

TADEUSZ SZMAŃKO, ARKADIUSZ DOROBISZ, JAROSŁAW SZCZEPAŃSKI

STRUKTURA I WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE WĘDZONEK Z MIĘSA WOŁOWEGO PRZECHOWYWANYCH W TEMPERATURZE BLISKIEJ KRIOSKOPOWEJ

Streszczenie

Materiałem doświadczalnym były wędzonki wyprodukowane z wołowego mięśnia półścięgnistego (*m.semitendinosus*), pakowane w woreczkach z folii termokurczliwej cryovac, przechowywane w formie przetworów finalnych (F) lub peklowanych półproduktów (P), w temperaturze bliskiej krioskopowej (-3°C), przez 4, 6 lub 8 tygodni.

Oceniono wpływ zastosowanych warunków przechowywania na zdolność utrzymywania wody (WHC), barwę (L^* , a^* , b^*) oraz strukturę przetworów.

Wykazano, że przechowywanie wędzonek z mięsa wołowego w temperaturze -3°C przez 8 tygodni nie powoduje pogorszenia WHC przetworów. Zaobserwowano natomiast niekorzystny wpływ ich składowania w ww. warunkach na strukturę, przejawiający się zwiększeniem odległości między pęczkami włókien mięśniowych oraz stopniową destrukcją omięsnej wewnętrznej (perimysium) i śródmięsnej (endomysium). Stwierdzono również, że doświadczalne wędzonki przechowywane w formie przetworów finalnych charakteryzują się bardziej stabilną barwą aniżeli składowane w formie peklowanych półproduktów.

Słowa kluczowe: szynki wołowe, przechowywanie, struktura, WHC, barwa.

Wstęp

Tradycyjnymi i powszechnie stosowanymi metodami utrwalania żywności są chłodzenie i zamrażanie [8, 9, 13]. Metodą obecnie jeszcze rzadko stosowaną jest przechowywanie w temperaturze bliskiej krioskopowej (t.b.k.) [5, 10, 16]. W warunkach ww. technologii, żywność utrwalana jest w wyniku głębokiego schłodzenia w temperaturze poniżej zera. Przechowywanie w t.b.k. niekiedy jest stosowane w przechowalnictwie tusz zwierząt rzeźnych [1, 3, 4, 12, 14]. Temperatura krioskopowa mięsa (t_k) wynosi około -0,8°C. Natomiast przetwory mięsne, ze względu na obecność soli mineralnych (głównie chlorku sodu), a niekiedy również zwiększoną suchą masę, cha-

rakteryzuje, w porównaniu z mięsem, niższa (t_k). Temperatura krioskopowa wędzonek w zależności od ich wydajności wynosi od -2 do -4°C . Jednak w przypadku niektórych przetworów dojrzewających może być ona niższa i np. szwajcarski Bündlerfleisch charakteryzuje się $t_k = -10^\circ\text{C}$.

Wyniki wstępnych badań wykazały, że trwałość wędzonek wyprodukowanych z mięsa wieprzowego, próżniowo zapakowanych i przechowywanych w t.b.k. sięga 8 tygodni. W tym czasie ich wyróżniki sensoryczne utrzymują się na wysokim poziomie [20, 22]. Wędzonki zachowują pożądany smak i zapach, niezmienioną barwę, a ponadto charakteryzuje je dobra kruchość [20]. Przechowywanie przetworów z mięsa wieprzowego w t.b.k. w podobnym stopniu zabezpiecza ich jakość jak zamrażanie [25]. Jednak ze względu na zróżnicowany zakres destrukcyjnego wpływu warunków zamrażalniczych na strukturę przetworów, wyroby z mięsa różnych gatunków zwierząt w niejednakowym stopniu nadają się do utrwalania tą metodą. Stwierdzono, że wędzonki z mięsa wołowego, ze względu na szczególnie niekorzystne zmiany struktury spowodowane zamrożeniem, nie powinny być przechowywane w tym stanie [21]. Brak jest natomiast przeciwwskazań do przechowywania przetworów z ww. surowca w t.b.k.

Celem niniejszych badań było określenie wpływu przechowywania wędzonek z mięsa wołowego w temperaturze bliskiej krioskopowej, na zdolność utrzymywania wody, barwę oraz strukturę.

