

PIOTR KONIECZNY, EDWARD POSPIECH, IZABELA POLITOWSKA

## **WPLYW SOLI MORSKIEJ NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FRAKCJI TŁUSZCZOWEJ MIĘSA BYDLĘCEGO**

### **S t r e s z c z e n i e**

Przeprowadzone badania miały na celu ocenę wpływu dodatku soli morskiej, w porównaniu z innymi rodzajami chlorku sodu, na zmiany frakcji lipidowej mięsa bydła. W doświadczeniu technologicznym zastosowano 4 rodzaje soli, a mianowicie: NaCl cz.d.a., sól kuchenną niejodowaną i jodowaną oraz sól morską, które metodą iniekcji wprowadzano do karkówki wołowej bez kości. Zastosowano jednakowy poziom nasolenia prób (2%), przechowując je w warunkach obniżonej temperatury +4°C lub -20°C. Jako wyróżniki charakteryzujące zmiany ilościowe produktów utlenienia i/lub hydrolizy lipidów w próbach mięsa przyjęto liczbę nadtlenu, kwasową oraz TBA. Wykonano również ocenę sensoryczną prób mięsa po obróbce cieplnej w piecu typu Rational (w temp. 120°C przez około 12 min) i 18-dniowym przechowywaniu chłodniczym.

Przeprowadzone badania nie potwierdziły tezy o negatywnym wpływie rodzaju użytej soli na zmiany tłuszczu mięsa. Poziom mierzonych wskaźników w badanych próbach uległ pewnemu zróżnicowaniu, jednak nie w stopniu umożliwiającym jednoznaczne wskazanie prób o niepożądanych zmianach tłuszczu. Jak wykazano, w warunkach opisanych w doświadczeniu, obecność licznych mikroelementów i innych substancji o charakterze naturalnie występujących zanieczyszczeń w soli morskiej nie skutkowało przyspieszeniem niekorzystnych zmian w mięsie solonym za jej pomocą. Analiza sensoryczna prób po obróbce termicznej wskazała na wyższą pożądalność sensoryczną mięsa z dodatkiem soli morskiej.

**Słowa kluczowe:** mięso bydlęce, produkty mięsne, sól morską, lipidy

### **Wprowadzenie**

Jednym z czynników mających istotny wpływ na stabilność lipidów w mięsie i przetworach mięsnych są stosowane dodatki funkcjonalne, a wśród nich sól kuchenna. Solenie mięsa można uznać za jeden z najstarszych sposobów jego utrwalania.

Istota solenia polega na wymianie osmotyczno-dyfuzyjnej, tj. odwodnieniu środowiska wskutek przenikania wody z tkanek do stężonego roztworu zewnętrznego oraz związania wody przez jony soli wnikaające do mięsa. Bakteriostatyczne działanie

chlorku sodu jest związane głównie z ograniczeniem dostępności wody potrzebnej do rozwoju bakterii (obniża wskaźnik aktywności wody  $a_w$ ). Wśród nie do końca poznanych przyczyn hamowania rozwoju drobnoustrojów przez chlorek sodu wymienia się m.in.: podniesienie ciśnienia osmotycznego i plazmolizę komórek drobnoustrojów, bezpośrednie toksyczne działanie na komórki mikroorganizmów, zmniejszenie rozpuszczalności tlenu w środowiskach płynnych oraz osłabienie aktywności wewnątrzkomórkowych enzymów proteolitycznych [22]. Zależnie od stężenia sól kuchenna wykazuje zróżnicowany efekt konserwujący wobec licznych drobnoustrojów chorobotwórczych, zwiększający się dzięki zastosowaniu, zgodnie z koncepcją „płatków”, innych czynników o działaniu synergistycznym [15]. Gdy w procesie peklowania mięsa obok soli wprowadza się azotan(III) sodu, następuje zahamowanie rozwoju *Clostridium botulinum*, a także innych patogenów np. *Salmonella* i *Staphylococcus aureus* [3, 5, 12, 22].

Poza zwiększeniem trwałości mikrobiologicznej, stosowanie soli kuchennej w przetwórstwie mięsa przysparza wielu innych korzyści, jak np. zwiększenie wodochłonności, nadanie charakterystycznego smaku i zapachu oraz poprawienie właściwości żelujących i emulgujących [14, 18].

Jednocześnie coraz większą uwagę zwraca się na niekorzystne działanie soli. Zwiększa ona bowiem ryzyko nadciśnienia i stymuluje tworzenie szkodliwych produktów utleniania lipidów. Niepożądane przemiany lipidów mogą ograniczać możliwości technologicznego i żywieniowego wykorzystania surowców, zwłaszcza pochodzenia zwierzęcego. Utlenianie lipidów, zachodzące zarówno w czasie przetwarzania, jak i późniejszego przechowywania produktu, często prowadzi do znacznego pogorszenia jego jakości, a nawet zepsucia. Obecność soli w mięsie może mieć niekorzystne działanie prooksydacyjne na tkankę tłuszczową mięsa surowego, ogrzewanego, peklowanego lub zamrażanego [4, 10, 17, 21, 23, 24].

Poszukiwane są zatem możliwości ograniczenia prooksydacyjnego wpływu chlorku sodu na lipidy mięsa, głównie poprzez obniżenie jego ilości w diecie. Szacuje się, że przeciętne spożycie NaCl w naszym kraju kształtuje się na poziomie ok. 15 g/dzień, a zatem 2,5-krotnie przekracza zalecenia WHO (6 g/dzień) [25].

