ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2012, 2 (81), 143 – 160

JUSTYNA GÓRECKA, TADEUSZ SZMAŃKO, NATALIA HYLA,
MAŁGORZATA JUSZCZAK

PORÓWNANIE STRUKTURY MIĘSA DZIKÓW I ŚWIŃ DOMOWYCH, PRZECHOWYWANEGO W TEMPERATURZE BLISKIEJ KRIOSKOPOWEJ I W STANIE ZAMROŻONYM

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

Podjęto próbę oceny wpływu przechowywania w temperaturze bliskiej krioskopowej (t.b.k). oraz obróbki cieplnej elementów zasadniczych z dzika, a także tuczników z chowu fermowego, na strukturę tkanki mięśniowej, analizowaną w porównaniu z próbami przechowywanymi zamrażalniczo.

Wykazano korzystny wpływ przechowywania w t.b.k. zarówno dziczyzny, jak i mięsa tuczników, na znacznie mniejszą destrukcję struktury tkanki w porównaniu ze zmianami zachodzącymi w surowcu utrwalonym zamrażalniczo. Najistotniejsze różnice w budowie mięśni świń i dzików dotyczyły rozmieszczenia przestrzennego włókien mięśniowych w obrębie pęczków. Podczas przechowywania mięśnie dzików zachowały charakterystyczną budowę tkankowi mięśniowej, natomiast w surowcu wieprzowym, pochodzącym od świń rasy wbp, stwierdzono przemieszczenie włókien w obrębie pęczków.

Słowa kluczowe: dziczyzna, wieprzowina, zamrażanie, przechowywanie w temperaturze bliskiej krioskopowej (t.b.k.), struktura

Wprowadzenie

Możliwość kulinarnego lub przetwórczego wykorzystania mięsa dzików, przy ciągle zwiększającym się jego pozyskiwaniu, uzasadnia potrzebę prowadzenia badań ukierunkowanych na pełniejsze poznanie właściwości tego surowca [2, 6, 7, 8, 16, 20, 23, 24, 25, 27]. Pod wieloma względami mięso to jest bardziej atrakcyjne od wieprzowiny [2, 16, 23]. Do najważniejszych jego walorów należą niewątpliwie cechy sensoryczne i wartość żywieniowa, a także, ze względu na środowisko życia dzikich zwierząt, możliwość przypisania dziczyźnie cech żywności ekologicznej.

Mgr inż. J. Górecka, prof. dr hab. T. Szmańko, mgr inż. N. Hyla, mgr inż. M. Juszczak, Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chełmońskiego 37, 51-630 Wrocław

Do mniej poznanych zagadnień należy struktura tkankowa dziczyzny. Jest ona ważna ze względu na kształtowanie cech reologicznych mięsa kulinarnego, jak również dlatego, że ma wpływ na jego właściwości przerobowe [3, 4, 5, 11, 15, 27]. Poznanie struktury dziczyzny, a zwłaszcza wpływu czynników technologicznych na jej zmiany umożliwi odpowiednie ukierunkowanie procesu technologicznego, sprzyjające optymalnemu wykształceniu pożądanych cech przetwarzanego surowca.

Ze względu na specyficzne warunki pozyskiwania, a zwłaszcza towarzyszące im niesprzyjające warunki sanitarne, dziczyzna bardzo często jest zamrażana, co skutkuje obniżeniem poziomu jakości wielu wyróżników. Dlatego wydaje się celowe uwzględnienie w procesie utrwalania tego surowca również innych metod. Alternatywą zamrażania może być przechowywanie w temperaturze bliskiej krioskopowej, charakteryzujące się niemal podobną skutecznością jak zamrażanie, nie powodujące jednak wielu niekorzystnych zmian będących konsekwencją krystalizacji wody w strukturach tkankowych [1, 13, 18, 19, 21, 22].

Celem badań było porównanie wpływu różnych warunków przechowywania, a także obróbki cieplnej, na strukturę mięśnia najdłuższego lędźwi *longissimus lumborum* (*LL*) dzików *(Sus scrofa ferus)*, w porównaniu z budową ww. mięśnia świń rasy wielkiej białej polskiej, przechowywanych w temperaturze bliskiej krioskopowej przez 14 i 28 dób oraz w stanie zamrożonym przez 28 dób.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym był mięsień najdłuższy lędźwi *musculus longissmisus lumborum* (*LL*), wykrojony z tusz dzików (WB) oraz świń rasy wielkiej białej polskiej (PLW). Mięśnie świń rasy wbp traktowane były jako próba odniesienia.

Materiał badawczy, w przypadku dzików i świń z chowu fermowego, stanowiły ok. 600-gramowe odcinki ww. mięśnia wykrojone z prawej i lewej półtuszy dzików 48 h po odstrzale i świń 24 h po uboju. Materiał do badań pobrano z tusz 6 dzików 8 - 10 miesięcznych, o orientacyjnej masie przyżyciowej około 30 - 35 kg, pozyskanych podczas polowania zbiorowego na terenie województwa lubuskiego. Mięso tuczników pochodziło od osobników 6-miesięcznych, o masie przedubojowej około 120 kg, ubitych w zakładzie mięsnym na terenie Wielkopolski. Zarówno w przypadku dzików, jak i tuczników nie uwzględniono kryterium płci.

Badania przeprowadzono na mięśniach nieprzechowywanych (NS) oraz zapakowanych próżniowo w woreczki z laminatu PA/PE, składowanych w temp. bliskiej krioskopowej (t.b.k.), tj. w -3 ± 0,1°C przez 14 (S14) i 28 (S28) dób, a także zamrażalniczo (-18 ± 1 °C) przez 28 dób (SF). W poszczególnych grupach eksperymentalnych analizy wykonywano na 300-gramowych fragmentach mięśnia *LL*. Po upływie eksperymentalnego okresu przechowywania pobierano próby do analizy histologicznej. Materiał mrożony po składowaniu rozmrażano w temp. 2 ± 1°C przez 48 h. Połowę prób

w obrębie każdej grupy eksperymentalnej poddano obróbce cieplnej w łaźni wodnej w temp. 90 °C, przy zachowaniu stosunku objętości wody do nieopakowanych prób 3 : 1. Próby ogrzewano do temp. 72 °C w centrum geometrycznym, a następnie wychładzano w temp. 2 ± 1°C przez 12 h.

Wycinki do badań histologicznych pobierano każdorazowo po upływie założonego w układzie doświadczenia okresu przechowywania oraz po obróbce cieplnej. W tym celu wykrawano wzdłuż włókien mięśniowych wycinki o wymiarach 5×5×10 mm, utrwalano w 4 % zbuforowanej formalinie, a następnie zatapiano w parafinie. Skrawki o grubości 7 μm barwiono w hematoksylinie Delafielda oraz w błękicie metylowym. Następnie sporządzano 20 trwałych preparatów, które analizowano techniką mikroskopii świetlnej [26].