Material i metody badań

Materiałem doświadczalnym były wędzonki, wyprodukowane w warunkach laboratoryjnych, z mięśnia półścięgnistego (*m.semitendinosus*) młodych buhajów rasy czarno-białej, o masie przedubojowej 400–450 kg i $\text{pH}_{24} < 5,75$ [7]. Finalne przetwory (F) lub peklowane półprodukty (P) pakowano próżniowo w woreczki z folii termokurczliwej cryovac i przechowywano w temperaturze bliskiej krioskopowej ($-3^\circ \pm 0,5^\circ\text{C}$) przez 4 (4P, 4F), 6 (6P, 6F) i 8 (8P, 8F) tygodni. Peklowane półprodukty (4P, 6P, 8P), po doświadczalnych okresach przechowywania, poddawano wędzeniu i obróbce cieplnej. Próbką kontrolną (K) były wędzonki nieprzechowywane. Analizy wyróżników fizykochemicznych wyrobów nieprzechowywanych (K) przeprowadzano po zakończeniu procesu technologicznego i wychłodzeniu, przetworów przechowywanych przez 4, 6 i 8 tygodni, w formie produktów finalnych (4F, 6F, 8F) po zakończeniu przechowywania, a składowanych w formie peklowanych półproduktów (4P, 6P, 8P), po uprzednim ich uwędzeniu, obróbce cieplnej i wychłodzeniu. W każdej grupie populację doświadczalną stanowiło sześć wędzonek.

Zmiany przechowalnicze w materiale doświadczalnym śledzono przez oznaczenie:

- zdolności utrzymywania wody (WHC) metodą Grau-Hamma w modyfikacji Szmańko [18],

– barwy i trwałości barwy w systemie $L^* a^* b^*$, przy zastosowaniu kolorymetru odbiciowego Minolta CR – 200b. Otrzymane wartości a^* i b^* posłużyły do obliczenia odcienia barwy = $\arctg b^*/a^*$ i nasycenia barwy $N = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$. Trwałość barwy oznaczano po 3, 6, 12 i 24 godz. naświetlania plastrów wędzonek o grubości 1 cm białym światłem jarzeniowym o natężeniu 250 lx.

Przeprowadzono również analizę histologiczną tkanki mięśniowej i łącznej, w oparciu o preparaty wykonane standardową techniką histologiczną [2]. Analiza struktury obejmowała pomiary: grubości włókien mięśniowych, odległości pomiędzy włóknami i pęczkami włókien. Ponadto określano nasilenie występowania pęknięć poprzecznych włókien oraz destrukcji tkanki łącznej, omięsnej wewnętrznej (perimysium) i śródmięsnej (endomysium). W obrębie każdej wędzonki w poszczególnych grupach doświadczeniach wykonano po 100 pomiarów histometrycznych reprezentatywnych preparatów. Pomiary wykonywano za pomocą okularu z wyskalowaną podziałką.

Obliczenia statystyczne wyników (odchylenie standardowe, analiza wariancji) przeprowadzono z wykorzystaniem programu Statgraphics.

Wykaz stosowanych symboli:

- | | | |
|------------|---|--|
| t.b.k. | - | temperatura bliska temperatury krioskopowej, |
| | - | near cryoscopic temperature, |
| K | - | próby kontrolne, tj. wędzonki nieprzechowywane, |
| | - | control i.e.unstored smoked meat products, |
| F4, F6, F8 | - | wędzonki przechowywane w temp. -3°C , przez 4, 6 i 8 tygodni, |
| | - | smoked meat products stored at temperature -3°C for 4, 6 and 8 weeks respectively, |
| P4, P6, P8 | - | wędzonki wyprodukowane z peklowanych półproduktów przechowywanych w temp. -3°C przez 4, 6, 8 tygodni, |
| | - | smoked meat products processed from cured semi-products stored at -3°C , for 4, 6 and 8 weeks respectively, next smoked und scalded, |
| WHC | - | zdolność utrzymywania wody, |
| | - | water holding capacity (WHC). |

Wyniki i dyskusja

Przetwory przechowywane przez 4 tygodnie, w porównaniu z kontrolnymi, charakteryzowało rozjaśnienie barwy, a także zmniejszenie udziału barwy czerwonej (a^*) i żółtej (b^*) w widmie odbiciowym, (tab. 1).

Tabela 1

Wyróżniki fizykochemiczne doświadczalnych wędzonek.
Physicochemical parameters of experimental products.

