

RENATA STANISŁAWCZYK, MARIUSZ RUDY

Katedra Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego
Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie

WPLYW WIEKU UBOJU KONI NA ZMIANY ZACHODZĄCE W TŁUSZCZU KOŃSKIM W CZASIE ZAMRAŻALNICZEGO PRZECHOWYWANIA

EFFECT OF THE SLAUGHTER AGE OF HORSES ON CHANGES
OCCURRING IN THE HORSE FAT DURING THE FROZEN STORAGE

Streszczenie. Celem pracy było określenie wpływu wieku uboju koni na przebieg zmian zachodzących w ich tłuszczu w czasie zamrażalniczego przechowywania. Badano próby tłuszczu karkowego pochodzące z tusz końskich. Zwierzęta zostały podzielone na trzy grupy wiekowe: źrebięta (w wieku do 2 lat), konie młode (w wieku od ponad 2 do 10 lat), konie stare (w wieku powyżej 10 lat). Badania przeprowadzono na 25 półtuszach źrebiąt, 38 półtuszach koni młodych i 40 półtuszach koni starych. Właściwości fizyczno-chemiczne tłuszczu karkowego są wyraźnie uzależnione od wieku zwierząt. Wykazano statystycznie istotne różnice w jasności barwy tłuszczu końskiego pomiędzy wszystkimi grupami wiekowymi. Tłuszcz karkowy pochodzący z tusz źrebiąt jest najjaśniejszy. Wraz z wiekiem jasność barwy łoju zmieniała się z jasnokremowej do pomarańczowej w grupie koni starych. W przypadku tłuszczu karkowego przechowywanego zarówno w warunkach chłodniczych, jak i zamrażalniczych wykazano statystycznie istotne różnice ($p \leq 0,01$) w wartościach liczby nadtlenkowej i liczby kwasowej (odzwierciedlające przemiany oksydacyjne i hydrolityczne) źrebiąt i koni dorosłych. Niekorzystne przemiany w tłuszczu karkowym przebiegały najintensywniej w łoju otrzymanym od źrebiąt, co przesądza o mniejszej przydatności tego surowca do długotrwałego przechowywania zamrażalniczego. Tłuszcz karkowy otrzymany z tusz zwierząt najstarszych charakteryzował się najmniejszą ilością wolnych kwasów tłuszczowych i nadtlenków, powolniejszym tempem utleniania i enzymatycznej hydrolizy, co wskazuje na celowość dłuższego przechowywania zamrażalniczego tego tłuszczu.

Słowa kluczowe: tłuszcz koński, liczba kwasowa, liczba nadtlenkowa, autooksydacja, hydroliza

Wstęp

Duże znaczenie dla jakości produktów mrożonych mają przemiany chemiczne oraz biochemiczne tłuszczów i lipidów. Najważniejsze z nich to procesy utleniania i enzymatycznej hydrolizy. Procesy utleniania tłuszczów mają zwykle charakter reakcji łańcuchowych, inicjowanych samorzutnie (zjawisko autooksydacji) (Gruda i Postolski, 1999). Zmiana smaku i zapachu tłuszczów w wyniku tych procesów powoduje, że jest ona popularnie nazywana jełczeniem oksydacyjnym (Rak i Morzyk, 2002). Początkowe stadium przemian, tzw. okres indukcyjny, przebiega powoli, dopiero później dynamika procesów silnie wzrasta. Powstające reaktywne rodniki kwasów tłuszczowych intensywnie się łączą z tlenem, tworząc nietrwałe połączenia (nadtlenki, wodoronadtlenki) wchodzące we wtórne reakcje desmolizy lub polimeryzacji. Efektem tego jest rozkład lub wzrost wielkości cząsteczek tłuszczów i powstawanie związków o typowych, niepożądanych cechach sensorycznych (Gruda i Postolski, 1999; Morcuende i in., 2003; Rak i Morzyk, 2002; Wąsowicz i in., 2004). Należą do nich niskocząsteczkowe substancje lotne, przede wszystkim krótkołańcuchowe aldehydy oraz powstające z nich wskutek utleniania kwasy. Szczególnie niski próg wrażliwości sensorycznej mają nienasycone aldehydy (rzędu ppm, a nawet ppb) (Hęś i Korczak, 2007). Zmiany te nie występują w fazie zamrażania, lecz ujawniają się dopiero podczas przechowywania. Autooksydacji ulegają przede wszystkim nienasycone kwasy tłuszczowe i ich glicerydy (Gruda i Postolski, 1999; Litwińczuk, 2004).

