

Wpływ żywienia pastwiskowego krów mlecznych na zawartość składników bioaktywnych oraz przydatność technologiczną mleka

Iwona Radkowska

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy
Dział Technologii, Ekologii i Ekonomiki Produkcji Zwierzęcej, 32-083 Balice k. Krakowa*

Wprowadzenie

W większości krajów Europy, w tym w Polsce, po okresie znacznego ograniczenia lub wręcz zaniechania wypasu, związanego ze znacznym wzrostem wydajności mlecznej oraz coraz powszechniejszego stosowania dawek TMR, obserwuje się obecnie wzrost zainteresowania pastwiskowym żywieniem krów. Związane jest to z tym, że coraz większa liczba konsumentów zwraca uwagę nie tylko na jakość produktów, ale także na warunki utrzymania zwierząt, ich dobrostan oraz wpływ hodowli na środowisko naturalne. Wzrasta także zainteresowanie prozdrowotną funkcją żywności, co stymuluje wprowadzanie na rynek tzw. żywności funkcjonalnej, czyli takiej, która poza składnikami odżywczymi posiada także składniki fizjologicznie aktywne.

Mleko jest źródłem białek, lipidów, witamin i minerałów, a także związków bioaktywnych. Poprzez odpowiednie żywienie możliwa jest modyfikacja składu chemicznego mleka, zawartości witamin, β -karotenu (Barłowska i in., 2004; Strusińska i in., 2010). Można także wpływać na jego smak, zapach oraz przydatność dla przetwórstwa (Krzyżewski i in., 2012). W okresie wegetacji wartość paszowa runi pastwiskowej ulega zmianom, które także mogą mieć wpływ na jakość mleka, a tym samym jakość produktu mlecznego. Pastwiskowe żywienie krów istotnie wpływa na zmniejszenie kosztów produkcji mleka (Macdonald i in., 2008), poprawia także konkurencyjność produktów mleczarskich na rynku. Walory mleka, pozyski-

wanego od krów utrzymywanych pastwiskowo, mogą być wykorzystywane w celach marketingowych, trafiając w określoną niszę rynkową. W Holandii producenci mleka, którzy pozyskują mleko od krów wypasanych na pastwisku, dostają dodatkowe wynagrodzenie (Elgersma, 2012).

Wydajność mleczna krów utrzymywanych pastwiskowo jest zazwyczaj niższa w porównaniu do zwierząt żywionych TMR, dlatego dla producentów bardzo ważne jest utrzymanie korzystnego składu chemicznego mleka. Mleko krowie zawiera około 30 różnych białek, które występują jako frakcje kazeinowe, białka serwatkowe i otoczki kulek tłuszczowych (Kuczyńska i in., 2013). Białka te cechuje wysoka wartość biologiczna, są one źródłem łatwo przyswajalnych aminokwasów egzogennych. Występujące w mleku białka serwatkowe i powstające z nich peptydy posiadają m.in. właściwości przeciwwzapalne, bakteriostatyczne, antyoksydacyjne, opioidowe, antynowotworowe oraz przeciwdziałają nadciśnieniu (Król i in., 2011). Zwiększenie poziomu białka w mleku jest możliwe do osiągnięcia między innymi poprzez zwiększenie ilości pobranej paszy, wysoką zawartość białka ogólnego oraz niską zawartość włókna <26% NDF (Kuczyńska i in., 2013). Najwyższą wartość pod względem aktywności biologicznej wykazuje białko serwatkowe – laktoferyna. Posiada ona właściwości bakteriostatyczne, antyoksydacyjne oraz immunomodulacyjne, m.in. zapobiega tworzeniu się złożeń β -amyloidu u ludzi dotkniętych chorobą Alzheimera (Kruzel, 2003). Badania naukowe wykazały znacząco większą zawartość α -laktoalbuminy,

