

BOŻENA DANYLUK, ARKADIUSZ MEDYŃSKI, EDWARD POSPIECH,
ANDRZEJ ŁYCZYŃSKI, BOŻENA GRZEŚ

**OCENA WPŁYWU MIKROKAPSULKOWANEGO CHLORKU SODU
NA STAN MIKROBIOLOGICZNY MIĘSA ZE SCHABU
I Z KARKÓWKI PRZECHOWYWANEGO W WARUNKACH
CHŁODNICZYCH I ZAMRAŻALNICZYCH**

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu dodatku mikrokapsulkowanego chlorku sodu, azotanu(III) sodu i kwasu mlekowego na stan mikrobiologiczny mięsa schabu i karkówki. Mięso przechowywano w warunkach chłodniczych (2 i 14 dób) i zamrażalniczych (3 i 9 miesięcy), po uprzednim umieszczeniu go w woreczkach z folii laminowanej PAPE, zamkniętych próżniowo. Z reguły stwierdzano istotnie wyższe zanieczyszczenie bakteriami tlenowymi mięsa karkówki w porównaniu ze schabem zarówno po 2, jak i po 14 dobach przechowywania w chłodni. Dodanie, oprócz soli, azotanu(III) sodu i kwasu mlekowego miało korzystny wpływ na trwałość mikrobiologiczną mięsa przechowywanego w chłodni przez okres 2 tygodni. Wydłużenie czasu zamrażalniczego przechowywania mięsa z 3 do 9 miesięcy powodowało redukcję liczby bakterii tlenowych w materiale zawierającym tylko sól, a wzrost bakterii zakwaszających, niezależnie od rodzaju stosowanej substancji dodatkowej. Przyczyniło się także do znacznej redukcji bakterii z grupy coli w mięsie schabu, czego nie zaobserwowano w przypadku karkówki. Użycie mikrokapsulkowanej soli nie stanowiło zagrożenia mikrobiologicznego mięsa nawet po 14 dniowym przechowywaniu.

Słowa kluczowe: mięso wieprzowe, przechowywanie, mikrokapsulkowany NaCl, stan mikrobiologiczny.

Wprowadzenie

Dodatek chlorku sodu do mięsa jest powszechny, co wynika z jego oddziaływania na właściwości funkcjonalne (wodochłonność, zdolność emulgowania i żelowania), sensoryczne a także trwałość mięsa. Dane literaturowe [8, 9, 10, 11, 14] wskazują

Dr B. Danyluk, prof. dr hab. E. Pospiech, dr B. Grześ, Instytut Technologii Mięsa Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań, dr A. Medyński, Barentz Sp. z o. o., ul. Nowoberestecka 14, 02-204 Warszawa, prof. dr hab. A. Łyczyński, Katedra Surowców Pochodzenia Zwierzęcego Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, ul. Wołyńska 33, 60-627 Poznań

jednak, że chlorek sodu ma działanie prooksydacyjne. Fakt ten nie jest bez znaczenia w przypadku mięsa przeznaczonego do długotrwałego, zamrażalniczego przechowywania, a zwłaszcza mięsa o dużej zawartości tłuszczu. Działanie to można ograniczyć stosując, jeśli to dopuszcza proces przetwórczy, azotan(III) sodu, pełniący funkcję przeciwutleniacza, oraz kwas mlekowy wzmacniający aktywność przeciwutleniaczy.

W niniejszej pracy zastosowano mikrokapsulkowaną sól kuchenną. Mikrokapsulkowanie jest metodą polegającą na wytworzeniu otoczki wokół substancji stałej, ciekłej lub gazowej tak, aby zawartość powstałej kapsułki uwalniała się w sposób kontrolowany, w określonych warunkach [6, 7]. Substancje mikrokapsulkowane w technologii żywności spełniają najczęściej funkcję dodatków o specyficznych właściwościach. Użycie składnika mikrokapsulkowanego powinno mieć na celu poprawę cech jakościowych produktu finalnego [7].

Problem użycia mikrokapsulkowanego chlorku sodu w technologii mięsa jest najczęściej marginalizowany. Firmy produkujące sól tego typu swoje dane przekazują w formie prospektów reklamowo-informacyjnych. Brak jest w nich informacji dotyczących oddziaływania mikrokapsulkowanego chlorku sodu na przebieg solenia/peklowania, jego wpływu na zmiany oksydacyjne lipidów, wodochłonność, barwę, cechy sensoryczne czy rozwój niepożądaną mikroflory. Zamknięcie soli w otoczkę, a tym samym brak jej dostępu do tkanki, może jednak niekorzystnie oddziaływać na trwałość mięsa podczas jego składowania, co prawdopodobnie można minimalizować stosując dodatek kwasu mlekowego lub też w przypadku ograniczania procesów utleniania przez zastosowanie azotanów(III).

W niniejszej pracy przeanalizowano wpływ mikrokapsulkowanego chlorku sodu na stan mikrobiologiczny mięsa wykrojonego ze schabu i karkówki, przechowywanego w warunkach chłodniczych oraz w stanie zamrożonym, stosując dodatkowo w określonych wariantach kwas mlekowy i azotan(III) sodu.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym było mięso wycięte z dwóch elementów zasadniczych, tzn. ze schabu (mięsień najdłuższy grzbietu – *m. longissimus*) oraz z karkówki (składającej się z wielu mięśni m. in. z: najdłuższego szyi – *m. longissimus cervicis*, najdłuższego głowy – *m. longissimus capitis*, długiego szyi – *m. longus colli*, płatowego – *m. splenius*) [12]. Surowiec pochodził z półtuszy wychłodzonych przez 24 h po uboju i był wolny od wad jakościowych typu PSE i DFD. Selekcji dokonywano w oparciu o pomiar wartości pH, przewodności elektrycznej i wizualnej oceny barwy. Jako mięso o normalnej jakości uznawano to, w którym wartość pH₂ była większa od 5,5, przewodność elektryczna nie wyższa od wartości 8 mS/cm², a powierzchnia mięsa miała barwę od jasnoróżowej do czerwonej.

