

TOMASZ DĄSZKIEWICZ, STANISŁAW WAJDA

ZMIANY WE FRAKCJACH ZWIĄZKÓW AZOTU I W JAKOŚCI KULINARNEJ MIĘSA WOŁOWEGO PODCZAS JEGO 14-DNIOWEGO DOJRZEWANIA

Streszczenie

Materiał badawczy stanowiły próby mięsa (*m. longissimus dorsi*) buhajków mieszańców cb x lim. Próby (po 4 o masie ok. 300 g każda) pobrano z 32 prawych, wychłodzonych półtuszy. Pobrane wycinki mięśnia pakowano próżniowo w worki PA/PE i przechowywano w warunkach chłodniczych w temp. 0-2°C. Kolejne próby poddawano analizie jakościowej po 3, 7, 10 i 14 dniach od momentu uboju zwierząt.

W trakcie 14-dniowego dojrzewania mięsa buhajków obserwowano wzrost w mięsie zawartości azotu niebiałkowego. Udział azotu całkowitego w mięsie wzrastał do 10. dnia kondycjonowania mięsa, a następnie obniżał się. Z kolei zawartość azotu związków rozpuszczalnych w wodzie zwiększyła się po 10. dniu dojrzewania mięsa i utrzymała na niezmiennym poziomie do 14. dnia. Nie stwierdzono w mięsie istotnych zmian ilościowych azotu białka rozpuszczalnego w wodzie. Obliczone współczynniki korelacji prostej między udziałem poszczególnych frakcji związków azotowych w mięsie były statystycznie wysoko istotne. Ujemną zależność wykazywała jedynie zawartość w wyciągu wodnym azotu niebiałkowego i azotu całkowitego. Statystycznie istotne, dodatnie zależności stwierdzono między zawartością w mięsie azotu całkowitego, azotu związków rozpuszczalnych w wodzie i azotu białkowego w wyciągu wodnym a smakowością mięsa oraz między zawartością azotu związków rozpuszczalnych w wodzie i azotu niebiałkowego, a kruchością mięsa. Ujemną zależność ($P \leq 0,01$) stwierdzono między zawartością azotu całkowitego w mięsie i notami oceny soczystości mięsa smażonego.

Słowa kluczowe: wołowina, dojrzewanie, frakcje związków azotowych, jakość kulinarna.

Wprowadzenie

W całości zmian zachodzących w tkankach po uboju zwierząt szczególną rolę odgrywają procesy określane wspólnym terminem „dojrzewania”. W tym czasie składnikami mięsa, których przemiany w największym stopniu wpływają na jego cechy jakościowe są związki białkowe [7]. Podczas dojrzewania mięsa ulegają one przemianom biochemicznym, które uwarunkowane są działaniem występujących w mięsie enzymów proteolitycznych [8].

Zbyt daleko posunięty rozkład białek i związane z tym nagromadzenie związków niebiałkowych jest niepożądane do zachowania takich właściwości mięsa, jak wodochłonność, smak i zapach [4]. W związku z tym jednym z wyznaczników dojrzałości kulinarnej mięsa wołowego oraz tempa przemian zachodzących podczas jego kondycjonowania jest zawartość w mięsie związków białkowych, niebiałkowych, a także azotu związków aminowych [5].

Celem przeprowadzonych badań było określenie zmian zachodzących we frakcjach związków azotu i w jakości kulinarnej mięsa wołowego w trakcie jego 14-dniowego dojrzewania.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły próby mięsa (*m. longissimus dorsi*) pobrane z 32 półtuszy buhajków mieszańców, uzyskanych z krzyżowania krów rasy czarno-białej z buhajami rasy limousine, pochodzących od jednego producenta. Dostarczone do zakładów mięsnych buhajki przetrzymywano ok. 20 h w magazynie żywca, a następnie ubijano. Średnia masa tuszy ciepłej buhajów objętych badaniami wynosiła 309,32 kg ($\pm 38,15$ kg).

