Wiadomości Zootechniczne, R. XLIV (2006), 1: 51-54

Żywieniowe i genetyczne aspekty marmurkowatości mięsa wołowego

Krystyna Ślusarczyk, Juliusz Strzetelski

Instytut Zootechniki, Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, 32-083 Balice k. Krakowa

Hodowcy zajmujący się opasem bydła dążą do uzyskania zwierząt najwyższej klasy, charakteryzujących się jednorodnymi tuszami o odpowiedniej wadze i otłuszczeniu, a przede wszystkim o właściwej, odpowiadającej gustom konsumenta marmurkowatości mięsa wołowego (Smith i in., 2000).

Skład tuszy, a przede wszystkim zawartość w niej tłuszczu, zależy od płci, wieku, poziomu żywienia i potencjału genetycznego, który w znacznym stopniu związany jest z typem zwierzęcia (wcześnie, średnio-wcześnie lub późno dojrzewający). Należy nadmienić, że we współczesnych zaleceniach żywienia człowieka zwraca się szczególną uwagę na ograniczenie spożycia tłuszczów zwierzęcych, które są jedną z przyczyn chorób cywilizacyjnych, takich jak otyłość czy miażdżyca. Dlatego też, w przypadku wołowiny preferowane są tusze z małym udziałem tłuszczu zewnętrznego i międzymięśniowego. Nie dotyczy to jednak tłuszczu śródmięśniowego, który odpowiedzialny jest za kształtowanie jakości mięsa i jego cech sensorycznych (Wichłacz i in., 1998). Oczywiście, kształtowanie cech jakościowych mięsa (w tym stopień marmurkowatości) należy uzależnić od preferencji konsumentów regionalnych.

Składniki pokarmowe paszy, a więc energia, białko, witaminy, makro- i mikroelementy, a także woda, są wykorzystywane przez zwierzę przede wszystkim dla zaspokojenia jego potrzeb bytowych, a w dalszej kolejności na rozwój, wzrost, laktację, rozmnażanie czy wreszcie opasanie. Z tej hierarchii zaspokojenia potrzeb wynika, że zwierzę musi mieć najpierw możliwość zaspokojenia w pełni swoich potrzeb bytowych, aby mógł nastąpić jego rozwój i wzrost, a dopiero następnie opas. Rozwój tkanek zwierząt odbywa się według hierarchii ustalonej po raz pierwszy przez Hammonda (1932) i McMeekana (1940): szkielet, mięśnie i na końcu tkanka tłuszczowa. Od urodzenia do osiągnięcia dojrzałości fizycznej mięśnie zwiększają swój bezwzględny ciężar szybciej niż tłuszcz. Im starsze jest zwierzę, tym szybciej zaczyna przyrastać tłuszcz i zwiększa się jego zawartość w tuszy, a jego ilość zależy od intensywności żywienia. Guenther i in. (1965) opisali efekty żywienia wolców w zależności od jego poziomu. Wolce o podobnej masie ciała, będące w tym samym wieku, żywione na wysokim poziomie, odkładały zarówno więcej mięsa, jak i tłuszczu od zwierząt żywionych na poziomie umiarkowanym, przy czym w obydwu grupach szybkość odkładania tłuszczu, głównie podskórnego i okołonerkowego, wzrastała wraz z wiekiem, a szybkość przyrostu samej masy mięśniowej była coraz wolniejsza. Ostatnim rodzajem tłuszczu odkładanym podczas wzrostu jest tłuszcz śródmięśniowy, który pojawia się wówczas, gdy wzrost większości mięśni zostaje prawie całkowicie zakończony, co związane jest z wiekiem zwierzęcia. Jednakże, współczesne badania (Bruns i in., 2004) wskazują, że pojawienie się tłuszczu śródmięśniowego nie tyle jest związane z wiekiem zwierzęcia, ile raczej wynika ze stopnia jego rozwoju fizjologicznego. Jeśli zwierzętom zostanie zapewniony odpowiedni poziom żywienia, może nastąpić znacznie wcześniej niż dotychczas sądzono ekspresja genów marmurkowatości. Ponadto, tkanka tłuszczowa śródmięśniowa nie jest ostatnią rozwijającą się tkanką, ale jej rozwój następuje ze stałą szybkością podczas wzrostu zwierzęcia przy wysokoenerge-

tycznym systemie żywienia.