Surowiec krojono na plastry o szerokości 35–40 mm i masie ok. 150 g, które przydzielono do 4 eksperymentalnych wariantów doświadczenia:

- S – plaster z dodatkiem 2,3% NaCl,
- SA – plaster z dodatkiem 2,3% NaCl i 0,0125% azotanu(III) sodu,
- SAK – plaster z dodatkiem 1,73% NaCl, 0,0125% azotanu(III) sodu i 0,3% kwasu mlekowego,
- SK – plaster z dodatkiem 1,73% NaCl i 0,3% kwasu mlekowego.

Zastosowana sól była mikrokapsułkowana (Cap-Shure® 85 Salt, firmy Balchem Corp., USA). Przed przystąpieniem do badań przeprowadzono ocenę ww. preparatu. Wyboru dokonano w oparciu o wcześniejsze badania [5]. Porównywano wybrany preparat Cap-Shure® 85 Salt z odmianą Cap-Shure® Sodium Chloride 70 Salt (Balchem Corp., USA) i preparatami rodzimej produkcji (firmy „Paula” z Kalisza). Zastosowane mikrokapsułki odznaczały się najlepszą szczelnością i jednorodnością. Podstawową charakterystykę handlową obu rodzajów soli Cap-Shure (materiały informacyjne firmy Balchem Corp.) przedstawiono w tab. 1. Obie odmiany różniły się statystycznie istotnie pod względem udziału trwale zakapsułkowanej soli (TZ_s), wielkością kapsułki i wartością pH. Bardziej trwale zakapsułkowaną sól miała wersja 85 Salt, miała też mniejsze kapsułki (tab. 1 i 2).

Tabela 1

Charakterystyka handlowa soli mikrokapsułkowanych (Balchem Corp. USA).
Commercial characteristic of micro-encapsulated salts (Balchem Corp. USA).

Specyfikacja / Specification	Cap-Shure® 85 Salt	Cap-Shure® 70 Salt
Udział substancji zakapsułkowanej Share of micro-encapsulated salt [%]	83-87	68-72
Udział substancji kapsułkującej Share of substance used for micro-encapsulation [%]	13-17	28-32
Rodzaj substancji kapsułkującej Type of substance for capsule	Częściowo uwodorniony olej roślinny / Partly hydrogenated plant oil	Częściowo uwodorniony olej roślinny / Partly hydrogenated plant oil
Temperatura topnienia mikrokapsułki Melting point of microcapsule [°C]	67-70	64-69
Wygląd Appearance	białe, sypkie granulki/white, loose granules	białe, sypkie granulki white, loose granules
Rozmiar mikrokapsulek Size of microcapsules	Powyżej 0,6 mm;/ 30 mesh (17-25% wszystkich kapsulek / 17-25% of all capsules)	Maksymalnie 2% wszystkich kapsulek o wielkości 10 mesh (2 mm)
	0,3-0,6 mm; / 30-50 mesh (70-	maximum 2% of all capsules

	80% wszystkich kapsułek / 70-80% of all capsules)	have the size of 10 mesh (2 mm)
--	---	---------------------------------

Tabela 2

Właściwości preparatów mikrokapsułkowanego chlorku sodu.

Properties of micro-encapsulated sodium chloride.

Rodzaj soli Type of the salt	TZ _s * [%] (n = 3)**	Wartość pH wodnej mieszaniny pH-value of water mixture		Średnia wielkość kapsułek Mean size of capsules [mm] (n = 50)
		przed ogrzewaniem before heating (n=3)	po ogrzewaniu after heating (n=3)	
85 Salt	92,6***±0,02 ^x	7,10 ^a ±0,02	6,37 ^c ±0,03	0,512 ^a ±0,215
70 Salt	87,3 ^b ±0,03	6,69 ^b ±0,04	6,61 ^b ±0,03	0,772 ^b ±0,347

*TZ_s – ilość trwale zakapsułkowanej soli / amount of stable encapsulated salt; ^x odchylenie standardowe / standard deviation; ** liczba pomiarów / number of measurements; *** wartości średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($\alpha = 0,05$) / mean values estimated for indicated properties designated by various letters show statistically significant differences ($\alpha = 0,05$).

Nieznacznie, ale istotnie statystycznie, zmieniła się wartość pH wodnej mieszaniny 85 Salt po ogrzewaniu. Poza dobrą szczelnością wersja 85 odznaczała się małym udziałem substancji powlekającej, przy podobnej jej temperaturze topnienia. Do solenia wybrano więc mikrokapsułkowany chlorek sodu Cap-Shure® 85 Salt. Ilość mikrokapsułkowanej soli została zwiększona o 15% ze względu na taki w niej udział substancji kapsułkującej. Chlorek sodu uwalniał się z kapsułki dopiero w trakcie obróbki cieplnej, tj. gdy kapsułka (otoczka) topiła się. Gdy podczas solenia stosowano kwas mlekowy, ilość dodanej soli zmniejszono o 0,5%, ponieważ wzmagał on słoność mięsa. Dodatek kwasu ograniczono do poziomu 0,3% celem uzyskania zakwaszenia sensorycznie akceptowanego. Składniki peklujące dodawane były w postaci solanki nastrzykowej w ilości 20%. Sól mikrokapsułkowaną dodawano na sucho na powierzchnię plastrów, gdyż preparat ten nie rozpuszczał się w wodzie.