Grupy doświadczalne Experimental groups	WHC [%]		Barwa /Colour									
			L*		a*		b*		Nasycenie Chroma		Odcień Hue angle	
	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd
K	55,5a*	3,3	52,4 a	2,6	17,1 c	1,2	7,6 a	1,4	18,7 b	1,7	23,8 a	0,06
4F	65,8 b	6,4	53,0 a	2,1	16,2 bc	1,0	7,3 a	0,8	17,8 b	0,9	24,2 a	0,04
4P	56,8 a	8,9	56,1 ab	2,2	15,2ab	1,5	7,2 a	1,7	16,8 a	1,5	25,3 a	0,10
6F	64,5 b	5,5	54,9 ab	1,9	15,1 ab	1,2	8,9 a	1,6	17,5 b	1,6	30,4 b	0,08
6P	62,3 ab	5,7	57,1 b	3,8	13,7 a	1,6	8,0 a	1,1	15,9 a	0,8	30,4 b	0,10
8F	62,2 ab	6,3	55,0 ab	3,6	15,9 bc	1,8	8,4 a	2,1	17,9 b	2,2	27,8 b	0,10
8P	64,0 b	5,7	54,6 ab	4,2	16,0 bc	2,0	8,8 a	2,2	18,3 b	2,5	28,9 b	0,10

*Wartości średnie w tej samej kolumnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,5$.

The mean values in the same column marked using different letters are significantly different ($p \leq 0.5$).

n = 6

Po 6 tygodniach przechowywania wędzonek obserwowano, w porównaniu z próbkami kontrolnymi, zmniejszenie udziału w ich widmie odbiciowym barwy czerwonej oraz zwiększenie wartości odcienia barwy („0”); większą dynamikę zmian stwierdzono w przetworach przechowywanych w formie peklowanych półproduktów. Podobny wpływ warunków składowania na fizyczne wyróżniki barwy odnotowano we wcześniejszych badaniach, w przypadku wędzonek z mięsa wieprzowego, przechowywanych w t.b.k. [24].

Warunki eksperymentu spowodowały zmniejszenie, w porównaniu z próbkami kontrolnymi, oznaczonych wartości nasycenia barwy, zmiany te były statystycznie istotne w materiale doświadczalnym grup 4P i 6P.

Naświetlanie prób wędzonek przez 24 godziny nie miało istotnego wpływu na jasność ich barwy. Powodowało ono natomiast zmniejszenie wartości parametru a^* barwy. Istotne zmiany udziału barwy czerwonej w widmie odbiciowym przetworów grupy doświadczalnej 4F oznaczono po 12 godzinach ekspozycji prób na działanie światła białego, a w przypadku pozostałych przetworów (K, 4P, 6F, 6P, 8F, 8P) już po 3 godzinach ich naświetlania. Skutkiem naświetlania prób wędzonek był także wzrost udziału parametru b^* w ich widmie odbiciowym. W przetworach kontrolnych były to zmiany nieistotne. Natomiast w próbach pozostałych grup doświadczalnych był to

wpływ istotny. W wyrobach grupy doświadczalnej 8F i 8P zmiany te zachodziły już po 12 godzinach, a w przetworach grup doświadczalnych 4F, 4P, 6F, 6P stwierdzono je po 3 godzinach ekspozycji na działanie światła.

Naświetlanie plastrów wędzonek powodowało zwiększenie wartości odcienia ich barwy, które w próbach grup doświadczalnych 4P, 6F, 6P, 8F, 8P; K; 4F było istotne odpowiednio po 3, 6 i 12 godzinach ekspozycji na działanie światła.

Charakterystycznym kierunkiem zmian barwy naświetlanych wędzonek było zmniejszenie wartości jej nasycenia. Istotne różnice (w porównaniu z próbami nienaświetlanymi) przetworów przechowywanych w formie wyrobów finalnych przez 4 i 6 tygodni (4F, 6F) stwierdzono po 6 godzinach, a w wędzonkach pozostałych grup doświadczalnych (K, 4P, 6P, 8F, 8P) zmiany te były istotne już po 3 godzinach ekspozycji prób na działanie światła.

Podobne kierunki i dynamikę zmian fizycznych wyróżników barwy, podczas ekspozycji prób wędzonek na działania światła białego, obserwowano w szynkach wyprodukowanych z mięsa bydłowego, nieprzechowywanych, w szynkach wieprzowych mrożonych oraz w wędzonkach z mięsa świńskiego, przechowywanych w t.b.k. [17, 19, 20, 22, 23, 24].

Największą wartością zdolności utrzymywania wody (WHC) charakteryzowały się wędzonki przechowywane przez 4 tygodnie (4F) jako przetwory finalne (tab. 1). Po kolejnych 6 i 8 tygodniach wartość WHC wyrobów zmniejszyła się, jednak statystycznie nieistotnie i po zakończeniu badań (8P) była ona ciągle większa aniżeli w wędzonkach kontrolnych.

