

Zawartość kwasów tłuszczowych o działaniu prozdrowotnym w tłuszczu śródmięśniowym *musculus thoracis* i *musculus semitendinosus* buhajków w zależności od rasy i żywienia

Maria Dymnicka¹, Jan Miciński², Janusz Klupczyński²,
Andrzej Łozicki¹, Juliusz Strzetelski³

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej,
ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa

²Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Katedra Hodowli Bydła,
ul. Oczapowskiego 5, 10-957 Olsztyn

³Instytut Zootechniki w Krakowie, Zakład Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa,
ul. Krakowska 1, 32-083 Balice

Badania prowadzono na buhajkach trzech ras mięsnych – hereford, charolaise, limousine, żywionych kiszonką z kukurydzy bądź kiszonką z traw, jako paszami podstawowymi w dawkach. Celem badań było porównanie zawartości kwasów tłuszczowych w mięśniu półścięgnistym – *musculus semitendinosus* (MS) i mięśniu najdłuższym grzbietu – *musculus thoracis* (MT), w zależności od rasy oraz skarmianej paszy objętościowej, będącej podstawą dawki. Porównanie ras między sobą wykazało, że najwyższą zawartością CLA oraz najniższym stosunkiem PUFA *n-6/n-3*, zarówno w MS jak i w MT, charakteryzowały się buhajki rasy hereford. Przy łącznym dla trzech ras porównaniu wpływu żywienia na zawartość analizowanych kwasów, stwierdzono istotnie wyższe zawartości kwasu C14:0 i C18:1 w mięśniu MT u buhajków żywionych dawkami opartymi na kiszonce z kukurydzy. W obrębie ras stwierdzono u buhajków charolaise w obydwu mięśniach wyższą zawartość MUFA przy żywieniu kiszonką z kukurydzy, zaś przy żywieniu kiszonką z traw – wyższą zawartość PUFA, w tym *n-3* i *n-6*. Porównując zawartość badanych kwasów w MS i MT stwierdzono w MS wyższą zawartość PUFA (*n-6* i *n-3*), w tym C20:5 *n-3* i C22:6 *n-3* oraz niższą zawartość SFA w tym C14:0.

SŁOWA KLUCZOWE: bydlę mięsne / żywienie / SFA / MUFA / PUFA / CLA

Obecnie obserwuje się coraz większe zainteresowanie konsumentów właściwościami prozdrowotnymi produktów spożywczych, w tym także mięsa. Dieta współczesnego człowieka zawiera zbyt dużo kwasów nasyconych (SFA) i wielonienasyconych (PUFA)

typu $n-6$, a zbyt mało typu $n-3$, co jest przyczyną, między innymi, chorób związanych z układem krążenia, otyłością, a także chorobami nowotworowymi [20]. Jak podaje Laborde i wsp. [11] na 1000 kcal w diecie człowieka powinno przypadać maksymalnie 11 g SFA, minimum 3300 mg PUFA $n-6$ i minimum 500 mg PUFA $n-3$. Przy czym najkorzystniejszy stosunek PUFA $n-6$ do $n-3$, według zaleceń współczesnej diety, wynosi od 2-4 do 1, w diecie człowieka w krajach rozwiniętych kształtuje się on w granicach 10-14 do 1 [19].

Do niedawna tłuszcz zwierzęcy, w tym tłuszcz mięsa, był postrzegany jedynie jako źródło niekorzystnych dla człowieka nasyconych kwasów tłuszczowych, powodujących miażdżycę, otyłość i niektóre nowotwory. Tymczasem, jak wykazują badania ostatnich lat, tłuszcze zwierzęce zawierają substancje biologicznie czynne o charakterze prozdrowotnym [24], a niebezpieczne dla zdrowia człowieka są jedynie niektóre kwasy nasycone [10], a także PUFA z rodziny $n-6$, występujące w niewłaściwej proporcji do PUFA typu $n-3$. Spośród kwasów nienasyconych (UFA) kwasy MUFA jednoznacznie obniżają poziom cholesterolu we krwi [21] oraz kwasy PUFA z rodziny $n-3$. Najsilniejszym działaniem hypocholesterolemicznym odznaczają się kwasy eikozapentaenowy (C20:5 $n-3$) i dokozaheksaenowy (C22:6 $n-3$) [25].

Kwasem o działaniu wybitnie prozdrowotnym jest sprzężony kwas linolowy CLA [22]. Stanowi on mieszaninę izomerów pozycyjnych 9,11 i 10,12 oraz geometrycznych *cis* i *trans* kwasu oktadekadienowego (C18:2), posiadających sprzężone wiązania podwójne. Wiele badań potwierdza jego działanie antymiażdżycowe, antynowotworowe, odpornościowe i przeciwdziałające otyłości [5, 15, 22]. Jak podaje Laborde i wsp. [11] obecność 1,5 do 3 g CLA w diecie człowieka ma działanie antynowotworowe, natomiast Ip [6] uważa, że 3,5 g. Mleko i mięso zwierząt przeżuwających zawiera najwięcej tego kwasu. Mięso przeżuwaczy zawiera od 10 do 33 mg CLA, mięso wieprzowe 2-19 mg CLA, a drobiowe 3,4 mg CLA w 100 g tłuszczu [4]. Mięso wołowe ma również najkorzystniejszy stosunek kwasów $n-6$ do $n-3$ (6,3:1), podczas gdy stosunek ten w mięsie wieprzowym wynosi – 12,7:1, a w drobiowym – 8,3:1. W mięsie wołowym występuje również najwyższa zawartość kwasów z grupy $n-3$ – od 5 do 6 g w 100 g tłuszczu [20].