β -laktoglobuliny i laktoferyny w mleku krów wypasanych na pastwisku w porównaniu ze zwierzętami żywionymi paszami konserwowanymi (Reklewska i Reklewski, 2004; Król i in., 2008). Badania Króla i in. (2008) wykazały istotnie wyższe stężenia α -LA ($1,14 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$), β -LG ($3,7 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) i laktoferyny ($116,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) w mleku krów wypasanych w porównaniu do ich zawartości w mleku krów żywionych TMR (odpowiednio: $1,0 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$, $3,17 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ i $88,3 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Badania przeprowadzone przez Kuczyńską i in. (2012), w których porównywano skład mleka, pochodzącego z ekologicznego i konwencjonalnego chowu krów, wykazały istotnie wyższe zawartości β -LG ($4,12 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$), laktoferyny ($334,9 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i lizozymu ($15,68 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) w mleku pozyskiwanym w sposób ekologiczny w porównaniu z ich stężeniem w mleku uzyskanym od krów utrzymywanych konwencjonalnie, gdzie zawartości te wynosiły odpowiednio: $2,68 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$, $188,0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ i $12,56 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

Tłuszcz mleka jest konglomeratem lipidów, w skład których wchodzi ponad 400 kwasów tłuszczowych. Zawartość tłuszczu i kwasów tłuszczowych w mleku jest zmienna i zależy głównie od żywienia, a w mniejszym stopniu od czynników genetycznych czy fizjologicznych (Kuczyńska i in., 2013). Typowa zachodnia dieta charakteryzuje się wysokim spożyciem kwasów PUFA $n-6$ i niskim PUFA $n-3$. Wysoki stosunek PUFA $n-6/n-3$ jest czynnikiem zwiększającym ryzyko wystąpienia chorób wieńcowych serca, powstania zakrzepów krwi, co może prowadzić do zawału serca. Zaleca się, aby stosunek ten był poniżej 4:1 (Wood i in., 2003). Zastosowanie zielonki w żywieniu krów powoduje wzrost zawartości kwasu α -linolenowego w mleku, zmianę proporcji tego kwasu w stosunku do kwasu linolenowego, a w rezultacie korzystniejszy stosunek kwasów $n-6$ do $n-3$ z 4:1 do 2:1 (Lock i Garnsworthy, 2003). Badania naukowe (Reklewska i in., 2003; Nałęcz-Tarwacka i in., 2009) wskazują, że mleko pozyskiwane od krów żywionych zielonkami w porównaniu z mlekiem krów żywionych paszami konserwowanymi posiada wyższą zawartość kwasów tłuszczowych. Zmiany w zawartości tłuszczu w mleku są w dużej mierze uzależnione od zawartości i formy włókna surowego (ADF, NDF) oraz zawartości skrobi i sacharozy w dawce pasz (Kuczyńska i in., 2011). Mikroorganizmy zasiedlające żwacz wy-

twarzają enzymy, rozkładające celulozę, hemice-lulozy oraz inne węglowodany strukturalne, w wyniku czego powstają kwasy: octowy, propionowy oraz masłowy. Z kolei, wzrost ilości kwasu octowego, będącego głównym substratem w procesie tworzenia kwasów tłuszczowych, powoduje zwiększenie udziału tłuszczu w mleku (Pisulewski, 2000). Mleko od krów żywionych ekstensywnie odznacza się na ogół większą zawartością kwasów tłuszczowych PUFA $n-3$ (w tym: C18:3 $n-3$) i CLA niż żywionych intensywnie dawkami z wysokim udziałem pasz treściwych (Slots i in., 2009). W badaniach wykazano, że mleko pochodzące z gospodarstw ekologicznych w porównaniu z mlekiem z gospodarstw konwencjonalnych zawierało o ponad 60% więcej kwasów wielonienasyconych (PUFA) oraz $n-3$, dzięki czemu miało korzystniejszy stosunek kwasów $n-6$ do $n-3$, a także większą zawartość PUFA w stosunku do MUFA (Ellis i in., 2006). Badania Kuczyńskiej (2011) wykazały istotnie wyższą zawartość kwasów TVA, CLA i α -linolenowego (LNA) w mleku krów przebywających na pastwisku (odpowiednio 4,46, 1,36 i 0,86 g/100 g tłuszczu) w porównaniu do mleka krów żywionych TMR (1,34, 0,49 i 0,39 g/100 g tłuszczu). W miarę wzrostu udziału zielonki pastwiskowej w dawce pokarmowej (z 30 do 70%) w mleku krów, a także we krwi zwiększa się zawartość: kwasów walcenowego, eikozapentaenowego, dokozaheksaenowego, sprzężonego kwasu linolenowego oraz witamin rozpuszczalnych w tłuszczu, tj. α -tokoferolu, witaminy A i β -karotenu (La Terra i in., 2010). Whiting i in. (2004) uzyskali mniejszą zawartość SFA przy żywieniu krów zielonką z lucerny ($48,42 \text{ g}\cdot\text{100 g}^{-1}$ tłuszczu) niż kiszonką z lucerny ($53,66 \text{ g}\cdot\text{100 g}^{-1}$ tłuszczu). Tym samym, stosunek UFA : SFA był korzystniejszy w okresie lata (0,47–0,58%) niż w okresie zimy (0,32–0,37%). Grega i in. (2000), oceniając mleko krów, wykazali również większy udział jednonienasyconych MUFA (32,65%) i wielonienasyconych PUFA (3,95%) w okresie letnim. Bergamo i in. (2003) stwierdzili w mleku krów z gospodarstw organicznych ponad dwukrotnie wyższy stosunek CLA : LA (0,46 vs. 0,20) w porównaniu z mlekiem z gospodarstw tradycyjnych.