Jak wskazują doświadczenia innych krajów, konsumenci coraz częściej zwracają uwagę na zdrowotność stosowanych soli. Z tego powodu, w miejsce tradycyjnej soli kuchennej, proponuje się m.in. sól jodowaną, sól wzbogaconą fluorem, a nawet sól z 15% dodatkiem mieszaniny przypraw i kilku witamin [14]. W Niemczech lub Szwajcarii, w produktach mięsnych należących do dynamicznie rozwijającego się segmentu tzw. produktów rolnictwa ekologicznego, wykorzystuje się obecnie tzw. sól morską. Jako zawierająca szczególnie dużo cennych mikroelementów jest ona traktowana jako źródło dodatkowych składników prozdrowotnych [9]. W Polsce sól morska jest już dostępna w handlu, ale jej wykorzystanie do celów spożywczych ma niewielki zasięg. Nieliczne są też badania dotyczące wpływu soli morskiej na jakość żywności, w tym również produktów mięsnych.

Kierując się tymi przesłankami, w niniejszej pracy podjęto próbę określenia wpływu soli morskiej i innych rodzajów chlorku sodu na zmiany wybranych właściwości tłuszczu oraz cechy sensoryczne mięsa bydła podczas przechowywania w warunkach obniżonej temperatury.

### **Materiał i metody badań**

Surowcem mięsnym użytym w badaniach była karkówka wołowa bez kości (b/k), wolna od wad jakościowych. Mięso zakupiono w sklepie detalicznym.

Do badań porównawczych zastosowano następujące rodzaje chlorku sodu: NaCl cz.d.a., sól kuchenną niejodowaną, sól kuchenną jodowaną oraz sól morską. Za wyjątkiem soli cz.d.a., pozostałe zakupiono w sklepie detalicznym.

Przed wykonaniem doświadczenia technologicznego przeprowadzono wstępną charakterystykę wymienionych rodzajów soli. Obejmowała ona następujące wyróżniki: wygląd, barwę, zapach, smak. Wybrano je i analizowano wg Polskiej Normy [20]. Dodatkowo, w tym etapie badań, określano progi wyczuwalności, tzn. najmniejsze stężenie danej soli powodujące przejście od braku wrażenia do pojawienia się wrażenia smakowego. Stężenia wodnych roztworów badanych soli wynosiły [%]: 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; i 0,30. Grupa składająca się z 6 osób oceniała kolejno smak każdego z otrzymywanych sukcesywnie roztworów, określając jego jakość oraz natężenie w następującej skali: żadne – 0, bardzo słabe – 1, dość wyraźne – 2, silne – 3 [1].

W mięsie, przed dodaniem soli, oznaczano zawartość: białka metodą Kjeldahla, tłuszczu metodą ekstrakcyjną Soxhleta z wykorzystaniem jednostki ekstrakcyjnej HT6 firmy TECATOR, suchej masy metodą suszarkową, jak również mierzono kwasowość czynną (pH) [16].

W tłuszczu wyekstrahowanym z mięsa za pomocą chloroformu, według procedury opisanej przez Charzyńskiego i Kosibę [2] oznaczano: liczbę nadtlenną – metodą jodometryczną oraz liczbę kwasową – metodą miareczkowania roztworem KOH [13]. Zawartość aldehydu malonowego w przeliczeniu na 1 kg badanego mięsa oznaczano kolorymetrycznie, w reakcji z kwasem 2-tiobarbiturowym, według zmodyfikowanej metody opisanej przez Pikula i wsp. [19].

W doświadczeniu technologicznym surowiec mięsny podzielono na dwie części. Jedną rozdrabniano za pomocą wilka laboratoryjnego, drugą krojono w plastry. Następnie rozdrobnione próby mieszano z solą, a plastry nastrojkiwano roztworami soli, w ilości zapewniającej 2% zawartości w mięsie nasolonym. Plastry poddawano dodatkowo procesowi plastyfikacji z wykorzystaniem wytrząsarki laboratoryjnej (30/30 min przez 4 h), po czym umieszczano w woreczkach poliamidowo-polietylenowych i zamykano próżniowo.

Próby mięsa przeznaczone do badań składowano w warunkach chłodniczych w temp. +4°C lub zamrażalniczych w temp. -20°C. Badania wybranych wyróżników charakteryzujących zmiany frakcji tłuszczowej wykonywano w 1., 18. i 30. dniu przechowywania w obu warunkach oraz dodatkowo w 48. dniu przechowywania zamrażalniczego.

Jednorazowo, po 18 dniach przechowywania, wykonywano również ocenę sensoryczną mięsa – plastrów o szerokości ok. 15 mm lub kotletów z mięsa mielonego o masie ok. 50 g – po obróbce cieplnej (gotowaniu w parze przez ok. 12 min) w piecu konwekcyjno-parowym typu Rational, w temp. 120°C, do uzyskania temp. 68°C wewnątrz próby. Oceniano próby ciepłe. Mięso podawano do oceny w sposób losowy, a próby były zakodowane. Oceniano następujące wyróżniki: barwę, zapach, smak, kruchość i soczystość metodą skalowania liniowego, stosując karty oceny sensorycznej, na których umieszczono skale liniowe odnoszące się do każdego wyróżnika o długości 10 cm, z minimalnymi i maksymalnymi ocenami brzegowymi. Ocenę przeprowadzał każdorazowo ten sam, sześćosobowy zespół [7].

Wszystkie oznaczenia wykonano przynajmniej w trzech powtórzeniach. Analiza statystyczna wyników, w zależności od potrzeb, obejmowała obliczenie odchyłeń standardowych uzyskanych wartości średnich oraz analizę wariancji [6].

