywieniowych jest uproszczony grafik obiegu azotu w przyrodzie pokazujący akumulację i potencjalne skutki spożycia azotanu i/lub azotynu Rys. 6 [158]. Natomiast źródła metabolizowanego azotynu przedstawiono w Tab. 8.

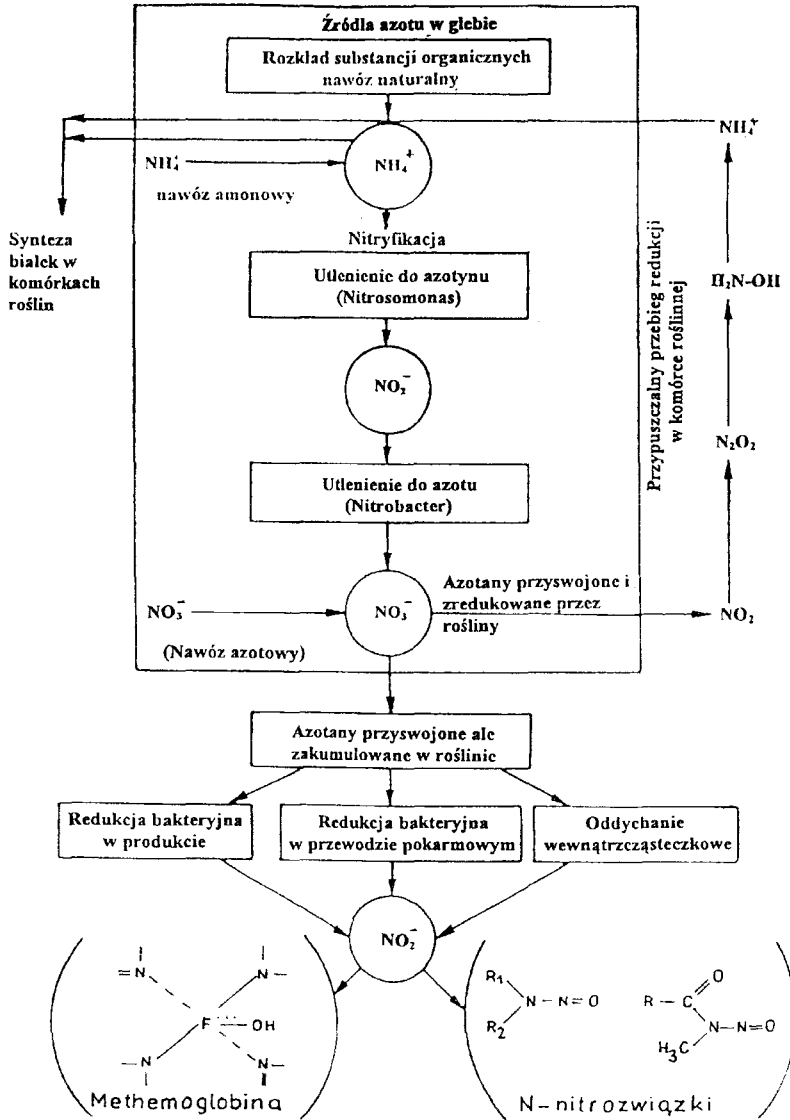
Tabela 8

Źródła metabolizowanego azotynu.

Sources of metabolised nitrite.

1. Azotyn technologiczno – przechowalniczy: <ol style="list-style-type: none"> a. Dodatek do żywności: mięso, sery, drób i inne. Przechowalnicze przemiany endogenne i zanieczyszczenia (np.: w szpinaku przechowywanym w warunkach chłodniczych w ciągu kilku dni nagromadza się z przemian azotanów setki mg/kg NaNO₂, suszenie w atmosferze ogrzewanej gazami spalinowymi).
2. Azotyn śliny
3. Azotan i azotyn jelitowy
4. Azotyn żołądkowy
5. Inne źródła: <ol style="list-style-type: none"> a. palenie papierosów, oddychanie powietrzem zanieczyszczonym spalinami lub dymem tytoniowym, b. Preparaty antykorozyjne zawierające NaNO₂, c. infekcje żołądka i pęcherza moczowego, d. środki stosowane w rolnictwie, np. nawozy azotowe, e. woda pitna.

Cyt. za [247].



Rys. 6. Akumulacja i toksyczność azotynu i azotanu [158].
 Fig. 6. Accumulation and toxicity of nitrite and nitrate [158].

Z żywieniowego punktu widzenia szczególne znaczenie ma ilość resztkowego (wolnego) azotynu i tylko ta forma podlega monitorowaniu. Poziom resztkowego azotynu jest skorelowany z: jego wyjściową ilością, użyciem reduktorów, poprawno-

ścią wykonania zabiegów przetwórczych, wpływem czasu od ukończenia produkcji do spożycia i z asortymentem wyrobu, który jest oceniany. Szczególnie spektakularne osiągnięcia w odniesieniu do zminimalizowania resztkowej ilości azotynu w finalnych wyrobach mięsnych ma amerykański przemysł mięsny. W ciągu ostatnich ok. 20 lat w najbardziej popularnych wyrobach, tj. w parówkach, kiełbasie bolońskiej, mortadeli i bekonie ilość resztkowego azotynu zmniejszyła się z średnio 52,5 mg/kg do ok. 5,0 mg/kg. W 1995 r. w ww. wyrobach produkowanych w USA na skalę masową oznaczono średnio 10 mg/kg przy przedziale 0,0 mg/kg - 45 mg/kg resztkowego azotynu. Jednocześnie, średnia zawartość askorbinianu sodu w tych wyrobach wynosiła aż 209 mg/kg \pm 66 mg/kg. W żadnym z ocenianych wyrobów nie stwierdzono obecności azotanu [32].

Według FAO/WHO w 1973 r. akceptowane dzienne spożycie (Acceptable Daily Intake - ADI) azotanu sodu winno być w przedziale 0,0 mg/kg - 5,0 mg/kg ciała, co jest ekwiwalentem 0,0 mg - 3,65 mg jonu azotanowego/kg ciała. ADI dla azotynu mieścić się winno w granicach 0,0 mg/kg - 0,2 mg/kg ciała (ekwiwalent 0,0 mg - 0,13 mg jonu azotanowego na kg ciała). W 1992 r. Komitet Naukowy ds. Żywności ówczesnego Wspólnego Rynku przyjął identyczne normy dla azotanu, ale dwukrotnie zmniejszył zalecane spożycia azotynu, tj. do 0,0 mg/kg - 0,10 mg/kg ciała, co jest ekwiwalentem 0,0 mg - 0,07 mg jonu azotanowego na 1 kg masy ciała. Na podstawie zawartości azotanu i azotynu w żywności, przede wszystkim zaś w warzywach, oszacowano spożycie ww. związków chemicznych w : USA, Niemczech, Wielkiej Brytanii, Holandii, Szwecji i Finlandii. Wyniki badań przedstawiono w opracowaniu Meacha, Harrisona, i Daviesa [139] oraz w publikacji Massey'a [134]. Wnioskuje się, że ww. państwach spożycie azotanu i azotynu jest w normie, ale, że nadal warzywa są głównym źródłem konsumpcji azotanu.

W Polsce, względnie regularnie, monitoruje się poziomy azotanu i azotynu w wyrobach mięsnych. Wojtoń i Figurna [266, 267] informują o resztkowych ilościach azotanu i azotynu w wielu asortymentach wyrobów mięsnych analizowanych w latach 1984 i 1985. Kłossowska i Obiedziński [105] oraz Michalski [142, 143, 144] prezentują późniejsze wyniki badań poziomu resztkowej zawartości azotanu i azotynu w licznych asortymentach wyrobów produkowanych w zarówno przez przemysł mięsny, jak i drobiarski. Wyniki tych badań, wskazujące również na wielkość spożycia, nie są zbyt optymistyczne, a w skrajnych przypadkach, na szczęście stosunkowo nielicznych, są wręcz alarmująco duże. Wyniki oznaczeń ww. związków z lat dziewięćdziesiątych, są w porównaniu do danych z roku 1985, w odniesieniu do wędzonek i kiełbas, 3-krotnie mniejsze, a skrajne oznaczone wielkości 10-krotnie niższe [105]. Z dużą jednak satysfakcją należy odnotować zmniejszającą się ilość przekroczeń norm zawartości azotynu w peklowanych wyrobach mięsnych przy założeniu, że oce-

niane próby były i są reprezentatywne dla aktualnie ponad 6000 przedsiębiorstw produkujących w Polsce wyroby mięsne. Zmniejszenie się przekroczeń zawartości resztkowego azotynu w przetworach mięsnych wytwarzanych w Polsce można uzasadnić m. in. spopularyzowaniem korzystania w przetwórstwie mięsa z centralnie, a więc i standardowo przygotowywanej mieszanki peklującej, produkowanej z przestrzeganiem zawartości w niej azotynu sodu wymaganej przez odpowiednie normy.