Zasolone mięso umieszczano w woreczkach (laminatach) PAPE-poliamidowo-polietylenowych o przepuszczalności: tlenu – 50 cm³/m²/24 h; dwutlenku węgla – 140 cm³/m²/24 h i wody – 6–8 g/m²/24 h). Następnie zamykano je próżniowo (próżnia 50 mbar) i część prób przechowywano w szafie chłodniczej w temp. 2–4°C przez 2 i 14 dób, a część zamrażano i składowano w temp. -18°C przez 3 i 9 miesięcy. Mięsa zamrożone przed przystąpieniem do badań rozmrażano, przechowując przez około 12–14 h w temp. 6°C.

Ocena mikrobiologiczna

Po danym okresie składowania w próbach określano ogólną liczbę bakterii tlenowych w 1 g, liczbę bakterii kwaszących w 1 g oraz miano bakterii z grupy coli i miano beztlenowych laseczek przetrwalnikujących. Sprawdzano również liczbę gronkowców chorobotwórczych w 1 g. Przygotowanie materiału do badań, posiewy i odczyty wykonano zgodnie z zasadami podanymi przez Burbiankę i wsp. [3]. Do oznaczenia bakterii stosowano następujące podłoża:

- agar odżywczy dla bakterii tlenowych,
- agar z mannitolem (Chapmana) dla gronkowców chorobotwórczych,
- agar MRS dla bakterii kwaszących,
- podłoże z żółcią i zielenią brylantową dla bakterii z grupy coli,
- podłoże Wrzoska dla beztlenowych laseczek przetrwalnikujących.

Oznaczanie wartości pH

Wartość pH mierzono po soleniu. W każdej próbie wykonano minimum trzy pomiary, przez umieszczenie elektrody pH-metru (Handylab) bezpośrednio wewnątrz naciętego kawałka [4].

Analiza statystyczna

Wyniki oznaczeń poddano analizie statystycznej. Zastosowano trójczynnika analizę wariancji z powtórzeniami [13].

Wyniki i dyskusja

Mięso przechowywane w warunkach chłodniczych

Wyniki oceny mikrobiologicznej mięsa wykrojonego ze schabu przechowywanego w warunkach chłodniczych przedstawiono w tab. 3. i 4. Próby z dodatkiem tylko soli mikrokapsułkowanej (S) charakteryzowały się stosunkowo małym zanieczyszczeniem drobnoustrojami tlenowymi. Liczba tych bakterii, po 2 dobach przechowywania w chłodni, wynosiła od $1,5 \cdot 10^3$ do $5,6 \cdot 10^3$ w 1 g, a po 14 d od $1,6 \cdot 10^5$ do $8,1 \cdot 10^5$ w 1 g. W pozostałych próbach, tzn. z dodatkiem soli, azotanu(III) sodu i kwasu mlekowego (SA, SAK i SK) oznaczono większą liczbę bakterii tlenowych w 1g, ale zróżnicowanie pomiędzy próbami nie było istotne statystycznie. Podczas dłuższego przechowywania zaznaczył się bakteriostatyczny wpływ NaNO_2 i kwasu mlekowego na mikroflorę. Po 14 dobach składowania w chłodni, w próbach z dodatkiem azotanu(III) sodu i kwasu mlekowego, w połączeniu z mikrokapsułkowanym chlorkiem sodu (SA i SAK), oznaczono mniejszą liczbę drobnoustrojów tlenowych niż po 2 dobach. W próbie SA średnie zanieczyszczenie

bakteriami tlenowymi zmniejszyło się z $1,1 \cdot 10^6/\text{g}$ po 2 dobach do $3,7 \cdot 10^5/\text{g}$ po 14 dobach (tab. 3).

Tabela 3

Ogólna liczba bakterii tlenowych w 1 g mięsa przechowywanego w warunkach chłodniczych.
Total aerobic bacteria count in 1 g of meat after its storage under chilled conditions.

Czas przechowywania [doby] Storing time [days]	Próba Sample	Części zasadnicze Primal cuts	Ogólna liczba bakterii tlenowych w 1 g Total aerobic bacteria count per g		
			$\bar{x} \pm s$	M	m
2	S	schab / loin	$3,6 \times 10^3 \pm 2,1 \times 10^{3a}$	$5,6 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$
		karkówka neck	$2,3 \times 10^7 \pm 5,6 \times 10^{6abc}$	$2,7 \times 10^7$	$1,9 \times 10^7$
	SA	schab / loin	$1,1 \times 10^6 \pm 9,1 \times 10^{5a}$	$2,1 \times 10^6$	$4,4 \times 10^5$
		karkówka neck	$2,4 \times 10^7 \pm 3,5 \times 10^{6abc}$	$2,6 \times 10^7$	$2,1 \times 10^7$
	SAK	schab / loin	$2,5 \times 10^6 \pm 1,6 \times 10^{6a}$	$4,3 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$
		karkówka neck	$4,3 \times 10^7 \pm 1,3 \times 10^{7cd}$	$5,2 \times 10^7$	$3,3 \times 10^7$
	SK	schab / loin	$2,0 \times 10^6 \pm 1,3 \times 10^{6a}$	$3,1 \times 10^6$	$5,2 \times 10^5$
		karkówka neck	$3,7 \times 10^7 \pm 7,8 \times 10^{6bc}$	$4,2 \times 10^7$	$3,1 \times 10^7$
14	S	schab / loin	$4,8 \times 10^5 \pm 3,2 \times 10^{5a}$	$8,1 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$
		karkówka neck	$6,6 \times 10^7 \pm 4,6 \times 10^{6d}$	$9,8 \times 10^7$	$3,3 \times 10^7$
	SA	schab / loin	$3,7 \times 10^5 \pm 4,1 \times 10^{5a}$	$8,4 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
		karkówka neck	$1,6 \times 10^7 \pm 4,2 \times 10^{6abc}$	$1,9 \times 10^7$	$1,3 \times 10^7$
	SAK	schab / loin	$3,0 \times 10^6 \pm 4,4 \times 10^{6a}$	$8,1 \times 10^6$	$1,1 \times 10^4$
		karkówka neck	$1,3 \times 10^7 \pm 1,2 \times 10^{7ab}$	$2,1 \times 10^7$	$4,0 \times 10^6$
	SK	schab / loin	$1,8 \times 10^5 \pm 1,5 \times 10^{5a}$	$3,2 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$
		karkówka neck	$3,6 \times 10^7 \pm 4,5 \times 10^{7bc}$	$6,8 \times 10^7$	$4,6 \times 10^6$