Na zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu mięsa ma wpływ rasa [1, 2, 17], żywienie [1, 3, 14], a także rodzaj tłuszczu (podskórny, okołonerkowy, śródmięśniowy) [16]. Di Lucia i wsp. [3] stwierdzili także różnice w zawartości SFA i nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA) w zależności od analizowanego mięśnia.

Celem pracy było porównanie zawartości kwasów tłuszczowych w tłuszczu śródmięśniowym dwóch mięśni – *musculus thoracis* (MT) i *musculus semitendinosus* (MS) u buhajków trzech ras mięsnych, żywionych kiszonką z kukurydzy bądź kiszonką z traw, jako paszą podstawową.

Materiały i metody

Badania przeprowadzono na buhajkach rasy limousine i charolaise w Stacji Dydaktyczno-Badawczej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Bałdach oraz na buhaj-

kach rasy hereford w gospodarstwie należącym do Spółki z o.o „Sadkowo” k. Świątek. Buhajki każdej rasy podzielono na dwie podgrupy. W jednej podgrupie buhajki otrzymywały, jako paszę podstawową, kiszonkę z kukurydzy (KK), zaś w drugiej – kiszonkę z traw podsuszonych (KT). W obydwu gospodarstwach zwierzęta otrzymywały tę samą podsuszoną balotowaną kiszonkę z traw i te same mieszanki treściwe; kiszonki z kukurydzy były produkowane w każdym z gospodarstw. Pasze objętościowe uzupełniano mieszankami treściwymi o wartości pokarmowej dostosowanej do paszy podstawowej, jakimi były kiszonki. Mieszanki treściwe miały ten sam skład komponentów (śruta z pszenżyta, śruta jęczmienna, otręby pszenne, śruta poekstrakcyjna rzepakowa, śruta poekstrakcyjna sojowa, kreda pastewna, mieszanka witaminowo-mineralna), a różniły się jedynie poziomem białka, dostosowanym do rodzaju kiszonki. Dawki pokarmowe układano wg norm IZ-INRA [7], przyjmując dla buhajków rasy limousine i charolaise przyrosty 1200 g/dzień, a dla buhajków hereford – 1100 g/dzień.

Przez cały czas trwania doświadczenia (badania prowadzono od 7 do 14 miesiąca życia buhajków), codziennie kontrolowano pobranie paszy przez zwierzęta. Pasze analizowano według metody weendeńskiej na aparaturze Tekator, w laboratorium Katedry Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej SGGW. Na podstawie analizy pasz i ich pobrania obliczono średnie dzienne pobranie składników pokarmowych (tab. 1).

Tabela 1 – Table 1

Średnie pobranie pasz i składników pokarmowych przez buhajki
The mean intake of feed and nutrients by bulls

| Pasze – Feeds | Rasa – Breed | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|------|------------|------|-----------|-------|
| | Hereford | | Charolaise | | Limousine | |
| | rodzaj żywienia – type of feeding | | | | | |
| | KK* | KT** | KK | KT | KK | KT |
| Kiszonka z kukurydzy (kg) | 10,1 | | 12,84 | | 11,44 | |
| Maize silage (kg) | | | | | | |
| Kiszonka z traw (kg) | | 8,85 | | 12,3 | | 11,73 |
| Grass silage (kg) | | | | | | |
| Siano – Hay (kg) | 1,20 | 1,12 | 2,09 | 2,02 | 1,99 | 2,10 |
| Pasza treściwa (kg) | 2,62 | 2,93 | 3,43 | 3,84 | 3,13 | 3,80 |
| Concentrate (kg) | | | | | | |
| Pobranie składników pokarmowych: | | | | | | |
| Feed value of the consumed rations: | | | | | | |
| sucha masa – dry matter (kg) | 6,30 | 6,60 | 7,58 | 8,45 | 6,90 | 8,20 |
| JPM – UFL | 5,20 | 5,10 | 7,25 | 7,10 | 6,60 | 7,00 |
| BTJN – PDIN (g) | 583 | 618 | 762 | 850 | 696 | 796 |
| BTJE – PDIE (g) | 601 | 625 | 817 | 863 | 745 | 781 |

KK* – kiszonka z kukurydzy – maize silage; KT** – kiszonka z traw – grass silage

Po uboju buhajków w wieku 14 miesięcy, z tusz pobierano próbki mięsa z mięśnia półścięgnistego (*musculus semitendinosus*) i mięśnia najdłuższego grzbietu (*musculus thoracis*). Pobrane próbki mrożono i przechowywano w temperaturze -20°C do czasu

analiz chemicznych. Zawartość kwasów tłuszczowych oznaczono metodą chromatografii gazowej (na chromatografie Pye Unicam GC100 z 30 m długością kolumny) w Instytucie Zootechniki w Krakowie.