Na uwagę zasługuje obserwacja, że już wyjściowo mięso wołowe i wieprzowe może być zanieczyszczone azotanami i azotynami. Stwierdzono np., że w ok. 7% badanych prób mięsa obu ww. gatunków zwierząt rzeźnych, łączna ilość azotanu i azotynu przekraczała 100 mg/kg. Wynika z tego, że w takich skrajnych przypadkach nawet wówczas, gdy prowadzi się proces peklowania zgodnie z wymaganiami technologicznymi, nie jest możliwe uniknięcie przekroczeń resztkowego azotynu w finalnym wyrobie. Pocięszające jest jednak to, że ponad 90% przetwórczego i kulinarnego surowca mięsnego, jest względnie nieznacznie zanieczyszczone tymi ww. związkami [256]. Zanieczyszczenie surowców i produkowanej z nich żywności azotanem i/lub azotynem nie odnosi się oczywiście jedynie do wyrobów mięsnych, ale dotyczy także produkcji serów [187], odżywek dla niemowląt i dzieci [192, 193], warzyw [141, 158], obróbki kulinarnej ziemniaków [47] itp.

Zawartość azotanu i azotynu w żywności oraz ich pobieranie wraz z dietą wzbudzało zainteresowanie nie tylko badaczy amerykańskich [32, 33, 39, 139, 147, 246, 247], ale również niemieckich [121, 122] i fińskich [52, 176] oraz hiszpańskich [178]. Zwraca się uwagę, że peklowanie mięsa nie zakłóca metabolizmu żelaza, zarówno w organizmie człowieka, jak i szczura [116, 118].

Technologia peklowania

Przemiany i procesy biofizykochemiczne, mikrobiologiczne, utrwalające i sensoryczne są nieoddzielnym atrybutem i skutkiem technologii peklowania. Dzieje się tak chociażby z uwagi na: jakościowe i ilościowe zróżnicowanie substancji chemicznych uczestniczących w tym zabiegu przetwórczym (Tab. 9) oraz udziału sił mechanicznych, energii cieplnej itp. elementów składowych tej powszechnie stosowanej technologii. Stąd też proces peklowania należy rozpatrywać kompleksowo, tj. z uwzględnieniem uczestniczenia w nim m. in. takich zabiegów, jak: masowanie i rozdrabnianie [132, 155, 163, 164, 186], poubojowej elektrostymulacji [162, 167], zewnętrznych czynników bodźcowych takich jak prąd elektryczny [45, 271], lub energii cieplnej [113, 136, 137, 145, 265], a także oddziaływania metod peklowania (suche, nastrzykowe, zalewowe) modyfikowanych ilością współodpowiedzialnych związków chemicznych np. chlorku sodu, fosforanów, reduktorów i innych substancji [2, 25, 26, 150, 153, 154, 200, 209, 210, 239, 253].

Tabela 9

Składniki solanki nastrzykowej (potencjalnie możliwe).
Components of injection brine.

Woda
Sól (NaCl)
Azotyn (NaNO ₂ , KNO ₂)
Węglowodany (sacharoza, glukoza, syrop glukozowy)
Białka (izolat białka sojowego, plazma krwi)
Fosforany i wielofosforany (P ₂ O ₅ x n)
Reduktory (kwas askorbinowy i izoaskorbinowy, askorbiniany i izoaskorbiniany, kwas cytrynowy, cytryniany)
Substancje bodźcowe smakowo (glutaminian sodu, hydrolizat białkowy, nukleotydy, kwas inozynowy i. in..)
Hydrokoloidy (karagen, guma gellan, skrobie modyfikowane, pochodne celulozy i. in..)
Substancje aromatyzujące (preparaty dymu wędzarniczego, ekstrakty przypraw)

Adaptacja Z. Duda [różne źródła].

Z przetwórczego punktu widzenia na uwagę zasługuje ocena dynamiki i technologicznych efektów peklowania wieprzowych: płuc, serc, nerek i śledzion [69], podobnie jak i prześledzenie, w układzie modelowym, dyfuzji chlorku sodu i azotynu do surowej tkanki mięśniowej świń [112, 259]. Niepowodzeniem zakończyły się próby wytwarzania fermentowanych kielbas metodą „bio dry sausages”, tzn. bez udziału soli peklujących [157]. Intrygujące jest obserwowane niepożądane, różowe przebarwienie nie peklowanego białego mięsa drobiowego, a próby poszukiwania przyczyn i wyjaśnienie zachodzących procesów są jak dotychczas niezadowolające [115, 131, 212]. Oceniano również dynamikę przemian azotanu i azotynu w dojrzewającym serze gouda [245]. Autorzy włoscy opracowali chemometryczny model opisujący gotowaną szynkę z uwzględnieniem aż 47 zmiennych, spośród których tylko 10 poddano statystycznej analizie, bowiem uczestniczyły one aż w 71,6% ogólnej zmienności. Wśród analizowanych zmiennych były oczywiście: azotyn, azotan i fizyczne parametry barwy [189]. Śledzenie poziomu barwników hemowych i ich różnych form w tkance mięśniowej i w wyrobach z niej wyprodukowanych oraz poziomu azotanu i azotynu, a także chlorków w wyrobach mięsnych jest możliwe dzięki nowoczesnym i stale udoskonalanym metodom analitycznym oraz aparaturze [20, 62, 76, 83, 111, 177].

Za podsumowanie tego opracowania niechaj posłużą następujące stwierdzenia odnoszące się do zasad stosowania dodatków do żywności, w tym również do azotynu:

Należy minimalizować wyjściową ilość NaNO_2 po to, żeby jego wolna, resztkowa ilość była również minimalna. Azotynu należy stosować w przetwórstwie żywności w tym także mięsa, tylko tak dużo ile jest konieczne i tylko tak mało jak to jest możliwe.

LITERATURA

- [1] Abdelkader Z.M.: Lipid oxidation in chicken as affected by cooking and frozen storage. *Nahrung-Food*, **40** (1), 1996, 21.
- [2] Adams J.B.: Food additive-additive interactions involving sulpho/dioxide and ascorbic and nitrous acids: a review. *Food Chemistry*, **59** (3), 1997, 401.
- [3] Andersen H.J., Hinrichsen L.L.: Changes in curing agents, microbial counts and volatile compounds during processing of green bacon using two different production technologies. *J.Sci.Food Agric.*, **68**, (4), 1995, 477.
- [4] Andersen H.J., Skibsted L.H.: Kinetics and mechanism of thermal oxidation and photooxidation of nitrosylmyoglobin in aqueous solution. *J.Agric. Food Chem.*, **40** (10), 1992, 1741.
- [5] Andersen H.J.: How does protein influence flavour in cured meat? *Meat Focus Int.* **3** (9), 1994, 365.
- [6] Angelo A.J.St., Bailey M.E.: Eds. *Warmed-over flavor of meat*. Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich Publishers, Orlando...Toronto, 1987.
- [7] Anon.: Botulism. A scientific status summary. Inst. Food Technol. Expert Panel on Food Safety and Nutrition. *J.Food Sci.*, **37** (6), 1972, Supplement.
- [8] Anon.: Nitrites, nitrates, and nitrosoamines in food - a dilemma. *J.Food Sci.*, **37** (6), 1972, Supplement.
- [9] Anon.: Nitrite in meat curing: Risk and benefits. Council for Agriculture Science and Technology. Report No. 74, March 1978, 1-38.
- [10] Anon.: The health effects of nitrate, nitrite, and N-nitroso compounds. Part 1 of a 2-Part Study by the Committee on Nitrite and Alternative Curing Agents in Food. Assembly of Life Sciences, National Academy, Washington, 1981, 1-13.
- [11] Anon.: Alternatives to the current use of nitrite in foods. Part 2 of a 2 Part Study by the Committee on Nitrite and Alternative Curing Agents in Food. Assembly of Life Sciences, National Academy Press, Washington, 1982, 1-10.
- [12] Anon.: Nitrate, nitrite and nitroso compounds in foods. A Scientific Status Summary, IFT. *Food Technology*, **41**, (4), 1987, 1-9.
- [13] Arrendt B., Skibsted L.M., Andersen H.J.: Antioxidative activity of nitrite in myoglobin induced lipid peroxidation. *Z. Lebensm.-Unters.u Forsch.-A Food Research Technol.*, **204** (1), 1997, 7.
- [14] Asghar A., Gray J.I., Buckley A.M., Pearson A.M., Booren A.M.: Perspectives on warmed-over flavour. *Food Technology*, **42** (7), 1988, 102.
- [15] Ashworth J., Spencer R.: The Perigo effect in pork. *J.Food Technol.*, **7**, 1972, 111.
- [16] Bailey M.E., Swain J.W.: Influence of nitrite on meat flavor. *Proc. Meat Ind. Res. Conf.AMSA, Meat Institute Foundation, Chicago*, 1973, 29.
- [17] Baron C., Skibsted L.H., Andersen H.J.: Prooxidative activity of different myoglobin species in linoleic acid emulsion. *Proc. 41st Annual Int.Congress of Meat Sci. and Technol.*, C-74, 1995, 386.
- [18] Bauerman J.F.: Processing of poultry products with and without sodium nitrite. *Food Technology*, **33** (7), 1978, 42.
- [19] Benedici R.C.: Biochemical basis for nitrite-inhibition of *Clostridium botulinum* in cured meat. *J.Food Prot.*, **43** (11), 1980, 877.
- [20] Biancki E., Bruschi R., Draisci R., Lucentini L.: Comparison between ion chromatography and spectrophotometric method for determination of nitrates in meat products. *Zeitsch.f.Lebensm.-Unt.uForsch.*, **200** (4), 1995, 256.