*abc – wartości średnie oznaczone różnymi indeksami różnią się istotnie przy $\alpha \leq 0,05$ / mean values designated by various indexes significantly differ at $\alpha \leq 0,05$.

x – wartość średnia / mean value,

M – wartość maksymalna / maximum value,

m – wartość minimalna / minimum value,

$\pm s$ – odchylenie standardowe / standard deviation,

S – plaster z 2% dodatkiem NaCl / slice with 2% NaCl,

SA – plaster z 2% dodatkiem NaCl i 0,0125% azotanu(III) sodu / slice with 2% NaCl and 0,0125% sodium nitrite,

SAK – plaster z 1,5% NaCl, 0,0125 azotanu(III) sodu i 0,3% kw. mlekowego / slice with 1,5% NaCl, 0,0125% sodium nitrite and 0,3% lactic acid,

SK – plaster z 1,5% dodatkiem NaCl i 0,3% kwasu mlekowego / slice with 1,5% NaCl, and 0,3% lactic acid.

Tabela 4

Wyniki oceny mikrobiologicznej mięsa przechowywanego w warunkach chłodniczych.
Results of microbial quality evaluation of meat after its storage under chilled conditions.

Czas przechowywania [doby] Storing time [days]	Próba Sample	Części zasadnicze Primal cuts	Liczba bakterii kwaszących w 1 g Lactic acid bacteria count per g	Obecność bakterii z grupy coli Occurrence of a coliform		Obecność beztlenowych laseczek przetrwalnikujących w 0,1 g Occurrence of sporulating anaerobic bacteria in 0.1 g	Gronkowce chorobotwórcze w 1 g Occurrence of pathogenic <i>Staphylococcus</i> per 1 g
				0,1g	0,01g		
2	S	schab loin	<30×10	+	-	-	<30×10
		karkówka neck	<30×10	-	-	-	<30×10
	SA	schab loin	<30×10	+	-	-	<30×10
		karkówka neck	<30×10	-	+	-	<30×10
	SAK	schab loin	<3,0×10	-	-	-	<30×10
		karkówka neck	<30×10	-	-	-	<30×10
	SK	schab loin	<4,0×10 ²	+	-	-	<30×10
		karkówka neck	<30×10	-	-	-	<30×10
14	S	schab loin	<30×10	+	-	-	<30×10
		karkówka neck	<30×10	+	-	-	<30×10
	SA	schab loin	<30×10	+	-	-	<30×10
		karkówka neck	<30×10	+	-	-	<30×10

	SAK	schab loin	<30×10	-	-	-	<30×10
		karkówka neck	<30×10	+	-	-	<30×10
	SK	schab loin	<30×10	+	-	-	<30×10
		karkówka neck	<30×10	+	-	-	<30×10

Objaśnienia jak w tab. 3 / Explanations as in Tab. 3.

W przypadku próby SK liczba ta zmniejszyła się odpowiednio z $2,0 \cdot 10^6$ do $1,8 \cdot 10^5$ (tab. 3). Jednoczesne użycie azotanu(III) sodu i kwasu mlekowego oraz mikrokapsułkowanej soli (SAK) powodowało mniejszy skutek bakteriostatyczny niż w przypadku wariantów SA i SK. Po 14 dobach przechowywania średnia liczba bakterii tlenowych w 1 g nieznacznie zwiększyła się z $2,5 \cdot 10^6$ (po 2 dobach) do $3,0 \cdot 10^6$. Należy jednak wziąć pod uwagę, że zastosowanie tylko soli mikrokapsułkowanej (S) spowodowało, że średnie zanieczyszczenie bakteriami tlenowymi wzrosło z $3,6 \cdot 10^3/g$ po 2 dobach przechowywania do $4,8 \cdot 10^5/g$ po 14 dobach magazynowania. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała jednak, że materiał doświadczalny nie był zróżnicowany pod względem zanieczyszczenia bakteriami tlenowymi. Powyższe wskazuje, że zachowując wysoki poziom higieny produkcji liczba bakterii tlenowych w próbach traktowanych tylko solą mikrokapsułkowaną nie przekraczała wielkości zalecanych dla mięsa świeżego, nawet po 14 dobach przechowywania. [3, 15].

Bakteriostatyczne działanie substancji chemicznych (sól, NaNO_2 , kwas mlekowy) widoczne było w przypadku innych grup drobnoustrojów (tab. 4). W badanych próbach nie oznaczono więcej niż 30 kolonii przy posiewie z rozcieńczenia 1:10 w kierunku bakterii kwaszących i gronkowców chorobotwórczych, stąd ich liczbę określono jako <30·10 w 1 g. Wyjątek stanowiła próba SK w II serii, po 2 dobach przechowywania, gdzie liczba bakterii kwaszących wzrosła w 1 g i wynosiła $6,1 \cdot 10^2$. Również zanieczyszczenie bakteriami z grupy coli nie budziło zastrzeżeń. Bakterie te występowały jedynie w 0,1 g. Nie stwierdzono obecności beztlenowych laseczek przetrwalnikujących w 0,1 g. Wyniki te są zgodne z wymaganiami przedstawionymi w rozporządzeniu MRiRW z 21.12.2002 r. [1].