Analiza statystyczna obejmowała wyliczenie wartości średnich, odchyleń standardowych i najmniejszych istotnych różnic (NIR). Wyniki analizowano w programie Statisica 5.0.

Wyniki i dyskusja

Struktura nieprzechowywanego mięsa dzików charakteryzowała się dobrym zachowaniem budowy włókien mięśniowych i pęczków, a także śródmięśniowej tkanki łącznej (fot. 1). *Endomysium* i *perimysium* odznaczało się budową włóknistą. Nie stwierdzono destrukcji włókien mięśniowych. W obrębie pęczków obserwowano podobne odległości pomiędzy włóknami mięśniowymi. Przekroje poprzeczne włókien mięśniowych cechowały się kształtami wielobocznymi, wskazującymi na ścisłe upakowanie włókien w pęczkach. W strukturze mięśni dzików incydentalnie obserwowano przypadki nietypowej budowy tej tkanki, tj. obecność włókien olbrzymich, charakterystycznych dla mięśni świń, ras wysoko mięsnych. Zwykle mięśnie o ww. cechach budowy charakteryzują się obniżoną zdolnością utrzymywania wody [3, 4, 17].

W strukturze nieprzechowywanego mięsa świń nie odnotowano zmian w budowie. Pęczki i włókna mięśniowe były wyraźnie wyodrębnione. Charakterystyczna była dobrze zaznaczona struktura *endomysium* o budowie włóknistej. Włókna mięśniowe tuczników charakteryzowały jednak pęknięcia podłużne, występujące w ok. 15 % analizowanych obrazów (tab. 1, fot. 2). Zasadnicze różnice w budowie mięśni *LL* tuczników oraz dzików związane były z kształtem i średnicą włókien mięśniowych. Na przekroju poprzecznym tkanki mięśniowej świń obserwowano przeważnie włókna o owalnych kształtach, co mogło świadczyć o luźnym ich rozmieszczeniu w pęczkach, ponadto cechowały się one większą średnicą. W tkance mięśniowej dzików relatywnie częściej (stwierdzono na ok. 40 % obrazów) występowała śródmięśniowa tkanka tłuszczowa. Zlokalizowana była na pograniczu kilku pęczków włókien mięśniowych, czego nie obserwowano tak często w mięśniach tuczników (stwierdzono na ok. 15 % obra-

zów). Tkanka mięśniowa dzików w większym stopniu charakteryzowała się tendencją do występowania tłuszczu śródmięśniowego.

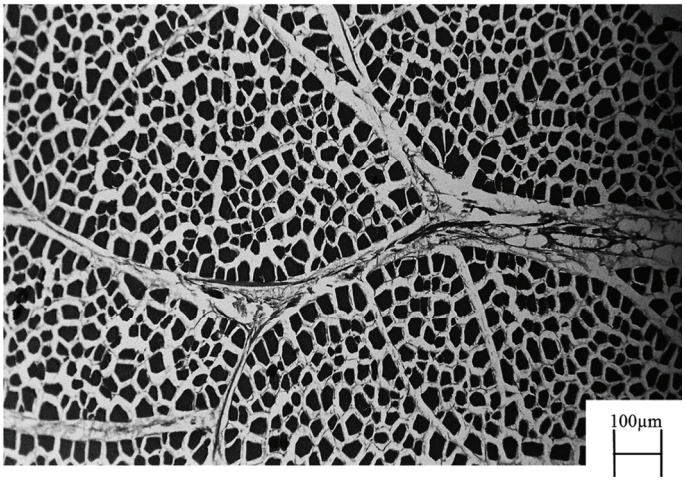
Tabela 1

Wybrane cechy budowy mięśni. Udział preparatów charakterystycznej budowy [%].
Selected features of muscle structure. Content of preparations showing characteristic structure [%].

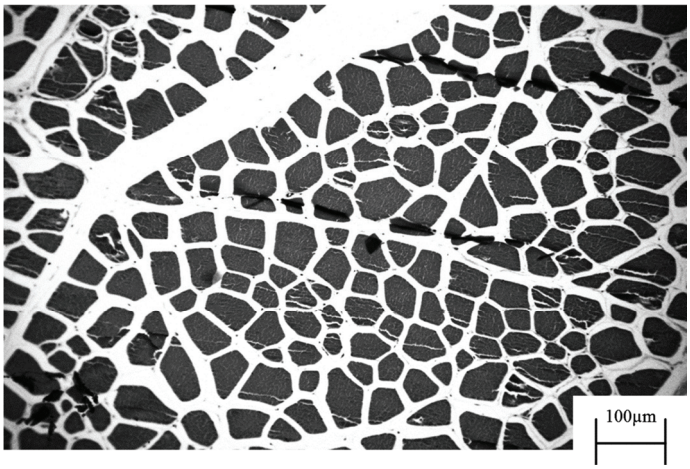
Charakterystyczne cechy budowy mięśni Characteristic features of muscle structure		Grupy eksperymentalne Experimental groups															
		PLW								WB							
		Mięso świeże Fresh meat (not stored)		Mięso przechowywane Meat stored						Mięso świeże No stored		Mięso przechowywane Meat stored					
				Temp. -1 ºC				Temp. -18 ºC				Temp. -1 ºC				Temp. -18 ºC	
				14 dób 14 days		28 dób 28 days		28 dób 28 days				14 dób 14 days		28 dób 28 days		28 dób 28 days	
		Mięso (S – surowe, G – gotowane) Meat (S – raw meat, G – cooked meat)															
		S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G	S	G
Rodzaj budowy *perimysium* Structure type of *perimysium*	Włóknista Fibrous	100	90	75	40	60	35	50	40	100	70	80	70	65	60	50	40
	Ziarnista Granular	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	25	-	20	10
	Amorficzna Amorphous	-	10	25	60	40	65	80	60	-	30	-	30	10	40	30	50
Pęknięcia podłużne włókien mięśniowych Longitudinal cracks in muscle fibres		15	5	85	20	100	100	60	80	-	20	40	20	50	30	95	50

Wykazane cechy budowy tkanki mięśniowej dzików i świń potwierdzają dane literaturowe. Wielbo i Lechowski uważają, że mięśnie dzika, w porównaniu z wieprzowymi (wbp), charakteryzują się cieńszymi włóknami mięśniowymi [24]. Żochowska i wsp. [27] oraz Lachowicz i wsp. [8] podają, że e*ndomysium* i *perimysium* w mięsie dzika jest grubsze aniżeli w tkance świń. Również inni autorzy wskazują na powszech-

ne występowanie w mięsie dzika tłuszczu śródmięśniowego, najczęściej w postaci niewielkich skupisk, komórek tłuszczowych o małej średnicy [6, 7].