## Wyniki i dyskusja

Badania przewidziane do realizacji w ramach niniejszej pracy rozpoczęto od charakterystyki poszczególnych rodzajów soli (tab. 1). Sole nie różniły się istotnie w zakresie wyglądu, barwy, zapachu i smaku. Wszystkie były wolne od zanieczyszczeń mechanicznych, miały postać krystaliczną, o wyraźnie większych kryształach jedynie w przypadku soli morskiej.

Zgodnie z metodyką podaną przez Baryłko-Pikielną [1], natężenie smaku słonego wyrażano opisowo, posługując się odpowiednią skalą. Jak wynika z tab. 2., progi wyczuwalności smaku słonego badanych rodzajów soli zawierały się z reguły w zakresie stężeń od 0,10 do 0,20%. Przy wyższych stężeniach, większość oceniających uznała smak słony jako dość wyraźny lub silny, natomiast przy niższych stężeniach występowały pewne różnice. Oceniający rozpoznawali najłatwiej smak słony soli zwykłej, natomiast nie stwierdzono istotnej różnicy w tym zakresie w odniesieniu do pozostałych rodzajów soli, w tym soli morskiej. Z powyższych badań wynika, że po zastosowaniu soli morskiej jako składnika receptur przetworów mięsnych, nie należy spodziewać się wystąpienia, istotnych odstępstw smakowych. Należy dodać, że w zakresie badanych stężeń (0,10 - 0,30%), nie stwierdzono różnic w rozpuszczalności użytych soli w wodzie destylowanej o temperaturze pokojowej (ok. +18° C).

Udział procentowy wody, suchej masy, białka i tłuszczu w karkówce wołowej bez kości, użytej jako wyjściowy surowiec mięsny, przedstawiono w tab. 3. Wartości te, oznaczone przed dodaniem soli, nie odbiegały zasadniczo od danych literaturowych dotyczących składu podstawowego poszczególnych rodzajów mięsa. Przeciętnie, według Pezackiego [18], w mięsie dorosłych zwierząt rzeźnych zawartość wody wynosi 70%, białka – 17,5%, tłuszczu – 9,0%. Z danych przedstawionych w tab. 3. wynika, że karkówkę wołową bez kości (b/k) charakteryzowała średnia wartość pH ok. 5,9. Skład chemiczny tkanki mięśniowej jest z reguły bardzo zróżnicowany i zależy od wielu czynników przed- i poubojowych [18]. Średnia zawartość tłuszczu w badanym

mięsie wynosiła 8,15%, co pozwoliło sklasyfikować analizowany surowiec jako mięso bydła średnio tłuste.

W tab. 4. przedstawiono wyniki oznaczania wyróżników jakościowych frakcji tłuszczowej badanego mięsa, oznaczonych przed jego nasoleniem i przechowywaniem. Uzyskane wyniki porównano z danymi literaturowymi. Według Medyńskiego [17], wartości testu TBA w mięsie wieprzowym pochodzącym z dwóch handlowych elementów zasadniczych wynosiły od 0,06 do 0,83 mg aldehydu malonowego/kg

Tabela 1

Porównawcza charakterystyka badanych rodzajów chlorku sodu.  
Comparative profile of investigated sorts of sodium chloride.

| Właściwość<br>Attribute                                  | Sól kuchenna<br>niejodowana<br>(SNJ)<br>Un-iodized<br>table salt | Sól kuchenna<br>jodowana<br>(SJ)<br>Iodized table salt          | Sól<br>morska<br>(SM)<br>Sea salt   | NaCl cz.d.a.<br>(SCZDA)<br>Analytically<br>pure salt          |
|--|--|---|---|---|
| Wygląd<br>Appearance                                     | produkt krystaliczny<br>crystalline form of the product          |   | produkt grubo-<br>krystaliczny<br>coarse crystalline<br>form of the product | produkt<br>krystaliczny<br>crystalline form<br>of the product |
| Barwa<br>Colour  | biała<br>white   | biała o naturalnym<br>odcieniu szarym<br>white with a grey tone | biała<br>white  | biała<br>white  |
| Zapach<br>Odour  | bez obcego zapachu<br>no strange odour                           |   |   |   |
| Smak<br>Taste  | bez obcego posmaku<br>no strange taste                           |   |   |   |
| Zanieczyszczenia<br>mechaniczne<br>Mechanical impurities | brak<br>lack   |   |   |   |
| Zawartość jodu<br>Iodine content                         | -  | 30 mg/kg ± 10 mg/kg   | ca 24 mg/kg   | -   |

Tabela 2

Progi wyczuwalności smaku słonego badanych rodzajów NaCl.  
Salty taste thresholds for the investigated sorts of NaCl.

| Rodzaj soli | Stężenie soli [%] / Salt concentration [%] |
|-------------|--|
|-------------|--|