Po wychłodzeniu (około 48 h w temp. 0–3°C), tusze kierowano do rozbioru. W trakcie rozbioru prawych półtuszy pobierano z mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*), z odcinka na wysokości czterech ostatnich kręgów piersiowych, 4 próbki (o masie ok. 300 g każda). Pobrane wycinki mięśnia pakowano próżniowo w woreczki PA/PE i przechowywano w warunkach chłodniczych w temp. 0–2°C. Kolejne próby poddawano analizie jakościowej po 3, 7, 10 i 14 dniach od momentu uboju zwierząt.

W trakcie badań laboratoryjnych część mięsa przeznaczano do oceny sensorycznej, a pozostałą część, po dokładnym zmieleniu, do oznaczeń chemicznych. Właściwości sensoryczne mięsa gotowanego [11]: smakowitość, soczystość i kruchość oraz mięsa smażonego [9]: soczystość i kruchość, oceniano metodą 5-punktową [6]. Ocenę sensoryczną przeprowadziła 5-osobowa komisja, sprawdzona pod względem wrażliwości sensorycznej i przeszkolona w wykonywaniu ocen mięsa.

Badania chemiczne obejmowały oznaczanie zawartości: azotu ogólnego w mięsie – metodą Kjeldahla [1], azotu całkowitego w wyciągu wodnym z mięsa – metodą Kjeldahla, azotu niebiałkowego w wyciągu wodnym z mięsa po strąceniu białek TCA – metodą Kjeldahla, azotu białkowego w wyciągu wodnym z mięsa – obliczono z różnicy ilości azotu całkowitego i niebiałkowego w wyciągu wodnym z mięsa.

Obliczenia statystyczne wykonano w programie komputerowym *Statistica* wersja 6.0. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji w układzie ortogonalnym. Istotność różnic między średnimi grup szacowano za pomocą testu Duncana. W pracy określono także współczynniki korelacji prostej (r) między zawartością oznaczonych

form związków azotu w mięsie oraz między ich udziałem i cechami sensorycznymi mięsa po 14 dniach dojrzewania.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wyniki analizy zawartości frakcji związków azotowych w mięsie. Średnia zawartość azotu całkowitego w mięsie po 3 dniach jego kondycjonowania wynosiła 3,45%, a po 7 dniach wzrosła do 3,50%. Na takim poziomie udział azotu ogólnego w mięsie utrzymał się do 10. dnia dojrzewania. Po następnych czterech dniach (14. dzień kondycjonowania) stwierdzono spadek zawartości azotu całkowitego w mięsie do poziomu oznaczonego po 3 dniach dojrzewania. Statystycznie istotne różnice potwierdzono między średnimi wartościami badanego parametru mięsa dojrzewającego 3 dni i mięsa kondycjonowanego 7 oraz 10 dni.

Tabela 1

Zawartość frakcji związków azotowych w mięsie [%].
Content of fractions of the nitrogen compounds in meat [%].

Wyszczególnienie Specification	Miara stat. Statistical measure	Czas dojrzewania [dni] Ageing Period [days]			
		3	7	10	14
Azot całkowity w mięsie Total nitrogen in meat	\bar{x} s	3,45 ^{ab} 0,12	3,50 ^a 0,09	3,51 ^b 0,08	3,46 0,07
Azot całkowity związków rozpuszczalnych w wodzie Total nitrogen of water-soluble compounds	\bar{x} s	0,89 ^{AB} 0,05	0,90 ^{ab} 0,03	0,93 ^{Aa} 0,03	0,92 ^{Bb} 0,05
Azot związków białkowych rozpuszczalnych w wodzie Nitrogen of water-soluble protein compounds	\bar{x} s	0,46 0,04	0,46 0,03	0,47 0,03	0,45 0,05
Azot związków niebiałkowych rozpuszczalnych w wodzie Nitrogen of water-soluble non-protein compounds	\bar{x} s	0,43 ^{AB} 0,02	0,44 ^{Ca} 0,02	0,46 ^{Aa} 0,02	0,47 ^{BC} 0,04