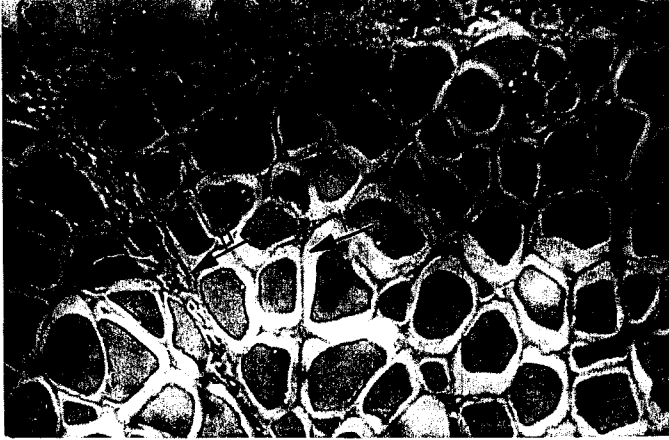
Wodochłonność wyrobów przechowywanych w formie peklowanych półproduktów, po czym poddanych obróbce cieplnej, w miarę upływu czasu ich przechowywania zwiększała się. Po 4 tygodniach przechowywania (4P) była ona nieistotnie większa w porównaniu z próbami kontrolnymi (K). Po 6 tygodniach (6P) była zbliżona do WHC przetworów przechowywanych przez 8 tygodni (8F), a po 8 tygodniach (8P) nie różniła się istotnie od maksymalnej wartości tego wyróżnika oznaczonej w przetworach grupy doświadczalnej 4F.

Wyniki badań wykazały, że przechowywanie w t.b.k. zarówno wędzonek jak i peklowanych półproduktów z mięsa bydłowego przed obróbką cieplną miało korzystny wpływ na wodochłonność gotowych wyrobów.

Zdolność utrzymywania wody w przetworach z mięsa bydłowego zmienia się inaczej niż w wędzonkach wieprzowych, w których wartości omawianego parametru po zakończeniu procesu technologicznego praktycznie pozostają na stałym poziomie lub obniżają się [20, 22, 23].

Budowę histologiczną tkanki mięśniowej i łącznej wędzonek grupy kontrolnej (K) charakteryzowały zmiany typowe dla przetworów poddanych obróbce cieplnej (fot. 1, 2). Tkanka mięśniowa tych wyrobów odznaczała się dobrze zachowaną struktu-

ra, wyrównanymi odległościami między włóknami (średnio 15,8 μm) i między pęczkami włókien mięśniowych (40,2 μm), (tab. 2).



Fot. 1. Obraz histologiczny nieprzechowywanej szynki wyprodukowanej z mięsa bydłęcego, x 270. Strzałka I wskazuje włóknistą budowę endomysium. Strzałka II wskazuje ziarnistą budowę perymysium.

Phot. 1. Histological picture of not stored beef ham, x 270. The I arrow indicates fibrous endomysium. The II arrow indicates a granular perimysium.



Fot. 2. Obraz histologiczny nieprzechowywanej szynki wyprodukowanej z mięsa bydłęcego, x 270. Strzałka I wskazuje włóknistą budowę perymysium. Strzałka II wskazuje poprzeczne pęknięcie włókna mięśniowego.

Phot. 2. Histological picture of not stored ham, x 270. The I arrow indicates fibrous perimysium. The II arrow indicates a fracture of fibre muscle.

Tabela 2

Wartości pomiarów histometrycznych tkanki mięśniowej doświadczalnych przetworów.
Histological features of experimental meat products.

Parametr Parameter		Grupy doświadczalne Experimental groups						
		K	4F	4P	6F	6P	8F	8P
Średnica włókien mięśniowych [μm] Diameter of fibres [μm]	X	49,6a*	46,2a	47,3a	45,4a	47,2a	45,9a	46,5a
	Sd	8,5	9,1	10,7	12,0	1,4	8,7	9,3
Odległość między włóknami [μm] Distance between fibres [μm]	X	15,8a	13,3a	15,5a	12,6a	15,5a	12,3a	15,4a
	Sd	3,4	4,1	3,3	4,2	4,7	3,5	5,0
Odległość między pęczkami włókien [μm] Distance between fibre bun- dles [μm]	X	40,2a	44,3a	40,2a	46,8a	42,2a	47,0a	45,4a
	Sd	7,5	8,4	6,3	8,6	7,9	8,5	9,0
Odległość między pęknięciami włókien [μm] Distance between fractures of fibres [μm]	X	489b	300a	350a	297a	302a	287a	311a
	Sd	85	60	55	30	42	79	82
Udział włókien wykazujących pęknięcia [%] Quantity of fractured fibres [%]		25	25	25	50	30	50	50

*Wartości średnie w sąsiednich kolumnach, na tym samym poziomie, oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$; $n = 100$.