| Salt sort   | 0,10   | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 |
|---|--|------|------|------|------|
|   | Natężenie smaku słonego próbek roztworów (n = 6)<br>Salty taste intensity of the solution samples: |      |      |      |      |
| Sól kuchenna<br>niejodowana (SNJ)<br>Unionized table salt | 0  | 1    | 2    | 2    | 3    |
|   | 1  | 1    | 2    | 2    | 3    |
|   | 1  | 1    | 2    | 3    | 3    |
|   | 1  | 2    | 2    | 3    | 3    |
|   | 1  | 2    | 2    | 3    | 3    |
|   | 1  | 2    | 2    | 3    | 3    |
| Sól kuchenna<br>jodowana (SJ)<br>Ionized table salt       | 0  | 1    | 1    | 2    | 2    |
|   | 0  | 1    | 1    | 2    | 3    |
|   | 0  | 1    | 2    | 2    | 3    |
|   | 0  | 1    | 2    | 2    | 3    |
|   | 1  | 1    | 2    | 3    | 3    |
|   | 1  | 1    | 2    | 3    | 3    |
| Sól morską<br>(SM)<br>Sea salt                            | 0  | 0    | 1    | 2    | 3    |
|   | 0  | 0    | 1    | 2    | 3    |
|   | 0  | 1    | 1    | 2    | 3    |
|   | 0  | 1    | 1    | 2    | 3    |
|   | 0  | 1    | 2    | 3    | 3    |
|   | 0  | 1    | 2    | 3    | 3    |
| NaCl cz.d.a.<br>(SCZDA)<br>Analytically pure salt         | 0  | 1    | 1    | 2    | 3    |
|   | 0  | 1    | 2    | 3    | 3    |
|   | 0  | 1    | 2    | 3    | 3    |
|   | 0  | 1    | 2    | 3    | 3    |
|   | 0  | 1    | 2    | 3    | 3    |
|   | 0  | 1    | 2    | 3    | 3    |

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Natężenie smaku słonego: - żadne – 0, bardzo słabe – 1, dość wyraźne – 2, silne – 3;

Intensity of salty taste: none – 0; very weak -1; quite distinct – 2; strong – 3;

mięsa (schab) oraz od 0,16 do 0,80 mg aldehydu malonowego/kg mięsa (karkówka). Jak wynika z badań Karpińskiej i wsp. [11], tłuszcz wyekstrahowany z kotletów mielonych zawierających 60% surowego mięsa z indyka charakteryzował się liczbą nadtlenkową poniżej 0,07 mg O<sub>2</sub>/kg tłuszczu, liczbą kwasową około 3 mg KOH/g tłuszczu i wartością testu TBA poniżej 0,01 mg aldehydu malonowego/kg produktu. W badaniach Zaborowskiej [23] oznaczono liczbę kwasową oraz nadtlenkową w gotowych wędlinach (typu mortadela i piwna) i wyrażono, odpowiednio, w mg KOH/g tłuszczu i mmol O<sub>2</sub>/kg tłuszczu. Uzyskane wartości mieściły się w zakresach:

Tabela 3

Odczyn (pH) oraz zawartość suchej masy, tłuszczu i białka w mięsie była przed soleniem i przechowywaniem.

The pH value and content of dry matter, fat, and protein in beef meat investigated prior to its salting and storing.

| Rodzaj oznaczenia<br>Type of determination      | Wartość średnia $\pm$ s<br>Mean value $\pm$ SD |
|---|--|
| Zawartość suchej masy [%]<br>Dry matter content | 24,15 $\pm$ 1,33                               |
| Zawartość tłuszczu [%]<br>Fat content           | 8,15 $\pm$ 1,38                                |
| Zawartość białka [%]<br>Protein content         | 19,92 $\pm$ 0,12                               |
| Odczyn (pH)<br>pH value                         | 5,91 $\pm$ 0,01                                |

Objaśnienia: / Explanatory notes:

s - odchylenie standardowe / SD - standard deviation

T a b e l a 4

Charakterystyka wybranych wyróżników jakościowych frakcji tłuszczowej mięsa bydła przed soleniem i przechowywaniem.

Selected characteristic quality parameters of fat fraction in the beef meat prior to its salting and storing.

| Wyróżnik jakościowy<br>Characteristic quality parameter  | Wartość średnia $\pm$ s<br>Mean value $\pm$ SD |
|--|--|
| Liczba nadtlenkowa [mg O <sub>2</sub> /kg tłuszczu]<br>Peroxide value [mg O <sub>2</sub> /kg of fat] | 0,090 $\pm$ 0,010                              |
| Liczba kwasowa [mg KOH/g tłuszczu]<br>Acid value [mg KOH/g of fat]                                   | 0,63 $\pm$ 0,09                                |
| Test TBA [mg aldehydu malonowego/kg mięsa]<br>Test TBA [mg malonaldehyde / kg of meat]               | 0,789 $\pm$ 0,105                              |

Objaśnienie jak w tab. 3 / Explanatory notes as in Tab. 3.

2,20 do 2,42 (liczba kwasowa) i 2,25 do 3,16 (liczba nadtlenkowa). Można zatem uznać, że wyjściowy poziom produktów utlenienia tłuszczu, wyekstrahowanego z surowca mięsnego badanego w niniejszej pracy, mierzony wartościami badanych liczb, był niski, charakterystyczny dla mięsa świeżego.

Zmiany wyróżników charakteryzujących jakość frakcji tłuszczowej badanego mięsa poddanego przechowywaniu w warunkach obniżonej temperatury przedstawiono w tab. 5. W doświadczeniu zastosowano 3 czynniki zmienności tj. czas przechowywania mięsa, rodzaj użytej soli oraz sposób przygotowania wyrobu (mięso mielone lub plastry). Główną przyczyną różnej szybkości procesów utleniania i powstawania obcego smaku i zapachu przechowywanego mięsa jest odmienny skład fosfolipidów w stosunku do triacylogliceroli [17]. Niska stabilność lipidów komórkowych wynika między innymi z bliskiego sąsiedztwa błon komórkowych z czynnikami katalizującymi procesy utleniania lipidów, takimi jak: barwniki hemowe, jony metali i enzymy. Szkodliwe ich oddziaływanie zwiększa się w wyniku uszkodzeń błon komórkowych spowodowanych m.in. rozdrabnianiem, co powoduje odsłonięcie i

wyeksponowanie fosfolipidów np. na działanie tlenu atmosferycznego. Dlatego również ten czynnik, tj. różny sposób przygotowania prób, uwzględniono w niniejszych badaniach.