Wiek, w którym zwierzę jest zdolne do odłożenia wystarczającej ilości tłuszczu śródmięśniowego, aby osiągnąć korzystną dla producenta klasę, nie został dotychczas precyzyjnie określony. Smith i in. (1984) sugerują, że buhajki rasy Angus w wieku 167-236 dni o masie ciała 379-429 kg mogą osiągnąć wystarczający poziom aktywności enzymatycznej liazy cytrynianowej ATP, która jest potrzebna do rozpoczęcia lipogenezy, co powoduje zwiększenie komórek tłuszczowych.

Cianzio (1985) uważa jednakże, że zwiększanie marmurkowatości mięsa związane jest raczej z ilością komórek tłuszczowych (adipocytów) niż z ich wielkością. Podobnie, Prior (1983) wykazał, że lepsza marmurkowatość mięsa, czyli mięso z większą zawartością tłuszczu śródmięśniowego, uzyskiwana przy skarmianiu dawek pokarmowych z dużą ilością zboża, związana jest z większą liczbą adipocytów na 1 g tkanki mięśniowej, a nie z ich wielkością.

Prekursorami syntezy tłuszczu u przeżuwaczy, jak i glukozy będącej, podobnie jak u zwierząt monogastrycznych, głównym źródłem energii również dla zwierząt przeżuwających, są lotne kwasy tłuszczowe produkowane przez mikroorganizmy żwacza. Powszechnie przyjmuje się, że w przypadku dawek pokarmowych opartych na paszach objętościowych profil lotnych kwasów tłuszczowych w przybliżeniu wynosi 65-70% octowego, 15-25% propionowego i 5-10% masłowego. Przy skarmianiu pasz z łatwo fermentującymi węglowodanami wzrasta zawartość kwasu propionowego, a także masłowego. Profil lotnych kwasów tłuszczowych w przybliżeniu wygląda wtedy następująco: 50-60% octowego, 35-45% propionowego i 5-15% masłowego. Rodzaj skarmianej dawki pokarmowej, powodując zmiany w profilu lotnych kwasów tłuszczowych w żwaczu, może również mieć wpływ na jakość wołowiny. Dawki pokarmowe bazujące na paszach objętościowych, które zwiększają produkcję kwasu octowego, prowadzą do odkładania tłuszczu zewnętrznego, podczas gdy dawki oparte na zbożach, zwiększając stężenie kwasu propionowego w żwaczu powodują odkładanie tłuszczu śródmięśniowego, nie zwiększając warstwy tłuszczu zewnętrznego (Smith i in., 1984; Smith i Crusoe, 1984; Fluharty, 2003).

Wzrost produkcji kwasu propionowego powoduje zwiększenie stężenia hormonu trzustki - insuliny we krwi, co z kolei prowadzi do syntezy tłuszczu i białka oraz hamuje ich rozkład w tkankach (Johnson i in., 1982; Bines i Hart, 1984). Wzrost syntezy tłuszczu i białka na skutek wzrostu sekrecji insuliny może zwiększać równocześnie szybkość transportu substancji odżywczych do tkanek.

Można sądzić, że poziom i sposób żywienia młodego bydła rzeźnego mają wpływ na ekspresję genów marmurkowatości, aczkolwiek należy zaznaczyć, że istnieją różnice w potencjale ekspresji tej cechy, zarówno między rasami (Johnson, 1987), jak i osobnikami w obrębie rasy.

Ważnym czynnikiem potrzebnym do wytworzenia wołowiny określonej klasy, o właściwej marmurkowatości, jest potencjał genetyczny zwierząt, który powinien być w pełni wykorzystany poprzez umożliwienie ekspresji genów odpowiedzialnych za odkładanie tłuszczu śródmięśniowego. Nowe technologie oparte na analizie DNA pozwalają na identyfikację genów odpowiedzialnych za pojawienie się cech mających znaczenie ekonomiczne przy produkcji wołowiny. Jednakże, nasza wiedza na temat genomu (zespół dziedziczenia zawarty w zredukowanej liczbie chromosomów) zwierząt hodowlanych jest wciąż uboga, pomimo znacznego przyspieszenia, jakie nastąpiło dzięki wykorzystaniu wiedzy i technik badawczych opracowanych do poznania genomu człowieka w 2003 roku. Wielkim utrudnieniem w wykorzystaniu zdobyczy „ery genomu" jest to, iż wiele cech mających znaczenie ekonomiczne w hodowli zwierząt jest kontrolowane przez wiele genów. Również niewyjaśnione są podstawowe mechanizmy, wywołujące ekspresję genów powodujących pojawianie się różnic pomiędzy zwierzętami tej samej rasy. Obecne techniki oparte na analizie DNA pozwalają na określenie obecności lub braku genów odpowiedzialnych za marmurkowatość wołowiny. Cielę z genami marmurkowatości posiada znaczny potencjał do rozwoju tej cechy mięsa. Casas i in. (2003) zidentyfikowali kilka loci cech ilościowych (quantitative trait loci – QTL) dla marmurkowatości. Statystycznie istotne QTL zaobserwowano na chromosomie 23. Ponadto QTL odpowiedzialne za marmurkowatość występują na chromosomach 3., 10., 14.