- [21] Binkerd E.F., Kolari O.E.: The history and use of nitrate and nitrite in the curing of meat. *Food Cosmet. Toxicol.*, **13**, 1975, 655-661.
- [22] Bowles B.L., Miller A.J.: Antibotulinal properties of selected aromatic and aliphatic ketones. *J.Food Prot.* **56** (9), 1993, 795.
- [23] Bowles B.L., Miller A.J.: Antibotulinal properties of selected aromatic and aliphatic aldehydes. *J.Food Prot.*, **56** (9), 1993, 788.
- [24] Brown W.D.: Possible substitutes for nitrite in cured meats. *Proc. Meat Ind. Res. Conf. AMSA, AMIF, Chicago*, 1973, 21.
- [25] Buczkowski J., Ligęza U., Mroczek J., Pisula A.: Wpływ ilości NaCl w solankach i mieszankach peklujących na przebieg procesu peklowania mięsa. *Gosp. Mięсна*, **XLI** (12), 1989, 15.
- [26] Buczkowski J., Ligęza U., Mroczek J., Pisula A.: Wpływ ilości NaCl w solankach i mieszankach peklujących na właściwości fizykochemiczne mięsa. *Gosp. Mięсна*, **XLII** (2), 1990, 16.
- [27] Buscaillon S., Berdaque J.L., Bousset J., Cornet M., Gandemer G., Touraille C., Monin G.: Relations between compositional traits and sensory qualities of French dry-cured ham. *Meat Science*, **37** (2), 1994, 229.
- [28] Carballo J., Cavestany M., Jimenez-Colmenero F.: Effect of light on colour and reaction of nitrite in sliced pork bologna under different chilled storage temperature. *Meat Science*, **30** (3), 1991, 235.
- [29] Cassens R.G.: Nitrite-cured meat. A food safety issue in perspective. Food and Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut, USA, 1990, 22.
- [30] Cassens R.G.: Meat preservation. Preventing losses and assuring safety. Food and Nutrition Press, INC. Trumbull, Connecticut, USA. 1994.
- [31] Cassens R.G.: Use of sodium nitrite in cured meats today. *Food Technology*, **49** (7), 1995, 72.
- [32] Cassens R.G.: Residual nitrite, nitrate and ascorbates in cured meat. *Proc. 42nd Inter.Congress of Meat Sci. and Technol.* 1-5, 1996, 353.
- [33] Cassens R.G.: Composition and safety of cured meats in the USA. *Food Chemistry*, **59** (4), 1997, 561.
- [34] Cassens R.G.: Residual nitrite in cured meat. *Food Technology*, **51** (2), 1997, 53.
- [35] Cassens R.G., Greaser M.L., Ito T., Lee M.: Reactions of nitrite in meat. *Food Technology*, **33** (7), 1979, 46.
- [36] Cassens R.G., Ito T., Lee M., Buege D.: The use of nitrite in meat. *Bioscience*, **28** (10), 1978, 633.
- [37] Cassens R.G., Sebranek J.G., Kubberod G., Woolford G.: Where does the nitrite go? *Food Products Development*, Dec., 1974, 4.
- [38] Cassens R.G., Woolford G., Lee S.M., Goutenfongea R.: Fate of nitrite in meat. *Proc.2nd Int. Symp. Nitrite Meat Prod. Zeist, Pudoc., Wageningen*, 1977, 95.
- [39] Cassens R.G.: Current content of residual nitrite in cured meat products of the retail market. *Proc. 41st. Int. Congress of Meat Sci. Technol.*, C54, 1995, 344.
- [40] Cervený J.G.: Effects of changes in the production and marketing of cured meats on the risk of botulinum. *Food Technology*, **34** (5), 1980, 240.
- [41] Chasco J., Lizaso G., Beriain M.J.: Cured colour development during sausage processing. *Meat Science*, **44** (3), 1996, 203.
- [42] Chen C.C., Pearson A.M., Gray J.L., Fooladi M.H., Ku P.K.: Some factors influencing the nonheme iron content of meat and its implications to oxidation. *J. Food Sci.*, **49**, 1984, 581.
- [43] Christiansen L.N.: Factors influencing botulinal inhibition by nitrite. *Food Technology*, **34** (5), 1980, 237.
- [44] Cierach M.: Alternatywne metody peklowania mięsa. *Gosp. Mięсна*, **XLIX**, 2, 1997, 50.
- [45] Cierach M., Żywica R.: Próba zastosowania prądu elektrycznego w procesie peklowania mięsa. *Gosp. Mięсна*, **LXIV**, 11, 1992, 24.
- [46] Cierach M.: Rola azotynu sodu jako inhibitora oksydacji lipidów w przetworach mięsnych. *Gosp.Mięsna*, **XLIX** (4), 1997, 28.
- [47] Cieślík E.: Zmiany azotanów i azotynów podczas obróbki kulinarnej ziemniaków. *Przem.Spoż.*, **XLVII** (10), 1992, 266.

- [48] Cornforth D.P.: Methods for identification and prevention of pink color in cooked meat. Proc. 44th Rec. Meat Conference of AMSA, **44**, 1991, 53.
- [49] Dasiewicz K., Jankiewicz L., Słowiński M.: Wpływ dodatku kwasu cytrynowego i rodzaju cukru na właściwości mięsa peklowanego. *Gosp. Mięsna*, **XLVIII**, 11, 1996, 24.
- [50] Deatherage F.E.: Man and his food and nitrite. National Independent Meat Packers Association. Pork Industry Group, National Livestock and Meat Board, 1978, 1-12.
- [51] Decker E.A., Mei Longyuan.: Antioxidant mechanism and applications in muscle foods. Proc. 49th Reciprocal Meat Conference of AMSA, AMSA, Chicago, 1996, 1997, 64.
- [52] Dich J., Jarvinen R., Kneht P., Penttila P.L.: Dietary intake of nitrate, nitrite and NDMA in the Finish mobile clinic health examination survey. *Food Additives and Contaminants*, **13** (5), 1996, 541.
- [53] Dirinck P.: Flavour profile of cured and cooked pork products. In: Lenges J., Casteels M., Deevenge L., Nicolai T. Eds. *Curing technology for cooked pig meat products: an update*. European Consortium Continuing Educ. *Advanced Meat Sci. Technol.* Utrecht, The Netherlands, 1995, 153.
- [54] Dodds K.L., Collins-Thompson D.L.: Incidence of nitrite-depleting lactic acid bacteria in cured meats and in meat starter cultures. *J. Food Prot.*, **41** (1), 1984, 7.
- [55] Duda Z.: Tendencje postępu technologicznego i technicznego procesu peklowania mięsa. *Med. Wet.*, **34** (9), 1978, 543.
- [56] Duda Z.: Stan i perspektywy rozwoju nauki i technologii mięsa. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. PAN, PWN, Warszawa, Z. 256, 1984, 305.
- [57] Duda Z., Kinal M.: The influence of multiple extraction on the amount of the extractable residual nitrite in model scalded meat products. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu*, Nr 163, *Technologia Żywności*, **IV**, 1986, 187.
- [58] Duda Z.: Analiza stanu i perspektyw rozwoju badań w zakresie technologii produktów białkowych (technologia mięsa) w latach 1981-85. W: *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. PAN, PWN, Warszawa, Z. 383, 1989, 107-152.
- [59] Duda Z.: Dorobek naukowo-publicystyczny. W: *Gospodarka mięsna w Polsce - Zarys dziejów*. Praca zespołowa pod red. prof. dr h.c. Wincentego Pezackiego. PEK-POL Spółka z oo., Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Przemysłu Spożywczego, Warszawa, 1991, 306-394.
- [60] Duda Z., Mielnik M., Kamiński J.: An attempt to elaborate the curing technology for broiler chicken gizzards. *J. Food Technology*, **21**, 1986, 33.
- [61] Duda Z., Szmańko T., Smogór M.: Wpływ zamrażania oraz przechowywania szynki nie puszkowanych na wybrane wyróżniki jakościowe. II Wpływ przechowywania na barwę oraz zawartość azotanów i wolnych azotanów. *Gosp. Mięsna*, **XXXII** (12), 1980, 17.
- [62] Dumkiewicz R., Sykut K., Kusak A., Orzechowska M.: Potencjometryczna metoda oznaczania azotanów w serwatkach kwaśnych i podpuszczkowych. *Przem. Spoż.* **XLIV**, (4), 1992, 104.
- [63] Emi-Miwa M., Okitani A., Fujimaki M.: Comparison of the fate of nitrite added to whole meat, meat fractions and model systems. *Agr. Biol. Chem.*, **40** (7), 1976, 1387.
- [64] Fang Chun-Shun, Post L.S., Solberg M.: Antimicrobial effect and disappearance of sodium nitrite in *Staphylococcus aureus* cultures. *J. Food Sci.* **50**, (5), 1412.
- [65] Feldhusen F., Koch R., Giese W., Wenzel S.: Colour and colour stability of meat cured hot and of meat cured cold. *Fleischwirtschaft*, **66** (6), 1986, 1028.
- [66] Fernandez J., Perez-Alvarez J.A., Fernandez-Lopez J.A.: Tiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry*, **59**, 3, 1997, 545.
- [67] Fiddler W., Pensabene J.W., Gates R.A., Custer C., Yoffe A., Phillip T.: N-nitrosylodibenzylamine in bone less hams processed in elastic rubber nettings. *J. of AOAC Int.*, **80**, (2), 1997, 353.
- [68] Forlani L., Grillenzoni S., Ori E., Resca P.: Nitrate levels in vegetables that may be eaten raw. *Ital. J. Food. Sci.*, **9** (1), 1997, 65.
- [69] Fornalik H., Kłossowska B., Zawadzka R.: Peklowanie wybranych surowców podrobowych. *Roczniki IPMT*, **XXXI/XXXII**, 1995/1996, 145.