Stwierdzono, że średnie wartości liczby nadtlenkowej w próbach przechowywanych chłodniczo (+ 4°C) zmieniły się w granicach od 0,090 do 0,117 g O<sub>2</sub>/kg tłuszczu, w zależności od rodzaju soli i sposobu przygotowania mięsa. Wraz z wydłużaniem okresu przechowywania badanego mięsa w tych warunkach, liczba nadtlenkowa stopniowo wzrastała. W próbach mięsa przechowywanych w warunkach zamrażalniczych największa średnia wartość liczby nadtlenkowej wynosiła 0,177 g O<sub>2</sub>/kg tłuszczu (mięso w plastrach, z dodatkiem soli jodowanej). Zaobserwowano również, że średnia wartość liczby nadtlenkowej wszystkich badanych prób mięsa przechowywanych w plastrach (P) była większa (0,125 g O<sub>2</sub>/kg tłuszczu) od średniej wartości tej liczby prób mielonych (M) (0,103 g O<sub>2</sub>/kg tłuszczu), choć oczekiwano, że rozdrobnienie mięsa przyspieszy zmiany oksydacyjne tłuszczu podczas przechowywania. Wprawdzie rodzaj użytej soli nie różnicował wartości liczby nadtlenkowej tłuszczu w sposób statystycznie istotny ( $p \leq 0,05$ ), jednak metodą analizy wariancji potwierdzono istotność różnic związanych z wpływem czasu przechowywania prób mięsa, jak i sposobem ich przygotowania na wartość tej liczby. Test TBA należy do standardowych, a zarazem najbardziej użytecznych wskaźników oceny niekorzystnych zmian oksydacyjnych zachodzących w tłuszczu. Wykrywany za pomocą tego testu aldehyd malonowy jest jednym z wtórnych produktów autooksydacji. Znany jest jako związek o działaniu rakotwórczym i mutagennym na organizm ludzki [17]. W warunkach omawianego doświadczenia, w przypadku prób mięsa przechowywanych chłodniczo, średnie wartości testu TBA zmieniły się w granicach od 0,492 do 1,365 mg aldehydu malonowego/kg mięsa, a próby przechowywanej w temp. -20°C przez 48 dni zawierały się w granicach od 0,673 do 0,780 mg aldehydu malonowego/kg mięsa, w zależności od rodzaju soli i sposobu przygotowania mięsa. Jak wykazała analiza wariancji, spośród badanych czynników zmienności statystycznie istotny wpływ na poziomie istotności  $p \leq 0,05$  na zmiany wartości TBA miał czas przechowywania prób i rodzaj użytej soli.

Surowce zwierzęce, w tym mięso, w obecności wody i hydrolaz estrów glicerolowych, zwanych lipazami, ulegają procesowi hydrolitycznego rozpadu.

Zmienna szybkość rozkładu hydrolitycznego tłuszczu jest funkcją czynników fizycznych i chemicznych [21, 23, 24]. Na intensywność zmian hydrolitycznych

Tabela 5

Liczba nadtlenkowa, zawartość aldehydu malonowego (test TBA) i liczba kwasowa badanego mięsa była w zależności od sposobu przygotowania prób oraz czasu i temperatury ich przechowywania.

Peroxide value, malonaldehyde content (TBA), and acid value of the beef meat investigated depending on the method of preparing samples, and on the duration and temperature of storing them.