Fot. 1. Struktura nieprzechowywanego mięśnia dzika (NS).
Fig. 1. Structure of not stored wild boar (NS).



Fot. 2. Struktura nieprzechowywanego mięśnia świni (NS).
Fig. 2. Structure of not stored pig (NS).

Tabela 2

Zdolność utrzymywania wody i siła cięcia doświadczalnych mięśni.
Water holding capacity and cutting force of experimental muscles.

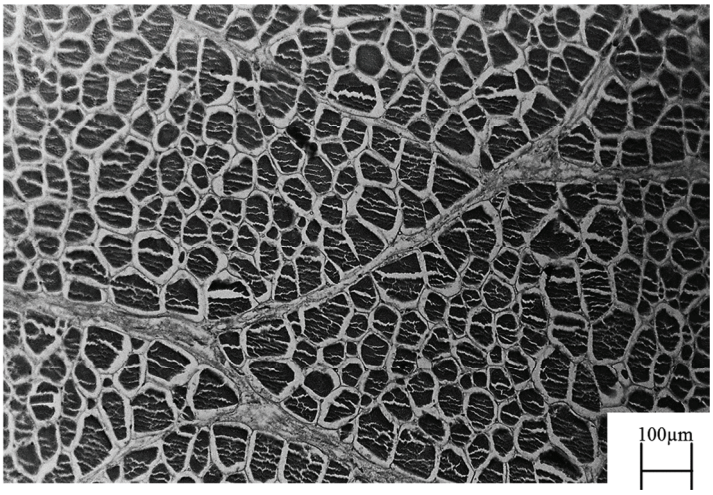
Parametr Parameter		Grupy doświadczalne Experimental groups							
		PLW				WB			
		NS	S14	S28	SF	NS	S14	S28	SF
WHC [%]	$\bar{x}$	$52{,}98^{aA}$	$55{,}74^{bA}$	$60{,}07^{cB}$	$56{,}32^{bA}$	$56{,}63^{aB}$	$56{,}53^{aB}$	$58{,}21^{bA}$	$59{,}93^{cB}$
	s / SD	1,80	1,32	2,08	1,43	2,47	1,73	1,71	1,31
Siła cięcia [N/cm^2] Cutting force [N/cm^2]	$\bar{x}$	$139{,}18^{dB}$	$99{,}75^{cB}$	$74{,}35^{aB}$	$87{,}01^{bB}$	$86{,}21^{dA}$	$70{,}39^{bA}$	$64{,}22^{aA}$	$78{,}51^{cA}$
	s / SD	5,96	6,72	7,45	11,23	6,626	5,53	5,15	6,54

$\bar{x}$ – wartość średnia / mean value; s / SD – odchylenie standardowe / standard deviation; n = 12;
a, b, c. – wartości średnie oznaczone w tym samym wierszu różnymi dużymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0{,}05$ / mean values in the same row denoted by different capital letters differ statistically significantly at $p \leq 0.05$; A, B, C… – wartości średnie oznaczone w tych samych kolumnach różnymi dużymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0.05$ / mean values in the same columns denoted by different capital letters are significantly differ at level of $p \leq 0.05$.
Źródło: / Source: [20].

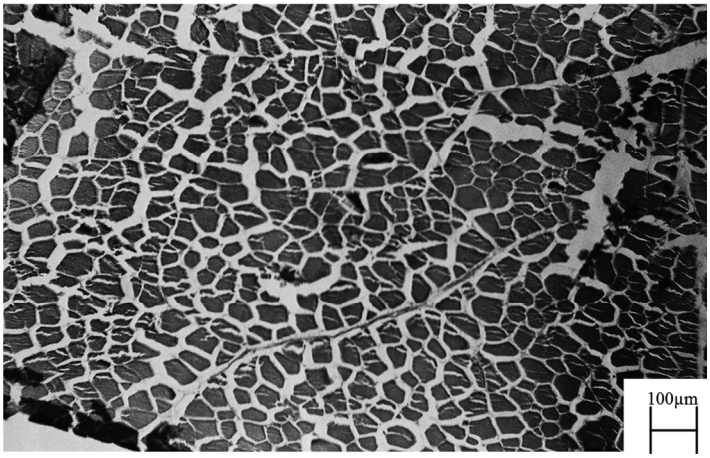
W przypadku elementów zasadniczych z dzików przechowywanych w temp. bliskiej krioskopowej (t.b.k.) przez 14 dób nie stwierdzono zwiększenia zmian charakterystycznej budowy tkanki mięśniowej (fot. 3). W obrębie mięśnia w dalszym ciągu obserwowano dobrze zachowaną strukturę włókien oraz pęczków. Podobnie, jak w przypadku mięśni nieprzechowywywanych, charakterystyczna była włóknista budowa *perimysium*, jednak na przekrojach ok. 20 % obrazów ww. tkanki można było zaobserwować przypadki struktury ziarnistej. *Endomysium* było zlokalizowane głównie w środku przestrzeni pomiędzy włóknami. Około 40 % włókien mięśniowych charakteryzowały pęknięcia podłużne. Do 14. doby przechowywania w t.b.k. opisanym zmianom struktury tkanki mięśniowej towarzyszyło nieznaczne zmniejszenie zdolności utrzymania wody (WHC) (tab. 2), stwierdzone także w równolegle przeprowadzonych, na tym materiale badawczym, innych badaniach własnych [20].

Po 14 dobach krioskopowego przechowywania elementów wieprzowych stwierdzono postępujące zmiany w strukturze tkanki mięśniowej. Charakteryzowały się one przede wszystkim zróżnicowaniem odległości pomiędzy włóknami mięśniowymi, bę-

dących konsekwencją postępujących uszkodzeń połączeń sarkolemy z *endomysium,* przy zachowanych pasywnych właściwościach mechanicznych śródmięśniowej tkanki łącznej (fot. 4) [14]. Postępującej destrukcji włókien nie obserwowano w takim stopniu w strukturze mięśni dzików przechowywanych w ww. warunkach. Budowa mięśni świń charakteryzowała się również, podobnie jak to stwierdzono w dziczyźnie, pęknięciami podłużnymi włókien mięśniowych. Powyższym zmianom struktury / podobnie jak w przypadku mięsa dzików, towarzyszyło pogorszenie WHC [20].