- [70] Fox J.B., Townsend W.E., Ackerman S.A., Swift C.E.: Cured colour development during frankfurter processing. *Food Technology*, **21**, 1967, 386.
- [71] Fox B.J.Jr., Benedict R.C.: The role of heme pigments and nitrite in oxidative processes in meat. In: Angelo A.J.St., Bailey M.S. Eds. *Warmed-over flavor in meat*. Academic Press, INC, 1987, 119-139.
- [72] Fox J.B.Jr.: Nitrite. W: *Proc. Meat Industry Res. Conf. AMSA*. AMI, Washington, D.C., 1984, 38.
- [73] Fox J.B.Jr.: Role of cure accelerators. *Proc. Meat Ind. Res. Conf. AMSA*, AMIF, Arlington, 1974, 17.
- [74] Freybler L.A., Gray J.I., Ashar A., Booren A.M., Pearson A.M., Buckley R.J.: Nitrite stabilization of lipids in cured pork. *Meat Science*, **33** (1), 1993, 85.
- [75] Frankel E.N.: Recent advances in lipid oxidation. *Review J.Sci. Food Agric.*, **54**, 1991, 495.
- [76] Garrido D., Perez A., Sanchez-Ferrer A.: Meat pigment determination by phase partitioning in Triton x-114 and oxidation with sodium nitrite. *J.Sci. Food Agric.*, **64** (3), 1994, 327.
- [77] Gasik A.: Kwas askorbinowy-właściwości i zastosowanie w technologii żywności. *Przem. Spoż.*, **44** (6), 1990, 130.
- [78] Gloria M.B.A., Barbour J.F., Scanlan R.A.: Volatile nitrosoamines in fried bacon. *J.Agric. Food Chem.*, **45** (5), 1997, 1816.
- [79] Goutefongea R.: Effect of the level of residual nitrite and packaging conditions on colour stability in cooked ham. *Proc. 26th European Meeting of Meat Research Workers*, **Vol. II**, M-3, 219-222, 1980.
- [80] Gray J.I., MacDonald B., Pearson A.M., Morton I.D.: Role of nitrite in cured meat flavor. *J. Food Protection*, **44** (4), 1981, 302.
- [81] Greenberg R.A.: Nitrite in the control of *Clostridium botulinum*. *Proc. Meat Ind. Res. Conf. AMSA*, AMIF, Chicago, 1972, 25.
- [82] Greenberg R.A.: Update on nitrite, nitrate and nitrosoamines. *Proc. Meat Ind. Res. Conf. AMSA*, AMIF, Arlington, 1975, 71.
- [83] Guangham L., Hong J., Dandon S.: Determination of trace nitrite by anodic stripping voltamery. *Food Chemistry*, **59** (4), 1997, 583.
- [84] Haldane J.: The red colour of salted meat. *J. Hygiene. Camb.*, **1**, 1901, 115.
- [85] Han D., McMillin K.W., Godber J.S.: Hemoglobin, myoglobin and total pigments in beef and chicken muscles: chromatographic determination. *J. Food Sci.*, **59** (6), 1994, 1279.
- [86] Herring H.K.: Effect of nitrite and other factors on the physico-chemical characteristic and nitrosoamine formation in bacon. *Proc. Meat Ind. Res. Conf. AMSA*, AMIF, Chicago, 1973, 47.
- [87] Hill M.J.: Ed. *Nitrosoamines. Toxicology and microbiology*. Ellis Horwood Ltd. Chichester, 1988.
- [88] Hinrichsen L.L., Andersen H.J.: Volatile compounds and chemical changes in cured pork: Role of three halotolerant bacteria. *J. Agric. Food Chem.*, **42** (7), 1994, 1537.
- [89] Hoagland R.: Coloring matter of raw cooked salted meats. *J. Agric. Res.* **III**, 1914, 211, (Cyt.za 66) Cassens, 1990.
- [90] Holley R.A.: Review of potential hazards from botulism in cured meats. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, **14** (3), 1981, 183.
- [91] Honikel K.O.: Ed. *The use of additives in meat products throughout Europe. Necessity, customs, legislation*. European Consortium Continuing Educ. *Advanced Meat Sci. Technol.* Utrecht, The Netherlands, 1995.
- [92] Howard A., Duffy P., Else K., Brown W.D.: Possible substitutes for nitrite for pigment formation in cured meat products. *J. Agric. Food Chem.*, **21** (5), 1971, 894.
- [93] Igene J.O., Yamauchi K., Pearson A.M., Gray J.I.: Mechanism by which nitrite inhibits the development of warmed-over flavour (WOF) in cured meat. *Food Chemistry*, **18** (1), 1985, 1.
- [94] Izumi K., Cassens R.G., Greaser M.L.: Reaction of nitrite and cytochrome c in the presence or absence of ascorbate. *J. Food Sci.*, **47**, 1982, 1419.
- [95] Izumi K., Cassens R.G., Greaser M.L.: Reaction of nitrite with ascorbic acid and its significant role in nitrite-cured food. *Meat Science*, **26** (2), 1989, 141.

- [96] Izumi K., Cassens R.G., Greaser N.L.: Rate constant and activation energy for formation of a nitrosoascorbic acid intermediate compound. *J. Food Prot.*, **48** (4), 1985, 346.
- [97] Jakobsen K.: Fatty acids. Possibilities of enriching meat with n-3 fatty acids. *Meat Focus Int.*, **4** (7), 1995, 286.
- [98] Jankiewicz L., Kwaśny M., Wasylik K., Graczyk A.: Structure studies on the nitrosyl derivative of heme. *J. Food Sci.*, **59** (1), 1994, 57.
- [99] Jeremiach L.E.: Palatability of cured and uncured pork. *Meat Focus Int.*, **3** (9), 1994, 365.
- [100] Jeremiach L.E., Ball R.O., Uttaro B., Gibson L.L.: The relationship of chemical components to flavor attributes of bacon and ham. *Food Res. Int.*, **29** (5-6), 1996, 457.
- [101] Kanner J.: Oxidative processes in meat and meat products: Quality implications. *Meat Science*, **36**, (1-2), 1994, 169.
- [102] Killday K.B., Tempesta M.S., Bailey M.S., Metral C.J.: Structural characterization of nitrosylhemochromogen of cooked cured meat: Implications in the meat curing reaction. *J. Agric. Food Chem.*, **36**, 1988, 909.
- [103] Killday K.B., Bailey M.S., Tempesta M.S.: Structural characterization of nitrosylhemochromogen of cooked cured meat. *Proc. 40th Annual Rec. Meat Conference of AMSA*, St. Paul, MN, 1987, 156.
- [104] Kinsman D.M., Kotula A.W., Breidestein B.C.: Eds. *Muscle Foods. Meat, poultry and seafood technology*. Chapman and Hall, New York-London, 1994, 298.
- [105] Kłossowska B., Obiedziński M.: Ocena poziomu zawartości azotynów i azotanów w produktach mięsnych. *Gosp. Mięsna*, **XLV** (12), 1993, 24.
- [106] Koizumi C., Brown W.D.: Formation of nitric oxide myoglobin by nicotinamide adenine dinucleotide and flavins. *J. Food Sci.*, **36**, 1971, 1105.
- [107] Kolb H., Heinz G., Wiegand H.-W.: Fleischfarbe. Möglichkeiten der Farbbeeinflussung durch Pökellung. Übersicht. *Fleischwirtschaft*, **70** (9), 1990, 956.
- [108] Kolb H., Heinz G., Wiegand H.-W.: Umröfung vorgegarten Rindfleische unter besonderer Berücksichtigung der Technologie von Corned beef. *Fleischwirtschaft*, **71** (1), 1991, 89.
- [109] Kołodziejska I., Skonieczny S., Rubin L.J.: Malonaldehyde-nitrite interactions in meat and model systems. *J. Food Sci.*, **55** (4), 1990, 925.
- [110] Kowalski Zdz., Borys A., Borzuta K., Kien S.: Substancje dodatkowe i dodatki stosowane w Niemczech do mięsa i przetworów mięsnych. *Gosp. Mięsna*, **XLVI**, 7, 1994, 23, 26-28.
- [111] Laack van, R.L.J.M., Solomon M.B., Warner R., Kauffman R.G.: A comparison of procedures for measurement of pigment concentration in pork. *J. Muscle Foods*, **7**, 1996, 149.
- [112] Lautenschläger R.: Diffusion of sodium chloride and sodium nitrite in raw meat model system. *Proc. 41st Annual Congress of Meat Sci. and Technol.*, D42, 1995, 507.
- [113] Lechowich R.V., Brown W.L., Deibel R.H., Somers I.I.: The role of nitrite in the production of canned-cured meat products. *Proc. Meat Ind. Res. Conf. AMSA, AMIF, Arlington*, 1978, 47.
- [114] Ledward D.A.: Haemoproteins in meat and meat products. In: *Developments in food proteins - 3. Ed.* Hudson, B.J.F., 1984, Chapter 2, 33.
- [115] Ledward D.A., Shaw R.: Meat processing undesirable pink coloration in uncured cooked meats. *Meat Focus Intern.*, **3** (7), 1994, 295.
- [116] Lee K., Greger J.L.: Bioavailability and chemistry of iron from nitrite-cured meats. *Food Technology*, **37**, 10, 1983, 139.
- [117] Lee S.M., Cassens R.G., Sugiyama H.: Factors affecting inhibition of *Clostridium botulinum* in cured meats. *J. Food Sci.*, **43** (5), 1978, 1371.
- [118] Lee K., Chinn L., Greger J.L., Graham K.L., Shimaoka J.E., Liebert J.C.: Bioavailability of iron to rats from nitrite and erythorbate cured processed meats. *J. Agric. Food Chem.*, **32** (4), 1984, 856.
- [119] Lee S.H., Cassens R.G., Winder W.C., Fennema O.R.: Factors affecting the formation of nitrate from added nitrite in model systems and cured meat products. *J. Food Sci.*, **43**, 1978, 673.
- [120] Lehman K.B.: Über das Haemarrhodin. Ein neues weit verbreite Blutfarbstoffderivat. *Sber. (Sitze) Physikal. Med. Ges.*, Würzburg, **4**, 1899, 57.