Wartości średnie (\bar{x}) oznaczone takimi samymi literami różnią się statystycznie istotnie: a, b – $P \leq 0,05$; A, B, C – $P \leq 0,01$;

Mean values denoted by the same letters differ statistically significantly: ab – $P \leq 0,05$, ABC – $P \leq 0,01$;
s – odchylenie standardowe / standard deviation.

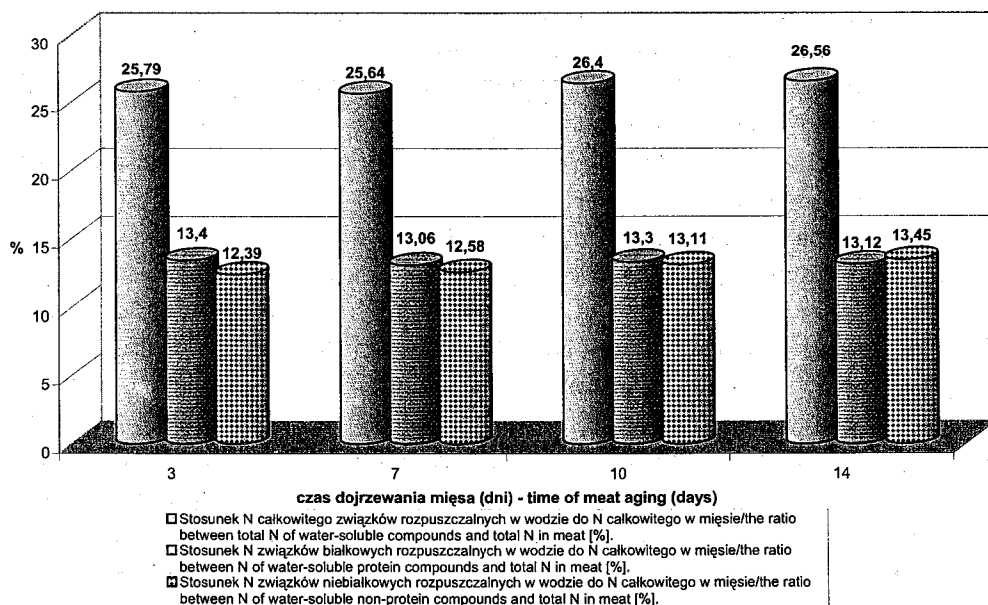
Zawartość azotu w związkach rozpuszczalnych w wodzie, oznaczona po 3 i 7 dniach kondycjonowania mięsa, kształtowała się na zbliżonym poziomie i wynosiła

odpowiednio 0,89 i 0,90%. Istotny wzrost jego zawartości, do poziomu 0,93%, stwierdzono po kolejnych trzech dniach dojrzewania wołowiny. Na takim poziomie kształtowała się zawartość azotu w związkach rozpuszczalnych również po 14 dniach chłodniczego przechowywania mięsa. Różnice między średnimi zawartościami tej frakcji związków azotu w mięsie po 10 i 14 dniach dojrzewania a jej udziałem po 3 i 7 dniach zostały potwierdzone statystycznie.

Nie stwierdzono istotnych zmian ilościowych azotu białkowego w wyciągu wodnym w trakcie 14-dniowego dojrzewania mięsa. Jego najniższą średnią zawartość stwierdzono po 14 dniach kondycjonowania mięsa, a najwyższą po 10 dniach.

W wyciągu wodnym z mięsa, w trakcie dojrzewania obserwowano systematyczny wzrost zawartości azotu niebiałkowego. Różnice między ilością azotu niebiałkowego w mięsie przechowywanym 7 oraz 10 dni i jego udziałem w mięsie dojrzewającym 3 i 7 dni zostały potwierdzone statystycznie.

