

## Właściwości funkcjonalne mleka krów ras lokalnych w Polsce

Piotr Zapletal<sup>1</sup>, Krzysztof Adamczyk<sup>1</sup>, Iwona Radkowska<sup>2</sup>, Barbara Małkusiak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Instytut Nauk o Zwierzętach, Zakład Hodowli Bydła, ul. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

<sup>2</sup>Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Hodowli Bydła, 32-083 Balice k. Krakowa

**D**zięki selekcji, prowadzonej często w trudnych lokalnych warunkach środowiskowych, polscy hodowcy mogą poszczycić się wieloma rasami zwierząt gospodarskich, które mimo upływu czasu nadal są utrzymywane na „rodzimych” terenach. Niestety, coraz większe wymagania stawiane współczesnemu rolnictwu, którego nadrzędnym celem jest produkcja dużej ilości żywności możliwie jak najniższym kosztem, spowodowały zepchnięcie na margines hodowli zwierząt, które z racji stosunkowo małej wydajności nie były w stanie sprostać tym wymaganiom. Dotyczy to przede wszystkim lokalnych ras bydła, których znaczenie w ostatnich dziesięcioleciach drastycznie zmalało. Aktualnie populacja ras lokalnych bydła jest tak mała, że niezbędna jest jej ochrona, gdyż stanowi ona rezerwuar cennych genów związanych z cechami funkcjonalnymi, poprawiającymi zdrowotność oraz długowieczność zwierząt (Spaltabaka, 2009; Chabuz, 2013). Ponadto, rasy lokalne mają wymierne znaczenie dla środowiska, kultury i historii, zarówno w wymiarze regionalnym, jak i krajowym. W czasie Kongresu Wiedeńskiego, kiedy decydowano o losach nieobecnej jeszcze na mapie Europy II Rzeczypospolitej, Polacy „posłużyli się” bydlęm polskim czerwonym jako dowodem na wielowiekową ich obecność na ziemiach, które zaanektowali zaborecy (Szarek i in., 2002).

Do tej pory w Polsce Programem ochrony zasobów genetycznych zostały objęte cztery rasy bydła: polska czerwona (RP), białogrzbieta (BG), polska czarno-biała (ZB) oraz polska czerwono-

-biała (ZR)<sup>1</sup>. Spośród nich rasa RP oraz, nierzadko, BG są uznawane za rasy rodzime, czyli – według dotychczasowych źródeł wiedzy – od „dawien dawna” były związane z terenami Rzeczypospolitej Polskiej (IZ PIB, 2016).

Większość gospodarstw utrzymujących bydło ras zachowawczych położona jest na wschodzie i południu Polski, a przeciętnie w poszczególnych stadach utrzymuje się zwykle nie więcej niż 10 krów. Dzięki wsparciu ze strony Unii Europejskiej w postaci dopłat w ramach programów rolno-środowiskowych zaobserwowano w ostatnich latach wzrost zainteresowania utrzymaniem tych ras. Można jednak przypuszczać, że zniesienie wsparcia finansowego równałoby się zaniechaniu ich chowu/hodowli z powodu zbyt niskiej wydajności mlecznej i mięsnej, na co wciąż zwraca się największą uwagę w skupie produktów pochodzenia zwierzęcego. Ze względu na uwarunkowania genetyczne krów ras zachowawczych oraz specyficzne utrzymanie (najczęściej oborowo-pastwiskowe) ich mleko uznaje się za wybitne pod względem właściwości odżywczych oraz prozdrowotnych (Chabuz i in., 2013; Litwińczuk i Grodzki, 2014).

Obecnie wśród konsumentów obserwuje się wzrost zainteresowania żywnością funkcjonalną, czyli taką, której regularne spożywanie pozwala uzyskać wymierne korzyści zdrowotne dla organizmu człowieka, głównie dzięki podwyższonej zawartości aktywnych biologicznie składni-

<sup>1</sup> Około 85% populacji krów RP, BG, ZB i ZR jest objętych Programem ochrony zasobów genetycznych.

ków (Świdorski, 1999; Radkowska, 2015). Mleko ze względu na swoje właściwości odżywcze może być traktowane jako wielofunkcyjny produkt żywnościowy (Descalzo i in., 2012). Jest ono źródłem białek, lipidów, witamin i minerałów oraz związków biologicznie aktywnych, korzystnie oddziałujących na organizm człowieka (Guimont i in., 1997). Konsumenci coraz częściej zwracają uwagę na właściwości sensoryczne mleka, masła i serów, takie jak smak, kolor i konsystencja. Często też chętniej wybierają produkty pochodzące od krów mlecznych wypasanych na pastwiskach naturalnych o bogatym składzie botanicznym niż od żywionych paszami konserwowanymi (Kalač, 2011).

Jak wynika z badań Schulza (2016), obecnie większość konsumentów deklaruje chęć zakupu takich produktów, które pozwolą im obniżyć ryzyko wystąpienia chorób cywilizacyjnych oraz korzystnie wpłyną na funkcjonowanie organizmu. Mimo że zwolennicy żywności funkcjonalnej muszą liczyć się z wyższą ceną za takie mleko i przetwory (w porównaniu z produkcją konwencjo-

nalną), to ich rosnące preferencje w tym zakresie mogą być szansą na zdecydowane poprawienie opłacalności hodowli bydła ras zachowawczych.