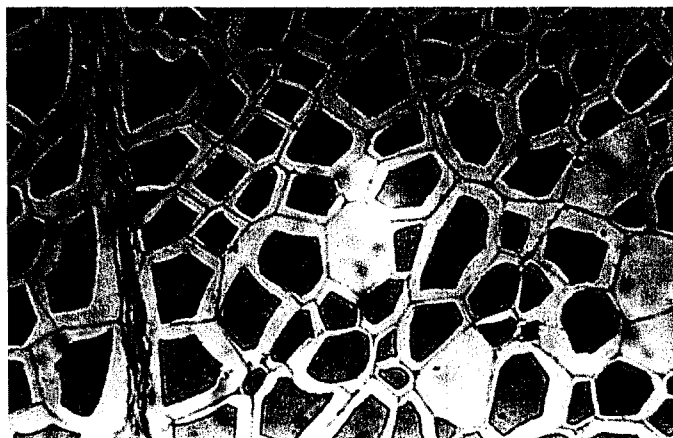
The mean values in neighbouring columns and on the same level, followed by differentiated letters, are significantly differentiated ($p \leq 0.05$); $n = 100$.

Grubość włókien mięśniowych w doświadczalnych wędzonkach, bez względu na metodę i okres ich przechowywania, była zbliżona i wynosiła od 45,4 do 49,6 μm (tab. 2).

W przetworach nieprzechowywanych, jak i przechowywanych nie obserwowano poprzecznego prążkowania włókien mięśniowych (fot. 2). Wyroby grupy kontrolnej (K) charakteryzowały się dobrze zachowaną budową perimysium i endomysium. Około 70% tkanki łącznej obserwowanej w preparatach charakteryzowało się budową włóknistą, a około 25% budową ziarnistą. Budowę amorficzną perimysium obserwowano w około 5% tej tkanki.

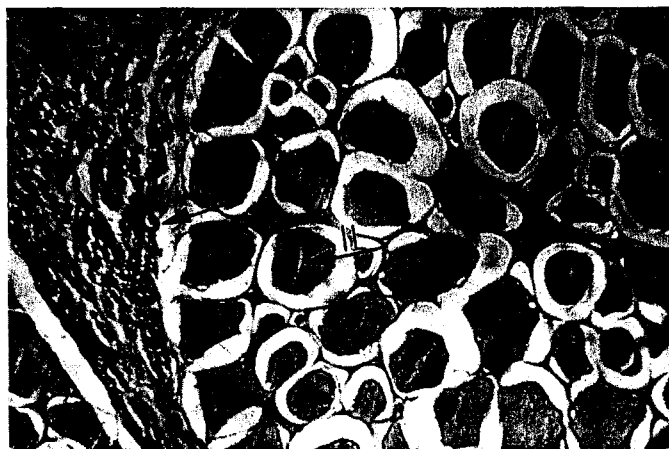
W miarę upływu czasu składowania wędzonek obserwowano tendencję do zwiększania się szerokości przestrzeni między pęczkami włókien mięśniowych (fot. 3, 4, 6, tab. 2). Po 4 tygodniach zmiany te były większe w przetworach przechowywanych w formie produktów finalnych aniżeli w wyrobach poddanych obróbce cieplnej po przechowywaniu w postaci półproduktów. Tempo tych zmian po 6 tygodniach było

podobne w grupach wyrobów doświadczalnych 6F i 6P, natomiast po 8 tygodniach przechowywania wędzonek dynamika zmian omawianego parametru histometrycznego (odległość pomiędzy pęczkami włókien) była większa w przypadku przetworów grupy doświadczalnej 8P aniżeli 8F.



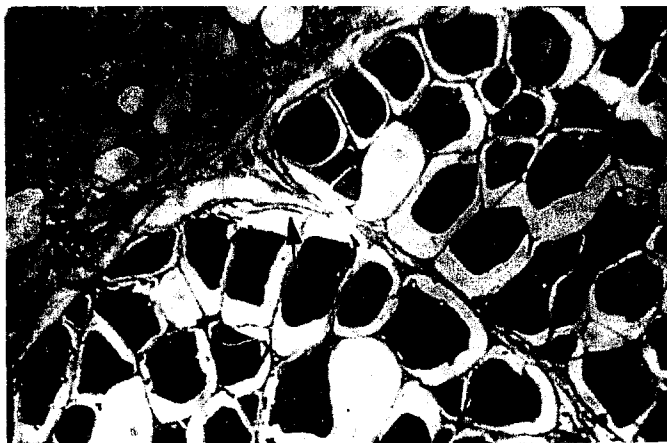
Fot. 3. Obraz histologiczny szynki wyprodukowanej z mięsa bydlęcego, przechowywanej 4 tyg. (4 F), x 270.

Phot. 3. Histological picture of 4-week stored beef hams (4F), x 270.