- [121] Leistner L.: Nitrite (nitrite curing salt) and meat products-situation in West Germany. *Fleischerei*, **37**, 4, 1986, XI-XIII.
- [122] Leistner L.: Nitrate (salpêtre) and meat products - situation in West Germany. *Fleischerei*, **37**, 4, 1986, XIV-XVI.
- [123] Ledward D.A.: Haemoproteins in meat and meat products. In: *Biochemistry of Food Proteins*. Ed. Hudson. B.J.F. Elsevier Sci. Publ. Ltd., 1992, 197.
- [124] Liepe H., Pfeil E.: Nitrate, nitrite und nitrosoamine. *Fleischwirtschaft*, **59**, 1979, 826.
- [125] Lillard D.A.: Oxidative deterioration in meat, poultry and fish. In: Angelo, A.J.St., Bailey, M.S. Eds. *Warmed-over flavor in meat*. Academic Press, INC, 1987, 41-61.
- [126] Livingston D.J., Brown W.D.: The chemistry of myoglobin and its reactions. *Food Technology*, **35**, (5), 1981, 244.
- [127] Love J.D., Pearson A.M.: Methmyoglobin and nonheme iron as prooxidants in cooked meat. *J. Agric. Food Chem.*, **22**, 1974, 1032.
- [128] Love J.D.: The role of heme iron in the oxidation of lipids in red meats. *Food Technology*, **37** (7), 1983, 117.
- [129] Lozano J.R., Cassens R.G.: Influence of an extract of hart on stability of color and development of rancidity during storage of sliced bologna. *J. Food Sci.*, **49**, (1), 1984, 149.
- [130] Müller W.D.: Curing and smoking. Are they healthier process today than they used to be? *Fleischwirtschaft*, **71**, (1), 1991, 61.
- [131] Maga J.A.: Pink discoloration in cooked white meat. *Food Reviews International*, **10** (3), 1994, 273.
- [132] Marriot N.G., Graham P.P., Claus J.R.: Accelerated dry curing of pork legs (hams): A review. *J. Muscle Foods*, **3**, 159.
- [133] Marriot N.G., Lechowich R.V., Pierson M.D.: Use of nitrite and nitrate-sparing agents in meats: A review. *J. Food Protection*, **44** (11), 1981, 881.
- [134] Massey R.C.: Estimation of daily intake of foods preservatives. *Food Chemistry*, **60** (1), 1997, 177.
- [135] Massey R.C., Key P.E., Jones R.A., Logan G.L.: Volatile, non-volatile and total N-nitroso compounds in bacon. *Food Additives and Contaminations*, **8** (5), 1991, 585.
- [136] Mawson R.F., Miller B.F., Schmidt R.G.: Studies on pasteurized and commercially sterilized poultry meat bologna. Effect of chopping condition and type of meat. *J. Food Sci.*, **48**, 1983, 317.
- [137] Mawson R.F., Miller B.F., Schmidt G.R.: Studies on pasteurized and commercially sterilized poultry meat bologna. Effect of nitrite addition and vacuum cutting. *J. Food Sci.*, **48**, 1983, 322.
- [138] McMillin K.W.: Initiation of oxidative processes in muscle foods. Proc. 49th Reciprocal Meat Conference of AMSA, Chicago, 1996, 1997, 53.
- [139] Meah M.N., Harrison N., Davies A.: Nitrite and nitrate in foods and the diet. *Food Additives and Contaminants*, **11** (4), 1994, 519.
- [140] Melton S.L.: Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technology*, **37** (7), 105.
- [141] Michalik H., Bąkowski J.: Zawartość azotanów i azotynów w przetworach z marchwi i szpinaku w czasie składowania i przygotowania do spożycia. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, **41** (6), 1997, 32.
- [142] Michalski M.M.: Zawartość azotynów i azotanów w wybranych produktach drobiowych w 1993 roku. *Gosp. Mięsna*, **XLVIII** (3), 1996, 52.
- [143] Michalski M.M.: Pozostałość azotynów i azotanów w kiełbasach wyprodukowanych w Polsce 1995 roku. *Gosp. Mięsna*, **XLIX** (5), 1997, 52.
- [144] Michalski M.M.: Zawartość azotynów oraz azotanów w wybranych produktach mięsnych w 1994 roku. *Przem. Spoż.*, **51** (6), 1997, 36.
- [145] Mielnik M.: Barwotwórcza funkcja obróbki cieplnej w procesie peklowania mięsa drobiowego (Badania modelowe). Dysertacja doktorska. Maszynopis. AR Wrocław, 1981.
- [146] Miller A.J., Call J.E., Whitting, R.C.: Comparison of organic acid salts for *Clostridium botulinum* control in an uncured turkey products. *J. Food Prot.*, **56** (11), 1993, 958.