W porównaniu z mięsem schabu, stan mikrobiologiczny karkówki przechowywanej w warunkach chłodniczych był znacznie gorszy (tab. 3. i 4). Większa liczba bakterii tlenowych w 1 g karkówki, w porównaniu z mięsem schabu, mogła wynikać z różnic w wartościach pH.

W tab. 5. przedstawiono wyniki pomiaru wartości pH poszczególnych prób. Wskazują one, że karkówka charakteryzowała się wyższymi wartościami pH niż schab. Bez względu na rodzaj zastosowanej substancji chemicznej w próbach, po 2 dobach składowania w warunkach chłodniczych, liczba bakterii tlenowych była duża. Po 14

dobach przechowywania średnia liczba bakterii tlenowych w 1g próby z dodatkiem tylko mikrokapsułkowanego chlorku sodu była najwyższa ($6,6 \cdot 10^7$) i różniła się statystycznie istotnie od pozostałych wartości (tab. 3). W żadnej z ocenionych prób nie stwierdzono wzrostu bakterii kwaszących i gronkowców chorobotwórczych w liczbie przekraczającej 30 kolonii, z rozcieńczenia 1:10. Bakterie z grupy coli występowały w 0,1 g, sporadycznie w 0,01 g. W żadnej z przebadanych prób nie stwierdzono obecności beztlenowych laseczek przetrwalnikujących w 0,1 g (tab. 4).

Tabela 5

Wartość pH mięsa niepoddanego ogrzewaniu.
The pH-value of unheated meat.

Rodzaj próby Sample	Rodzaj surowca Raw material	2 doby (2-4°C) 2 days	14 dób (2-4°C) 14 days	3 mies. (-18°C) 3 months
		$x \pm s$	$x \pm s$	$x \pm s$
S	schab loin	$5,40 \pm 0,07^f$	$5,39 \pm 0,05^{ef}$	$5,56 \pm 0,14^h$
	karkówka neck	$5,68 \pm 0,12^i$	$5,63 \pm 0,20^{hi}$	$5,64 \pm 0,13^{hi}$
SA	schab loin	$5,40 \pm 0,12^f$	$5,46 \pm 0,08^{fg}$	$5,54 \pm 0,15^{gh}$
	karkówka neck	$5,80 \pm 0,21^j$	$5,72 \pm 0,14^{ij}$	$5,75 \pm 0,18^{ij}$
SAK	schab loin	$5,11 \pm 0,11^c$	$5,08 \pm 0,09^{bc}$	$5,24 \pm 0,09^d$
	karkówka neck	$5,10 \pm 0,12^c$	$5,10 \pm 0,12^c$	$5,22 \pm 0,09^d$
SK	schab loin	$4,95 \pm 0,14^a$	$5,09 \pm 0,09^{bc}$	$5,24 \pm 0,11^d$
	karkówka neck	$5,00 \pm 0,20^{ab}$	$5,04 \pm 0,12^{abc}$	$5,28 \pm 0,12^{de}$

Objaśnienia jak w tab. 3 / Explanations as in Tab. 3.

Mięso przechowywane w warunkach zamrażalniczych

Dane dotyczące stanu mikrobiologicznego mięsa schabu przechowywanego w temp. -18°C przedstawiono w tab. 6. i 7. Po 3. miesiącach składowania średnia liczba bakterii tlenowych w 1g była największa w próbie SK ($4,1 \cdot 10^8$) i różniła się statystycznie istotnie od pozostałych wartości (tab. 6). Tak duże zanieczyszczenie bakteriami tlenowymi tłumaczyć można tym, że ocenę mikrobiologiczną wykonywano po całkowitym rozmrożeniu prób. Był to stan, kiedy drobnoustroje namnażały się

bardzo szybko, ze względu na wysoką aktywność wody. Ponadto próby przygotowane były w postaci małych kawałków (plastrów), co również sprzyjało zwiększeniu zanieczyszczenia mikrobiologicznego.

Po 3 miesiącach przechowywania również stwierdzono bardzo duże zanieczyszczenie prób bakteriami z grupy coli (tab. 7). Obecność bakterii z grupy coli stwierdzono w rozcieńczeniu 10^{-5} lub 10^{-4} . Źródłem występowania pałeczek z grupy coli może być nie tylko mięso, ale także solanka, w której wprowadzie bakterie te nie rozwijają

Tabela 6

Wyniki oceny mikrobiologicznej mięsa (bakterie tlenowe i beztlenowe) przechowywanego w temp. -18°C.

Results of microbial quality evaluation (aerobic and anaerobic bacteria) of meat stored at -18°C.