| Czas przechowywania [dni]<br>Storing period (days) | Sól<br>Salt | Przygotowanie mięsa<br>Preparing meat | Liczba nadtlenkowa<br>[g O <sub>2</sub> /kg tłuszczu]<br>Peroxide value<br>[mg O <sub>2</sub> /kg of fat] | Test TBA [mg aldehydu malonowego/kg mięsa]<br>Test TBA [mg malonaldehyde/ kg of meat] | Liczba kwasowa<br>[mg KOH/g tłuszczu]<br>Acid value<br>[mg KOH/ g fat] |
|--|-------------|---------------------------------------|---|---|--|
| 0  | -           | P                                     | 0,090 <sup>a</sup> ± 0,010  | 0,789 <sup>b</sup> ± 0,105  | 0,63 <sup>a</sup> ± 0,09   |
|  |             | M                                     | 0,090 <sup>a</sup> ± 0,010  | 0,789 <sup>b</sup> ± 0,105  | 0,63 <sup>a</sup> ± 0,09   |
| 18   | SCZDA       | P                                     | 0,108 <sup>a</sup> ± 0,003  | 1,017 <sup>c</sup> ± 0,040  | 0,87 <sup>b</sup> ± 0,05   |
|  |             | M                                     | 0,104 <sup>a</sup> ± 0,006  | 1,031 <sup>c</sup> ± 0,040  | 0,80 <sup>b</sup> ± 0,05   |
|  | SNJ         | P                                     | 0,150 <sup>b</sup> ± 0,012  | 1,365 <sup>c</sup> ± 0,040  | 0,56 <sup>a</sup> ± 0,10   |
|  |             | M                                     | 0,103 <sup>a</sup> ± 0,076  | 1,081 <sup>c</sup> ± 0,020  | 0,67 <sup>a</sup> ± 0,05   |
|  | SJ          | P                                     | 0,099 <sup>a</sup> ± 0,022  | 0,762 <sup>b</sup> ± 0,030  | 0,73 <sup>a</sup> ± 0,05   |
|  |             | M                                     | 0,094 <sup>a</sup> ± 0,071  | 0,940 <sup>c</sup> ± 0,020  | 0,94 <sup>b</sup> ± 0,05   |
|  | SM          | P                                     | 0,146 <sup>b</sup> ± 0,003  | 0,938 <sup>c</sup> ± 0,040  | 0,59 <sup>a</sup> ± 0,05   |
|  |             | M                                     | 0,114 <sup>a</sup> ± 0,006  | 0,982 <sup>c</sup> ± 0,040  | 0,80 <sup>b</sup> ± 0,05   |
| 30   | SCZDA       | P                                     | 0,112 <sup>a</sup> ± 0,003  | 0,965 <sup>b</sup> ± 0,113  | 0,84 <sup>b</sup> ± 0,09   |
|  |             | M                                     | 0,117 <sup>a</sup> ± 0,010  | 0,679 <sup>b</sup> ± 0,051  | 0,80 <sup>b</sup> ± 0,05   |
|  | SNJ         | P                                     | 0,149 <sup>b</sup> ± 0,003  | 0,814 <sup>b</sup> ± 0,093  | 0,66 <sup>a</sup> ± 0,15   |
|  |             | M                                     | 0,138 <sup>b</sup> ± 0,006  | 0,615 <sup>a</sup> ± 0,054  | 1,22 <sup>b</sup> ± 0,05   |
|  | SJ          | P                                     | 0,129 <sup>b</sup> ± 0,005  | 0,660 <sup>b</sup> ± 0,039  | 0,66 <sup>a</sup> ± 0,05   |
|  |             | M                                     | 0,117 <sup>a</sup> ± 0,010  | 0,701 <sup>b</sup> ± 0,019  | 0,87 <sup>b</sup> ± 0,05   |
|  | SM          | P                                     | 0,117 <sup>a</sup> ± 0,010  | 0,572 <sup>a</sup> ± 0,124  | 0,73 <sup>a</sup> ± 0,05   |
|  |             | M                                     | 0,102 <sup>a</sup> ± 0,020  | 0,492 <sup>a</sup> ± 0,089  | 0,74 <sup>a</sup> ± 0,39   |
| 48 <sup>**</sup>                                   | SCZDA       | P                                     | 0,137 <sup>b</sup> ± 0,003  | 0,750 <sup>b</sup> ± 0,089  | 0,52 <sup>a</sup> ± 0,05   |
|  |             | M                                     | 0,107 <sup>a</sup> ± 0,009  | 0,780 <sup>b</sup> ± 0,023  | 0,63 <sup>a</sup> ± 0,09   |
|  | SNJ         | P                                     | 0,172 <sup>b</sup> ± 0,011  | 0,714 <sup>b</sup> ± 0,039  | 0,52 <sup>a</sup> ± 0,15   |
|  |             | M                                     | 0,137 <sup>b</sup> ± 0,017  | 0,714 <sup>b</sup> ± 0,039  | 0,45 <sup>a</sup> ± 0,05   |
|  | SJ          | P                                     | 0,177 <sup>b</sup> ± 0,011  | 0,712 <sup>b</sup> ± 0,004  | 0,70 <sup>a</sup> ± 0,01   |
|  |             | M                                     | 0,127 <sup>b</sup> ± 0,011  | 0,701 <sup>b</sup> ± 0,058  | 0,84 <sup>b</sup> ± 0,09   |
|  | SM          | P                                     | 0,137 <sup>b</sup> ± 0,039  | 0,673 <sup>b</sup> ± 0,019  | 0,63 <sup>a</sup> ± 0,09   |
|  |             | M                                     | 0,098 <sup>a</sup> ± 0,011  | 0,701 <sup>b</sup> ± 0,058  | 0,63 <sup>a</sup> ± 0,19   |

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\* – wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation;

\*\* – próba przechowywana zamrażalniczo / sample stored under the frozen conditions;

P – plastry / slices; M – mięso mielone / mincemeat;

a, b, c – wartości średnie różnią się statystycznie istotnie przy  $p \leq 0,05$

a,b,c – mean values differ statistically significantly at  $p \leq 0.05$ .

może wpływać zarówno zawartość wody, jak i domieszki mineralne w soli kuchennej [21]. Potwierdzenia tego dostarczyć miało oznaczenie zmian liczby kwasowej tłuszczu wyekstrahowanego z badanego mięsa.

Średnie wartości liczby kwasowej w próbach tłuszczu pozyskanego z mięsa przechowywanego w warunkach obniżonej temperatury uległy pewnemu zróżnicowaniu (tab. 5). Średnie wartości liczby kwasowej prób przechowywanych chłodniczo zmieniały w granicach od 0,56 do 1,22 mg KOH/g tłuszczu, a próby przechowywanej w temp. -20°C przez 48 dni, zawierały się w granicach od 0,45 do 0,84 mg KOH/g tłuszczu, w zależności od rodzaju soli i sposobu przygotowania mięsa. Z wyjątkiem mięsa solonego chlorkiem sodu (SCZDA), próby mięsa mielonego (M)

charakteryzowała z reguły większa wartość liczby kwasowej niż mięsa w plastrach (P) przechowywanego w tych samych warunkach, niezależnie od czasu przechowywania.