Drugim kierunkiem przemian tłuszczów w produktach mrożonych jest hydroliza, prowadząca do rozkładu trójglicerydów i powstawania wolnych kwasów tłuszczowych (WKT), glicerolu oraz mono- i diacylogliceroli. Wpływ hydrolizy na właściwości organoleptyczne tłuszczu jest uzależniony od charakteru uwalnianych kwasów tłuszczowych. Wbrew obiegowym poglądom rozmiary hydrolizy są niekiedy duże, i znacząco współokreślają jakość niektórych produktów. Wzrost ilości WKT bywa poprzedzony fazą utleniania lipidów (Gruda i Postolski, 1999; Litwińczuk, 2004).

Zróznicowanie składu kwasów tłuszczowych w cząsteczkach trójglicerydów tłuszczu różnych gatunków zwierząt rzeźnych wskazuje, że najbardziej podatne na rozkład oksydacyjny są tłuszcz koński i tłuszcz wieprzowy, nieco mniej łój owczy, a najtrwałszym jest łój bydłowy (Rak i Morzyk, 2002). W mięśniowym tłuszczu końskim występuje 12 kwasów tłuszczowych: 5 nasyconych i 7 nienasyconych. O jego bardzo dobrej wartości biologicznej świadczy duża zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych (60,49-63,04%), wśród których najwięcej jest kwasów jednonienasyconych – oleinowego (38-55%) i palmitoleinowego (3-10%), ich suma stanowi aż 45,16% wszystkich kwasów. Z kwasów wielonienasyconych (WNKT) (17,5%) wyróżnić należy kwasy linolowy (9,14%) i linolenowy (8,02%). Łączna ilość tych kwasów przyczynia się niewątpliwie do wysokiej oceny badanego surowca, gdyż kwasy te są składnikiem wielu struktur ludzkiego ciała oraz regulują szereg zachodzących w organizmie procesów. W tej ocenie istotna jest też mniejsza niż w innych rodzajach tłuszczów zwierzęcych zawartość niepożądanego kwasu nasyconego, jakim jest kwas stearynowy (2,82%), jak i suma wszystkich kwasów nasyconych nieprzekraczająca 38% (De Palo i in., 2013; Hertrampf, 2003; Kondratowicz i Bąk, 1998b; Kondratowicz i Podlejska, 2000; Korzeniowski i in., 1999; Lee i in., 2007; Paleari i in., 2003; Sobina i Kondratowicz, 2000; Toniał i in., 2009).

Tłuszcz koński jest bardziej miękki niż wieprzowy, a pod względem konsystencji przypomina drobiowy. Śródmięśniowy tłuszcz koński jest oleisty i łatwo topliwy (punkt topnienia: od 29 do 43°C), w związku z tym jest lepiej przyswajalny niż tłuszcz innych gatunków zwierząt. Ponadto występuje w znikomych ilościach i nie daje się oddzielić mechanicznie od tkanki mięśniowej, współdecydując o jakości mięsa końskiego (Hertrampf, 2003; Kondratowicz i Podlejska, 2000; Kortz i Gardzielewska, 1988). Dzięki małej zawartości tłuszczu śródmięśniowego wartość kaloryczna koniny jest znacznie mniejsza niż wieprzowiny i baraniny, a bardziej odpowiada chudej wołowinie lub cielęcynie. 100 g mięsa końskiego zawiera średnio 470 kJ, podczas gdy 100 g wieprzowiny – 1900 kJ, w przypadku wołowiny i cielęciny wartość kaloryczna kształtuje się na poziomie 760 kJ. Mięso końskie charakteryzuje się małą zawartością tłuszczu (2,5%) (Arcos-Garcia i in., 2002; De Palo i in., 2013; Dobranić i in., 2009; Kondratowicz, 2001; Kondratowicz i Bąk, 1998a, 1998b, 1998c; Kortz i Gardzielewska, 1988; Paleari i in., 2003; Tonial i in., 2009). Do niskokalorycznych wyrobów z tuszy końskiej należy zaliczyć łopatkę, w której składzie jest najmniej tłuszczu (4,8%), i udziec (6,3%). Większą zawartością tłuszczu charakteryzują się karkówka (8,6%) oraz rostbef (13,0%) (Korzeniowski i in., 1999).

Złogi łoju podskórnego oraz okołonerkowego obecne w tuszach koni nie są cennym surowcem kulinarnym ani technologicznym, natomiast łoż śródmięśniowy nadaje koninie marmurkowatości oraz decyduje o soczystości i kruchości mięsa (Znamirowska, 2005). W przypadku eksportu do Japonii mięsa końskiego może być ono nastrzykiwane łożem, krojone w kostkę, próżniowo pakowane w folię i mrożone w temperaturze od –65 do –60°C (Zin i in., 2003).

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wieku uboju koni na przebieg zmian zachodzących w ich tłuszczu w czasie zamrażalniczego przechowywania.