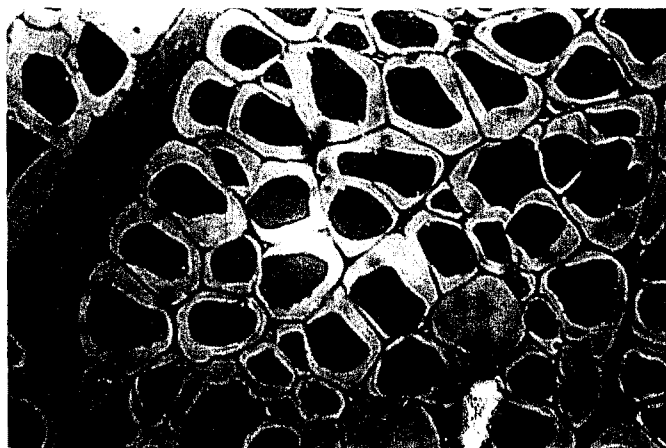
Fot. 4. Obraz histologiczny szynki wyprodukowanej z mięsa bydlęcego, przechowywanej 6 tyg. (6P), x 270. Strzałka I wskazuje ziarnistą budowę perymysium. Strzałka II wskazuje pęknięcie włókna mięśniowego.

Phot. 4. Histological picture of 6-week stored beef hams (6P), x 270. The I arrow indicates a granular perimysium. The II arrow indicates a fracture of fibre muscle.



Fot. 5. Obraz histologiczny szynki wyprodukowanej z mięsa bydlęcego, przechowywanej 6 tyg. (6F), x 270. Strzałka wskazuje włóknistą budowę perimysium.

Phot. 5. Histological picture of 6-week stored beef hams (6F), x 270. The arrow indicates a fibrous perimysium.



Fot. 6. Obraz histologiczny szynki wyprodukowanej z mięsa bydlęcego, przechwywanej 8 tygodni (8F), x 270. Strzałka wskazuje amorficzną budowę perimysium.

Phot. 6. Histological picture of 8-week stored beef hams (8F), x 270. The arrow indicates an amorphous perimysium.

W przechowywanych wędzónkach postępowały zmiany omięsnej wewnętrznej i śródmięsnej. W miarę upływu czasu składowania wyrobów stopniowo zwiększał się udział procentowy perimysium i endomysium o budowie ziarnistej i amorficznej (fot. 3, 5, 6). Niezależnie od tych zmian, na przekrojach poprzecznych tkanki mięśniowej

nadal można było obserwować zarówno omięsną wewnętrzną jak i śródmięsną o budowie włóknistej (fot. 5).

Po kolejnych okresach magazynowania nie odnotowano istotnych różnic średnicy włókien mięśniowych i odległości pomiędzy włóknami (tab. 2). Składowanie powyżej 4 tygodni wpływało na zakres występowania pęknięć poprzecznych włókien mięśniowych. Ich średnia liczba na jednostce długości włókna mięśniowego zwiększała się w miarę wydłużania okresu magazynowania zarówno przetworów (F), jak i peklowanych półproduktów (P).

W próbach 4F i 4P, pęknięcia poprzeczne włókien mięśniowych występowały na podobnej powierzchni pola widzenia obrazów mikroskopowych jak w próbach kontrolnych. W 25% włókien występowały one w około 50- μ m odstępach. W wędzonkach przechowywanych przez 6 i 8 tygodni w formie peklowanych półproduktów, pęknięcia poprzeczne stwierdzono odpowiednio w 30% (6P) i 50% (8P) włókien. W przetworach składowanych w takich samych okresach czasu, opisane zmiany odnosiły się do około 50% włókien. We wszystkich przechowywanych przetworach włókna mięśniowe cechowała większa częstotliwość występowania pęknięć poprzecznych w porównaniu do prób kontrolnych (nieprzechowywanych), (fot. 2). Ponadto w wędzonkach grupy doświadczalnej 6F i 8F, włókna mięśniowe charakteryzowały się występowaniem nielicznych pęknięć podłużnych (fot. 4).

Na podstawie stopnia uszkodzenia tkanki mięśniowej doświadczalnych przetworów można wnioskować, że zdenaturowaną tkankę przechowywanych wędzonek (6F) charakteryzowała większa podatność na powstawanie pęknięć poprzecznych włókien mięśniowych aniżeli tkankę w przetworach przechowywanych w formie peklowanych półproduktów (6P).

Stwierdzono pewną współzależność pomiędzy WHC wyrobów przechowywanych w formie produktów finalnych a ich budową histologiczną. W miarę upływu czasu przechowywania wędzonek odnotowano tendencję do zwiększania się szerokości wolnych przestrzeni pomiędzy pęczkami włókien mięśniowych. Zmianom tym towarzyszyło stopniowe pogorszenie zdolności utrzymywania wody.