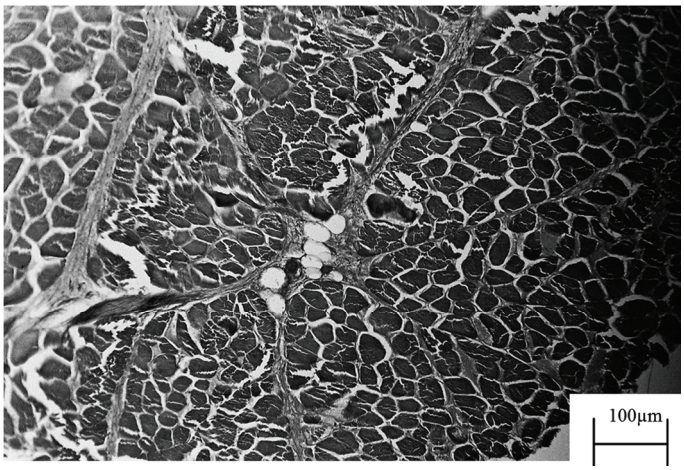


Fot. 3. Struktura mięśnia dzika przechowywanego w t.b.k. przez 14 dób (S14).
Fig. 3. Structure of wild boar muscle stored at near cryoscopic temperature for 14 days (S14).

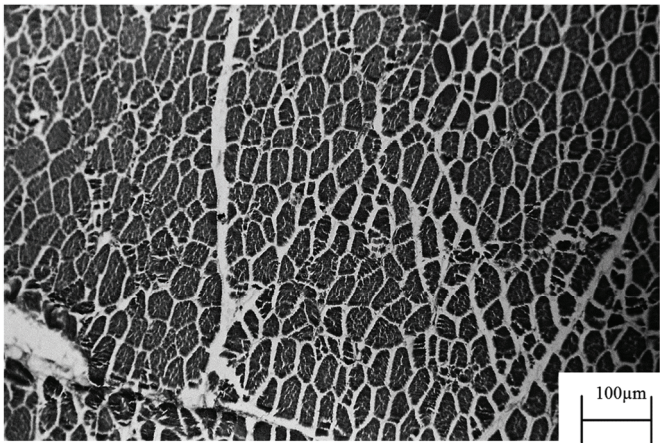


Fot. 4. Struktura mięśnia świni przechowywanego w t.b.k. przez 14 dób (S14).
Fig. 4. Structure of pig muscle stored at near cryoscopic temperature for 14 days (S14).

Pomimo że 28-dobowe przechowywanie w t.b.k. mięśni *LL* dzików przyczyniło się do osłabienia ich struktury, ciągle pozostawał wyraźnie zaznaczony zarys budowy pęczków i włókien mięśniowych (fot. 5). W obrębie *perimysium* coraz częściej obserwowane były ślady obecności tkanki łącznej o budowie ziarnistej (ok. 25 % obrazów), a także amorficznej (ok. 10 % obrazów). Stwierdzono jeszcze bardziej zaawansowane, w porównaniu z poprzednim okresem przechowywania, podłużne pęknięcia włókien mięśniowych (ok. 50 % analizowanych obrazów). Przechowywanie doświadczalnych



Fot. 5. Struktura mięśnia dzika przechowywanego w t.b.k. przez 28 dób (S28).
Fig. 5. Structure of wild boar muscle stored at near cryoscopic temperature for 28 days (S28).



Fot. 6. Struktura mięśnia świni przechowywanego w t.b.k. przez 28 dób (S28).
Fig. 6. Structure of pig muscle stored at near cryoscopic temperature for 28 days (S28).

elementów dzików w t.b.k. przez 28 dób nie przyczyniało się do dalszego obniżenia wodochłonności, pomimo że obniżenie natywnych właściwości białek powinno nadal postępować [3, 5, 11]. Najprawdopodobniej było to spowodowane nieznacznym wzrostem wartości pH [20].

W trakcie krioskopowego przechowywania mięśni wieprzowych stwierdzono również dalsze, postępujące zmiany w strukturze tkanki mięśniowej. Po 28 dobach były one podobne jak w mięśniach dzików przechowywanych w identycznych warunkach, jednak zwiększył się ich stopień zaawansowania. Manifestowały się one dalszą destrukcją śródmięśniowej tkanki łącznej, a także jeszcze bardziej intensywnymi pęknięciami podłużnymi włókien mięśniowych (fot. 6).

Dwudziestoośmiodobowe przechowywanie mięśni *LL* dzików w stanie zamrożonym nie powodowało drastycznej degradacji struktury tkanki mięśniowej, w jej obrębie ciągle obserwowano dobrze zaznaczone włókna i pęczki włókien mięśniowych. Największe różnice stwierdzono w budowie *peri- i endomysium*. W próbach mrożonych upostaciowione formy tej tkanki były trudniejsze do zaobserwowania (fot. 7). Cechą charakterystyczną struktury zamrażanych mięśni dzików były pęknięcia podłużne włókien mięśniowych.

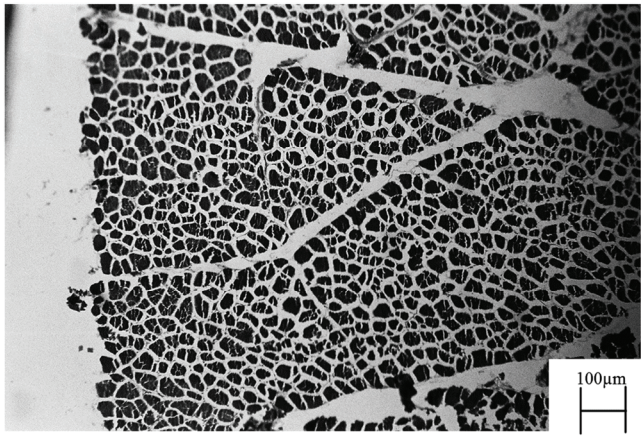
W mięśniach świń przechowywanych zamrażalniczo obserwowano podobne zmiany, jak w surowcu składowanym w temperaturze bliskiej krioskopowej przez 14 i 28 dni, tj. miały miejsce częściowe zmiany struktury pęczków, które przejawiały się licznymi pęknięciami podłużnymi włókien mięśniowych, ich zakres wynosił ok. 60 % (fot. 8).

Zastosowane warunki przechowywania wpłynęły w różnym stopniu na strukturę tkanki mięśniowej *LL* dzików i świń. Najbardziej widoczne zmiany miały miejsce w wyniku przechowywania zamrażalniczego. Podczas składowania eksperymentalnych elementów w t.b.k. destrukcja mięśnia była nieznaczna, jednak postępowała wraz z upływem czasu składowania.