Czas przechowywania [mies.] Storing time [month]	Próba Sample	Części zasadnicze Primary cuts	Ogólna liczba bakterii tlenowych w 1 g Total aerobic bacteria count in 1g			Obecność beztlenowych laseczek przetrwalnikujących w 1 g Occurrence of sporulating anaerobic bacteria in 0,1 g
			x ± s	M	m	
3	S	schab loin	$1,6 \times 10^7 \pm 2,1 \times 10^{7a}$	$4,0 \times 10^7$	$1,4 \times 10^6$	-
		karkówka neck	$1,1 \times 10^8 \pm 3,1 \times 10^{7ab}$	$1,3 \times 10^8$	$8,6 \times 10^7$	-
	SA	schab loin	$1,3 \times 10^7 \pm 8,7 \times 10^{6a}$	$2,1 \times 10^7$	$3,8 \times 10^6$	-
		karkówka neck	$3,4 \times 10^8 \pm 9,8 \times 10^{7ab}$	$4,1 \times 10^8$	$2,7 \times 10^8$	-
	SAK	schab loin	$3,2 \times 10^7 \pm 4,3 \times 10^{3a}$	$8,2 \times 10^7$	$4,5 \times 10^6$	-
		karkówka neck	$2,3 \times 10^8 \pm 7,8 \times 10^{7ab}$	$2,8 \times 10^8$	$1,7 \times 10^8$	-
	SK	schab loin	$4,1 \times 10^8 \pm 4,3 \times 10^{8b}$	$8,7 \times 10^8$	$1,4 \times 10^7$	-
		karkówka neck	$3,2 \times 10^7 \pm 1,4 \times 10^{6a}$	$3,3 \times 10^7$	$3,1 \times 10^7$	-
9	S	schab loin	$4,8 \times 10^6 \pm 2,9 \times 10^{6a}$	$6,8 \times 10^6$	$2,7 \times 10^6$	-
		karkówka neck	$6,8 \times 10^6 \pm 5,8 \times 10^{6a}$	$1,2 \times 10^7$	$5,2 \times 10^5$	-

	SA	schab loin	$5,1 \times 10^7 \pm 3,2 \times 10^{7ab}$	$7,4 \times 10^7$	$2,8 \times 10^7$	-
		karkówka neck	$9,4 \times 10^7 \pm 1,1 \times 10^{8ab}$	$2,2 \times 10^8$	$2,4 \times 10^5$	-
	SAK	schab loin	$9,6 \times 10^7 \pm 2,0 \times 10^{7ab}$	$1,1 \times 10^8$	$8,2 \times 10^7$	-
		karkówka neck	$9,5 \times 10^7 \pm 1,6 \times 10^{8ab}$	$2,8 \times 10^8$	$3,7 \times 10^5$	-
	SK	schab loin	$7,4 \times 10^7 \pm 8,0 \times 10^{7ab}$	$1,3 \times 10^8$	$1,7 \times 10^7$	-
		karkówka neck	$3,0 \times 10^8 \pm 4,8 \times 10^{8ab}$	$8,5 \times 10^8$	$1,2 \times 10^6$	-

Objaśnienia jak w tab.3. / Explanations as in Tab. 3.

Tabela 7

Wyniki oceny mikrobiologicznej mięsa przechowywanego w temp. -18°C.

Results of microbial quality evaluation of meat stored at -18°C.

Czas przechowywania [mies.] Storing time [month]	Próba Sample	Części zasadnicze Primary cuts	Liczba bakterii kwaszących w 1 g Lactic acid bacteria in 1 g			Obecność bakterii z grupy coli Occurrence of coliform 10 ⁻¹ 10 ⁻² 10 ⁻³ 10 ⁻⁴ 10 ⁻⁵					Liczba gronkowców chorobotwórczych w 1 g Pathogenic <i>Staphylococcus</i> per 1 g
			x ± s	M	m						
3	S	schab / loin	7,5 × 10 ² ± 3,1 × 10 ^{2a}	9,9 × 10 ²	4,0 × 10 ²	+	+	+	-	-	<30 × 10
		karkówka neck	3,4 × 10 ³ ± 4,3 × 10 ^{3a}	6,4 × 10 ³	3,0 × 10 ²	+	+	+	+	-	<30 × 10
	SA	schab / loin	4,9 × 10 ² ± 3,2 × 10 ^{2a}	8,6 × 10 ²	3,0 × 10 ²	+	+	+	-	-	<30 × 10
		karkówka neck	2,1 × 10 ³ ± 2,0 × 10 ^{3a}	3,5 × 10 ³	6,8 × 10 ²	+	+	+	+	-	<30 × 10
	SAK	schab / loin	3,5 × 10 ² ± 8,6 × 10 ^{1a}	4,5 × 10 ²	3,0 × 10 ²	+	+	+	+	-	<2,5 × 10 ²
		karkówka neck	3,3 × 10 ² ± 4,2 × 10 ^a	3,6 × 10 ²	3,0 × 10 ²	+	+	+	+	-	<30 × 10
SK	schab / loin	8,0 × 10 ² ± 8,7 × 10 ^{2a}	1,9 × 10 ³	3,0 × 10 ²	+	+	+	+	-	<30 × 10	
	karkówka neck	1,4 × 10 ³ ± 1,5 × 10 ^{3a}	2,5 × 10 ³	3,0 × 10 ²	+	+	+	-	-	<30 × 10	
9	S	schab / loin	3,0 × 10 ² ± 0,00 × 10 ^{0a}	3,0 × 10 ²	3,0 × 10 ²	-	-	-	-	-	<30 × 10
		karkówka neck	7,5 × 10 ² ± 6,5 × 10 ^{2a}	1,5 × 10 ³	3,7 × 10 ²	+	+	+	+	-	<30 × 10
	SA	schab / loin	1,2 × 10 ⁴ ± 1,4 × 10 ^{4a}	2,2 × 10 ⁴	1,3 × 10 ³	+	-	-	-	-	<30 × 10
		karkówka neck	8,2 × 10 ³ ± 1,3 × 10 ^{4a}	2,4 × 10 ⁴	3,0 × 10 ²	+	+	+	+	-	<30 × 10
	SAK	schab / loin	3,2 × 10 ³ ± 2,8 × 10 ^{3a}	5,2 × 10 ³	1,2 × 10 ³	-	-	-	-	-	<30 × 10
		karkówka neck	2,3 × 10 ⁴ ± 1,3 × 10 ^{4ab}	3,2 × 10 ⁴	8,1 × 10 ³	+	+	+	+	-	<30 × 10
SK	schab / loin	2,6 × 10 ³ ± 3,0 × 10 ^{3a}	4,7 × 10 ³	5,1 × 10 ²	-	-	-	-	-	<30 × 10	
	karkówka neck	4,6 × 10 ⁴ ± 4,7 × 10 ^{4b}	9,4 × 10 ⁴	3,0 × 10 ²	+	+	+	+	-	<30 × 10	