Na rys. 1. przedstawiono charakterystykę zmian udziału poszczególnych frakcji związków azotu podczas dojrzewania mięsa w odniesieniu do ogólnej zawartości azotu w mięsie.



Rys. 1. Stosunek azotu związków rozpuszczalnych w wodzie do azotu całkowitego w mięsie [%].

Fig. 1. The ratio between nitrogen of water-soluble compounds and total nitrogen in meat [%].

Ilość azotu związków rozpuszczalnych w wodzie po 3 dniach kondycjonowania mięsa wynosiła 25,79% azotu ogólnego i utrzymywała się na zbliżonym poziomie do 7 dnia. W kolejnych okresach chłodniczego przechowywania mięsa obserwowano wy-

rażny wzrost stosunku azotu związków rozpuszczalnych w wodzie do azotu ogólnego w mięsie.

Stosunek azotu białkowego do azotu ogólnego mięsa wynosił od 13,06 do 13,40%. Na wyższym poziomie kształtował się on w mięsie dojrzewającym 3 i 10 dni, a na niższym w mięsie poddanym 7- i 14-dniowemu kondycjonowaniu.

Zawartość azotu niebiałkowego w wyciągu z mięsa stanowiła 12,39% azotu ogólnego po 3 dniach dojrzewania mięsa i 13,45% po 14 dniach. Zatem stwierdzony w toku kondycjonowania mięsa przyrost tej frakcji związków azotu w odniesieniu do ogólnej zawartości azotu w mięsie wyniósł ponad 1%.

Uzyskane w badaniach wyniki, dotyczące zmian zawartości poszczególnych frakcji związków azotu w mięsie wołowym podczas jego dojrzewania, są zgodne z wynikami innych badań [2, 5]. Jednocześnie ich autorzy stwierdzili, że zakres tych przemian jest uzależniony od warunków kondycjonowania mięsa (temperatura) i przygotowania mięsa do tego procesu (naświetlanie promieniami UV, wprowadzanie do mięsa jonów Ca).

Przeprowadzenie procesu dojrzewania kulinarnego mięsa wołowego ma na celu nadanie mu odpowiedniej smakowitości, soczystości, a przede wszystkim kruchości. Wyniki dokonanej oceny sensorycznej mięsa przedstawiono w tab. 2.

Proces dojrzewania korzystnie wpłynął na smakowitość mięsa. Po 10 i 14 dniach kondycjonowania mięso odznaczało się wyraźnie lepszą smakowitością niż po 3 i 7 dniach. Różnice między średnimi ocenami, zarówno natężenia, jak i pożądalności tej cechy zostały potwierdzone statystycznie.

Na wyeksponowanie cech sensorycznych mięsa duży wpływ ma zastosowana metoda i temperatura obróbki termicznej [10]. Jest to związane z wielkością towarzyszącego tej obróbce wycieku termicznego, który wykazuje ujemną korelację z kruchością i soczystością mięsa [4]. Potwierdzeniem tego były wyniki przeprowadzonych badań. Średnia wartość ocen soczystości mięsa smażonego była o około 1 pkt wyższa od ocen mięsa gotowanego, co wynikało z większego wycieku termicznego zachodzącego podczas gotowania mięsa. Ponadto stwierdzono, że soczystość mięsa gotowanego poddanego 10- i 14-dniowemu dojrzewaniu była wyraźnie lepsza niż mięsa kondycjonowanego 3 i 7 dni. Różnice między średnimi wartościami ocen były jednak statystycznie nieistotne. W przypadku mięsa smażonego najlepszą soczystością odznaczało się mięso poddane 3 i 7-dniowemu chłodniczemu przechowywaniu, co zostało potwierdzone statystycznie.