Przechowalnicze pogorszenie WHC przetworów mięsnych charakteryzuje współzależność z postępującą destrukcją tkanki mięśniowej oraz zmianami biochemicznymi białek [11, 22, 23, 27].

Zdolność utrzymywania wody pozostaje w zależności odwrotnie proporcjonalnej ze średnicą kapilar, do których w zrealizowanych badaniach można zaliczyć przestrzenie między pęczkami i włóknami mięśniowymi [26]. Współzależności tej nie obserwowano w przetworach przechowywanych w formie peklowanych półproduktów, w których pomimo zwiększenia odległości pomiędzy pęczkami włókien mięśniowych w kolejnych okresach przechowywania, po obróbce cieplnej odnotowano zwiększenie ich zdolności utrzymywania wody. Wzrost wartości omawianego wyróżnika w prze-

tworach tej grupy (P), pomimo niekorzystnych zmian ich struktury, można tłumaczyć sprzyjającymi warunkami do interakcji chlorku sodu z białkami mięśniowymi w trakcie kilkutygodniowego okresu przechowywania peklowanych półproduktów. Offer i wsp. [15] uważają, że niezbędny jest pewien okres czasu, aby sól mogła wnikać przez endomysium do włókien mięśniowych, a następnie do miofibryli i w konsekwencji spowodować zwiększenie wartości WHC wyrobów.

Można także założyć, że niekorzystny wpływ zmian struktury na WHC był rekompensowany sprzyjającym oddziaływaniem na "natywną" tkankę mięśniową elektrolitów solanki peklującej, potęgujących jej właściwości hydrofilne [6, 15].

Po 4 i 6 tygodniach przechowywania, wartości omawianego parametru przetworów obu grup doświadczalnych F i P nie różniły się.

Wnioski

1. Przechowywanie przez 8 tygodni wędzonek wyprodukowanych z mięsa wołowego, w temperaturze bliskiej krioskopowej, nie powoduje pogorszenia zdolności utrzymywania wody.
2. Wędzonki z mięsa wołowego, przechowywane w formie peklowanych półproduktów, charakteryzują bardziej zaawansowane zmiany barwy w porównaniu do wyrobów przechowywanych w formie produktów finalnych.
3. Zmiany struktury eksperymentalnych przetworów, przechowywanych w temperaturze bliskiej krioskopowej, manifestujące się zwiększeniem odległości pomiędzy pęczkami włókien mięśniowych oraz stopniową degradacją omięsnej wewnętrznej i śródmięsnej, nie mają wpływu na zdolność utrzymywania wody przez wędzonki

Autorzy składają podziękowanie Panu prof.zw.dr hab.inż. Zbigniewowi Dudzie za cenne uwagi w trakcie redagowania pracy.

Praca była finansowana ze środków KBN, w latach 2001-2003, jako projekt badawczy.

Literatura

- [1] Anonim : Transport of export chilled meat. Meat Research News Letter, CSIRO Division of Food Research Meat Research Laboratory. Brisbane, 1987, 1, 1.
- [2] Bagiński S : Technika mikroskopowa. PWN, Warszawa 1975.
- [3] Eustace I. J., Bill B. A: Investigation of temperature minima for the storage of chilled meat. Proc. 34th ICoMST, Brisbane 1988, p. 228.
- [4] Gill C. O: Effect of temperatures during distribution on meat storage life. Meat Focus Int., 1993, 9, 399.