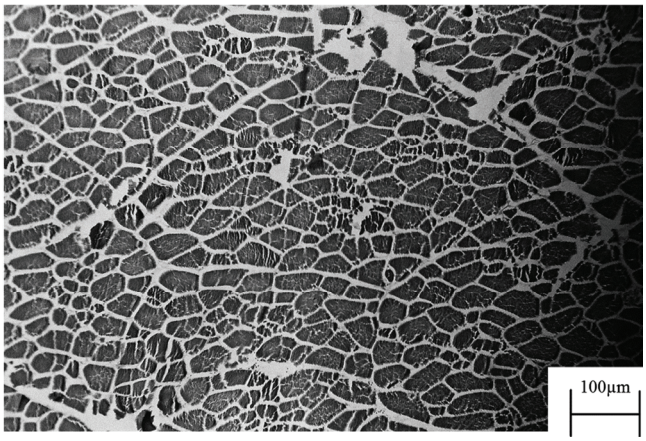
Zakres zmian wyróżników fizykochemicznych, jak również struktury w mrożonym mięsie zależy od cech budowy surowca, szybkości zamrażania, ilości wymrożonej wody, stabilności temperatury podczas przechowywania, a także od warunków rozmrażania [1, 9, 10, 25]. Niewątpliwie dobrze rozwinięta śródmięśniowa tkanka łączna w mięśniach dzików sprzyjała stabilizacji struktury zamrożonych elementów [8, 25, 27].

Zmianom budowy przechowywanych mięśni towarzyszyła zróżnicowana zdolność utrzymywania wody (tab. 2). Analizując strukturę badanych elementów w relacji z wynikami zdolności utrzymywania wody oznaczonej w mięśniach *LL* świń i dzików, w innych badaniach własnych, stwierdzono, że surowiec wieprzowy charakteryzowały niższe wartości WHC w porównaniu z elementami pochodzącymi z tusz dzika [20]. W cytowanych badaniach w miarę wydłużania okresu przechowywania elementów

wieprzowych i dziczyzny zwiększał się również poziom wolnych grup aminowych. Zawartość produktów degradacji białek wzrastała w przypadku obu badanych surowców i osiągnęła wartości najwyższe po przechowywaniu zamrażalniczym [20]. Powyższe potwierdza bardziej niekorzystny wpływ na strukturę doświadczalnych elementów przechowywania zamrażalniczego.



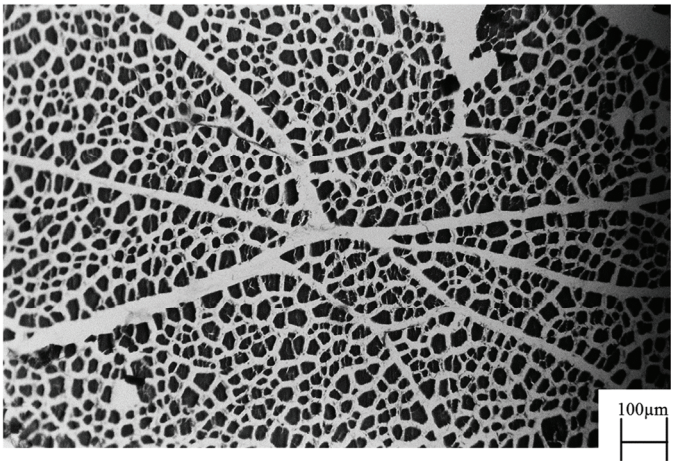
Fot. 7. Struktura mięśnia dzika przechowywanego w stanie zamrożonym przez 28 dób (SF).
Fig. 7. Structure of wild boar muscle stored in a frozen state for 28 days (SF).



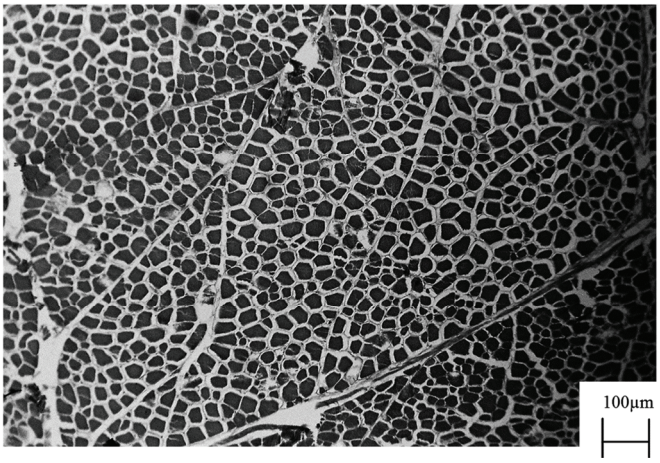
Fot. 8. Struktura mięśnia świni przechowywanego w stanie zamrożenia przez 28 dób (SF).
Fig. 8. Structure of pig muscle stored in a frozen state for 28 days (SF).

Poddanie mięśnia *longissimus lumborum* świń obróbce termicznej nie wpłynęło znacząco na budowę tkanki mięśniowej. Mięśnie nieprzechowywane zarówno tuczników, jak również dzików, poddane obróbce cieplnej (NS) charakteryzowały się bardzo dobrze zachowaną organizacją włókiem mięśniowych. Obserwowano niezmienioną

strukturę pęczków włókien mięśniowych oraz włókien (fot. 9 i 10). Na szczególną uwagę zasługiwała wyraźnie zaznaczona budowa *endomysium i perimysium*, głównie o strukturze włóknistej. Natomiast *perimysium* mięśni dzików, poddanych identycznym czynnikom doświadczalnym, charakteryzowała również budowa amorficzna, która widoczna była na ok. 30 % analizowanych obrazów. Prawdopodobnie w wyniku skurczu termicznego włókien tuczników nie obserwowano ich pęknięć podłużnych. W budowie pęczków charakterystyczne były podobne odległości pomiędzy włóknami mięśniowymi, co może świadczyć o nie wystąpieniu większych zmian w budowie

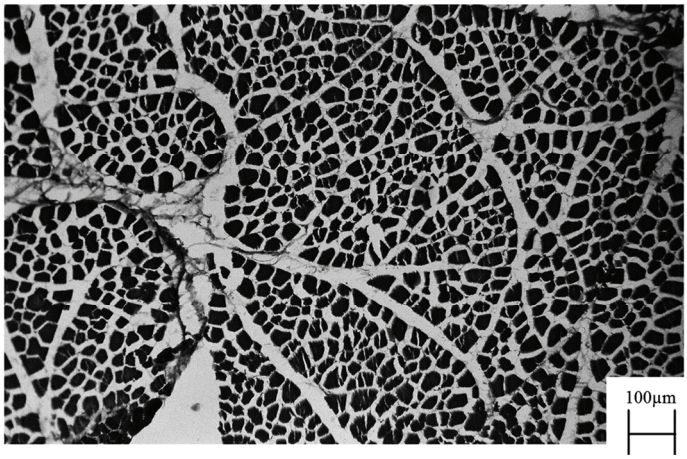


Fot. 9. Struktura nieprzechowywanego mięśnia dzika, poddanego obróbce cieplnej (NS).
Fig. 9. Structure of not stored wild boar, the heat-treated (NS).