Analizując różnice dotyczące zawartości kwasów tłuszczowych w mięśniach pomiędzy rasami buhajków i różnym żywieniem, wyniki opracowano statystycznie programem Statistica 6.0 wykorzystując wieloczynnikową analizę wariancji, a istotność różnic określono testem Duncana. Różnice między zawartością poszczególnych kwasów w *musculus semitendinosus* (MS) i *musculus thoracis* (MT) analizowano w programie SAS, różnice między grupami określano metodą najmniejszych kwadratów (LSM).

Wyniki i dyskusja

Najwyższym pobraniem paszy i składników pokarmowych wyróżniały się buhajki rasy charolaise, najmniejszym – buhajki hereford (tab. 1). Różnice te wynikały z ustalonych dawek pokarmowych, które bilansowano w celu uzyskania od buhajków określonych przyrostów dobowych – 1200 g u limousine i charolaise oraz 1100 g u herefordów.

W tabeli 2 przedstawiono zawartość analizowanych kwasów tłuszczowych w obydwu mięśniach, w zależności od rasy (hereford, charolaise, limousine), a także rodzaju zastosowanego żywienia (KK i KT).

Tabela 2 – Table 2

Zawartość kwasów tłuszczowych w *musculus semitendinosus* (MS) i *musculus thoracis* (MT), w zależności od rasy oraz systemów żywienia (% sumy kwasów tłuszczowych)

The content of fatty acids in *musculus semitendinosus* (MS) and *musculus thoracis* (MT), depending on the differences between breeds and feeding system (% of fatty acids' sum)

| Kwasy tłuszczowe Fatty acids | | Rasa – Breed | | | Rodzaj żywienia Type of feeding | |
|---------------------------------|-----------|-------------------------------------|-------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------|
| | | Hereford | Charolaise | Limousine | KK* | KT** |
| | | liczba zwierząt – number of animals | | | | |
| | | 9 | 8 | 16 | 18 | 15 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| SFA – MS | \bar{x} | 39,69 | 39,16 | 38,02 | 39,11 | 38,59 |
| | V | 8,12 | 5,12 | 9,19 | 8,28 | 8,16 |
| C14:0 | \bar{x} | 1,78 | 1,57 | 1,58 | 1,68 | 1,60 |
| | V | 31,23 | 29,75 | 36,64 | 33,41 | 33,90 |
| C16:0 | \bar{x} | 18,92 | 20,55 | 19,39 | 19,82 | 18,91 |
| | V | 4,43 | 8,72 | 11,04 | 9,39 | 8,88 |
| SFA – MT | \bar{x} | 42,53 | 41,32 | 41,51 | 42,27 | 41,10 |
| | V | 5,18 | 5,66 | 7,72 | 4,71 | 8,41 |
| C14:0 | \bar{x} | 1,56 ^a | 1,65 ^b | 2,04 ^{ab} | 1,99 ^a | 1,60 ^b |
| | V | 16,55 | 22,93 | 23,57 | 23,98 | 20,90 |
| C16:0 | \bar{x} | 20,05 | 20,95 | 20,65 | 20,73 | 20,31 |
| | V | 5,59 | 5,65 | 12,45 | 9,16 | 10,45 |
| UFA – MS | \bar{x} | 54,88 | 56,43 | 57,52 | 56,38 | 56,66 |
| | V | 6,58 | 3,11 | 5,83 | 5,69 | 6,36 |
| UFA – MT | \bar{x} | 52,07 | 54,63 | 54,69 | 53,17 | 54,93 |
| | V | 4,13 | 5,28 | 5,54 | 3,74 | 6,71 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------------|-----------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| MUFA – MS | \bar{x} | 35.98 | 34.50 | 33,69 | 34.31 | 34.88 |
| | V | 8.07 | 17.95 | 17,22 | 15.94 | 13.63 |
| C18:1 | \bar{x} | 31,47 | 30,20 | 29,55 | 30,08 | 30,52 |
| | V | 8.61 | 18.69 | 18,02 | 16,65 | 14,23 |
| MUFA – MT | \bar{x} | 36.14 | 34.65 | 35.97 | 36.40 | 34.87 |
| | V | 5.12 | 15.92 | 14.36 | 11.54 | 13.84 |
| C18:1 | \bar{x} | 31.58 | 30.70 | 31.53 | 32.12 ^a | 30.40 ^b |
| | V | 5.74 | 16.84 | 15.48 | 12.36 | 14.61 |
| PUFA – MS | \bar{x} | 18.90 | 21.93 | 23.94 | 22.18 | 21.75 |
| | V | 31.77 | 34.41 | 36.00 | 38.23 | 32.66 |
| PUFA <i>n-3</i> – MS | \bar{x} | 4.19 | 4.66 | 4.17 | 4.13 | 4.45 |
| | V | 33.68 | 36.71 | 39.25 | 35.95 | 37.24 |
| C20:5 <i>n-3</i> | \bar{x} | 0.92 ^a | 0.87 | 0.84 ^b | 0.83 | 0.91 |
| | V | 46.42 | 41.21 | 47.20 | 46.47 | 43.64 |
| C22:6 <i>n-3</i> | \bar{x} | 0.24 ^a | 0.25 ^b | 0.21 ^{ab} | 0.21 | 0.25 |
| | V | 33.37 | 49.27 | 40.94 | 40.63 | 38.62 |
| PUFA <i>n-6</i> – MS | \bar{x} | 14.71 | 17.27 | 19.64 | 17.94 | 17.30 |
| | V | 31.54 | 34.52 | 35.55 | 39.06 | 32.71 |
| PUFA – MT | \bar{x} | 15.94 | 19.98 | 18.09 | 16.77 | 19.34 |
| | V | 19.38 | 36.47 | 29.43 | 31.66 | 26.99 |
| PUFA <i>n-3</i> – MT | \bar{x} | 3.27 | 3.96 ^a | 2.90 ^b | 2.96 | 3.50 |
| | V | 26.79 | 33.91 | 32.18 | 33.12 | 31.96 |
| C20:5 <i>n-3</i> | \bar{x} | 0.65 | 0.68 ^a | 0.46 ^b | 0.50 | 0.64 |
| | V | 30.22 | 41.38 | 35.72 | 43.36 | 32.36 |
| C22:6 <i>n-3</i> | \bar{x} | 0.19 | 0.20 ^a | 0.14 ^b | 0.15 | 0.18 |
| | V | 24.41 | 42.16 | 27.84 | 30.92 | 36.02 |
| PUFA <i>n-6</i> – MT | \bar{x} | 12.67 | 16.03 | 15.23 | 13.81 | 15.81 |
| | V | 18.24 | 37.55 | 29.93 | 32.99 | 27.26 |
| PUFA <i>n-6/n-3</i> – MS | \bar{x} | 3.54 ^a | 3.75 ^a | 4.89 ^{ab} | 4.40 | 4.07 |
| | V | 7.87 | 13.73 | 21.51 | 22.42 | 25.66 |
| PUFA <i>n-6/n-3</i> – MT | \bar{x} | 3.96 ^A | 4.06 ^B | 5.45 ^{AB} | 4.77 | 4.66 |
| | V | 11.87 | 11.51 | 18.23 | 19.61 | 26.41 |
| CLA – MS | \bar{x} | 0.48 ^{ab} | 0.28 ^a | 0.25 ^b | 0.33 | 0.32 |
| | V | 33.30 | 37.88 | 40.92 | 46.95 | 50.86 |
| CLA – MT | \bar{x} | 0.32 ^{ab} | 0.26 ^a | 0.26 ^a | 0.30 | 0.24 |
| | V | 35.07 | 44.49 | 33.59 | 37.74 | 30.29 |