- [147] Miller S.A.: Balancing the risks regarding the use of nitrites in meats. *Food Technol.*, **34** (5), 1980, 254.
- [148] Mirna A.: Über die Herabsetzung des Gehaltes an Nitrit in Fleischwaren. *Fleischwirtschaft*, **52** (7), 1972, 898.
- [149] Mirna A.: Über die umsetzung von nitrit in Fleischwaren und dessen vertailung in Verschiedenen Fraktionen. Proc. 16th European Meeting Meat Res. Workers, C-16, 1970, 681.
- [150] Morita H., Nui J., Sakata R., Okayama T., Nagata Y.: Red myoglobin derivative formed in Parma ham processing without nitrite or nitrate addition. Proc. 41st Annual Int. Congress of Meat Sci. and Technol., C-72, 1995, 382.
- [151] Morrissey P.A., Tichivongana J.Z.: The antioxidant activities of nitrite and nitrosylmyoglobin in cooked meats. *Meat Science*, **14** (3), 1985, 177.
- [152] Mottram D.S.: Organic nitrates and nitriles in the volatiles of cooked cured pork. *J. Agric. Food Chem.*, **32** (2), 1984, 343.
- [153] Mroczek J., Słowiński M.: Wpływ obniżenia ilości soli kuchennej na jakość peklowanego mięsa. Cz.II. Przebieg procesu peklowania a ocena sensoryczna. *Gosp. Mięsna*, **XLV** (5), 1993, 26.
- [154] Mroczek J., Słowiński M.: Wpływ obniżenia ilości soli kuchennej na jakość mięsa. Cz.I. Właściwości technologiczne. *Gosp. Mięsna*, **XLV** (4), 1993, 18.
- [155] Mroczek J., Sokolińska S., Pisula A.: Wpływ stopnia rozdrobnienia na przebieg procesu peklowania mięsa kurcząt. *Gosp. Mięsna*, **LXI**, 3, 1989, 21.
- [156] Mroczek J., Tomaniuk A.: Wpływ kwasu cytrynowego i cytrynianu sodu na przebieg procesu peklowania mięsa kurcząt. *Przem. Spoż.*, **XLVII**, (5), 1993, 130.
- [157] Muller A., Mall A., Hildebrandt G.: Bio dry sausages - its sensory, material and bacteriological qualities. *Fleischwirtschaft*, **74** (6), 1994, 606.
- [158] Niedzielski Z., Makrosińska K.: Zmiany zawartości azotanów (NO_3^-) podczas zamrażalniczego przechowywania wybranych warzyw. *Przem. Spoż.*, **XLVI** (2), 1992, 46.
- [159] Noel P., Briand E., Dumont J.P.: Role of nitrite in flavour development in uncooked cured meat products: sensory assessment. *Meat Science*, **28** (1), 1990, 1.
- [160] O'Boyle A.R., Aladin-Kassam N., Rubin L.J., Diosady L.L.: Encapsulated cured-meat pigment and its application in nitrite-free ham. *J. Food Sci.*, **57**, (4), 1992, 807.
- [161] O'Boyle A.R., Rubin L.J., Diosady L.L., Aladin-Kassam M., Comer F., Brightwell W.: A nitrite-free curing system and its application to the production of wieners. *Food Technology*, **45** (5), 1990, 88.
- [162] Ockerman H.W., Kwiatek K.: Distribution and rate of migration of curing ingredients (nitrite, salt, glucose) in pork tissue as affected by electrical stimulation. *J. Food Sci.*, **50** (2), 1985, 492.
- [163] Ockerman H.W., Organiściak C.S.: Diffusion of curing brine in tumbled and non-tumbled porcine muscle. *J. Food Protection*, **41** (3), 1978, 178.
- [164] Ockerman H.W., Dowieciał R.: Influence of tumbling and electrical stimulation on distribution and content of sodium nitrite and sodium chloride in bacon. *J. Food Sci.*, **45** (5), 1980, 1301.
- [165] Ockerman H.W., Kuo J.C.: Dried pork as influenced by nitrite, packaging method and storage. 1982. *J. Food Sci.*, **47**, (5), 1982, 1631.
- [166] Ockerman H.W., Cheng Jen-hua: Warmed-over flavour in crooked beef. *Meat Focus Int.*, **5**, 1996, 1/2,5.
- [167] Ockerman H.W., Kwiatek K.: Effect of electrical stimulation and boning temperature on distribution and migration of curing ingredients (nitrite, salt, glucose) in pork tissue. *J. Food Sci.*, **50** (4), 1985, 884.
- [168] Okayama T., Itoh K.: Studies on pentose promoting the color formation of processed meat products. *Sci. Rept. Fac. Agr. Kobe Univ.*, **15**, 1983, 393.
- [169] Oliveira C.P., Gloria M.B.A., Barbour J.F., Scanlan R.A.: Nitrate, nitrite and volatile nitrosoamines in whey-containing food products. *J. Agric. Food Chem.*, **43** (4), 1995, 967.
- [170] Palmin V.V., Prizenko, V.K., Fiedorowa T.A., Łoginowa O.A.: Some aspects of colour formation in meat products. Proc. XIXth European Meeting Meat Res. Workers, K/4, 1973, 1457.

- [171] Palmin V.V., Fiedorowa G., Prizenko W., Loginowa O.: Poluczenije nitrozogemochromogena i primienienije jego dla uludszenija cwietia kołbas. *Miasnaja Industria SSSR.*, 2, 1975, 40.
- [172] Pearson A.M., Gray H.I., Igene J.O., Yamauchi K.: Status of warmed-over flavor research. *Proc. Meat Ind. Res. Conf. AMSA, AMI, Washington, D.C.*, 1983, 77.
- [173] Pegg R.B., Shahidi F., Gogan N.J., DeSilva S.I.: Elucidation of the chemical structure of preformed cooked cured-meat pigment by electron paramagnetic resonance spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.*, 44 (2), 1996, 416.
- [174] Pegg R.B., Shahidi F.: A novel titration methodology for elucidation of the structure of preformed cooked cured-meat pigment by visible spectroscopy. *Food Chemistry*, 56 (2), 1996, 105.
- [175] Pensabene J.W., Fiddler W., Gates R.A.: Solid-phase extracting method for volatile N-nitrosoamines in hams processed with elastic rubber netting. *JAOAC International*, 75 (3), 1992, 438.
- [176] Penttila P.L.: Estimation of food additive intake. Nordic approach. *Food Additives and Contaminants*, 13 (4), 1996, 421.
- [177] Perez-Olmos R., Herrero R., Lima J.L.F.C., Montenegro M.C.S.M.: Sequential potentiometric determination of chloride and nitrite in meat products. *Food Chemistry*, 59 (2), 1997, 305.
- [178] Perez-Rodriguez M.L., Bosh-Bosh N., Garcia-Mata M.: Monitoring nitrite and nitrate residues in frankfurters during processing and storage. *Meat Science*, 44 (1-2), 1996, 65.
- [179] Perigo J.A., Roberts T.A.: Inhibition of clostridia by nitrite. *J. Food Technol.*, 3, 1968, 91.
- [180] Perigo J.A., Whiting E., Bashford T.E.: Observation on the inhibition of vegetative cells of *Clostridium sporogenes* by nitrite which has been autoclaved in a laboratory medium discussed in the context of sublethally processed cured meats. *J. Food Technol.*, 2, 1967, 377.
- [181] Pierson M.D., Smoot L.A.: Nitrite, nitrite alternatives and the control of *Clostridium botulinum* in cured meats. *CRC Crit. Rev. in Food Sci. and Nutrition*, 17 (2), 1982, 141.
- [182] Pikul J. 1996. Wpływ rodzaju i jakości tłuszczów oraz dodatku tokoferoli w paszach drobiowych na utlenianie lipidów mięsa drobiu podczas przetwarzania i przechowywania (praca przeglądowa). *Postępy Drobiarstwa*, XXXIV, 2, 10.
- [183] Pikul J., Niewiarowicz A., Pospieszna H.: Gehalt an Hämfarbstoffen im Fleisch verschiedener Geflügelarten. *Fleischwirtschaft*, 62 (7), 1982, 900.
- [184] Pikul J.: Powstawanie obcego niepożądanego zapachu i smaku w mięsie ogrzewanym i przechowywanym w warunkach chłodniczych. *PTTŻ, Oddział Wielkopolski, Poznań*, 1992.
- [185] Pikul J.: Zapobieganie utlenianiu lipidów mięsa drobiu poprzez wzbogacanie pasz związkami witaminowo-E aktywnymi. *Gosp. Mięsna*, XLIX (1), 1997, 34.
- [186] Plimpton R.F., Perkins C.J., Sefton T.L., Cahill V.R., Ockerman H.W.: Rigor condition, tumbling and salt level influence on physical, chemical and quality characteristics of cured, boneless ham. *J. Food Sci.*, 56 (6), 1991, 1514.
- [187] Pluta A., Zmarlicki S., Gawel J., Ostrowski S.: Zawartość azotynów i azotanów w dojrzewających serach krajowych. *Przem. Spoż.*, XLI (7-8-9), 1986, 166.
- [188] Polenske M.: Über der Verlust welchen das Rindfleisch und Nahwert durch das Pökeln erleidet sowie über die Veränderungen Salpeterhaltiger Pökellaken. *Arbeiten aus dem Kaiserliche Gesundheit Amt*, 7, 2-3, 1891, 471.
- [189] Pompei C., Spagnolello A.: Chemometric model for describing cooked ham. *Ital. J. Food Sci.*, 9 (1), 1997, 3.
- [190] Potthast K.: Nitrit und Nitrat - Schlüsselverbindungen für zahlreiche Reaktionen beim Pökeln von Fleisch und Fleischerzeugnissen. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.*, 82, 1991, 24.
- [191] Preussmann R.: Toxicity of nitrite and N-nitroso compounds. *Proc.Int.Symp. Nitrite Meat Prod.Zeist. Pudoc., Wageningen*, 1974, 217.
- [192] Przybyłowski P., Sajko W.: Zmiany zawartości azotynów i azotanów w przechowywanych odżywkach dla niemowląt i dzieci. *Przem. Spoż.*, XLVI (10), 1992, 264.
- [193] Przybyłowski P., Sajko W., Janicka B.: Technologiczne uwarunkowania obecności azotanów i azotynów w odżywkach dla niemowląt i dzieci. *Przem. Spoż.*, XLV, (8), 1991, 191.