Material i metody

Część eksperymentalną badań przeprowadzono w Ubojni Eksportowej Koni „Jasan” w Jaśle. Materiał badawczy stanowiły źrebięta o masie przedubojowej od 250 do 320 kg oraz konie młode i dorosłe stare typu pogrubionego o masie od 450 do 650 kg.

Konie zostały podzielone na trzy grupy wiekowe (doświadczalne):

- grupa I – źrebięta, w wieku do 2 lat,
- grupa II – konie młode, w wieku od ponad 2 do 10 lat,
- grupa III – konie stare, w wieku powyżej 10 lat.

Badaniami objęto 25 półtuszy źrebiąt, 38 półtuszy koni młodych i 40 półtuszy koni starych. W celu dokonania oznaczeń cech fizyczno-chemicznych tłuszczu pobrano z fałdy tłuszczu karkowego każdej półtuszy po trzy próbki o masie 500 g. W ten sposób każda z trzech partii próbek składała się z 25 próbek tłuszczu źrebięcego, 38 próbek tłuszczu koni młodych i 40 próbek tłuszczu koni starych. Pierwszą partię próbek poddawano badaniom laboratoryjnym w pierwszym tygodniu od momentu uboju, przechowując je w warunkach chłodniczych przez 48 h (temperatura 6°C), natomiast dwie pozostałe partie próbek tłuszczu poddano zamrożeniu z użyciem ciekłego azotu. Mrożenie próbek tłuszczu końskiego przeprowadzono w szafie zamrażalniczej typu Hopkinsa, po wcześ-

niejszym ich zapakowaniu w woreczki foliowe PA/PE. Średnia temperatura prób w momencie rozpoczęcia mrożenia wynosiła około 4°C, w procesie mrożenia wynosiła około -75°C, a czas tego zabiegu wynosił około 1 h. Po zamrożeniu do temperatury -75°C próbki tłuszczu końskiego przechowywano przez 1 i 3 miesiące w temperaturze -22°C. Po okresie przechowywania w warunkach zamrażalniczych przeniesiono je do laboratorium w celu wykonania analiz. Oznaczenie właściwości fizyczno-chemicznych prób tłuszczu końskiego było poprzedzone ich rozmrożeniem przez umieszczenie w powietrzu o temperaturze około 10°C. Rozmrażanie przerywano po osiągnięciu wewnątrz badanego tłuszczu temperatury około 0°C. Rozmrożone próbki przechowywano w trakcie prowadzenia oznaczeń w warunkach chłodniczych.

Oznaczono następujące fizyczno-chemiczne cechy tłuszczu końskiego:

- jasność barwy,
- liczbę nadtlenkową,
- liczbę kwasową.

Jasność barwy tłuszczu (w procentach odbicia) oznaczono z użyciem spektrofotometru „Spekol” z przystawką odbiciową Rd45/O przy długości fali 630 nm, zarówno w tłuszczu chłodzonym, jak i po rozmrożeniu.

Oznaczenia liczby nadtlenkowej dokonano zgodnie z normą PN-ISO 3960:1996 (1996), podając wynik w milirównoważnikach aktywnego tlenu w 1 kg próbki.

Liczbę kwasową określono zgodnie z wytycznymi zawartymi w PN-ISO 660:1998/Az1:2000 (1998/2000) w miligramach KOH w 1 g próbki.

W tabelach 1-3 zamieszczono wartości średnie (\bar{x}) każdej z badanych cech wraz z odchyleniem standardowym (SD). W celu stwierdzenia istotności wpływu wieku uboju koni na zmiany zachodzące w tkance tłuszczowej zwierząt zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami w ocenianych grupach wyznaczono testem Fishera (LSD). Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano w programie komputerowym Statistica, wersja 6,0.

Wyniki i dyskusja

Tłuszcz koński pochodzący od zwierząt młodych jest w zasadzie biały, a od zwierząt starszych, zwłaszcza utrzymywanych na pastwisku, dzięki karotenowi zawartemu w trawie, jest intensywnie żółty (Kortz i Gardzielewska, 1988; Korzeniowski i in., 1993). Ilość karotenu w 100 g tłuszczu końskiego zawiera się w granicach od 0,1 do 0,7 mg. Intensywność barwy tłuszczu końskiego wzrasta przez okres letni do osiągnięcia maksimum w październiku, a następnie barwa tłuszczu stopniowo się rozjaśnia do wartości minimalnej w maju. Ponadto tłuszcz o barwie bardziej intensywnej zawiera więcej witaminy A, której ilość w okresie maksymalnego nagromadzenia może być kilkakrotnie większa niż w łoju wołowym (Korzeniowski i in., 1993).