KK* – kiszka z kukurydzy – maizę silage; KT** – kiszka z traw – grass silage

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie: A, B przy $P \leq 0,01$, a, b – przy $P \leq 0,05$
Means in rows followed by different letters differ significantly: A, B – at $P \leq 0.01$, a, b – at $P \leq 0.05$

Między rasami w obu rodzajach mięśni nie stwierdzono istotnych różnic w ogólnej zawartości SFA, UFA, MUFA i PUFA, a także w zawartości PUFA *n-6* i *n-3*. Malau-Aduli i wsp. [12] określili współczynniki odziedziczalności kwasów tłuszczowych dla bydła, które wynoszą dla: SFA – 0,23; MUFA – 0,57; PUFA – 0,15.

Różnice statystycznie istotne między rasami dotyczyły poszczególnych kwasów. Istotnie wyższą zawartość C14:0 w MT wyróżniały się buhajki limousine w porównaniu do buhajków hereford i charolaise. Różnice odnotowano także w przypadku obu mięśni w zawartości kwasów: eikozapentaenowego (C20:5 *n-3*) i dokozaheksaenowego (C22:6 *n-3*), CLA oraz stosunku kwasu *n-6/n-3*. Najniższą zawartością kwasów C20:5 *n-3* i C22:6 *n-3* charakteryzowały się buhajki rasy limousine. Różnice potwierdzone statys-

tycznie w mięśni *MS*, dotyczące tych kwasów, wskazywały na niższą zawartość C20:5 *n*-3 u buhajków limousine w stosunku do hereford, a C22:6 *n*-3 zarówno u buhajków hereford i charolaise. W mięśni *MT* różnice statystycznie istotne dotyczyły niższej zawartości obu kwasów u buhajków limousine w odniesieniu do charolaise. Najwyższą zawartością kwasu CLA charakteryzowały się buhajki rasy hereford. Niektórzy autorzy sugerują [22] wpływ rasy na zawartość CLA, chociaż ze względu na sposób jego powstawania [9] wydaje się to mało prawdopodobne. Najmniej korzystny dla zdrowia człowieka stosunek kwasów *n*-6 do *n*-3 wystąpił u bydła rasy limousine w przypadku obydwu mięśni i wykraczał poza wartości optymalne, przyjęte w diecie człowieka [18]. Natomiast stosunek tych kwasów w tłuszczu śródmięśniowym u trzech badanych ras był niższy niż średni stosunek dla bydła podawany przez Skrzypka [20].

Różnice w profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu mięsa w zależności od rasy stwierdziło wielu autorów, między innymi: Zembayashi i wsp. [27], Kazala i wsp. [8], Laborde i wsp. [11].

Rodzaj kiszzonek wpłynął na istotne różnice w profilu kwasów tłuszczowych jedynie w *MT*, a różnice te dotyczyły najbardziej hypercholesterolemicznego kwasu C14:0 [10], którego zawartość była istotnie wyższa u buhajków żywionych kiszonką z kukurydzy w porównaniu do buhajków żywionych kiszonką z traw. Przy żywieniu kiszonką z kukurydzy stwierdzono również wyższą zawartość najefektywniej działającego hypocholesterolemicznie spośród kwasów MUFA – C18:1 [21].