Uzyskane w badaniach wyniki dotyczące oceny kruchości mięsa, zarówno gotowanego, jak i smażonego, jednoznacznie wskazują na poprawę tej cechy wraz z wydłużaniem okresu dojrzewania mięsa. Poprawę kruchości mięsa poddanego procesowi kondycjonowania tłumaczy się oddziaływaniem na białka miofibrylarne enzymów proteolitycznych, które prowadzą do zmian strukturalnych tkanki mięśniowej [7,

8]. Podkreślić w tym miejscu należy fakt, iż wyżej oceniano kruchość mięsa smażonego niż gotowanego, co jeszcze raz potwierdza znaczenie obróbki termicznej mięsa w kształtowaniu jego walorów sensorycznych.

Tabela 2

Wyniki oceny sensorycznej mięsa [pkt].
Sensory properties of meat [points].

Wyszczególnienie Specification	Miara stat. Statistical Measure	Czas dojrzewania [dni] Ageing period [days]			
		3	7	10	14
Smakowitość-natężenie Taste - intensity	\bar{x} s	4,63 ^{Aa} 0,66	4,58 ^{BC} 0,68	5,00 ^{AB} 0,00	4,93 ^{Ca} 0,17
Smakowitość – pożądalność Taste – requirement	\bar{x} s	4,63 ^{Aa} 0,66	4,58 ^{BC} 0,68	5,00 ^{AB} 0,00	4,93 ^{Ca} 0,17
Soczystość ¹ Juiciness	\bar{x} s	3,60 0,53	3,62 0,54	3,83 0,71	3,83 0,61
Kruchość ¹ Tenderness	\bar{x} s	3,77 ^{Aa} 0,54	3,90 ^B 0,66	4,15 ^a 0,56	4,42 ^{AB} 0,62
Soczystość ² Juiciness	\bar{x} s	4,90 ^{AB} 0,33	4,50 ^A 0,51	4,38 ^{BC} 0,55	4,73 ^C 0,44
Kruchość ² Tenderness	\bar{x} s	3,57 ^{ABC} 0,68	4,17 ^{Aa} 0,61	4,45 ^{Bb} 0,48	4,73 ^{Cab} 0,34

Oznaczenia jak w tab. 1. / Denotation as in Tab. 1;

¹ – ocena mięsa gotowanego / evaluation of boiled meat;

² – ocena mięsa smażonego / evaluation of fried meat.

Obliczone w pracy wartości wszystkich współczynników korelacji między zawartością poszczególnych frakcji związków azotu w mięsie były statystycznie wysoko istotne (tab. 3).

Ujemną zależność wykazywała jedynie zawartość w wyciągu wodnym azotu niebiałkowego i azotu białkowego. Zdecydowanie najwyższą współzależność ($r = 0,73$) stwierdzono między ogólną ilością azotu związków rozpuszczalnych w wodzie i azotu białkowego rozpuszczalnego w wodzie. Wartości pozostałych współczynników korelacji mieściły się w granicach od 0,29 do 0,47.

Statystycznie istotne ($P \leq 0,05$ i $P \leq 0,01$), dodatnie zależności stwierdzono między zawartością w mięsie azotu całkowitego, azotu związków rozpuszczalnych w wodzie i azotu białkowego a smakowitością mięsa oraz między zawartością azotu związków rozpuszczalnych w wodzie i azotu niebiałkowego a kruchością mięsa. Obliczone

Współczynniki korelacji między badanymi cechami mięsa.
Simple correlation coefficients between evaluated traits.