Największy procent odbicia światła – 64,60% – stwierdzono w tłuszczu karkowym uzyskanym z tusz żrebiąt, tzn. ten tłuszcz był najjaśniejszy (tab. 1). W miarę wzrostu wieku zwierząt jasność łoju ulegała wyraźnemu pociemnieniu, uzyskując w grupie koni młodych 60,42% odbicia światła. W grupie koni starych wartość liczbowa charakteryzująca jasność barwy tłuszczu karkowego była najmniejsza: 56,45%. Taki rozkład wyników

Tabela 1. Jasność barwy tłuszczu końskiego (%)
Table 1. Brightness of colour of horse fat (%)

Czas przechowywania Storage time	Żrebięta Foals		Konie młode Young horses		Konie stare Old horses	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
48 h	64,60 ^{A, a}	4,67	60,42 ^b	3,57	56,45 ^{C, c}	3,54
Mrożenie – 1 miesiąc Cold storage – 1 month	62,85 ^{A, a}	3,56	59,23 ^{B, b}	2,66	52,98 ^C	2,75
Mrożenie – 3 miesiące Cold storage – 3 months	61,34 ^A	4,02	56,78 ^B	3,98	51,67 ^C	3,69

Wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi małymi literami różnią się od siebie statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$.

Wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi dużymi literami różnią się od siebie statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,01$.

Mean values in the row denoted by different small letters vary among themselves statistically significantly at the level of $p \leq 0.05$.

Mean values in the row denoted by different capital letters vary among themselves statistically significantly at the level of $p \leq 0.01$.

potwierdza oczywistą zależność tej cechy od wieku ubijanych koni. Wraz z wiekiem uboju zwierząt jasność barwy ich łoju zmieniała się z jasnokremowej do pomarańczowej w grupie koni starych.

W wyniku przechowywania zamrażalniczego stwierdzono pociemnienie barwy tłuszczu karkowego w każdej grupie wiekowej zwierząt. Po 1-miesięcznym okresie przechowywania jasność barwy łoju w grupie I wynosiła 62,85%, a po okresie 3-miesięcznym – 61,34%. Podobny układ zależności wykazano w grupie II: wartość tego współczynnika po 1 miesiącu wynosiła 59,23%, a po 3 miesiącach 56,78%. W grupie III rozkład wartości liczbowych dotyczący tej cechy przedstawiał się następująco: 52,98% i 51,67%. Ponadto, podobnie jak w przypadku tłuszczu końskiego przechowywanego w warunkach chłodniczych, również w przypadku zamrażalniczego przechowywania wykazano statystycznie istotną zależność pomiędzy wiekiem ubijanych zwierząt a jasnością barwy tłuszczu karkowego. Łój uzyskiwany z tusz źrebiąt charakteryzował się wyraźnie najjaśniejszym zabarwieniem. Wraz ze wzrostem wieku zwierząt otrzymywany z nich tłuszcz karkowy po rozmrożeniu charakteryzował się mniejszą wartością odbicia światła.

Otrzymane wyniki badań korespondują z poprzednią pracą (Stanisławczyk, 2008), w której wykazano największy procent odbicia światła – 55,75% – w tłuszczu karkowym po 48 h chłodniczego przechowywania. Mrożenie i przechowywanie zamrażalnicze spowodowało wyraźne pociemnienie barwy łoju końskiego. Po 1-miesięcznym okresie przechowywania jasność barwy tłuszczu kształtowała się na poziomie 54,68%, natomiast po 3-miesięcznym wyniosła 53,19%.

Otrzymane wyniki badań własnych (tab. 1) są zbliżone z rezultatami Znamirowskiej (2005), która wykazała, iż najjaśniejszy łój uzyskiwano z tusz źrebiąt (65,30%) oraz młodych koni w wieku od 2 do 7 lat (61,00%) po 48 h od uboju. Wraz z wiekiem ja-

sność barwy sukcesywnie się zmieniała, uzyskując w grupie najstarszych zwierząt (powyżej 17 lat) najmniejsze wartości odbicia światła (53,76%). Pociemnienie barwy następowało również w wyniku mrożenia i przechowywania zamrażalniczego. Po 30-dniowym okresie składowania procent odbicia światła zmniejszył się przeciętnie w każdej grupie wiekowej zwierząt (do 2 lat, 2-7 lat, 7-12 lat, 12-17 lat, powyżej 17 lat) o 2-3%, a po 90 dniach – o dalsze 1-2%.