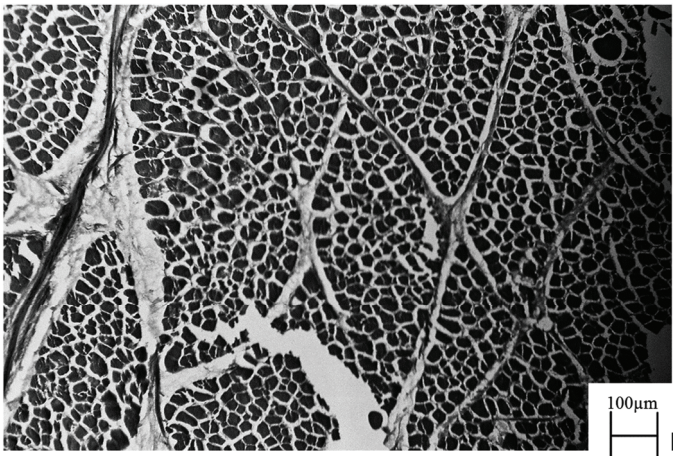


Fot. 10. Struktura nie przechowywanego mięśnia świni, poddanego obróbce termicznej (NS).
Fig. 10. Structure of not stored pig, the heat-treated (NS).

endomysium lub o podobnych zmianach ww. tkanki łącznej w obrębie analizowanej struktury [14, 21]. Dobrze zachowana struktura nieprzechowywanego mięśnia skutkowała najwyższymi wartościami siły cięcia, które odnotowano w prowadzonych na tym samym materiale badaniach instrumentalnych [20]. Obserwacje te są potwierdzeniem danych literaturowych dotyczących ścisłego związku struktury z teksturą mięsa [8, 11, 12].



Fot. 11. Struktura mięśnia dzika przechowywanego w t.b.k. przez 14 dób, poddanego obróbce cieplnej (S14).
Fig. 11. Structure of wild boar muscle stored at near cryoscopic temperature for 14 days, the heat-treated (S14).



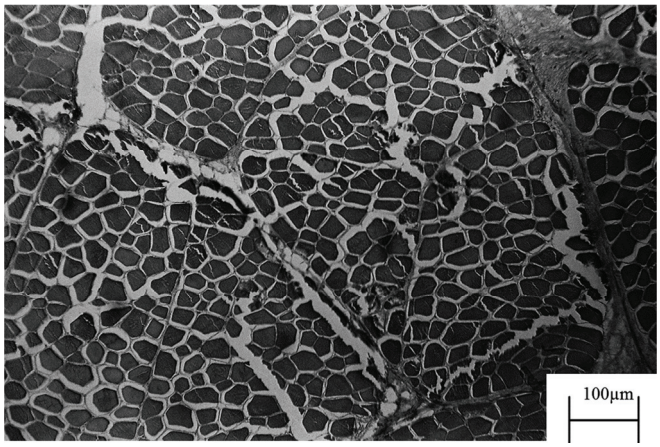
Fot. 12. Struktura mięśnia świni przechowywanego w t.b.k. przez 14 dób, poddanego obróbce cieplnej (S14).
Fig. 12. Structure of pig muscle stored at near cryoscopic temperature for 14 days, the heat-treated (S14).

W mięsie dzików poddanym obróbce cieplnej po 14 dobach przechowywania w t.b.k. nie stwierdzono większych różnic w porównaniu z nieprzechowywanymi próbami traktowanymi termicznie. Nie wystąpiły m.in. uszkodzenia tkanki łącznej, można było obserwować poszczególne włókna mięśniowe i wyraźnie zaznaczone *perimysium*. Pomiędzy włóknami mięśniowymi obserwowano podobne odległości, jedynie na niektórych obrazach stwierdzono pęknięcia podłużne włókien (fot. 11). Obserwowany zanik pęknięć podłużnych komórek mięśniowych był prawdopodobnie konsekwencją skurczu termicznego elementów struktury. Poddanie obróbce termicznej wieprzowych mięśni *LL*, wcześniej przechowywanych w t.b.k. przez 14 dób, powodowało znacznie bardziej zaawansowane zmiany w budowie mięśnia w porównaniu z surowcem nieprzechowywanym. Obserwowano częściowo naruszoną budowę pęczków mięśniowych, przemieszczenie włókien w obrębie pęczków, zróżnicowanie odległości pomiędzy włóknami mięśniowymi oraz pęczkami (fot. 12). Zmiany te były prawdopodobnie konsekwencją nierównomiernego uszkodzenia struktury śródmięśniowej tkanki łącznej, przy równocześnie zachowanych pasywnych właściwościach mechanicznych e*ndomysium* i *perimysium* [14, 21]. W omawianej grupie doświadczalnej stwierdzono znaczne zaawansowanie zmian amorficznych *perimysium,* dotyczyły one ok. 60 % analizowanych obrazów struktury (tab. 1, fot. 12).

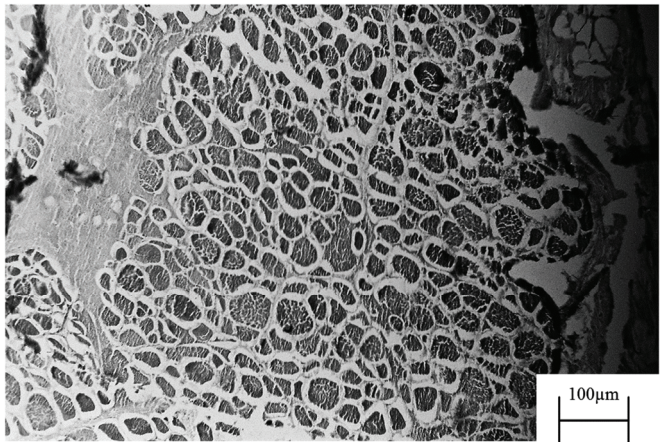
Struktura mięśni dzika poddanych obróbce cieplnej po 28 dobach krioskopowego przechowywania, w porównaniu z surowcem pochodzącym z wcześniejszego okresu składowania w t.b.k., praktycznie nie ulegała zmianie (fot. 13). Organizacja budowy mięśnia była ciągle bardzo dobrze zachowana, odnotowano jednak jeszcze bardziej zaawansowane zmiany amorficzne *perimysium*. Poddanie obróbce cieplnej mięśni świń, wcześniej przechowywanych przez 28 dób w t.b.k, skutkowało wzrostem zaawansowania charakterystycznych zmian w budowie mięśnia, aniżeli miało to miejsce w przypadku prób poddanych 14-dobowemu krioskopowemu składowaniu. Oprócz wspomnianego już naruszenia budowy pęczków, przemieszczenia włókien w ich obrębie, zróżnicowania odległości pomiędzy włóknami mięśniowymi oraz pęczkami, obserwowano w większym stopniu występowanie budowy amorficznej *perimysium* (fot. 14). Powyższe zmiany prawdopodobnie były zarówno konsekwencją postępującej przechowalniczej degradacji mięśni, jak również efektem realizowanej obróbki cieplnej [11, 12].