- [194] Radkowski M.: Wpływ azotynu sodowego na gronkowce w różnych temperaturach. *Med. Wet.*, **XL** (5), 1984, 306.
- [195] Ramarathnam N., Rubin L.J., Diosady L.L.: Studies on meat flavor. I. Qualitative and quantitative differences in uncured and cured pork. *J. Agric. Food Chem.*, **39**, (2), 1991, 344.
- [196] Ramarathnam N., Rubin L.J., Diosady L.L.: Studies on meat flavour. 3. A novel method for trapping volatile components from uncured and cured pork. *J. Agric. Food Chem.*, **41** (6), 1993, 933.
- [197] Ramarathnam N., Rubin L.J., Diosady L.L.: Studies on meat flavor. 2. Qualitative investigation of the volatile carbonyls and hydrocarbons in uncured and cured beef and chicken. *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 1991, 1839.
- [198] Reddy D., Lancaster J.R. Jr., Cornforth D.P.: Nitrite inhibition of *Clostridium botulinum*: Electron spin resonance detection of iron-nitric oxide complexes. *Science*, **221** (8), 1983, 769.
- [199] Rhodhamel E.J., Reddy N.R., Pierson M.D.: Botulism: the causative agent and its control in foods. *Food Control*, **3** (3), 1992, 125.
- [200] Rieve I., Gózdź W., Gózdź H., Lewicki J.: Ocena bekonu odchemizowanego ze zmniejszoną zawartością soli. *Gosp. Mięsna*, **LXII** (7), 1990, 25.
- [201] Roberts T.A., Gibson A.M.: Chemical methods for controlling *Clostridium botulinum* in processed meats. *Food Technology*, **40** (4), 1986, 163.
- [202] Romans J.R., Costello W.J., Carlson C.W., Greaser M.L., Jones K.W.: The meat we eat. 13th Edition. Interstate Publishers, INC. Danville, Illinois 1994.
- [203] Roon van P.S.: Clostridial growth inhibitors, derived from nitrite. Proc. 26th European Meeting of Meat Research Workers, **Vol. II**, M-5, 1980, 227-229.
- [204] Różycki A.: Krakowskie wyroby wędliniarskie. Praktyczne wskazówki o wyrobie wędlin. Nakład autora. Kraków, 1926, 1-301.
- [205] Rubin L.J., Shahidi F., Diosady L.L., Wood D.F.: Synthesis of dinitrosyl ferrohemochrome and its characteristics. Proc. 30th European Meeting of Meat Research Workers, 1984, 276.
- [206] Rubin L.J.: Nitrites and nitrosoamines in perspective. *J. Inst. Can. Sci., Technol. Aliment.*, **10** (1), 1977, A11.
- [207] Rubin L.J., Shahidi F., Diosady L.L.: Control of lipid oxidation in cooked meats. Proc. 31st European Meeting of Meat Res. Workers **2**, 6-33, 1985, 564.
- [208] Sakata R., Honikel K.O., Morita H., Nagata Y.: The effect of freezing on the stability of colour and the residual nitrite in cured meat. *Fleischwirtschaft*, **75** (7), 1995, 917.
- [209] Sakata R., Honikel K.O.: Einfluss eines Diphosphatzusatzes auf Bildung und Bestimmung von Nitrosylmyoglobin und Restnitritgehalt. *Fleischwirtschaft*, **76** (9), 1996, 951.
- [210] Sakata R., Honikel K.O., Morita H., Nagata Y.: Physikalisch-chemische Merkmale von Nitrosomyoglobin. Wasserextrahierbarkeit und Stabilität von Myoglobinderivaten bei Verwendung eines Oxidationsmittels. *Fleischwirtschaft*, **76** (10), 1996, 1046.
- [211] Sakata R., Negishi H., Morita H., Nagata Y.: Stability of oxymyoglobin and nitrosomyoglobin during freezing. *Fleischwirtschaft*, **77** (2), 1997, 162.
- [212] Schwartz S.J., Claus J.R., Wang H., Marriott N.G., Graham P.P., Fernandes C.F.: Inhibition of pink color development in cooked, uncured ground turkey through the binding of non-pink generating ligands to muscle pigments. *Poultry Science*, **76**, 1997, 1450.
- [213] Sebranek J.G.: Advances in the technology of nitrite use and consideration of alternatives. *Food Technology*, **33** (7), 1979, 58.
- [214] Sebranek J.G., Cassens R.G.: Nitrosoamines: A review. *J. Milk and Food Technology*, **36** (2), 1973, 76.
- [215] Sebranek J.G., Cassens R.G., Hoekstra W.G.: Fate of added nitrite. Proc. Int. Symp. Nitrite Meat Prod. Zeist, Pudoc., Wageningen, 1974, 139.
- [216] Sebranek J.G., Cassens R.G., Hoekstra W.G., Winder W.C., Podebradskí E.V., Kielsmeier E.W.: ¹⁵N tracer studies of nitrite added to comminuted meat product. *J. Food Sci.*, **38**, (7), 1973, 1220.
- [217] Sen N.P., Baddo P.A., Seaman S.W.: Nitrosoamines in cured pork products packaged in elastic rubber nettings: An update. *Food Chemistry*, **47**, 1993, 387.

- [218] Shahidi F., Pegg R.B.: Synthesis of cooked cured-meat pigment, dinitrosyl ferrohemochrome, and its colour characteristics. Proc.34th Int. Congress of Meat Sci. and Technol., Brisbane, Australia, Part B, 1988, 357.
- [219] Shahidi F., Pegg R.B.: Nitrite-free meat curing systems: Update and review. Food Chemistry, **43**, 1992, 185.
- [220] Shahidi F., Rubin L.J., Diosady L.L., Wood D.F.: Preparation of the cooked cured-meat pigment, dinitrosyl ferrohemochrome from hemin and nitric oxide. J. Food Sci., **50**, (1), 1985, 272.
- [221] Shahidi F., Rubin L.J., Wood D.F.: Stabilization of meat lipids with nitrite free curing mixture. Meat Science, **22** (1), 1988, 73.
- [222] Shahidi F., Rubin L.J., Diosady L.L., Chew V., Wood D.F.: Preparation of dinitrosyl ferrohemochrome from hemin and sodium nitrite. Can. Inst. Food Sci. Technol. J., **17** (1), 1984, 33.
- [223] Shahidi F.: Current status of nitrite-free meat curing systems. Proc.35th Int. Congress of Meat Science and Technology, **III**, 1989, 897.
- [224] Shahidi F.: Developing alternative curing systems. Trends Food Sci. Technol., **2**, (9), 1991, 219.
- [225] Shahidi F.: Prevention of lipid oxidation in muscle foods by nitrite-free compositions. In: Lipid oxidation in foods. Ed.A.J.St.Angelo, 161, American Chemical Society Books, Washington, D.C., 1992.
- [226] Shahidi F., Pegg R.B.: Further evidence for a mononitrosylhaem complex of the cooked cured-meat pigment. Proc. 41st. Annual Congress of Meat Sci. and Technol., C-84, 1995, 406.
- [227] Shahidi F., Pegg R.B., Shamsuzzaman K.: Colour and oxidative stability of nitrite-free cured meat after gamma irradiation. J. Food Sci., **58**, (5), 1991, 1450.
- [228] Shahidi F., Pegg R.B.: Encapsulation of the pre-formed cooked cured-meat pigment. J. Food Sci., **56** (6), 1991, 1500.
- [229] Shahidi F., Pegg R.B.: Colour characteristics of cooked cured-meat pigment and its application to meat. Food Chemistry, **38**, 1990, 61.
- [230] Shahidi F., Pegg R.B.: Effect of the preformed cooked cured-meat pigment (CCMP) on colour parameters of muscle foods. J. Muscle Foods, **2**, 1991, 297.
- [231] Shahidi F., Pegg R.B.: Novel synthesis of cooked cured-meat pigment. J. Food Sci. **56** (5), 1991, 1205.
- [232] Shahidi F., Pegg R.B.: Nitrite-free meat. Meat Focus International, **2** (9), 1993, 407.
- [233] Shahidi F., Pegg R.B.: Nitrite alternatives for processed meats. Proc. 8th Int. Flavor Conference. Elsevier Sci.Publishers Ltd. 1995, 1223.
- [234] Shahidi F., Synowiecki J., Sen N.P.: N-nitrosoamines in nitrite-cured chicken-seal salami. J. Food Protection, **58** (4), 1995, 446.
- [235] Shahidi F., Wettasinghe M.: Antioxidant activity of preformed cooked-cured-meat pigment in a β -carotene/Linoleate model system. Food Chemistry, **58** (3), 1997, 203.
- [236] Shahidi F., Rubin L.J., D'Souza L.A.: Meat flavor volatiles: A review of the composition, techniques of analysis and sensory evaluation. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, **24**, 2, 1986, 141.
- [237] Shaw D.E., Claus J.R. Steward: Effect of ammonia exposure in fresh pork: a distinct pink colour after cooking. J. Muscle Foods, **3**, 1992, 169.
- [238] Shu C.K., Mookerjee B.D., Bondarovich H.A., Hagedorn M.L.: Characterization of bacon odor and other flavor components from the reaction of isovaleraldehyde and ammonium sulphide. J. Agric.Food Chem., **33**, (1), 1985, 30.
- [239] Słowiński M., Mroczek J., Wielgosz M.: Wpływ azotanów sodu i kwasu askorbinowego na zmiany w tłuszczu mięsa odzyskanego mechanicznie z kurcząt. Med. Wet., **XL** (9), 1984, 566.
- [240] Sofos J.N., Busta F.F.: Alternatives to the use of nitrite as an antibotulinal agent. Food Technology, **34**, 244.
- [241] Szmańko T.: Wpływ przechowywania w stanie zamrożonym szynki wieprzowych nie puszkowanych na wybrane parametry fizykochemiczne, obraz histologiczny oraz poziom lotnych N-nitrozoamin. Zesz.Naukowe AR we Wrocławiu, Nr 149. Technologia Żywności, **III**, 1984, 23.