Mleko krowie jest cennym źródłem antyoksydantów, są to m.in.: retinol (witamina A), witamina D₃ (cholekalciferol), tokoferol (wita-

mina E), witamina K₂ (menachinon) oraz β-karoten (prowitamina A). Retinol oraz jego formy występują tylko w produktach zwierzęcych. Jedną szklankę mleka (250 ml) dostarcza około 500 IU retinolu (Kuczyńska i in., 2013). W mleku występują także karotenoidy (α-karoten, β-karoten, δ-karoten), które są prekursorami witaminy A. Największą efektywnością konwersji na witaminę A charakteryzuje się β-karoten; pod wpływem działania karotenazy α-karoten i δ-karoten przekształcają się w jedną cząstkę, natomiast β-karoten w dwie cząsteczki witaminy A (Grolier i in., 1997). Koncentracja witamin rozpuszczalnych w tłuszczu i β-karotenu w mleku w dużym stopniu zależy od rodzaju stosowanej paszy. Istnieje ścisła zależność między ilością β-karotenu pobranego wraz z paszą a jego stężeniem w mleku (Strusińska i in., 2010). Świeża ruń pastwiskowa charakteryzuje się wyższym poziomem witaminy E i prowitaminy A w porównaniu z paszami konserwowanymi (Shingfield i in., 2005; Nozière i in., 2006), dlatego też żywienie pastwiskowe korzystnie wpływa na zawartość w mleku witamin D i A, β-karotenu oraz witaminy E (Reklewska i Reklewski, 2004). Ponadto, naturalny β-karoten, występujący w roślinach, jest znacznie lepiej przyswajalny niż jego syntetyczna forma (Melton, 2006). Wiele badań naukowych potwierdziło, że mleko krów wypasanych na pastwiskach, w porównaniu z mlekiem od krów nie korzystających z pastwisk, ma wyższą zawartość witamin rozpuszczalnych w tłuszczu (Jensen i in., 1999; Bergamo i in., 2003; Butler i in., 2008; Strusińska i in., 2010). Badania Jesnena i in. (1999) wykazały, że w listopadzie w mleku krów, żywionych według systemu PMR, zawartość witaminy E była stosunkowo niska i wynosiła 10,34 μg·g⁻¹ tłuszczu, natomiast w czerwcu, podczas żywienia pastwiskowego, była ponad trzykrotnie większa i wynosiła 36,17 μg·g⁻¹ tłuszczu. Strusińska i in. (2010), porównując mleko krów wypasanych na pastwisku z mlekiem pozyskanym od krów żywionych TMR z udziałem kiszonki z kukurydzy wykazali, że zawartości witaminy E, β-karotenu i witaminy A były odpowiednio: czterokrotnie, dwukrotnie i o ¼ wyższe. Wysoki udział kiszonki w dawce pokarmowej krów może prowadzić do zmniejszenia stężenia omawianych witamin w mleku, ponieważ w procesach konserwacji pasz zielonych zachodzą znaczne straty karote-