Dane zawarte w tabeli 3 dotyczą zawartości kwasów tłuszczowych w *MS* i *MT* w obrębie trzech ras, w zależności od rodzaju skarmianej kiszonki. W obrębie ras istotne różnice w zawartości kwasów tłuszczowych w badanych mięśniach, w zależności

Tabela 3 – Table 3

Zawartość kwasów tłuszczowych w *musculus semitendinosus (MS)* i *musculus thoracis (MT)* poszczególnych ras bydła, w zależności od systemów żywienia (% sumy kwasów tłuszczowych)
The content of fatty acids in *musculus semitendinosus (MS)* and *musculus thoracis (MT)* depending on feeding the bulls of the particular breeds (% of fatty acids' sum)

| Kwasy tłuszczowe Fatty acids | | Rasa – Breed | | | | | |
|---------------------------------|-----------|-------------------------------------|-------|------------|-------|-----------|-------|
| | | Hereford | | Charolaise | | Limousine | |
| | | KK* | KT** | KK | KT | KK | KT |
| | | liczba zwierząt – number of animals | | | | | |
| | | 5 | 4 | 4 | 4 | 9 | 7 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| SFA – <i>MS</i> | \bar{x} | 39,39 | 40,13 | 40,43 | 37,88 | 38,49 | 38,02 |
| | \bar{V} | 10,04 | 5,36 | 3,58 | 4,62 | 8,55 | 10,64 |
| C14:0 | \bar{x} | 1,65 | 1,98 | 1,91 | 1,24 | 1,62 | 1,54 |
| | \bar{V} | 33,30 | 29,53 | 23,55 | 6,13 | 32,26 | 35,60 |
| C16:0 | \bar{x} | 18,88 | 18,98 | 22,05 | 19,06 | 19,71 | 18,97 |
| | \bar{V} | 5,43 | 3,10 | 3,35 | 4,65 | 10,18 | 12,62 |
| SFA – <i>MT</i> | \bar{x} | 41,93 | 43,82 | 41,94 | 40,48 | 42,99 | 40,12 |
| | \bar{V} | 4,24 | 6,28 | 4,52 | 7,49 | 5,38 | 9,54 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------|-----------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|
| C14:0 | \bar{x} | 1,65 | 1,44 | 1,78 | 1,47 | 2,27 | 1,75 |
| | V | 13,80 | 19,30 | 24,88 | 16,11 | 19,65 | 21,06 |
| C16:0 | \bar{x} | 2,91 | 2,89 | 2,53 | 2,50 | 2,87 | 3,09 |
| | V | 9,17 | 8,79 | 25,54 | 13,51 | 15,21 | 11,91 |
| UFA – MS | \bar{x} | 55,28 | 54,27 | 55,62 | 57,24 | 57,58 | 57,72 |
| | V | 7,19 | 6,37 | 2,40 | 3,50 | 5,33 | 6,84 |
| UFA – MT | \bar{x} | 55,86 | 51,09 | 53,84 | 55,69 | 53,05 | 56,79 |
| | V | 3,19 | 4,86 | 7,08 | 5,28 | 4,66 | 5,54 |
| MUFA – MS | \bar{x} | 35,94 | 36,04 | 38,87 ^a | 30,13 ^b | 31,70 | 36,26 |
| | V | 10,09 | 5,13 | 5,38 | 5,48 | 16,96 | 15,59 |
| C18:1 | \bar{x} | 31,51 | 31,41 | 34,25 | 26,15 | 27,74 | 31,88 |
| | V | 10,97 | 4,64 | 15,60 | 5,37 | 17,87 | 16,27 |
| MUFA – MT | \bar{x} | 36,54 | 35,64 | 37,69 ^a | 30,59 ^b | 36,74 | 36,26 |
| | V | 6,03 | 4,02 | 13,99 | 8,23 | 13,51 | 16,43 |
| C18:1 | \bar{x} | 32,01 | 31,06 | 33,68 | 26,72 | 31,49 | 31,59 |
| | V | 7,03 | 3,78 | 13,80 | 9,28 | 14,63 | 17,70 |
| PUFA – MS | \bar{x} | 19,34 | 18,23 | 16,75 ^a | 27,11 ^b | 25,88 | 21,46 |
| | V | 37,91 | 22,95 | 41,78 | 13,29 | 33,35 | 39,97 |
| PUFA n-3 – MS | \bar{x} | 4,32 | 3,98 | 3,28 ^a | 6,05 ^b | 4,28 | 4,03 |
| | V | 40,05 | 23,43 | 32,75 | 10,93 | 34,59 | 47,96 |
| C20:5 n-3 | \bar{x} | 0,92 | 0,92 | 0,57 ^a | 1,18 ^b | 0,85 | 0,79 |
| | V | 53,15 | 41,90 | 33,42 | 7,88 | 41,22 | 58,27 |
| C22:6 n-3 | \bar{x} | 0,25 | 0,22 | 0,16 ^A | 0,34 ^B | 0,20 | 0,22 |
| | V | 38,66 | 20,15 | 51,25 | 18,91 | 36,76 | 46,98 |
| PUFA n-6 – MS | \bar{x} | 15,02 | 14,25 | 13,47 ^a | 21,06 ^b | 21,37 | 17,43 |
| | V | 32,74 | 22,82 | 44,06 | 15,30 | 32,51 | 39,48 |
| PUFA – MT | \bar{x} | 16,32 | 15,45 | 16,15 ^a | 25,10 ^b | 17,30 | 19,10 |
| | V | 20,73 | 20,04 | 37,11 | 24,17 | 36,60 | 20,47 |
| PUFA n-3 – MT | \bar{x} | 3,42 | 3,08 | 3,09 ^A | 5,11 ^B | 2,66 | 3,12 |
| | V | 33,26 | 15,76 | 32,93 | 11,96 | 33,03 | 31,23 |
| C20:5 n-3 | \bar{x} | 0,65 | 0,64 | 0,50 ^A | 0,93 ^B | 0,42 | 0,52 |
| | V | 40,12 | 16,67 | 38,58 | 16,59 | 42,07 | 27,49 |
| C22:6 n-3 | \bar{x} | 0,20 | 0,19 | 0,15 ^A | 0,27 ^B | 0,14 | 0,15 |
| | V | 21,13 | 31,69 | 32,61 | 20,32 | 30,31 | 26,18 |
| PUFA n-6 – MT | \bar{x} | 12,90 | 12,37 | 13,05 ^a | 19,99 ^b | 14,65 | 15,98 |
| | V | 17,67 | 21,53 | 38,31 | 27,39 | 37,72 | 19,86 |
| PUFA n-6/n-3 – MS | \bar{x} | 3,52 | 3,59 | 4,02 | 3,49 | 5,11 | 4,61 |
| | V | 10,51 | 1,31 | 11,42 | 14,19 | 16,72 | 27,68 |
| PUFA n-6/n-3 – MT | \bar{x} | 3,92 | 4,01 | 4,20 | 3,87 | 5,51 | 3,39 |
| | V | 14,07 | 10,51 | 8,68 | 15,56 | 11,91 | 25,52 |
| CLA – MS | \bar{x} | 0,48 | 0,48 | 0,36 | 0,20 | 0,23 | 0,28 |
| | V | 30,75 | 41,87 | 18,33 | 31,40 | 44,26 | 37,52 |
| CLA – MT | \bar{x} | 0,40 ^A | 0,22 ^B | 0,29 | 0,21 | 0,25 | 0,27 |
| | V | 15,50 | 25,73 | 44,25 | 44,16 | 39,67 | 27,49 |