- [242] Szmańko T., Duda Z.: Fate of nitrite during long-term freeze storage of uncanned cooked ham. Proc.Int.Symp. „Nitrites and Quality of Meat Products, Meat Technology Research Institute, Sofia, 84 (także: *Fleiswirtschaft*, **62** (12), 1981, 1601.
- [243] Szmańko T., Duda Z., Ogonowska D.: The quality of uncanned ham as influenced by long-term storage at cryoscopic temperature. Proc. Symposium „Meat Chilling 1986”. Commission C2-Food Science and Technology. Intern. Inst. of Refrigeration, Paris, 1986, 247.
- [244] Szumilak K., Skrabka-Błotnicka T.: Próby zastosowania barwników w przetwórstwie mięsnym. *Gosp. Mięsna*, **LXIII** (11), 1991, 6.
- [245] Śmiechowska M., Przybyłowski P., Stasiuk E.: Dynamika przemian azotanów i azotynów podczas wyrobu i dojrzewania sera gouda. *Przem.Spoż.* **XLV**, (7), 1991, 179.
- [246] Tannenbaum S.R.: Relative risk of nitrate and nitrite ingestion. Proc. Meat Ind.Res. Conf.AMSA, AMIF, Arlington, 1975, 25.
- [247] Tannenbaum S.R.: Relative risk assessment of various sources of nitrite. Proc. Meat Ind. Res. Conf. AMSA, AMIF, Arlington, 1979, 67.
- [248] Tilgner D.J.: Analiza rozwoju i stanu krajowych badań w technologii i nauce o mięsie w latach 1960-1965. W: Przegląd i analiza krajowych badań w dziedzinie technologii i chemii żywności w latach 1960-1965. Komitet Technologii i Chemii Żywności PAN, Warszawa, 1968, 175-193.
- [249] Tomkin R.B., Christiansen L.N., Shaparis A.B.: Variation in inhibition of *C. botulinum* by nitrite in perishable canned comminuted cured meat. *J. Food Sci.*, **42** (4), 1977, 1046.
- [250] Tompkin B., Borchert L.L.: Impact of microbiology on safety and shelf live of processed meats. Proc. 44th Rec. Meat Conf. AMSA, National Live Stock and Meat Board, Chicago, 1992, 44.
- [251] Tompkin R.B.: Botulism from meat and poultry products - historical perspective. *Food Technology* **34**, (5), 1980, 229.
- [252] Trapp J.H., Arens U.: Technical and nutritional aspects of ascorbic acid. *Food Technology International. Europe*, 1991, 213.
- [253] Tyburcy A., Mroczek J.: Peklowanie mięsa kur na sucho. *Gosp. Mięsna.*, **LX** (4), 1988, 31.
- [254] Tyszkiewicz I.: Próby ukształtowania prawidłowej barwy kielbas przy eliminacji procesu peklowania. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego*, **IX** (2), 1972, 43.
- [255] Tyszkiewicz I., Moch P.: Funkcje askorbinianu sodu, cytrynianu sodu i kwasu cytrynowego w procesie peklowania mięsa. *Roczniki IPMiT*, **XXII/XXIII**, 1985/1986, 105.
- [256] Tyszkiewicz I., Moch P.: Stan i skutki technologiczne skażenia surowców mięsnych azotynami i azotanami. *Gosp. Mięsna*, **LXI** (5), 1989, 29.
- [257] Tyszkiewicz I., Moch P.: Zanikanie azotynów w czasie produkcji i przechowywania konserw mięsnych. *Gosp. Mięsna*, **XLV** (11), 1993, 17.
- [258] Tyszkiewicz I.: Sztuczne barwienie produktów mięsnych. *Gosp. Mięsna*, **XXV**, 9, 1973, 18.
- [259] Tyszkiewicz S., Kłossowska B., Tyszkiewicz I.: Diffusion and dismutation of nitrites in pork meat cured by injection.Proc.41st Annual Congress of Meat Sci. and Technol. D 43, 1995, 509.
- [260] Vösgen W.: Curing. Are nitrite and nitrate necessary or superfluous as curing substances? *Fleischwirtschaft*, **72** (12), 1992, 1675.
- [261] Varnam A.M., Sutherland J.P.: Meat and Meat Products. Technology, chemistry and microbiology. Chapman and Hall. London,Glasgow,Weinheim,New York, Tokyo, Melbourne, Madras, Chapter 4, 167-221, 1995, 298-314.
- [262] Walters C.L.: Chemical and biochemical implications of nitrite during curing. Proc.17th European Meeting of Meat Research Workers. Bristol, 1971, 182.
- [263] Walters C.L., West S.I.: The chemistry of nitrite in curing. Ed.Bailey, A.J.In: Recent Advances in the Chemistry of Meat, **9**, 1984, 178.
- [264] Wettasinghe M., Shahidi F.: Antioxidant activity of preformed cooked cured-meat pigment in a β -carotene/linoleate model system. *Food Chemistry*, **58** (3), 1997, 203.
- [265] Wirth F.: Nitrit und nitrat in erhitzten und rohen gepökelten Fleischscheerzeugnissen, *Fleisherei*, **31**, 1, 1980, 21.

- [266] Wojtoń B., Figurna T.: Pozostałości azotanów i azotynów w produktach mięsnych, badanych w laboratoriach weterynaryjnych w 1984 r. *Med. Wet.* **XLII**, 2, 1986, 71.
- [267] Wojtoń B., Figurna T.: Pozostałości azotanów i azotynów w peklowanych produktach mięsnych, badanych w laboratoriach weterynaryjnych w 1985r. *Med. Wet.*, **XLIII**, 1, 1987, 21.
- [268] Woolford G., Cassens R.G.: The fate of sodium nitrite in bacon. *J. Food Sci.*, **42** (3), 1997, 586.
- [269] Xiong Y.L.: Impact of oxidation on muscle protein functionality. *Proc. 49th Reciprocal Meat Conference of AMSA, AMSA, Chicago, 1996, 1997*, 79.
- [270] Zubillaga M.P., Maerlier G., Foglia T.A.: Antioxidant activity of sodium nitrite. *JAOCS*, **61** (4), 1984, 772.
- [271] Żywica R., Cierach M., Budny J., Machura J.: Zmiany właściwości elektrycznych mięsa w czasie peklowania. *Gosp. Mięsna*, **XLVIII** (10), 1996, 38.

SELECTED PROBLEMS OF NITRITE USE IN MEAT PROCESSING

S u m m a r y

The publication presents contemporary knowledge and views on the selected aspects of meat curing, its theoretical background and practical application as well as nutrition role of nitrite. Chemical transformation of the nitrite, influence of curing on processed meat products colour, taste and aroma, wholesomeness and nitrosoamines synthesis are discussed. Substitutes for nitrite and nitrite antioxidative properties and selected technological aspects of meat curing and role of nitrite in this process are presented. ☒

Komitet Organizacyjny VII Sympozjum Polskiego Towarzystwa Magnezologicznego im. Prof. Juliana Aleksandrowicza uprzejmie zaprasza do uczestnictwa w sympozjum:

„Magnez – środowisko, żywność, zdrowie”

które odbędzie się 21-23 czerwca 1999 r. w Olsztynie

Celem sympozjum jest stworzenie forum dla międzynarodowej grupy specjalistów (rolników, hodowców, żywieniowców, lekarzy medycyny ludzkiej i weterynaryjnej) w celu wymiany najnowszych informacji odnośnie roli magnezu i innych składników mineralnych w środowisku i żywych organizmach.

W ramach sympozjum odbędą się trzy sesje plenarne połączone tematycznie z sesjami posterowymi. Jedna z nich będzie poświęcona roli i losom magnezu w środowisku, druga tyczyć ma zawartości magnezu w żywności i żywych organizmach, ze szczególnym uwzględnieniem człowieka. W czasie obrad trzeciej sesji omówione zostaną zagadnienia interakcji pomiędzy pierwiastkami występującymi w przyrodzie i organizmach żywych oraz konsekwencji tych współzależności. Obrady będą odbywały się w językach: angielskim i polskim. Przewiduje się druk prac w specjalnym wydaniu „Biuletynu Magnezologicznego”. Sympozjum odbędzie się na terenie Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie.

Ważne terminy:

30 listopada 1998 r. zgłoszenie wstępne, przedstawienie streszczenia

15 stycznia 1999 r. akceptacja formy prezentacji, przesłanie szczegółów przygotowania prac do druku

15 lutego 1999 r. termin końcowy przesyłania prac do druku

Adres do korespondencji:

Dr Krystyna A. Skibniewska

Akademia Rolniczo-Techniczna, Pl. Cieszyński 1, 10-957 Olsztyn

Tel.: (089) 523-49-66; fax: (089) 523-35-54

e-mail: kas@moskit.art.olsztyn.pl