noidów. W sianie, pod wpływem promieniowania UV, w porównaniu do kiszonki sporządzonej z roślin od razu po skoszeniu, aż 83% karotenoidów ulega rozkładowi (Chauveau-Duriot i in., 2005). Badania porównujące wpływ zróżnicowanego poziomu karotenoidów w diecie krów wykazały, że koncentracja β-karotenu w mleku ma ścisły związek z poziomem β-karotenu we krwi, a ta z kolei zależy od ilości β-karotenu strawionego w przewodzie pokarmowym (Martin i in., 2004). Butler i in. (2008) stwierdzili, że mleko pozyskane w gospodarstwach niskonakładowych, w których zielonki i kiszonki stanowią podstawowy komponent dawek pokarmowych, w stosunku do mleka pochodzącego z gospodarstw tradycyjnych ma o 50% większą zawartość α-tokoferolu i o 80% β-karotenu. Obecność naturalnych antyoksydantów w mleku, przede wszystkim β-karotenu i witaminy E, zmniejsza ryzyko oksydacji kwasów tłuszczowych w mleku (Butler i in., 2008). W większości krajów europejskich i w Ameryce Północnej mleko i przetwory mleczne dostarczają 60–70% obecnego w diecie wapnia. Mleko jest znaczącym źródłem wielu biopierwiastków, takich jak: fosfor, magnez, potas, cynk, selen, kobalt, jod, miedź, fluor. Składniki mineralne, pobierane wraz z paszą, nie ulegają przemianom, lecz bezpośrednio poprzez system transportujący przechodzą do mleka. Wpływ żywienia pastwiskowego na skład mineralny mleka nie jest jednoznaczny (Gabryszuk i in., 2013). Badania przeprowadzone przez Barłowską (2007) wykazały dodatni wpływ wypasu na zawartość w mleku wapnia, magnezu, miedzi, potasu i manganu. Podobnie, Król i in. (2010) odnotowali, że mleko krów utrzymywanych systemem tradycyjnym zawierało, w porównaniu do mleka produkowanego systemem intensywnym, więcej Ca (średnio o 125,2 mg·dm⁻³) i Mg (średnio o 22,4 mg·dm⁻³). Badania Gabryszuka i in. (2008) wykazały natomiast znacząco wyższy poziom Ca, P i Mg w mleku z gospodarstwa o intensywnej produkcji (nie stosującego wypasu) w porównaniu z mlekiem z chowu ekstensywnego, stosującego wypas. Przyczyną tego może być suplementacja paszy mieszankami mineralnymi. Mleko w swoim składzie posiada więcej składników mineralnych zasadotwórczych, dzięki czemu korzystnie wpływa na równowagę kwasowo-zasadową krwi.

Rodzaj paszy stosowanej w żywieniu przeżuwaczy znacząco wpływa na skład mleka,

jego właściwości sensoryczne oraz jakość i smak produktów z niego wytwarzanych. Większość mleka pozyskiwanego na świecie jest spożywana po przetworzeniu; w wyniku zastosowania różnych procesów technologicznych jest uzyskiwany szeroki asortyment produktów mlecznych. O właściwościach technologicznych mleka w znacznym stopniu decyduje sześć głównych frakcji białkowych: α -laktoalbuminy, β -laktoglobuliny oraz α S1-, α S2-, β - i κ -kazeiny (Heck i in., 2009). Charakterystyczną cechą frakcji kazeinowej jest jej zdolność do koagulacji, czyli przechodzenia zolu w żel. Proces ten jest powszechnie stosowany w przemyśle mleczarskim przy produkcji serów (Smithers, 2008). Wyniki badań (Barłowska, 2007; Król i in., 2008) wskazują, że mleko pozyskiwane od krów, korzystających z pastwiska charakteryzuje się lepszymi parametrami do produkcji serów. Barłowska i in. (2012) wykazały, że mleko pozyskiwane od krów, żywionych systemem tradycyjnym miało istotnie ($P \leq 0,01$) krótszy czas krzepnięcia pod wpływem podpuszczki (o 0,53 s), co jest pożądane przy produkcji serów podpuszczkowych. Badania przeprowadzone przez Barłowską (2007) oraz Tyri-sevä i in. (2003) potwierdzają, że żywienie krów zieloną pastwiskową skraca czas koagulacji enzymatycznej mleka. Sposób żywienia ma wpływ na zawartość frakcji białkowych (kazeiny, białek serwatkowych), składników mineralnych (wapnia, magnezu) i cytrynianów, których ilość i proporcje mają istotny wpływ na proces krzepnięcia mleka (Devold i in., 2000).