Analiza wyników uzyskanych w badaniach własnych (tab. 2, 3) wskazuje, że szybkość jęlczenia tłuszczu końskiego była uzależniona od wieku ubijanych koni, i była to zależność istotna statystycznie. W badaniach własnych określono poziom liczby nadtlenkowej i liczby kwasowej w zależności od wieku koni po 48 h od uboju. Wyniki zamieszczone w tabelach 2 i 3 pokazują, że największą wartością zarówno liczby nadtlenkowej, jak i kwasowej charakteryzował się tłuszcz karkowy otrzymany z tusz źrebiąt. Pierwsza z analizowanych cech kształtowała się na poziomie 0,91 milirównoważnika w 1 kg, druga – na poziomie 0,93 mg KOH w 1 g. W miarę wzrostu wieku ubijanych koni wartości tych cech wyraźnie i systematycznie malały i w koninie pochodzącej od zwierząt młodych: liczba nadtlenkowa wynosiła 0,81 milirównoważnika w 1 kg, a liczba kwasowa – 0,82 mg KOH w 1 g. W tłuszczu pochodzącym od zwierząt starych wartości te zmalały, odpowiednio, do 0,64 milirównoważnika w 1 kg i 0,78 mg KOH w 1 g.

Taki rozkład wyników świadczy o tym, iż pod względem analizowanych cech łój źrebięcy przechowywany w warunkach chłodniczych różni się statystycznie istotnie od tłuszczu karkowego otrzymanego z pozostałych grup wiekowych: wartość zarówno liczby nadtlenkowej, jak i kwasowej w tuszach źrebiąt jest większa.

Zbliżone wyniki badań uzyskano również w poprzedniej pracy (Stanisławczyk, 2008). Po 48 h przechowywania chłodniczego wartość liczby nadtlenkowej w tłuszczu

Tabela 2. Liczba nadtlenkowa tłuszczu końskiego (milirównoważniki w 1 kg)

Table 2. Peroxide number of horse fat (milliequivalents per 1 kg)

Czas przechowywania Storage time	Żrebięta Foals		Konie młode Young horses		Konie stare Old horses	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
48 h	0,91 ^A	0,26	0,81	0,21	0,64 ^C	0,20
Mrożenie – 1 miesiąc Cold storage – 1 month	1,82 ^{A,a}	0,31	1,63 ^b	0,30	1,36 ^C	0,27
Mrożenie – 3 miesiące Cold storage – 3 months	4,58 ^{A,a}	0,27	4,16 ^b	0,26	2,69 ^C	0,34

Wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi małymi literami różnią się od siebie statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$.

Wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi dużymi literami różnią się od siebie statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,01$.

Mean values in the row denoted by different small letters vary among themselves statistically significantly at the level of $p \leq 0.05$.

Mean values in the row denoted by different capital letters vary among themselves statistically significantly at the level of $p \leq 0.01$.

Tabela 3. Liczba kwasowa tłuszczu końskiego (mg KOH w 1 g)
Table 3. Acid number of horse fat (mg KOH per 1 g)

Czas przechowywania Storage time	Żrebięta Foals		Konie młode Young horses		Konie stare Old horses	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
48 h	0,93 ^{A, a}	0,13	0,82 ^b	0,20	0,78 ^C	0,12
Mrożenie – 1 miesiąc Cold storage – 1 month	1,18 ^A	0,22	1,13	0,25	1,09 ^C	0,23
Mrożenie – 3 miesiące Cold storage – 3 months	1,27 ^A	0,10	1,19	0,13	1,15 ^C	0,17

Wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi małymi literami różnią się od siebie statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,05$.

Wartości średnie w wierszu oznaczone różnymi dużymi literami różnią się od siebie statystycznie istotnie na poziomie $p \leq 0,01$.

Mean values in the row denoted by different small letters vary among themselves statistically significantly at the level of $p \leq 0.05$.

Mean values in the row denoted by different capital letters vary among themselves statistically significantly at the level of $p \leq 0.01$.

końskim kształtowała się na poziomie 0,71 milirównoważnika w 1 kg, a wartość liczby kwasowej wynosiła 0,85 mg KOH w 1 g.

Uzyskane wyniki badań własnych (tab. 2, 3) są zbliżone z rezultatami Znamirowskiej (2005), która wykazała w łoju źrebięcym po 48 h od uboju liczbę nadtlenkową na poziomie 0,91 milirównoważnika w 1 kg, a liczbę kwasową – na poziomie 0,92 mg KOH w 1 g. Wraz z wiekiem stwierdzono tendencję malejącą analizowanych wskaźników. W tłuszczu koni młodych (2-7 lat i 7-12 lat) wartości te zmalały do 0,80 milirównoważnika w 1 kg i 0,86 mg KOH w 1 g, a w łoju otrzymanym od starych zwierząt (12-17 lat i powyżej 17 lat) – zmalały do 0,60 milirównoważnika w 1 kg i 0,85 mg KOH w 1 g.