KK* – kiszonka z kukurydzy – maize silage; KT** – kiszonka z traw – grass silage

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie: A, B przy $P \leq 0,01$; a, b – przy $P \leq 0,05$

Means in rows followed by different letters differ significantly: A, B – at $P \leq 0,01$; a, b – at $P \leq 0,05$

Tabela 4 – Table 4Zawartość kwasów tłuszczowych w *musculus thoracis* (MT) i *musculus semitendinosus* (MA), % sumy kwasów tłuszczowychThe content of fatty acids in *musculus thoracis* (MT) and *musculus semitendinosus* (MS), % of fatty acids' sum

| Kwasy tłuszczowe Fatty acids | MT | MS | LSM | SE |
|---------------------------------|-------|-------|--------|-------|
| SFA | 41,75 | 38,88 | 0,0003 | 0,52 |
| C14:0 | 1,82 | 1,64 | 0,0089 | 0,09 |
| C16:0 | 20,54 | 19,46 | 0,025 | 0,33 |
| UFA | 53,63 | 56,49 | 0,0004 | 0,54 |
| MUFA | 36,04 | 34,56 | 0,21 | 0,82 |
| C18:1 | 31,37 | 30,27 | 0,33 | 0,78 |
| PUFA | 17,90 | 21,93 | 0,02 | 1,17 |
| PUFA <i>n-6</i> | 14,68 | 17,66 | 0,03 | 0,97 |
| PUFA <i>n-3</i> | 3,21 | 4,27 | 0,002 | 0,23 |
| C20:3 <i>n-3</i> | 0,56 | 0,86 | 0,0003 | 0,055 |
| C22:6 <i>n-3</i> | 0,17 | 0,22 | 0,004 | 0,013 |
| <i>n-6/n-3</i> | 4,72 | 4,26 | 0,07 | 0,18 |
| CLA | 0,27 | 0,33 | 0,09 | 0,02 |

Różnice nieistotne statystycznie

Differences are not statistically significant

od stosowanej dawki, dotyczyły buhajków charolaise i hereford. Zróżnicowanie zawartości MUFA i PUFA w przypadku buhajków charolaise odnosiło się do większej zawartości PUFA, w tym zarówno *n-6* jak i *n-3* (także C20:5 *n-3* i C22:6 *n-3*) w obu mięśniach buhajków żywionych kiszonką z traw, i większej zawartości MUFA przy żywieniu kiszonką z kukurydzy. Natomiast buhajki rasy hereford żywione kiszonką z kukurydzy odznaczały się wyższą zawartością CLA w porównaniu do buhajków tej samej rasy otrzymujących w dawce kiszonkę z traw.