Badania Jasińskiej i in. (2010) wykazały wyraźny wpływ systemu żywienia krów na skład i cechy fizykochemiczne mleka. Mleko, pochodzące od krów żywionych systemem tradycyjnym, zawierało więcej tłuszczu i suchej masy, a pochodzące od krów żywionych systemem TMR – na ogół więcej białka całkowitego i kazeiny oraz suchej masy beztłuszczowej. W badaniach tych stwierdzono natomiast, że sposób żywienia krów nie miał wyraźnego wpływu na cechy organoleptyczne wyprodukowanych jogurtów.

Mleko, pozyskiwane od krów żywionych pastwiskowo, w porównaniu do żywionych konwencjonalnie różni się smakiem, teksturą oraz barwą, co ma znaczący wpływ na jakość i smak wytwarzanych z niego produktów (Couvreur i in., 2006). Żywienie pastwiskowe wpływa na kolor mleka – posiada ono kolor

kremowy w przeciwieństwie do mleka od krów z chowu konwencjonalnego, które jest czysto białe. Badania wykazały, że wszystkie produkty (masło, jogurt) wytwarzane z takiego mleka mają odcień lekko żółty. Wynika to z tego, że żółty pigment występuje w tłuszczu, podczas obróbki tłuszcz w produktach zostaje zagęszczony, a ich kolor staje się bardziej intensywny (Paine, 2013).

O właściwościach sensorycznych mleka decyduje także skład botaniczny runi pastwiskowej. W badaniach wykazano, że ser, wytwarzany z mleka krów wypasanych na połoninach, znacznie różnił się smakiem od sera, wytwarzanego z mleka krów wypasanych w dolinach. Sery wytwarzane z mleka z połonin charakteryzowały się szerokim bukietem smaków; testerzy wyczuwali w nich np. smak „owocowy”, „gotowanego mleka” czy „orzecha laskowego”; miały ponadto łagodniejszy smak (Bugaud i in., 2001).

Kwas wakcenyowy (C18:1 n-7, *cis* i *trans*) to najważniejszy izomer pozycyjny *trans* w tłuszczu mlekowym, którego zawartość wynosi od 1,5–2% zimą do 6,5–7% w okresie żywienia pastwiskowego (Przybojewska i Rafalski, 2003). Badania wykonane przez Rutkowską i Adamską (2011) wykazały, że zawartość izomerów *trans* C18:1 w masłach, pochodzących z północno-wschodniego rejonu Polski wynosiła: od 1,65% zimą, 1,93% wiosną, 2,88% latem do 3,35% jesienią.

Masło wytwarzane z mleka krów żywionych na pastwisku, w porównaniu do utrzymywanych konwencjonalnie, ma naturalnie żółty kolor i miękką teksturę; ponadto, większy udział nienasyconych kwasów tłuszczowych sprawia, że lepiej się smaruje (Paine, 2009).

W wielu krajach gospodarstwa o wysokiej wydajności mlecznej stosują całoroczne żywienie alkierzowe, oparte na dawkach pełnoporcjowych TMR. Wyniki wielu badań potwierdzają jednak korzystniejsze walory odżywcze mleka, pochodzącego od krów żywionych pastwiskowo w porównaniu do żywienia konwencjonalnego. Dlatego też, korzystne byłoby zastosowanie dodatkowego premiowania producentów takiego mleka.