Objaśnienia jak w Tab.3 / Explanations as in Tab. 3.

się, ale mogą utrzymywać się bardzo długo [3]. Rozwój pałeczek z grupy coli następował natomiast bardzo szybko podczas rozmrażania prób, czym można tłumaczyć znaczne zanieczyszczenie ocenianych prób pałeczkami z grupy coli. Problemu nie stanowiły natomiast beztlenowe laseczki przetrwalnikujące i gronkowce chorobotwórcze. Beztlenowe laseczki przetrwalnikujące nie występowały w 0,1 g (tab. 6). Przy posiewie, z rozcieńczenia 10^{-1} , na płytce Petriego w kierunku gronkowców chorobotwórczych nie stwierdzano więcej niż 30 kolonii. Stąd ich liczbę określano jako $<30 \cdot 10$ w 1 g. Wyjątek stanowiła próba z dodatkiem soli, NaNO_2 i kwasu mlekowego (SAK) w serii I, gdzie liczba gronkowców chorobotwórczych wynosiła $1,5 \cdot 10^2$ w 1 g. W próbach przechowywanych w warunkach zamrażalniczych stwierdzono także występowanie bakterii kwaszących. Liczba tych bakterii w 1g próby wynosiła od $<30 \cdot 10$ do $1,9 \cdot 10^3$ (tab. 7).

Wydłużenie czasu składowania w temp. -18°C do 9 miesięcy poprawiło stan mikrobiologiczny materiału doświadczalnego. Nie stwierdzono obecności beztlenowych laseczek przetrwalnikujących w 0,1 g. Liczba bakterii tlenowych w 1 g zmniejszyła się w przypadku użycia soli (S) i soli z kwasem mlekowym (SK). Natomiast w przypadku zastosowania azotanu(III) sodu (SA i SAK) liczba bakterii tlenowych nieznacznie wzrastała (tab. 6). Analiza statystyczna wykazała jednak, że pod względem zanieczyszczenia bakteriami tlenowymi próby nie były zróżnicowane i ich liczba była podobna we wszystkich grupach. Miano coli było mniejsze lub równe 10^{-1} we wszystkich przebadanych próbach (tab. 7). We wszystkich próbach liczbę gronkowców chorobotwórczych określono jako $<30 \cdot 10$. Liczba bakterii kwaszących w 1 g próby utrzymywała się na poziomie od $<30 \cdot 10$ do $2,2 \cdot 10^4$ (tab. 7).

Karkówka, przechowywana w warunkach zamrażalniczych, była znacznie bardziej zanieczyszczona mikrobiologicznie niż schab składowany w identycznych warunkach (tab. 6 i 7). Średnia liczba bakterii tlenowych w 1 g po 3 miesiącach magazynowania wynosiła od $3,2 \cdot 10^7$ w przypadku próby z dodatkiem soli i kwasu mlekowego (SK) do $3,4 \cdot 10^8$ w próbie z solą i azotanem(III) sodu (SA) (tab. 6). Jednak w porównaniu z okresem 2 dobowego składowania w warunkach chłodniczych, podczas 3 miesięcy przechowywania w temp. -18°C nie następował tak znaczny wzrost liczby bakterii tlenowych jak w przypadku schabu (tab. 6). Średnia liczba bakterii kwaszących w 1 g tak magazynowanych prób wynosiła od $<30 \cdot 10$ do $3,4 \cdot 10^3$ (tab. 7).

Obecność bakterii z grupy coli stwierdzono w rozcieńczeniach 10^{-3} lub 10^{-4} w zależności od rodzaju próby (tab. 7). W żadnej z przebadanych prób nie stwierdzono natomiast obecności beztlenowych laseczek przetrwalnikujących w 0,1 g (tab. 6). We wszystkich przypadkach liczba gronkowców chorobotwórczych była mniejsza niż $30 \cdot 10$. Wydłużenie czasu składowania w temp. -18°C do 9 miesięcy powodowało zmniejszenie liczby bakterii tlenowych w 1g próby z dodatkiem soli (S), soli i

azotanu(III) sodu (SA) oraz soli, azotanu(III) sodu i kwasu mlekowego (SAK) (tab. 7). Największa redukcja liczby tych bakterii wystąpiła w karkówce z dodatkiem tylko chlorku sodu (S). W próbie z dodatkiem soli i kwasu mlekowego (SK) liczba tych bakterii wzrosła 10-krotnie. Podczas zamrażalniczego przechowywania nie zaobserwowano, jak to miało miejsce w przypadku schabu, zjawiska obumierania komórek bakterii z grupy coli. Miano coli nadal równe było 10^4 . W opisanych warunkach przechowywania nie obserwowano namnożenia się beztlenowych laseczek przetrwalnikujących i gronkowców chorobotwórczych. Obecności beztlenowców nie stwierdzono w 0,1 g próby (tab. 6), liczba gronkowców chorobotwórczych w 1 g była mniejsza od $30 \cdot 10$. Liczba bakterii kwaszących w 1 g wzrosła a najwięcej (średnio $4,6 \cdot 10^4$) ich występowało w karkówce składowanej 9 miesięcy, do której dodano kwas mlekowy (SK). Próba różniła się statystycznie istotnie od pozostałych (tab. 7).