i 27. QTL na chromosomie 9. odpowiada za odkładanie tłuszczu śródmięśniowego, jak i tłuszczu w mleku. Obecnie opracowano dwa testy komercyjne przy selekcji zwierząt. Jeden określa obecność genu tyroglobuliny, która jest prekursorem hormonu tarczycy - tyroksyny. Gen ten ma znaczący wpływ na pojawienie się marmurkowatości i wzrost klasy uzyskanej wołowiny. Drugi z testów dostępny jest dla kruchości mięsa. Wiele testów jest obecnie w trakcie badań, ponieważ, jak się przypuszcza, marmurkowatość może być kontrolowana nawet przez setki genów. Trudnością pojawiającą się na drodze do uzyskania zwierząt o najlepszym potencjale jest stopień dziedziczności tych cech, jednakże selekcja na podstawie obecności genów wpływających na marmurkowatość jest możliwa (Anon, 2002). Firma Genetic Solution identyfikuje trzy formy genu lub genotypu, które nazwano 2STAR, 1STAR i noSTAR. W oparciu o testy genetyczne możliwa jest szybsza selekcja pod kątem lepszych cech jakościowych wołowiny i uzyskanie w krótszym czasie zwierząt z większym potencjałem genetycznym dla tych cech.

Do programów selekcyjnych poprawy wartości genetycznej zwierząt można wykorzystać wskaźniki fizjologiczne, co również daje skrócenie przerw pomiędzy pokoleniami i zwiększenie dokładności selekcji. (Kiddy, 1979; Woolliams i Smith, 1988; Blair i in., 1990). Jednym z takich wskaźników może być poziom IGF-I w surowicy krwi (Davis i Simmen, 2000). Cielęta mające niskie stężenie IGF-I w surowicy krwi mają wyższy współczynnik marmurkowatości i wyższą klasę jakości mięsa, lecz również większą grubość tłuszczu zewnętrznego. Również wzrost zawartości tłuszczu śródmięśniowego jest dodatnio skorelowany ze stężeniem lipoprotein cholesterolu o niskiej gęstości (R=0,79) i ujemnie skorelowany ze stężeniem lipoprotein cholesterolu o wysokiej gęstości (r=-0,47) (Noro i Kobayashi, 1995).

***

Kształtowanie cech jakościowych wołowiny może odbywać się bądź na drodze genetycznej, co pomimo znacznego postępu w tej dziedzinie jest procesem długotrwałym, bądź poprzez wybór odpowiedniego sposobu żywienia. Hodowcy bydła mięsnego powinni poznać możliwości kształtowania cech jakościowych mięsa, aby zaspokoić wymagania konsumentów poszukujących wołowiny kruchej, delikatnej i soczystej. Wzrastające ceny wołowiny w Polsce od momentu wejścia do Unii Europejskiej zwiększają opłacalność hodowli bydła mięsnego, jednakże należy pamiętać, że musi to być wołowina o jakości spełniającej oczekiwania klientów.

Literatura

Anon A. (2002). The effect of the Gene STAR Marbling test under typical U.S. lot-fed finishing system. ttp://www.frontierbeefsystem.com/Gene NOTE3026-26-02.pdf.

Bines J.A., Hart I.C. (1984). The response of plasma insulin and other hormones to intraruminal infusion of VFA mixtures in cattle. Can. J. Anim. Sci. (Suppl., 64): 304-305.