Mięśnie dzików poddane obróbce cieplnej, po przechowywaniu zamrażalniczym, charakteryzowały liczne pęknięcia podłużne włókien mięśniowych, przy jednocześnie zachowanej charakterystycznej organizacji budowy pęczków (fot. 15). W obrębie śródmięśniowej tkanki łącznej częściowo została zachowana budowa włóknista *perimysium* i *endomysium*. Mięśnie tuczników poddane obróbce cieplnej, po wcześniejszym przechowywaniu zamrażalniczym, charakteryzowały się największym naruszeniem organizacji budowy, zarówno pęczków, jak również włókien mięśniowych, mani-

festującym się przede wszystkim zróżnicowanym rozmieszczeniem włókien mięśniowych w pęczkach, świadczącym o uszkodzeniu śródmięśniowej tkanki łącznej. *Perimysium* odznaczało się częściowo zachowaną budową włóknistą (obserwowaną na ok. 40 % obrazów), a włókna mięśniowe charakteryzowały się bardzo licznymi podłużnymi pęknięciami stwierdzonymi w ok. 80 % analizowanych obrazów (fot. 16). Stosunkowo dobrze zachowana tkanka łączna sprzyjała zachowaniu wartości siły cięcia na

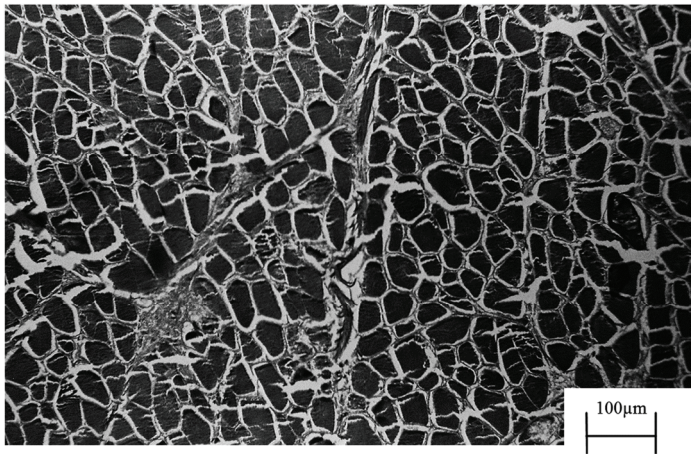


Fot. 13. Struktura mięśnia dzika przechowywanego w t.b.k. przez 28 dób, poddanego obróbce cieplnej (S28).
Fig. 13. Structure of pig muscle stored at near cryoscopic temperature for 28 days, the heat-treated (S28).

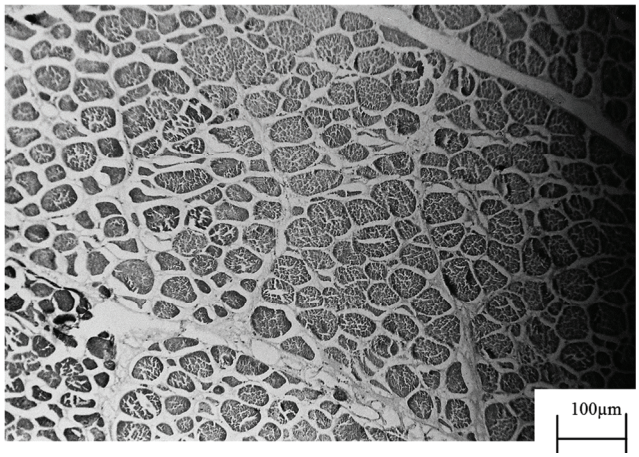


Fot. 14. Struktura mięśnia świni przechowywanego w t.b.k. przez 28 dób, poddanego obróbce cieplnej (S28).
Fig. 14. Structure of pig muscle stored at near cryoscopic temperature for 28 days, the heat-treated (S28).

podobnym poziomie, jak w przypadku surowca grupy doświadczalnej S14. Wyniki badań własnych potwierdzają doniesienia literaturowe dotyczące wpływu budowy tkanki mięśniowej na teksturę mięsa [8, 12].



Fot. 15. Struktura mięśnia dzika przechowywanego w stanie zamrożenia przez 28 dób, poddanego obróbce termicznej (SF).
Fig. 15. Structure of wild boar muscle stored in a frozen state for 28 days, the heat-treated (SF).



Fot. 16. Struktura mięśnia świni przechowywanego w stanie zamrożenia przez 28 dób, poddanego obróbce termicznej (SF).
Fig. 16. Structure of pig muscle stored in a frozen state for 28 days, the heat-treated (SF).

Konfrontując strukturę mięśni mrożonych, poddanych obróbce cieplnej (tab. 2), z cytowanymi wynikami oznaczeń reologicznych wykonanych na tym materiale

w innych badaniach własnych [20], stwierdzono, że w przypadku obu eksperymentalnych surowców, wraz z wydłużaniem czasu ich przechowywania w t.b.k. miało miejsce zmniejszenie wartości siły cięcia. Równocześnie obserwowano, że w przypadku mrożonych mięśni wieprzowych, poddanych obróbce cieplnej, wartości siły cięcia były wyższe od oznaczonych po 28 dobach przechowywania krioskopowego, ale niższe od uzyskanych po 14. dobie. Jednocześnie w każdym z eksperymentalnych wariantów były one wyższe w przypadku mięśni świń aniżeli dzików [20].

Wnioski

1. Struktura nieprzechowywanych mięśni dzików w porównaniu ze strukturą mięśni wieprzowych charakteryzowała się bardziej zwartą budową z wyraźnie wyodrębnionymi i zaznaczonymi poszczególnymi jej elementami, tj. pęczkami i włóknami mięśniowymi oraz *perimysium* i *endomysium*. Cechą charakterystyczną dziczyzny było powszechne występowanie śródmięśniowej tkanki tłuszczowej.
2. Przechowywanie eksperymentalnych mięśni w temperaturze bliskiej krioskopowej skutkowało stopniową destrukcją struktury, manifestującą się pęknięciami podłużnymi włókien mięśniowych oraz degradacją śródmięśniowej tkanki łącznej. Zmiany te postępowały intensywniej w mięsie wieprzowym.
3. Najistotniejsze różnice w budowie przechowywanych mięśni świń i dzików, poddanych obróbce cieplnej, dotyczyły zróżnicowania w rozmieszczeniu przestrzennym włókien mięśniowych w obrębie pęczków. Mięśnie dzików w przeciwieństwie do surowca pochodzącego od świń rasy wbp, zachowały charakterystyczną budowę tkankową, natomiast w surowcu wieprzowym obserwowano przemieszczenie włókien w obrębie pęczków.
4. Mniej zaawansowane zmiany struktury w obu eksperymentalnych surowcach wykazano po przechowywaniu ich w temperaturze bliskiej krioskopowej aniżeli po składowaniu zamrażalniczym.
5. Większą destrukcję struktury stwierdzono w surowcu wieprzowym w wyniku obróbki cieplnej po przechowywaniu eksperymentalnych surowców.