Cecha Trait	Azot całkowity w mięsie Total nitrogen in meat	Azot całkowity związków rozpuszczalnych w wodzie Total nitrogen of water-soluble compounds	Azot związków niebiałkowych rozpuszczalnych w wodzie Nitrogen of water-soluble non-protein compounds	Azot związków białkowych rozpuszczalnych w wodzie Nitrogen of water-soluble protein compounds
Azot całkowity w mięsie Total nitrogen in meat	—	0,47**	0,29**	0,30**
Azot całkowity związków rozpuszczalnych w wodzie Total nitrogen of water-soluble compounds	0,47**	—	0,45**	0,73**
Azot związków niebiałkowych rozpuszczalnych w wodzie Nitrogen of water-soluble non-protein compounds	0,29**	0,45**	—	-0,27**
Azot związków białkowych rozpuszczalnych w wodzie Nitrogen of water-soluble protein compounds	0,30**	0,73**	0,27**	—
Smakowitość – natężenie Taste – intensity	0,27**	0,32**	0,17	0,21*
Smakowitość – pożądalność Taste – requirement	0,27**	0,32**	0,17	0,21*
Soczystość ¹ / Juiciness	-0,15**	0,10	0,10	0,04
Kruchość ¹ / Tenderness	0,04	0,26**	0,33**	0,02
Soczystość ² / Juiciness	-0,30**	-0,18	-0,12	-0,09
Kruchość ² / Tenderness	0,01	0,19*	0,35**	0,07

Współczynniki korelacji statystycznie istotne na poziomie: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$

¹ – mięso gotowane / boiled meat; ² – mięso smażone / fried meat

współczynniki korelacji, o których mowa, pomimo ich statystycznej istotności były jednak stosunkowo niskie i przyjmowały wartości z przedziału 0,21–0,35. Ujemną zależność ($r = -0,30$; $P \leq 0,01$) stwierdzono między ilością azotu całkowitego w mięsie i oceną soczystości mięsa smażonego.

Wnioski

1. W trakcie 14-dniowego dojrzewania mięsa buhajków mieszańców cb x lim. obserwowano w mięsie jedynie wzrost zawartości azotu niebiałkowego. Udział azotu całkowitego w mięsie wzrastał do 10. dnia kondycjonowania mięsa, a następnie obniżał się. Z kolei ilość azotu związków rozpuszczalnych w wodzie zwiększyła się po 10. dniu dojrzewania mięsa i utrzymała na niezmiennym poziomie do 14. dnia. W mięsie nie stwierdzono istotnych zmian ilościowych azotu związków białkowych rozpuszczalnych w wodzie.
2. Spośród analizowanych frakcji związków azotowych dojrzewającego mięsa, rozpuszczalnych w wodzie, największe zmiany w odniesieniu do azotu całkowitego mięsa (wzrost udziału), stwierdzono w przypadku azotu niebiałkowego.
3. W trakcie kondycjonowania mięsa systematycznej poprawie ulegała kruchość mięsa, natomiast polepszenie smakowitości i soczystości w ocenie mięsa gotowanego obserwowano po 10 dniach, a soczystości mięsa smażonego po 14 dniach jego dojrzewania.
4. Współczynniki korelacji między udziałem poszczególnych frakcji związków azotu w mięsie były statystycznie wysoko istotne. Ujemną zależność wykazywała jedynie zawartość w wyciągu wodnym azotu niebiałkowego i azotu białkowego.
5. Statystycznie istotne, dodatnie zależności stwierdzono między zawartością w mięsie azotu całkowitego, azotu związków rozpuszczalnych w wodzie i azotu białkowego w wyciągu wodnym a smakowitością mięsa oraz między zawartością azotu związków rozpuszczalnych w wodzie i azotu niebiałkowego a kruchością mięsa. Ujemną zależność ($P \leq 0,01$) stwierdzono między ilością azotu całkowitego w mięsie i wynikami oceny soczystości mięsa smażonego.
6. Uzyskane w ocenie sensorycznej wyniki uzasadniają celowość przeprowadzania co najmniej 10-dniowego dojrzewania kulinarnego mięsa wołowego (w temp. 0–2°C) w celu nadania mu pożądanych właściwości konsumpcyjnych. Ponadto potwierdzono przydatność wyników analizy frakcji związków azotu w mięsie do określania stopnia jego dojrzałości kulinarnej.