Wnikliwa analiza wartości liczbowych uzyskanych w badaniach własnych wskazuje, że niekorzystne przemiany zachodzące w łoju przechowywanym w warunkach zamrażalniczych były statystycznie istotnie uzależnione od wieku koni. Na podstawie wartości liczby nadtlenkowej i kwasowej określonej dla tłuszczu karkowego stwierdzono tendencję wzrastającą tych wskaźników wraz z przedłużaniem okresu składowania zamrażalniczego. W przypadku łoju źrebięcego liczba nadtlenkowa po 1 miesiącu zamrażalniczego przechowywania wynosiła 1,82 milirównoważnika w 1 kg, a liczba kwasowa – 1,18 mg KOH w 1 g. Po 3 miesiącach składowania wartości te wzrosły do 4,58 milirównoważnika w 1 kg i 1,27 mg KOH w 1 g. Porównując właściwości tłuszczu końskiego mrożonego i przechowywanego przez 1 i 3 miesiące, należy stwierdzić zwiększenie wartości liczby nadtlenkowej i kwasowej w tłuszczu karkowym we wszystkich grupach wiekowych. Na przykład w tłuszczu koni grupy II poziom liczby nadtlenkowej zwiększył się z 1,63 milirównoważnika w 1 kg po 1 miesiącu zamrażalniczego składowania do 4,16 milirównoważnika w 1 kg po 3 miesiącach. Liczba kwasowa w tej grupie zwierząt kształtowała się na następującym poziomie: w tłuszczu przechowywanym zamrażalniczo przez 1 miesiąc – 1,13 mg KOH w 1 g, w tłuszczu przechowywanym zamrażalniczo przez 3 miesiące – 1,15 mg KOH w 1 g.

wywanym zamrażalniczo przez 3 miesiące – 1,19 mg KOH w 1 g. W przypadku łożu otrzymanego z tusz koni grupy III liczba nadtlenkowa osiągnęła poziom odpowiednio: 1,36 milirównoważnika w 1 kg i 2,69 milirównoważnika w 1 kg, a liczba kwasowa: 1,09 mg KOH w 1 g, 1,15 mg KOH w 1 g.

Przedstawione dane wskazują, że niekorzystne przemiany w tłuszczu karkowym przebiegały najintensywniej w łożu otrzymanym od źrebiąt, co przesądza o mniejszej przydatności tego surowca do długotrwałego przechowywania zamrażalniczego. Tłuszcz karkowy otrzymany z tusz zwierząt najstarszych charakteryzował się najmniejszą ilością wolnych kwasów tłuszczowych i nadtlenków, powolniejszym tempem utleniania i enzymatycznej hydrolizy. Mogło to być spowodowane najprawdopodobniej większą zawartością antyoksydantów (np. wit. A, D i E), o czym świadczą wyniki badań Korzeniowskiego i in. (1993), którzy wykazali, że zawartość witaminy A jest mniejsza w tłuszczu koni młodych (do 3 lat) w porównaniu z tym surowcem uzyskanym od koni starszych (5-15 lat). Wszystko to pozwala na stwierdzenie, że o długości czasu przechowywania zamrażalniczego tłuszczu decyduje wiek zwierząt.

Otrzymane wyniki badań własnych korespondują z pracami innych autorów, którzy przedstawili przebieg procesów oksydacyjnych i hydrolitycznych zachodzących w tłuszczu końskim podczas zamrażalniczego przechowywania. Stanisławczyk i Znamirowska (2005) wykazały, że zamrażalnicze przechowywanie powoduje wzrost wartości liczby nadtlenkowej z 1,43 milirównoważnika w 1 kg po 1 miesiącu do 2,90 milirównoważnika w 1 kg po 3 miesiącach. Wartość liczby kwasowej wzrasta odpowiednio: z 1,02 mg KOH w 1 g do 1,14 mg KOH w 1 g. Zdecydowany wzrost wartości liczby nadtlenkowej, przeciętnie od 1 do 3 milirównoważnika w 1 kg, a liczby kwasowej w mniejszym stopniu – o 0,05 mg KOH w 1 g, wraz z wydłużeniem okresu zamrażalniczego składowania tłuszczu końskiego z 30 do 90 dni wykazała Znamirowska (2005). Również w poprzedniej pracy (Stanisławczyk, 2008) przedstawiono przebieg procesów oksydacyjnych i hydrolitycznych w tłuszczu końskim podczas zamrażalniczego składowania. Po 1 miesiącu przechowywania liczba nadtlenkowa wynosiła 1,43 milirównoważnika w 1 kg, a liczba kwasowa – 1,02 mg KOH w 1 g. Po 3 miesiącach liczba nadtlenkowa wyniosła 2,90 milirównoważnika w 1 kg, a liczba kwasowa – 1,15 mg KOH w 1 g.