Literatura

[1] Chwastowska I., Kondratowicz J.: Wpływ warunków zamrażalniczego przechowywania i technologii rozmrażania na jakość mięsa. Chłodnictwo, 2007, **4**, 40-44.
[2] Dzierżyńska-Cybulko B., Fruziński B.: Dziczyzna jako źródło żywności. PWRiL, Warszawa 1997.
[3] Karlsson A.H., Klont R.E., Fernadez X.: Skeletal muscle fibers as factor for pork quality. Livestock Production Science, 1999, **60**, 255-269.
[4] Klont R.E., Brock L., Eilelenboom G.: Muscle fiber type and meat quality. Meat Sci., 1999, **49**, 219-229.

[5] Kołczak T., Pospiech E., Palka K., Łacki J.: Changes in structure of poses major and minor and semitendinosus muscles of calves, heifers and cows during post – mortem ageing. Meat Sci., 2003, **64**, 77-83.

[6] Korzeniowski W., Bojarska U., Cierach M.: Wartość odżywcza mięsa dzików. Med. Wet., 1991, **6**, 279-281.

[7] Korzeniowski W., Żmijewski T.: Charakterystyka chemiczna mięsa dzików. Gosp. Mięs., 2001, **3**, 24-25.

[8] Lachowicz K., Żochowska J., Sobczak M.: Comparison of texture and structure of selected muscles of piglets and wild boar juveniles. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2004, **1**, 75-79.

[9] Ngapo T.M. Babare I.H., Reynolds J., Mawson R.F.: A preliminary investigation of the effects of frozen storage on samples of pork. Meat Sci., 1999, **53**, 169-177.

[10] Ngapo T.M., Babare I.H., Reynolds J., Mawson R.F.: Freezing rate and frozen storage effects on the ultrastructure of samples of pork. Meat Sci., 1999, **53**, 159-168.

[11] Palka K., Daun H.: Changes in texture, cooking losses and myofibrillar structure of bovine *m. semitendinosus* during heating. Meat Sci., 1999, **51**, 237-243.

[12] Palka K.: Zmiany w mikrostrukturze i teksturze mięśni bydlęcych podczas dojrzewania poubojowego i ogrzewania. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 2000, **270**, 1-63.

[13] Polak E.: Utrwalanie żywności metodą zamrażania lub chłodzenia. Chłodnictwo, 2007, **XLII (3)**, 42-45.

[14] Purslow P.P.: Strain- induced reorientation of an intramuscular connective tissue network: implications for passive muscle elasticity. J. Biomech., 1989, **22 (1)**, 21-31.

[15] Schwägele F.: Struktur und Funktion des Muskels. Fleischwirtschaft, 2004, **4**, 168-171.

[16] Szczepański J., Szmańko T., Korzeniowska M.: Characteristics of carcass traits and physicochemical properties of meat from pig with wild boar crossbreed. Animal Sci., 2007, **58 (1)**, 134-135.

[17] Szmańko T. Wyskiel S., Gajewczyk P.: Zależność między zdolnością utrzymywania wody a budową histologiczną tkanki mięśniowej świń. Prace i Mat. Zoot. Zesz. Spec., 2002, **13**, 177-183.

[18] Szmańko T., Dorobisz A., Szczepański J.: Struktura i wybrane właściwości fizykochemiczne wędzonek z mięsa wołowego przechowywanych w temperaturze bliskiej krioskopowej. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 2003, **1 (34)**, 59-71.

[19] Szmańko T., Duda Z., Szczepański J.: Wpływ przechowywania wędzonek w temperaturze bliskiej krioskopowej i w stanie zamrożonym na ich jakość sensoryczną. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 2004, **1 (38)**, 105-119.

[20] Szmańko T., Górecka J., Korzeniowska M., Malicki A., Eremenko E.: Comparison of chosen quality parameters of meat from wild boar and domestic pigs. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2007, **57**, 523-528.

[21] Szmańko T., Honikel K.O., Hofmann K.: Changes in histological structure and physicochemical properties of raw, cured, smoked pork loins resulting from freezing near cryoscopic temperature. Die Nahrung, 1995, **39 (5/6)**, 432-451.

[22] Szmańko T., Malicki A., Cichoń A., Brużewicz S., Dworecka E.: Quality of sopocka pork loin wrapped directly post thermal treatment or after chilling and stored at near cryoscopic temperature. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2005, **14/55**, 111-116.

[23] Szmańko T., Szczepański J., Korzeniowska M.: Culinary and technological usefulness of meat from crossbreed of pig with wild boar. Animal Sci., 2007, **58 (1)**, 136-137.

[24] Wielbo E., Lechowski J.: Zróżnicowanie cech fizycznych mięśni szkieletowych u dzika (*Sus scrofa ferus*) i czystej rasy wbp. Annales Universitatis M. Curie-Skłodowska Lublin, 2002, **10**, 59-67.

[25] Wrotek E., Statkiewicz U.: Ocena jakości mrożonego mięsa z dzika przechowywanego w chłodniach składowanych przez 12 miesięcy. Gosp. Mięs., 1991, **7**, 7-9.

[26] Zawistowski S.: Technika histologiczna. PZWL, Warszawa 1986.

[27] Żochowska J., Lachowicz K., Gajowiecki L., Sobczak M., Kotowicz M., Żych A.: Effects of carcass weight and muscle on texture, structure and myofibril characteristic of wild boar meat. Meat Sci. 2005, **71**, 244-248.

COMPARING MEAT STRUCTURE OF WILD BOARS AND DOMESTIC PIGS STORED AT NEAR TO CRYOSCOPIC TEMPERATURE OR IN A FROZEN STATE

S u m m a r y

In the study, an attempt was made to assess the impact of storing major elements of wild boars and pigs from battery farming at a near cryoscopic temperature (n.c.t.) and of thermal treatment thereof on the structure of muscle tissue. The analysis of the impact was made in comparison to samples stored under the frozen conditions.

It was proved that the storage of meat of both the wild boars and the pigs at a near cryoscopic temperature beneficially impacted the muscle tissue structure that was significantly less destructed compared to changes, which occurred in the raw material kept under the freezing conditions. The most essential differences in the structure of pigs' and wild boars' muscles consisted in the spatial arrangement of muscle fibres within fascicles (bundle of muscle fibres). During storage, the muscles of wild boars retained their characteristic muscle tissue structure; however, in the pork meat of 'plw' (Polish Large White) pig breed, a dislocation of fibres was found within the fascicles.

Key words: venison, pork, game, freezing, storage at near cryoscopic temperature (n.c.t.), structure