- [5] Górna M., Wojciechowska M., Jankowiak T., Sekulska M., Ldwiczak M.: Kształtowanie się wyróżników sensorycznych oraz przydatności technologicznej w czasie składowania mięsa wołowego w temperaturze bliskiej krioskopowej. *Zesz. Nauk. AE w Poznaniu*, 1976, **69**, 9.
- [6] Hamm R.: Properties of meat proteins. In: *Proteins as human foods*. R. A. Lowrie. Ed., AVI Publishing Co., Inc. Westport. CT 1975, p.167.
- [7] Immonen K., Poulanne E.: Variation of residual glycogen-glucose concentration at ultimate pH values below 5,75. *Meat Sci.*, 2000, **55**, 279.
- [8] James S.: Chilling and freezing of red meat. FRPERC, University of Bristol, maszynopis, 1994.
- [9] James S.: The chill chain "from carcass to consumer". *Meat Sci.*, 1996, **43**, 203.
- [10] Kisielowa L., Popow A., Litwinienko M., Blagojewa S.: Wakuumnaja upakowka mjasnych produktow. 31st EMMRW, G-54, 1985, s. 640.
- [11] Labuza T.P.: The properties of water in relationship to water binding in foods: a review. *J. Food Process. Preserv.*, 1977, **1**, 167.
- [12] Lowry P.D., Gill C.O.: Microbiological considerations in cold storage of meat. *Proc. I. I. R. Conf. D₃*. Hamilton. New Zealand., 1982, **1**, s.93.
- [13] Malinowska I., Rutkowski A.: Technologia racjonalnego utrwalania żywności. *Chłodnictwo*, 1971, **6**, 3.
- [14] Matyniak J., Ziółcki J.: Changes in some biochemical and physical characteristics of duck meat kept under deep chilled storage. *Fleischwirtschaft*, 1983, **63/4**, 597.
- [15] Offer G., Trinick J.: On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Sci.*, 1983, **8**, 245.
- [16] Smolińska T., Abdul-Halin F.: The effect of refrigeration method on meat quality and ultra-structural changes in broiler carcasses stored at -1°C. *Archiv für Geflügelkunde*, 1992, **2**, 86.
- [17] Szymańko T., Spurek I.: Wpływ solanki skruszającej na rozjaśnienie barwy mięsa wołowego. *Maszynopis AR*, Wrocław 1977.
- [18] Szymańko T., Urządzenie do pomiaru zdolności utrzymywania wody. *Prawo ochronne nr 40767*. *Biuletyn Urzędu Patentowego RP*. 1985, **5**, 38.
- [19] Szymańko T., Duda Z., Szymanowska S.: Auftaubedingungen für nicht eingedustete Schweineschinken. Versuch einer Optimierung. *Fleischwirtschaft.*, 1985, **65/7**, 786.
- [20] Szymańko T., Duda Z., Ogonowska D.: The quality of non-canned ham as influenced by long-time storage at a cryoscopic temperature. Recent advances and developments in the refrigeration of meat by chilling. *International Institute of Refrigeration*. Bristol, Commission C2, 1986, p.329.
- [21] Szymańko T., Duda Z., Kośna D.: Geräucherte Schinken aus Rindfleisch. Einfluss des Einfrierens und der Gefrierlagerung auf ausgewählte qualitative Kennziffern. *Fleischwirtschaft.*, 1989, **69/1**, 99.
- [22] Szymańko T., Duda Z., Kuba J.: Changes of selected quality parameters of cured, smoked raw pork loin during storage at near-cryoscopic temperature. 36th ICoMST, Havana, Cuba, 1990, p.819.
- [23] Szymańko T., Sieniakowski S.: Gefrierlagerung von geräuchertem Schweinefleisch. Veränderungen der Sarkoplasmproteine und ausgewählter physikalisch-chemischer Eigenschaften bei Lagerung in Gefrierpunktnähe. *Fleischwirtschaft*, 1991, **71/11**, 1337.
- [24] Szymańko T., Ligęza I.: Wpływ warunków obróbki termicznej oraz technologii przechowywania na wybrane parametry fizykochemiczne i budowę histologiczną poledwicy sopockiej. *Maszynopis AR we Wrocławiu*, 1991.
- [25] Szymańko T.: Ocena efektywności przechowywania wędzonek w temperaturze bliskiej krioskopowej oraz w stanie zamrożonym (badania modelowe). *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu*, nr 334. *Rozprawy CLIV*, 1998, 1.
- [26] Trout G.R.: Techniques for measuring water – binding capacity in muscle foods – a review of methodology. *Meat Sci.*, 1988, **23**, 235.

- [27] Van Laack R., Solomon M. B.: Biochemistry of lean muscle tissue as related to water - holding capacity. Proc. 47th Annual Rec. Meat Conf. AMSA.1994, p.91.

THE STRUCTURE AND SOME PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF BEEF HAM STORED AT A NEAR-CRYOSCOPIC TEMPERATURE

S u m m a r y

The investigations were conducted on meat products similar to ham that were processed from beef *semitendinosus* muscle, packed in thermo-shrinkable bags (so called cryovac). The investigated meat products have been stored either as final products (F) or as cured uncooked, non-smoked semi-products (P) at a near-cryoscopic temperature, for 4, 6, and 8 weeks. The investigation performed aimed at determining what was the influence of storage conditions on water holding capacity (WHC), colour, and structure of the material studied. It was stated that the storage of beef ham at a temperature of -3°C had a negative impact on the structure; however, it did not influence the water holding capacity. Additionally, the investigations proved that the colour of beef ham stored as final products was more durable than the colour of beef ham stored as cured semi-products.

Key words: beef hams, storage, structure, WHC, colour. ☒