Wyższa zawartość PUFA *n-3*, stwierdzona w badanych mięśniach u buhajków żywionych kiszonką z traw, wynika prawdopodobnie z wyższej zawartości kwasu α -linolenowego, który jest głównym kwasem tłuszczowym traw i jednocześnie prekursorem kwasów z grupy *n-3* [13].

W tłuszczu śródmięśniowym MS w porównaniu z MT stwierdzono istotnie wyższą procentową zawartość UFA i niższą zawartość SFA, w tym C14:0 uznanego za jeden z najbardziej hypercholesterolemicznych kwasów. Tłuszcz śródmięśniowy mięśnia MS zawierał również więcej PUFA z rodziny *n-6* i *n-3*, w tym C20:5 *n-3* i C22:6 *n-3* – kwasów o działaniu najbardziej hypocholesterolemicznym. Mięsień półścięgnisty (MS) charakteryzował się również nieco mniejszym stosunkiem *n-6/n-3*, i zaznaczyła się w tym mięśniu także pewna tendencja do większej zawartości CLA. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zawartości MUFA. Istotnie większa procentowa zawartość UFA niż SFA w śródmięśniowym tłuszczu MS w porównaniu z MT wskazuje, że nie tylko rodzaj tłuszczu (na co zwraca także uwagę Stasiniewicz i wsp. [23]), lecz także budowa mięśnia może mieć wpływ na skład kwasów tłuszczowych [26].

W przeprowadzonych badaniach składu tłuszczu śródmięśniowego mięśnia półścięgnistego (*musculus semitendinosus*) i mięśnia najdłuższego grzbietu (*musculus thoracis*) stwierdzono najkorzystniejszy dla zdrowia człowieka stosunek PUFA $n-6/n-3$ u buhajków rasy hereford, które wyróżniały się również najwyższą zawartością CLA. Buhajki rasy limousine, w porównaniu do buhajków hereford i charolaise, charakteryzowały się w obu mięśniach niższą zawartością kwasów C20:5 $n-3$ i C22:6 $n-3$ – kwasów o działaniu silnie hyposterolemicznym oraz wyższą zawartością C14:0 kwasu hypercholesterolemicznego w *MT*. Biorąc pod uwagę czynnik żywieniowy i rodzaj zastosowanej w dawkach paszy objętościowej, stwierdzono istotne różnice jedynie w przypadku kwasu C14:0 i C18:1 w mięśniu *MT*. Zawartości tych kwasów były wyższe u buhajków trzech ras żywionych kiszoną z kukurydzy. W zależności od rodzaju kiszonki, istotne różnice wystąpiły w obrębie rasy charolaise, u której w obydwu mięśniach zaobserwowano (przy żywieniu kiszoną z kukurydzy) wyższą zawartość MUFA, natomiast przy żywieniu kiszoną z traw odnotowano w obydwu mięśniach wyższe zawartości PUFA, w tym $n-3$ i $n-6$. W obrębie buhajków rasy hereford odnotowano w *MT* istotnie wyższą zawartość CLA w przypadku żywienia kiszoną z kukurydzy. Porównując zawartość badanych kwasów w obu mięśniach, stwierdzono w *MS*: wyższą zawartość kwasów UFA; niższą zawartość SFA, w tym C14:0; wyższą zawartość PUFA $n-3$, w tym także C20:5 $n-3$ i C22:6 $n-3$, oraz tendencje do wyższej zawartości CLA i nieco niższego stosunku PUFA $n-6/n-3$.

PIŚMIENNICTWO

1. DE SMET S., WEBB E.C., CLAYES E., UYTTERHAEGEN L., DEMEYER I.D., 2000 – Effect of dietary energy and protein levels on fatty acid composition of intramuscular fat in double-muscle Belgian Blue bulls. *Meat Sci.* 56, 73-79.
2. DELAND M.P.B., MALAU-ADULI A.E.O., SIEBERT B., BOTTEMA C.D.K., PITCHFORD W.S., 1998 – Sex and breed differences in the fatty acid composition of muscle phospholipids in crossbred cattle. Proc. 6th Congr. Gen. Appl. Livest. Prod. Armidale. 25, 185-188.
3. DI LUCIA A., SATRANI A., BARONE C.M., COLATRUGILIO P., GIGLI S., OCCIDENTE M., TRIVELLONE E., ZULLO A., MATASSINO D. 2003 – Effect of dietary energy content on the intramuscular fat depots and triglyceride composition of river buffalo meat. *Meat Sci.* 65(4), 1379-1389.
4. Fogerty A.C., Ford G.L., Svoronos D., 1988 – Octadeca- 9,11-dienoic acid in foodstuffs and in the lipids of human blood and breast milk. *Nutr. Rep. Int.* 38, 937-944.
5. FRITSCHKE J., STEINHART H., 1998 – Analysis, occurrence, and physiological properties of trans fatty acids (TFA) with particular emphasis on conjugated linoleic acid isomers (CLA) – a review. *Fett/Lipid.* 100, 190-210.
6. IP C., 1997 – Review of the effect of trans-fatty acid, oleic acid, $n-3$ polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid on mammary carcinogenesis in animals. *Am. J. Clin. Nutr.* 66, 1523-1529.
7. IZ-INRA, 2001 – Standards of cattle, sheep and goat nutrition (in Polish), National Research Institute of Animal Production. Kraków, Poland.
8. KAZALA E.CH., LOZEMAN F.J., MIR P.S., LAROCHE A., BAILEY D.R.C., WESELAKE R.J., 1999 – Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred Wagyu cattle. *J. Anim. Sci.* 77, 1717-1725.