Wnioski

1. Wiek koni wyraźnie determinuje właściwości fizyczno-chemiczne uzyskiwanego tłuszczu końskiego.

2. Wykazano statystycznie istotne różnice w jasności barwy tłuszczu końskiego pomiędzy wszystkimi grupami wiekowymi tych zwierząt. W miarę starzenia się zwierząt tłuszcz karkowy wykazuje coraz ciemniejszą barwę, przechodząc z jasnokremowej u źrebiąt (64,60%) do pomarańczowej u zwierząt starych (56,45%). Podczas składowania zamrażalniczego następuje dalsze pociemnienie barwy tłuszczu: procent odbicia światła jest największy w tłuszczu z tusz źrebiąt, a w tłuszczu z tusz koni starych wartość tego współczynnika jest najmniejsza.

3. Tłuszcz świeży po 48 h od uboju charakteryzował się w poszczególnych grupach wiekowych stosunkowo małą wartością liczby nadtlenkowej i liczby kwasowej. Pod-

czas mrożenia i przechowywania zamrażalniczego stwierdzono wzrost wartości analizowanych wskaźników we wszystkich grupach wiekowych. Tłuszcz pochodzący z tusz koni starych charakteryzował się najniższym poziomem liczby nadtlenkowej i kwasowej, co świadczy o mniejszej podatności tego surowca na jeliczenie i o większej przydatności tego łoju do zamrażalniczego przechowywania.

4. W przypadku tłuszczu karkowego przechowywanego zarówno w warunkach chłodniczych, jak i zamrażalniczych wykazano statystycznie istotne różnice ($p \leq 0,01$) w wartościach liczby nadtlenkowej i liczby kwasowej (odzwierciedlające przemiany hydrolityczne i oksydacyjne) tego surowca pozyskanego od źrebiąt i koni dorosłych.

Literatura

- Arcos-Garcia, G., Totosaus, A., Guerrero, I., Perez-Chabela, M. L. (2002). Physicochemical, sensory, functional and microbial characterisation of horse meat. *Rev. Bras. Agrociênc.*, 8, 1, 43–46.
- De Palo, P., Maggiolino, A., Centoducati, P., Tateo, A. (2013). Slaughtering age effect on carcass traits and meat quality of Italian draught horse foals. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 26, 11, 1637–1643.
- Dobranić, V., Njari, B., Mioković, B., Cvrtila Fleck, Ž., Kadivc, M. (2009). Chemical composition of horse meat. *Meso*, 11, 1, 62–67.
- Gruda, Z., Postolski, J. (1999). Zamrażanie żywności. Warszawa: WNT.
- Hertrampf, J. W. (2003). Mythos Pferdefleisch. *Fleischwirtschaft*, 1, 88–92.
- Hęś, M., Korczak, J. (2007). Wpływ różnych czynników na szybkość utleniania się lipidów mięsa. *Nauka Przyr. Technol.*, 1, 1, #3.
- Kondratowicz, J. (2001). Effect of natural fat addition on changes in the weight and sensory quality of horsemeat frozen according to different methods. *Nat. Sci.*, 8, 183–192.
- Kondratowicz, J., Bąk, T. (1998a). Changes in the weight and taste qualities of horsemeat frozen by means of liquid carbon dioxide and a ventilation method during 3-month cold storage. *Nat. Sci.*, 1, 229–239.
- Kondratowicz, J., Bąk, T. (1998b). Effect of different methods of freezing on some chemical and physico-chemical properties of 'normal' and 'enriched' horsemeat during 3-month cold storage. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tłuszcz.*, 35, 1, 67–76.
- Kondratowicz, J., Bąk T. (1998c). Effect of different methods of freezing on weight losses and taste qualities of 'normal' and 'enriched' horsemeat during 6-month cold storage. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tłuszcz.*, 35, 1, 77–87.
- Kondratowicz, J., Podlejska, Ż. (2000). Wpływ dodatku tłuszczu naturalnego na skład chemiczny i właściwości fizykochemiczne mięsa końskiego zamrożonego różnymi metodami. *Biul. Nauk. AR-T Olszt.*, 8, 187–195.
- Kortz, J., Gardzielewska, J. (1988). Wartość użytkowa mięsa końskiego (cz. II). *Koń Pol.*, 3, 16.
- Korzeniowski, W., Jankowska, B., Kwiatkowska, A. (1993). Zawartość karotenu i witaminy A w tłuszczach końskich. *Med. Wet.*, 49, 9, 419–421.
- Korzeniowski, W., Kwiatkowska, A., Jankowska, B. (1999). Warto polubić koninę. *Przegl. Gastron.*, 8, 8–9.
- Lee, Ch. E., Seong, P. N., Oh, W. Y., Ko, M. S., Kim, K. I., Jeong, J. H. (2007). Nutritional characteristics of horsemeat in comparison with those of beef and pork. *Nutr. Res. Pract.*, 1, 70–73.
- Litwińczuk, Z. (2004). Surowce zwierzęce – ocena i wykorzystanie. Warszawa: PWRiL.