Literatura

- [1] Budślawski J., Drabent Z.: Metody analizy żywności. WNT, Warszawa 1972.
- [2] Dzierżyńska-Cybulko B.: Wpływ temperatury i czasu przechowywania na zmiany bio-fizykochemiczne mięsa wołowego. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych, 1963, **34(1)**, 3-37.

- [3] Feidt C., Brun-Bellut J., Dransfield E.: Liberation of Peptides During Meat Storage and Their Interaction with Proteinase Activity. *Meat Sci.*, 1998, **49**(2), 223-231.
- [4] Guignot F., Touraille C., Ouali A., Renner M.: Relationship between Post – mortem pH Changes and Some Traits of Sensory Quality in Veal. *Meat Sci.*, 1994, **37**, 315-325.
- [5] Nowak D., Szaciło K., Korzeniowski W.: Zmiany frakcji azotu tkanki mięśniowej podczas poubojowego dojrzewania. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.*, 2000, **51**, 380-393.
- [6] PN-ISO 4121: 1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [7] Pospiech E., Grześ B., Łyczyński A., Borzuta K., Szalata M., Mikołajczak B.: Muscle proteins and their changes in the process of meat tenderisation. *Animal Sci. Rep.*, 2003, **21**(1), 133-151.
- [8] Schwägele F.: Chemische und physikalische Grundlagen – 2. Biochemische Vorgänge. *Fleischwirt.*, 1999, **6**, 103-106.
- [9] Wajda S., Daszkiewicz T.: Kulinarne mięso wołowe i ocena jego właściwości organoleptycznych. *Gosp. Mięs.*, 2001, **9**, 18-22.
- [10] Wheeler T. L., Shackelford S. D., Koohmaraie M.: Cooking and palability traits of beef longissimus steaks cooked with a belt grill or an open hearth electric broiler. *J. Anim. Sci.*, 1998, **76**, 2805-2810.
- [11] Znaniecki P. (red.). *Zarys obrotu, oceny i przetwórstwa surowców pochodzenia zwierzęcego*. PWRiL, Warszawa 1983.

CHANGES IN THE FRACTIONS OF NITROGEN COMPOUNDS AND IN THE CULINARY QUALITY OF BEEF MEAT DURING ITS 14-DAY CONDITIONING PROCESS

S u m m a r y

The investigations were performed using meat samples (*m. longissimus dorsi*) of Black-and-White x Limousine crossbreed bulls. The samples (4 samples each, each one of approximately 300 g of weight) were taken from 32 right, cooled semi-carcasses. The sampled muscle segments were vacuum-packed in PA/PE bags and stored at temperatures ranging from 0°C to 2°C. The samples quality was analysed after 3, 7, 10 and 14 days after the slaughter.

Throughout the entire 14-day meat-conditioning period, an increase in the non-protein nitrogen content was stated. The content of the total nitrogen in meat kept increasing until the 10th day of meat conditioning, and, then, started to drop. On the other hand, the content of nitrogen of water-soluble compounds began to increase after the 10th day of conditioning and remained unchanged until the 14th day. The content of soluble protein nitrogen did not change significantly. The calculated linear correlation coefficients between the content of particular fractions of nitrogen compounds in meat were statistically highly significant. A negative correlation was found for the content of water-soluble non-protein nitrogen and protein nitrogen. Statistically significant, positive correlations were determined to exist between the total nitrogen in meat, nitrogen of water-soluble compounds and protein nitrogen in water extract and meat palatability, and between the content of nitrogen of water-soluble compounds and non-protein nitrogen and the meat tenderness. A negative correlation ($P \leq 0.01$) was found between the content of total nitrogen in meat and the results of fried meat juiciness evaluation.

Key words: beef, conditioning, fractions of nitrogen compounds, culinary quality. ☒