9. KELLY M.L., KOLVER E.S., BAUMAN D.E., VAN AMBURGH M.E., MULLER L.D., 1998 – Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81, 1630-1636.
10. KHOSLA P., SUNDRAM K., 1996 – Effect of dietary fatty acid composition on plasma cholesterol. *Prog. Lipid Res.* 35, 93-132.
11. LABORDE F.L., MANDELL I.B., TOSH J.J., WILTON J.W., BUCHANAN-SMITH J.G., 2001 – Breed effects on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. *J. Anim. Sci.* 79, 355-365.
12. MALAU-ADULI A.E.O., SIEBERT B.D., BOTTEMA C.D.K., PITCHFORD W.S., 1997 – A comparison of fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 78, 715-722.
13. MARMER W.N., MAXWELL R.J., WILIAMS J.E., 1984 – Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. *J. Anim. Sci.* 59, 109-121.
14. O'SULLIVAN A., O'SULLIVAN K., GALVIN K., MOLONEY A.P., TROY D.J., KERRY J.P., 2002 – Grass silage versus maize silage effects on retail packaged beef quality. *J. Anim. Sci.* 80, 1556-1563.
15. PARODI P.W., 1998 – The anticarcinogenic agents of bovine milk. *J. Anim. Sci.* 76, s. 1 / *J. Dairy Sci.* 81 s. 1, 236.
16. RULE D.C., MACNEIL M.D., AND SHORT R.E., 1997 – Influence of sire growth potential, time on feed and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of the ground carcass and longissimus muscle of beef steers. *J. Anim. Sci.* 75, 1525-1533.
17. SIEBERT B.D., DELAND M.P., PITCHFORD W.S., 1999 – Breed differences in the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipid of early and late maturing, grain finished cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 47, 943-952.
18. SIMOPOULOS A., 1996 – The role of fatty acids in gene expression: health implications. *Ann. Nutr. Metab.* 40, 303-311.
19. SIMOPOULOS A.M., 1994 – Fatty acid composition skeletal muscle, membrane phospholipids, insulin resistance and obesity. *Nutr. Today*, 12-16.
20. SKRZYPEK R., 1999 – Znaczenie tłuszczu mleka krowiego i wołowiny. Użytkowanie bydła. Fundacja Ratowania Fauny i Flory Karpat i Podkarpacia, Kraków.
21. SPADY D.K., WOOLLETT L.A., DIETSCHY J.M., 1993 – Regulation of plasma LDL-cholesterol levels by dietary cholesterol and fatty acids. *Ann. Rev. Nutr.* 13, 355-381.
22. STANTON C., LAWLESS F., KJELLMER G., HARRINGTON D., DEVERY R., CONNOLY J.F., MURPHY J., 1997 – Dietary influences on bovine milk cis-9, 11 trans conjugated linoleic acid content. *J. Food Sci.* 62, 1083-1086.
23. STASINIEWICZ T., STRZETELSKI J., KOWALCZYK J., OSIĘGŁOWSKI S., PUSTKOWIAK H., 2000 – Performance and meat quality of fattening bulls fed complete feed with rapeseed oil cake or linseed. *J. Anim. Feed Sci.* 9, 283-296.
24. STRZETELSKI J., STASINIEWICZ T., 1999 – Nowe spojrzenie na wartość dietetyczną mleka i mięsa przeżuwaczy. *Biuletyn Informacyjny IZ* 37(3), 65-70.
25. USDA, Dep. of Health and Human Service, 1990 – Nutrition and your Health. Dietary guidelines for American. 3rd, ed. Washington.
26. VESTERGRAD M., OKSBJERG N., HENCKEL P., 2000 – Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre and colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Sci.* 54, 177-185.
27. ZEMBAYASHI M., NISHUMIRA K., LUNT D.K., SMITH S.B., 1995 – Effects of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 73, 3325-3332.

Concentration of fatty acids with health-promoting
properties in intramuscular fat of *musculus thoracis*
and *musculus semitendinosus* in young bulls,
as dependent upon breed and diet

S u m m a r y

The study was performed on young bulls of three beef breeds, fed diets based on maize silage or grass silage. The aim of this study was to determine and compare the concentrations of fatty acids in *musculus semitendinosus* (*MS*) and *musculus thoracis* (*MT*), as depending on breed and roughage. A comparison of three beef breeds indicated that Hereford bulls were characterized by the highest CLA concentration and the lowest *n-6/n-3* PUFA ratio, both in *MS* and *MT*. It was found that diet had a significant effect on two fatty acids' content in muscles of young bulls - C14:0 and C18:1. Higher level of these acids was found in *MT* of the bulls fed the maize silage as compared grass silage. Within particular breeds, Charolaise bulls showed a higher concentration of MUFA in both muscles when fed maize silage, and higher proportions of PUFA, PUFA *n-3* and PUFA *n-6* when fed grass silage. As regards the levels of the acids examined in *MS* and *MT*, it was found that *MS* contained more PUFA *n-6* and PUFA *n-3* including C20:5 *n-3*, C22:6 *n-3*, and less SFA including C14:0.