Unikalny smak produktów mleczarskich, pochodzących z różnych regionów, na który wpływają specyficzne cechy klimatu, gleby oraz roślinności, wytwarzanych zgodnie z wieloletnią tradycją sprawia, że produkty te są poszukiwane

i bardzo cenione przez konsumentów. Produkty, wytwarzane przez małe, lokalne wytwórnie w oparciu o mleko, pochodzące z gospodarstw, stosujących wypas, mogą być szansą na uzyskanie dodatkowego dochodu dla rolników. Wy-

tworzane według tradycyjnych metod są promocją całego regionu i przyczyniają się do jego rozwoju poprzez pobudzenie aktywności środowisk lokalnych oraz ożywienie i integrację społeczności.

Literatura

- Barłowska J. (2007). Wartość odżywcza i przydatność technologiczna mleka krów 7 ras użytkowanych w Polsce. Rozpr. hab., 321, Wyd. AR w Lublinie, 112 ss.
- Barłowska J., Litwińczuk Z., Król J., Topyła B. (2004). Właściwości fizykochemiczne i zawartość składników mineralnych w mleku krów w okresie żywienia letnio-jesiennego. Zesz. Nauk. Prz. Hod., 74: 27–32.
- Barłowska J., Chabuz W., Król J., Sz wajkowska M., Litwińczuk Z. (2012). Wartość odżywcza i przydatność technologiczna mleka produkowanego w systemie intensywnym i tradycyjnym w trzech rejonach wschodniej Polski. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 4 (83): 122–135.
- Bergamo P., Fedele E., Iannibeli L., Marzillo G. (2003). Fat-soluble vitamins contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. Food Chem., 82: 625–631.
- Bugaud Ch., Buchin S., Hauwuy A., Coulon J.B. (2001). Relationships between flavour and chemical composition of Abondance cheese derived from different types of pastures. Lait, 81: 757–773.
- Butler G., Nielsen J.H., Slots T., Seal C., Eyre M.D., Sanderson R., Leifert C. (2008). Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high – and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. J. Sci. Food Agric., 88: 1431–1441.
- Chauveau-Duriot B., Thomas D., Portelli J., Doreau M. (2005). Carotenoids content in forages: variation during conservation. Renc. Rech. Rumin., 12: 117.
- Couvreur S., Hurtaud C., Lopez C., Delaby L., Peyraud J.L. (2006). The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. J. Dairy Sci., 89: 1956–1969.
- Devold T.G., Brovold M.J., Langsrud T., Vegarud G.E. (2000). Size of native and heated casein micelles, content of protein and minerals in milk from Norwegian Red Cattle – effect of milk protein polymorphism and different feeding regimes. Int. Dairy J., 10: 313–323.
- Elgersma A. (2012). New developments in the Netherlands: dairies reward grazing because of public perception. Grass. Sci. Europe, 17: 420–422.
- Ellis K.A., Innocent G.T., Grove-White D., Cripps P., Mclean W.G., Howard C.V., Mihm M. (2006). Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. J. Dairy Sci., 89: 1938–1950.
- Gabryszuk M., Słoniewski K., Sakowski T. (2008). Macro- and microelements in milk and hair of cows from conventional vs. organic farms. Anim. Sci. Pap. Rep., 26 (3): 199–209.
- Gabryszuk M., Sakowski T., Metera E., Kuczyńska B., Rembiałkowska E. (2013). Wpływ żywienia na zawartość składników bioaktywnych w mleku krów z gospodarstw ekologicznych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 3 (88): 16–26.
- Grega T., Sady M., Kraszewski J. (2000). Przydatność technologiczna mleka krów rasy Simental. Roczn. Nauk. Zoot., 27 (1): 331–339.
- Grolier P., Duszka C., Borel P., Alexandre-Gouabau M.C., Azais-Braesco V. (1997). *In vitro* and *in vivo* inhibition of beta-carotene dioxygenase activity by canthaxanthin in rat intestine. Arch. Biochem. Biophys., 348: 233–238.
- Heck J.M.L., Schennink A., Valenberg H.J.F. van, Bovenhuis H., Visker M.H.P.W., Arendonk J.A.M. van, Hooijdonk A.C.M. van (2009). Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk. J. Dairy Sci., 92: 1192–1202.
- Jasińska M., Dmytrów I., Mituniewicz-Małek A., Wąsik K. (2010). Cow feeding system versus milk utility for yoghurt manufacture. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment., 9 (2): 189–199.