Największą wartość liczby kwasowej (1,22 mg KOH/g tłuszczu) odnotowano w 30. dniu przechowywania chłodniczego (mięso mielone, z dodatkiem soli niejodowanej), natomiast najmniejszą (0,45 mg KOH/kg tłuszczu) w próbie przechowywanej zamrażalniczo (również mięso mielone, z dodatkiem soli niejodowanej). Można przypuszczać, że w wyniku zamrożenia prób mięsa do temp.  $-20^{\circ}\text{C}$  nastąpiło spowolnienie procesu hydrolizy tłuszczu, a wartości liczby kwasowej pozostały na poziomie zbliżonym do takiego, jaki występował w surowcu wyjściowym. Analiza wariancji wykazała, że statystycznie istotny wpływ na zmiany ocenianego wyróżnika ( $p \leq 0,05$ ) miał tylko czas przechowywania prób i sposób ich przygotowania. Choćby uwidoczniło się pewne, zróżnicowane oddziaływanie rodzaju soli na zmiany liczby kwasowej badanego tłuszczu, nie stwierdzono, aby wartości liczby kwasowej w próbach mięsa poddanych działaniu soli, do której wprowadzono dodatkowo jod (SJ), jak i soli morskiej (SM) różniły się statystycznie istotnie. Jak wykazano, w warunkach opisanych w doświadczeniu, obecność licznych mikroelementów i innych substancji o charakterze naturalnie występujących zanieczyszczeń w soli morskiej [8] nie skutkowało więc przyspieszeniem niekorzystnych zmian hydrolitycznych w mięsie nasolonym z jej udziałem.

Istotnych informacji o wpływie zastosowanych rodzajów soli na jakość mięsa oczekiwano w związku z wykonaniem obróbki cieplnej badanych prób. W tab. 6. przedstawiono wyniki oceny sensorycznej próbek badanego mięsa, wykonanej po 18 dniach ich przechowywania chłodniczego.

Uzyskano znaczne zróżnicowanie ocen poszczególnych wyróżników, a ich zakres mieścił się w szerokich granicach od 3,9 do 8,5 pkt (w skali od 0 do 10 pkt). Najmniejszą akceptację oceniających uzyskały próby solone chlorkiem sodu cz.d.a., które jedynie pod względem barwy na przekroju nie ustępowały, a nawet przewyższały (próby w plastrach) pozostałe próby. Negatywny wpływ tej soli zaobserwowano zwłaszcza w odniesieniu do kruchości mięsa w plastrach (ocena 4,0 pkt). Wyraźnie niższą akceptację barwy na przekroju uzyskały próby mięsa w plastrach z solą niejodowaną i jodowaną (noty odpowiednio 4,0 i 3,9 pkt).

Smakowitość prób mięsa solonego przy użyciu soli morskiej, zarówno plastrów, jak i mięsa mielonego, oceniono najwyższej (odpowiednio 8,5 i 8,0 pkt). Oceniający zgodnie podkreślali bogatszy bukiet smakowo-zapachowy tych prób w porównaniu z pozostałymi. W celu uzupełnienia zebranych informacji poproszono oceniających, aby posługując się metodą kolejności, uszeregowali produkty rosnąco pod względem ogólnej pożądalności sensorycznej od najmniej do najbardziej pożądanym. Zarówno w przypadku prób mięsa w plastrach, jak i prób z mięsa mielonego, wyniki tak przeprowadzonej oceny były jednakowe i przedstawiały się następująco: mięso solone chlorkiem sodu (SCZDA) < mięso solone solą niejodowaną (SN) < mięso solone solą jodowaną (SJ) < mięso solone solą morską (SM).

Chociaż ocena sensoryczna prób mięsa po ogrzaniu miała charakter rozpoznania i nie była wykonywana we wszystkich terminach badań, jej wyniki dowiodły, że wprowadzając do produktu różne rodzaje soli, przy zachowaniu tego samego poziomu ilościowego, można oczekiwać znacznego zróżnicowania ocen sensorycznych. Przy zbliżonych wartościach wskaźników charakteryzujących procesy utleniania i hydrolizy tłuszczu, sól morską okazała się dodatkiem recepturowym poprawiającym jakość sensoryczną mięsa.

### Wnioski

1. Porównawcza charakterystyka różnych, dostępnych na krajowym rynku rodzajów soli kuchennej i NaCl cz.d.a. wykazała, iż charakteryzują się one swoistymi, zbliżonymi do siebie cechami w zakresie wyglądu, barwy, zapachu, smaku i zawartości zanieczyszczeń mechanicznych.
2. Stwierdzono, że oceniający progi wyczuwalności smaku słonego najłatwiej rozpoznawali smak słony wodnych roztworów soli niejodowanej, nie stwierdzając przy tym wyraźnych różnic między pozostałymi rodzajami badanych soli, w tym soli morskiej;
3. Zastosowanie wytypowanych rodzajów soli do solenia mięsa bydła tzn. karkówki b/k, w jednakowej ilości zapewniającej 2% stężenie soli w produktach gotowych, przechowywanych następnie w warunkach chłodniczych, w plastrach lub w postaci rozdrobnionej, jedynie w nieznacznym stopniu wpływało na zróżnicowanie jakości frakcji tłuszczowej mięsa.
4. Zaobserwowano, że mięso solone solą morską, przechowywane chłodniczo przez 18 dni i poddane ogrzewaniu, zarówno w postaci zmielonej, jak i w plastrach, charakteryzowała największa smakowitość w porównaniu z próbami mięsa traktowanego innym rodzajami soli.