- Morcuede, D., Estévez, M., Ruiz, J., Cava, R. (2003). Oxidative and lipolytic deterioration of different muscles from free-range reared Iberian pigs under refrigerated storage. *Meat Sci.*, 65, 3, 1157–1164.
- Paleari, M. A., Moretti, V. M., Beretta, G., Mentasti, T., Bersani, C. (2003). Cured products from different animal species. *Meat Sci.*, 63, 4, 485–489.
- PN-ISO 3960:1996. (1996). Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej. Warszawa: PKNMiJ.
- PN-ISO 660:1998/Az1:2000. (1998/2000). Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości. Warszawa: PKNMiJ.
- Rak, L., Morzyk, K. (2002). *Chemiczne badanie mięsa*. Wrocław: Wyd. AR.
- Sobina, I., Kondratowicz, J. (2000). Effect of horsemeat enrichment on autolytic changes in intramuscular lipids during cold storage. *Nat. Sci.*, 4, 127–134.
- Stanisławczyk, R. (2008). Zmiany zachodzące w tłuszczu końskim podczas chłodniczego i zamrażalniczego przechowywania. *Towarozn. Hig. Prod. Roln.-Spoż. Monogr.* 26.
- Stanisławczyk, R., Znamirowska, A. (2005). Changes in physicochemical properties of horse meat during frozen storage. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 4, 2, 89–96.
- Tonial, I. B., Aguiar, A. C., Oliveira, C. C., Bonnafé, E. G., Visentainer, J. V., De Souza, N. E. (2009). Fatty acid and cholesterol content, chemical composition and sensory evaluation of horsemeat. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 39, 4, 328–332.
- Wąsowicz, E., Gramza, A., Heś, M., Jeleń, H., Korczak, J., Małecka, M., Mildner-Szkudlarz, S., Rudzińska, M., Samotyja, U., Zawirska-Wojtasiak, R. (2004). Oxidation of lipids in food. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 13/54, 1s, 87–100.
- Zin, M., Znamirowska, A., Gil, M. (2003). Oplącalność mięsnego użytkowania koni. *Gosp. Mięsna*, 9, 50–53.
- Znamirowska, A. (2005). Wartość rzeźna, jakość mięsa i tłuszczu chłodzonego i mrożonego oraz poziom akumulacji związków toksycznych w zależności od wieku koni. Rzeszów: Wyd. URz.

EFFECT OF THE SLAUGHTER AGE OF HORSES ON CHANGES OCCURRING IN THE HORSE FAT DURING THE FROZEN STORAGE

Summary. The objective of the study was to determine the effect of the slaughter age of horses on the course of changes taking place in their fat during frozen storage. Samples of the cervical fat from horse carcasses were analysed. The animals were divided into three age groups: foals (age up to 2 years), young horses (age older than 2 up to 10 years) and old horses (age over 10 years). The research comprised 25 carcasses of foals, 38 carcasses of young horses, and 40 carcasses of old horses. The physicochemical properties of the cervical fat clearly depend on the age of the animals. The statistically significant differences were reported for the brightness of the fat's colour between all the age groups of animals. The cervical fat derived from the carcasses of the foals was the brightest, both for the material stored in the cold and frozen conditions. With age the brightness of the cervical's colour has changed from light cream to orange in the group of old horses. In the case of the cervical fat stored both in the cold and frozen conditions, statistically significant ($p \leq 0.01$) differences were reported in the values of the peroxide and acid number (reflecting the hydrolytic and oxidative changes) in the foals and old horses groups. The unfavourable changes in the cervical fat proceeded most intensively in tallow received from foals and it determines the suitability of this material for a shorter long-term frozen storage. The cervical fat obtained from the oldest animal carcasses was characterised by the lowest amount of free fatty

Stanisławczyk, R., Rudy, M. (2015). Wpływ wieku uboju koni na zmiany zachodzące w tłuszczu końskim w czasie zamrażalniczego przechowywania. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 1, #10. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.1.10

acids and peroxides, slower rate of oxidation and enzymatic hydrolysis, which indicates the possibility of a long frozen storage of this fat.

Key words: horse fat, acid value, peroxide value, autooxidation, hydrolysis

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Renata Stanisławczyk, Katedra Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego, Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie, ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów, Poland, e-mail: rstanisl@univ.rzeszow.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

14.10.2014

Do cytowania – For citation:

*Stanisławczyk, R., Rudy, M. (2015). Wpływ wieku uboju koni na zmiany zachodzące w tłuszczu końskim w czasie zamrażalniczego przechowywania. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 1, #10. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.1.10*