- Jensen S.K., Johannsen A.K.B., Hermansen J.E. (1999). Quantitative secretion and maximal secretion capacity of retinol, β -carotene and α -tocopherol into cows' milk. *J. Dairy Res.*, 66: 511–522.
- Król J., Litwińczuk Z., Litwińczuk A., Brodziak A. (2008). Content of protein and its fractions in milk of simmental cows with regard to rearing technology. *Ann. Anim. Sci.*, 1: 57–61.
- Król J., Brodziak A., Wolanciuk A., Wójcik M. (2010). Zawartość składników mineralnych w mleku krów simentalskich w zależności od systemu żywienia. *Rocz. Nauk. PTZ*, 6, 4: 321–328.
- Król J., Brodziak A., Litwińczuk Z., Sz wajkowska M. (2011). Wykorzystanie białek serwatkowych w promocji zdrowia. *Żyw. Człow. Metab.*, XXXVIII (1): 36–45.
- Kruzel M.L. (2003). Rola laktoferyny w rozwoju ostrych stanów zapalnych. *Post. Hig. Med. Dośw.*, 57: 377–404.
- Krzyżewski J., Strzałkowska N., Bagnicka E., Józwiak A., Horbańczuk J.O. (2012). Wpływ antyoksydantów zawartych w tłuszczu pasz objętościowych na jakość mleka krów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 19, 3 (82): 35–45.
- Kuczyńska B. (2011). Składniki bioaktywne i parametry technologiczne mleka produkowanego w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych. *Rozpr. Nauk. Monogr. Wyd. SGGW, Warszawa*, 1, 120 ss.
- Kuczyńska B., Nałęcz-Tarwacka T., Puppel K., Gołębiewski M., Grodzki H., Słószarz J. (2011). The content of bioactive components in milk depending on cow feeding model in certified ecological farms. *J. Res. Appl. Agricult. Eng.*, 56 (4): 7–13.
- Kuczyńska B., Puppel K., Gołębiewski M., Metera E., Sakowski T., Słoniewski K. (2012). Differences in whey protein content between cow's milk collected in late pasture and early indoor feeding season from conventional and organic farms in Poland. *J. Sci. Food Agric.*, 92 (14): 2899–2904.
- Kuczyńska B., Nałęcz-Tarwacka T., Puppel K. (2013). Bioaktywne składniki jako wyznacznik jakości prozdrowotnej mleka. *Med. Rodzinna*, 1: 11–18.
- La Terra S., Marino V.M., Mntenti M., Licitra G., Caprino S. (2010). Increasing pasture intakes enhances polyunsaturated fatty acids and lipophilic antioxidants in plasma and milk of dairy cows fed total mixed ration. *Dairy Sci. Technol.*, 90: 687–698.
- Lock A.L., Garnsworthy P.C. (2003). Season variation in milk conjugated linoleic acid and $\Delta 9$ desaturase activity in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 79: 47–59.
- Macdonald K.A., Penno J.W., Lancaster J.A.S., Roche J.R. (2008). Effect of stocking rate on pasture production, milk production, and reproduction of dairy cows in pasture-based systems. *J. Dairy Sci.*, 91 (5): 2151–2163.
- Martin B., Fedele V., Ferlay A., Grolier P., Rock E., Gruffat D., Chilliard Y. (2004). Effects of grass-based diets on the content of micronutrients and fatty acids in bovine and caprine dairy products. In: Lüscher A., Jeangros B., Kessler W., Huguenin O., Lobsiger M., Millar N., Suter D. (eds), *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions*, vol. 9, Vdf, Zürich, 9: 876–886.
- Melton L. (2006). The antioxidant myth: a medical fairy tale. *New Scientist*, 2563: 40–43.
- Nałęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Grodzki H., Słószarz J. (2009). Effect of selected factors on conjugated linoleic acid (CLA cis 9 trans 11) content in milk of dairy cows. *Med. Wet.*, 5 (65): 326–329.
- Nozière P., Graulet B., Lucas A., Martin P., Grolier P., Doreau M. (2006). Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 131: 418–450.
- Paine L.K. (2009). Case histories of grass-fed market development in the Upper Midwest. In: *Farming with grass: Achieving sustainable mixed agricultural landscapes*, Franzluebbbers A.J. (ed.), Ankeny, IA: Soil and Water Conservation Society, pp. 61–81.
- Paine L.K. (2013). Growing the pasture-grazed dairy sector in Wisconsin. Summary of findings and recommendations, pp. 36; http://www.foodsci.wisc.edu/pasture_grazed_dairy/assets/Paine%20FINAL%20Project%20Report%204-23-2013.pdf
- Pisulewski P.M. (2000). Żywieniowe metody modyfikowania składu kwasów tłuszczowych żywności pochodzenia zwierzęcego. *Przem. Spoż.*, 2: 59–71.
- Przybojewska B., Rafalski H. (2003). Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka. Kwas wakcenyowy cis i trans (cz. 4). *Prz. Mlecz.*, 9: 343–346.
- Reklewska B., Reklewski Z. (2004). Potential for producing milk with elevated content of functional