### Literatura

- [1] Baryłko-Piekielna N.: Zarys analizy sensorycznej żywności. Wyd. WNT. Warszawa 1975.
- [2] Charzyński J., Kosiba E.: Analiza techniczna w przemyśle mięsnym. Wyd. II. Warszawa 1966.
- [3] Cierach M.: Rola azotynu sodu jako inhibitora oksydacji lipidów w przetworach mięsnych. *Gosp. Mięs.*, 1997, **4**, 28-30.
- [4] Drozdowski B.: Lipidy. W: Sikorski Z. E. (red.): Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności. WNT. Warszawa 1996, s. 167-233.
- [5] Duda Z.: Wybrane zagadnienia stosowania azotynu w przetwórstwie mięsa. *Żywność. Technologia. Jakość.*, 1998, **3 (16)**, 5-42.
- [6] Gawęcki J., Wagner W.: Podstawy doświadczałnictwa w nauce o żywieniu i żywności. Wyd. AR. Poznań 1988.
- [7] Gawęcki J., Jędryka T.: Analiza sensoryczna. Wybrane metody i przykłady zastosowań. Wyd. AE. Poznań 2001.
- [8] Gutorski K.: Sól. Wyd. Krajowa Agencja Wydawnicza. Warszawa 1978.
- [9] Honikel K.O.: Bio-keine Frage der Fleischqualität: Inhaltsstoffe von Ökofleisch, MPV Metzger+Wurster, 2000, **22**, 1-6 .

- [10] Jelińska M.: Nowe dane o roli tłuszczów w żywieniu. *Przem. Spoż.* 1989, **9-10**, 249.
- [11] Karpińska M., Borowski J., Danowska-Oziewicz M.: The use of natural antioxidants in ready to serve food. *Food Chem.*, 2001, **72**, 5-9.
- [12] Kowalski Z.: Konserwowanie mięs i produktów mięsnych. *Gosp. Mięś.*, 1995, **11**, 36-37.
- [13] Krełowska-Kułas M.: Badanie jakości produktów spożywczych. Wyd. PWE. Warszawa 1993.
- [14] Krieger-Mettbach B.: Das Salz in der Wurst, *Die Fleischerei*. 2004, **5**, 118-122.
- [15] Leistner L.: Mild and effective thermal treatment of meat products by application of hurdle technology. *Technologija Mesa*, 1998, **XXXIX**, **3**, 95-100.
- [16] Ładoński W., Gospodarek T.: Podstawowe metody analityczne produktów żywieniowych. Wyd. PWN. Warszawa 1986.
- [17] Medyński A.: Ocena wpływu mikrokapsułkowanej soli kuchennej na wybrane właściwości fizykochemiczne mięsa solonego w środowisku kwaśnym i przechowywanego w obniżonej temperaturze. Praca doktorska wykonana w Instytucie Technologii Mięsa AR w Poznaniu. Poznań 2004.
- [18] Pezacki W.: *Technologia mięsa*. Wyd. WNT. Warszawa 1981.
- [19] Pikul J., Leszczynski D.E., Kummerow F.A.: Elimination of sample autoxidation by butylated hydroxytoluene additions before thiobarbituric acid assay for malonaldehyde in fat from chicken meat. *J. Agric. Food Chem.*, 1983, **31**, 1338-1342.
- [20] PN-C-84081-2: 1998. Sól (chlorek sodu) – Sól spożywcza.
- [21] Sikorski Z., Drozdowski B., Samotus B.: *Chemia żywności*. Wyd. PWN. Warszawa 1988.
- [22] Stobińska H.: *Metody utrwalania żywności*. Rozdz.8. W: *Mikrobiologia i higiena w przemyśle spożywczym* – red. Żakowska Z. i Stobińska H. Wyd. Politechniki Łódzkiej. Łódź 2000.
- [23] Zaborowska Z.: Wpływ wybranych czynników technologicznych na zawartość oksysteroli w wyrobach mięsnych. Praca doktorska wykonana w Instytucie Technologii Mięsa AR w Poznaniu. Poznań 2001.
- [24] Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J.: Ocena żywieniowa tłuszczów utlenionych. *Przem. Spoż.* 1991, **4**, 98-100.
- [25] Ziemiański Ś., Bułhak-Jachymczyk B., Budzyńska-Topolowska J.: Normy żywienia dla ludności w Polsce (energia, białko, tłuszcz witaminy i składniki mineralne). *Nowa Medycyna*, 1998, **4**, 17.

#### THE EFFECT OF SEA SALT ON SOME SELECTED PROPERTIES OF FAT FRACTION IN BEEF MEAT

##### S u m m a r y

The investigations performed aimed at estimating an effect of sea salt added on changes in the lipid fraction of beef meat, compared with other sodium chloride sorts. In the technological experiment, four different salts were used, namely: analytically pure NaCl, non-iodized table salt, iodized table salt, and sea salt; they were introduced into the boneless beef neck part using an injection method. The same salting rate (2%) was used for all the samples, which were, then, stored under the conditions of a decreased temperature: +4°C or -20°C. Peroxide value, acid value, and malonaldehyde content (TBA) were assumed as the characteristic parameters of quantitative changes in the oxidation products and/or in the hydrolysis of lipids in the beef meat samples. Additionally, the selected meat samples were sensory evaluated after having been thermally processed in a 'Rational' combi oven (at 120°C, for ca. 12 minutes), and, also, after the 18-day cool storage.

The investigations accomplished did not confirm the thesis that a salt type added to the beef meat samples had a negative effect on changes in the fat contained in beef meat. The level of characteristic parameters measured in the samples under investigation became diversified, however, its variation degree did not make it possible to explicitly indicate samples showing undesirable changes in fat. It was proved

that, under the described conditions of the experiment, the presence of numerous microelements and other substances in the character of impurities naturally occurring in sea salt did not speed up unfavourable changes in the beef meat salted using this sea salt. The sensory analysis of thermally treated samples showed a higher level of sensory desirability of beef meat with sea salt added.

**Key words:** beef meat, meat products, sea salt, lipids 