Wnioski

1. Mięso karkówki było wyjściowo bardziej zanieczyszczone bakteriami tlenowymi niż schab.
2. Dodanie, oprócz soli, azotanu(III) sodu i kwasu mlekowego miało korzystny wpływ na trwałość mikrobiologiczną mięsa przechowywanego w chłodni przez 14 dób.
3. Użycie mikrokapsulkowanej soli nie stanowiło zagrożenia mikrobiologicznego mięsa nawet przy 14 dobowym przechowywaniu chłodniczym.
4. W mięsie schabu i karkówki zawierających tylko sól kuchenną wydłużenie czasu zamrażalniczego przechowywania z 3 do 9 miesięcy powodowało redukcję liczby bakterii tlenowych. Liczba bakterii kwaszących zwiększała się niezależnie od rodzaju stosowanej substancji.
5. Składowanie prób mięsa schabu w temp. -18°C przez 9 miesięcy powodowało znaczną redukcję bakterii z grupy coli w porównaniu z próbami przechowywanymi 3 miesiące. W mięsie karkówki składowanej 9 miesięcy było ich znacznie więcej w porównaniu z mięsem schabu

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych warunków weterynaryjnych wymaganych przy produkcji, składowaniu i transporcie mięsa mielonego i wyrobów mięsnych niepoddanych obróbce termicznej, Dz. U. 2002. Nr 241, poz. 2086.
- [2] Budślawski J., Drabent Z.: Metody analizy żywności, WNT, Warszawa 1972.
- [3] Burbianka M., Pliszka A., Burzyńska H.: Mikrobiologia żywności, PZWL, Warszawa 1983.
- [4] Demos B. P., Mandigo R. W.: Physical, chemical and organoleptic properties of ground beef manufactured with mechanically recovered neck bone lean. J. Muscle Foods, 1996, 7, 175-186.

- [5] Dropek G.: Ocena właściwości preparatów mikrokapsułkowanych w technologii mięsa. Praca magisterska nr Pm/1100, Akademia Rolnicza w Poznaniu 1999.
- [6] Jackson L.S., Lee K.: Microencapsulated iron for food fortification. *J. Food Sci.*, 1991, **(56)**, **4**, 1047-1050.
- [7] Jankowski T.: Mikrokapsułkowanie składników żywności. W: *Food Product Development. Opracowanie nowych produktów żywnościowych – pod red. J. Czapskiego*, Wyd. AR w Poznaniu, 1995, s. 256-276.
- [8] Lee S. K., Mei L., Decker E. A.: Influence of sodium chloride on antioxidant enzyme activity and lipid oxidation in frozen ground pork. *Meat Sci.*, 1997, **46**, **4**, 349-355.
- [9] Osinchak J. E., Hultin H. O., Zajicek O. T., Kelleher S.D., Huang C. H.: Effect of NaCl catalysis of lipid oxidation by the soluble fraction of fish muscle. *Free Rad. Biol. Med.*, 1992, **12**, 35-41.
- [10] Rhee K. S., Ziprin Y. A.: Pro-oxidative effects of NaCl in microbial growth-controlled and uncontrolled beef and chicken. *Meat Sci.*, 2001, **57**, 105-112.
- [11] Rhee K. S.: Storage stability of meat products as affected by organic and inorganic additives and functional ingredients. *Quality Attributes of Muscle Food*, ed. Xiong et al., 1999, **7**, 95-113.
- [12] Sobociński M.: Surowce zwierzęce. Elementy anatomii i fizjologii zwierząt użytkowych. PWN, Warszawa 1987.
- [13] Stanisław A.: Przystępny kurs statystyki w oparciu o program Statistica PL na przykładach z medycyny. StatSoft Polska Sp. z o. o., Kraków 1998.
- [14] Woods K. L., Rhee K. S., Adams A. R.: Tenderizing spent fowl meat with calcium chloride. 4. Improved oxidative stability and the effects of additional aging. *J. Poultry Sci.*, 1997, **76**, 548-551.
- [15] Zaleski S. J.: Mikrobiologia żywności pochodzenia zwierzęcego. WNT, Warszawa 1985.

EVALUATION OF THE EFFECT OF MICROENCAPSULATED NaCl ON MICROBIAL QUALITY OF LOIN AND NECK STORED UNDER CHILLED AND FROZEN CONDITIONS

S u m m a r y

The objective of this study was to evaluate the influence of microencapsulated sodium chloride (Cap-Shure® Sodium Chloride 85 Salt), sodium nitrite, and lactic acid on the microbiological stability of pork meat (loin and neck). Experimental primal cuts were stored at a temperature ranging from 2 to 4°C during 2 and 14 days, and at a temperature of -18°C (frozen) during 3 and 9 months after their having been packed in a laminate foil 'PAPE' bags that were vacuum closed. Generally, after the 2 and 14 day storage of meat under chilled conditions, it was stated a higher contamination level caused by aerobic bacteria in the neck meat compared with the loin meat investigated. Nitrite and lactic acids, if added together with sodium chloride, positively influenced microbiological stability of the meat stored 14 days in a cold room. If the period of storing meat under freezing conditions was prolonged from 3 to 9 months, it was usually stated a reduced aerobic bacteria count in slices with salt, and an increased number of lactic acid bacteria irrespective of additive types applied. It also caused an essential reduction in the number of coli forms in the loin meat; however, with regard to the neck meat, the count of coli forms did not decrease. From the microbiological point of view, the application of microencapsulated salts was safe and constituted no microbiological danger for meat stored under chilling conditions even as long as 14 days.

Key words: pork meat, storage, microencapsulated NaCl, microbiological state 