components. Anim. Sci. Pap. Rep., 22: 367–374.

Reklewska B., Bernatowicz E., Reklewski Z., Nałęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Zdziarski K., Oprządek A. (2003). Zawartość biologicznie aktywnych składników w mleku krów zależnie od systemu żywienia i sezonu. Zesz. Nauk. Prz. Hod., 68: 85–98.

Rutkowska J., Adamska A. (2011). Fatty acid composition of butter originated from North-Eastern region of Poland. Pol. J. Food Nutr. Sci., 61 (3): 187–193.

Shingfield K.J., Salo-Väänänen P., Pahkala E., Toivonen V., Jaakkola S., Piironen V., Huhtanen P. (2005). Effect of forage conservation method, concentrate level and propylene glycol on the fatty acid composition and vitamin content of cows' milk. J. Dairy Res., 72: 349–361.

Slots T., Butler G., Leifert C., Kristensen T., Skibsted L.H., Nielsen J.H. (2009). Potentials of different milk composition by different feeding strategies. J. Dairy Sci., 92: 2057–2066.

Smithers G.W. (2008). Whey and whey proteins – From 'gutter to gold'. Int. Dairy J., 18: 695–704.

Strusińska D., Antoszkiewicz Z., Kaliniewicz J. (2010). The concentrations of β -carotene, vitamin A and vitamin E in bovine milk in regard to the feeding season and the share of concentrate in the feed ration. Roczn. Nauk. PTZ, 6: 213–220.

Tyrisevä A.M., Ikonen T., Ojala M. (2003). Repeatability estimates for milk coagulation traits and noncoagulation of milk in Finnish Ayrshire cows. J. Dairy Res., 70: 91–98.

Whiting C.M., Mutsvangwa T., Walton J.P., Cant J.P., McBride B.W. (2004). Effects of feeding either fresh alfalfa or alfalfa silage on milk fatty acids content in Holstein dairy cows. Ann. Feed Sci. Technol., 113: 27–37.

Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality, a review. Meat Sci., 66: 21–32.

CONTENT OF COMPONENTS AND TECHNOLOGICAL SUITABILITY OF MILK FROM PASTURE-FED COWS

Summary

The milk's chemical composition and technological suitability largely depend on feeding method and type of feed. Milk from grazed cows or those fed fresh forage is characterized by a much more beneficial chemical composition compared to milk from cows fed TMR. It contains significantly higher amounts of fatty acids



(EFA) and CLA, has a better polyunsaturated (PUFA) to saturated fatty acids (SFA) ratio and a more favourable Ω -6 to Ω -3 PUFA ratio. In addition, milk from pastured cows contains more fat-soluble vitamins (A, E, D) and is characterized by better cheese making parameters.

Fot. D. Dobrowolska