Blair H.T., McCutcheon S.N, Mackenzie D.D.S. (1990). Physiological predictors of genetic merit. W: Proc. 8th Conf. Aust. Assoc. Anim. Breed and Genet. Palmerston North and Hamilton, NZ, pp. 133-142.

Bruns K.W., Pitchard R.H., Boggs D.L. (2004). The relationships among body composition and intramuscular fat content in steers. J. Anim. Sci., 82: 1315-1322.

Casas E., Shackelford S.D., Keele J.W., Koohmaraire M., Smith T.P.L., Stone R.T. (2003). Detection of quantitative trait loci for growth and carcass composition in cattlle. J. Anim. Sci., 81: 2976-2983.

Cianzio D.S., Topel D.G., Whitehurst G.B., Beitz D.C., Self H.L. (1985) Adipose tissue growth and cellularity: Changes in bovine adipocyte size and number. J. Anim. Sci., 60: 970-976.

Davis M.E., Simmen R.C.M. (2000). Genetic parameter estimates for serum insulin-like growth factor-I concentration and carcass traits in Angus beef cattle. J. Anim. Sci., 78: 2305-2313.

Fluharty F.L. (2003). Interactions of management and diet on final meat characteristics of beef animals. http://beef.osu.edu/library/mgtdiet.html.

Guenther J.J., Bushman D.H., Pope L.S., Morrison R.D. (1965). Growth and development of the major carcass tissues in beef calves from weaniang to slaughter weight, with reference to the effect of plane nutrition. J. Anim. Sci., 24: 1184-1191.

Hammond J. (1932). Growth and development of mutton qualities in the sheep. Oliver and Boyd, Edinburg, Scotland.

Johnson E.R. (1987). Marbling fat in beef. Meat Sci., 20 (4): 267-279.

Johnson D.D., Mitchell G.E., Tucker R.E., Hemken R.W. (1982). Plasma glucose and insulin responses to propionate in preruminating calves. J. Anim. Sci., 55: 1224-1230.

Kiddy D.A. (1979). A reviveof research on genetic variation in physiological characteristics related to performance in dairy cattle. J. Dairy Sci., 62: 818-824.

McMeekan C.P. (1940). Growth and development in pig, with special reference to carcass quality characteristics. II. The influence of the plane of nutrition on growth and development. J. Agric. Sci. (Camb.), 30: 387-443.

Noro A., Kobayashi Y. (1995). The relationship between serum lipoprotein levels and marbling of muscule tissue in beef cattle. J. Vet. Med. Sci., 57 (4): 737-738.

Prior R.L. (1983). Lipogenesis and adipose tissue cellularity in steers switched from alfalfa hay to high concentrate diets. J. Anim. Sci., 56: 483-492.

Smith S.B., Crouse J.D. (1984). Relative contributions of acetate, lactate, and glucose to lipogenessis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. J. Nutr., 114: 792-800.

Smith S.B., Prior R.L., Ferell C.L., Mersmann H.J. (1984). Interrelationships among diet, age, fat deposition, and lipid metabolism in growing steers. J. Nutr., 114: 153-162.

Smith G.C., Savell J.W., Morgan J.B., Montgomery T.H. (2000). NBQA 2000 - Executive summary of the 2000 national beef quality audit. Centennial, CO: Cattlemans's Beef Promotion and Research Broad, National Cattlemen's Beef Association.

Woolliams J.A., Smith C. (1988). The value of indicator traits in the genetic improvment of dairy cattle. Anim., 46: 333-345.

Wichłacz H., Trela J., Grześkowiak E. (1998). Wpływ poziomu tłuszczu śródmięśniowego na cechy fizykochemiczne i sensoryczne mięśnia najdłuższego grzbietu młodego bydła rzeźnego. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 336 (konferencje XIX): 157-163.

NUTRITIONAL AND GENETIC ASPECTS OF BEEF MARBLING

Summary

Breeders who fatten cattle make efforts to produce best quality animals characterized by uniform carcasses of appropriate weight and fatness, and especially beef marbling that suits the tastes of consumers.

Quality traits of beef can be shaped genetically, which is a long-term process despite the choice of appropriate feeding, or by choosing appropriate nutrition. Beef breeders should learn how to influence meat quality traits to satisfy the demands of consumers who want tender, delicate and juicy beef. Increasing beef prices in Poland after accession to the European Union have increased the profitability of breeding beef cattle, but it must be remembered that the meat should meet the expectations of consumers.

fot. M.D.