O funkcjonalności produktu decyduje obecność w nim składników bioaktywnych, czyli naturalnych substancji czynnych biologicznie, które według Gabryszuk i in. (2013) są „obecne w żywności w niewielkich ilościach, oddziałują na organizm konsumenta na poziomie fizjologicznym, behawioralnym czy odpowiedzi odpornościowej”. Do takich składników zalicza się m.in.: witaminy, nienasycone kwasy tłuszczowe (w tym jedno- i wielonienasycone), karotenoidy, enzymy, aminokwasy, peptydy, immunoglobuliny, białka, składniki mineralne itd.

Odgrywają one szczególną rolę w profilaktyce chorób cywilizacyjnych ludzi (otyłość, nowotwory, choroby sercowo-naczyniowe), na których występowanie niewątpliwie wpływ ma przede wszystkim niewłaściwa dieta (Świdorski, 1999; Gabryszuk i in., 2013; Barłowska i in., 2016).

Tabela 1. Właściwości prozdrowotne białek zawartych w mleku krowim (według Józwik i in., 2009; Cichosz i in., 2012; Kuczyńskiej i in., 2013; Cichosz i in., 2013; Radkowskiej, 2015)

Table 1. Health-promoting properties of proteins in cow's milk (acc. to Józwik et al., 2009; Cichosz et al., 2012; Kuczyńska et al., 2013; Cichosz et al., 2013; Radkowska, 2015)

Białko – Protein	Właściwości – Properties
Kazeina Casein	<ul style="list-style-type: none"> <li>– przeciwnowotworowe – <i>anticarcinogenic</i>;</li> <li>– przeciwzakrzepowe – <i>antithrombotic</i>;</li> <li>– zapobieganie występowaniu nadciśnienia – <i>prevents hypertension</i>;</li> <li>– zapobieganie przyleganiu <i>Helicobacter pylori</i> do błony śluzowej żołądka, działanie opioidowe, immunomodulacyjne (<math>\kappa</math>-kazeina) – <i>prevents adhesion of Helicobacter pylori to gastric mucosa, opioid, immunomodulatory (<math>\kappa</math>-casein)</i>;</li> <li>– zwiększenie przyswajalności wapnia i fosforu – <i>increases absorption of calcium and phosphorus</i>;</li> <li>– wspomaganie wchłaniania, np. Zn, Cu – <i>enhances absorption e.g. of Zn, Cu</i>;</li> <li>– działanie antyoksydacyjne – <i>antioxidant</i>;</li> <li>– prekursor aktywnych peptydów – <i>precursor of active peptides</i>;</li> <li>– źródło wapnia, żelaza, cynku, miedzi – <i>source of calcium, iron, zinc, copper</i></li> </ul>
$\alpha$ -laktoalbumina ( $\alpha$ -LA) <i><math>\alpha</math>-lactalbumin</i> ( $\alpha$ -LA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– przeciwnowotworowe – <i>anticarcinogenic</i>;</li> <li>– antywirusowe – <i>antiviral</i>;</li> <li>– obniżanie ciśnienia krwi – <i>hypotensive</i>;</li> <li>– minimalizowanie stresu – <i>minimizes stress</i>;</li> <li>– nośnik magnezu, kobaltu i cynku, manganu – <i>carrier of magnesium, cobalt and zinc, manganese</i>;</li> <li>– synteza laktozy – <i>lactose synthesis</i></li> </ul>

<p><math>\beta</math>-laktoglobulina (<math>\beta</math>-LG) <i><math>\beta</math>-lactoglobulin</i> (<math>\beta</math>-LG)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– właściwości antynowotworowe – <i>anticarcinogenic</i>;</li> <li>– przeciwbakteryjne – <i>antibacterial</i>;</li> <li>– antyoksydacyjne – <i>antioxidant</i>;</li> <li>– wiązanie jonów żelaza i miedzi – <i>binds iron and copper ions</i>;</li> <li>– nośnik witaminy A<sub>1</sub> (retinolu) i kwasów tłuszczowych – <i>carrier of vitamin A<sub>1</sub> (retinol) and fatty acids</i></li> </ul>
<p>Lizozym <i>Lysozyme</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– antywirusowe – <i>antiviral</i>;</li> <li>– przeciwbakteryjne – <i>antibacterial</i>;</li> <li>– antyzapalne – <i>anti-inflammatory</i>;</li> <li>– obniżanie poziomu wolnych rodników – <i>reduces free radical levels</i>;</li> <li>– źródło peptydu bogatego w prolinę (PRP), hamującego rozwój choroby Alzheimera – <i>source of proline-rich peptide (PRP), which inhibits Alzheimer disease</i>;</li> </ul>
<p>Laktoferyna <i>Lactoferrin</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– antyoksydacyjne – <i>antioxidant</i>;</li> <li>– antykancerogenne – <i>anticarcinogenic</i>;</li> <li>– przeciwbakteryjne – <i>antibacterial</i>;</li> <li>– immunomodulacyjne – <i>immunomodulatory</i>;</li> <li>– hamowanie powstawania złogów <math>\beta</math>-amyloidu u chorych na Alzheimera – <i>inhibits <math>\beta</math>-amyloid plaque buildup in Alzheimer patients</i></li> </ul>

W odniesieniu do wpływu białek mleka na organizm człowieka, a szczególnie pozyskiwanego od krów ras zachowawczych należy wspomnieć o znaczeniu dwóch głównych wariantów  $\beta$ -kazeiny – A1 i A2. Wariant A2, wchodzący w skład mleka krowiego swoją budową przypomina beta-kazeinę mleka kobiecego (Sadler, 2013). Według Sadler (2013), formuła oparta na typie A2 może ściśle naśladować mleko matki i przyczynić się do utrzymania optymalnego wzrostu i rozwoju dziecka. Ponadto twierdzi się, że spożywanie mleka, w którym obecny jest wariant A2  $\beta$ -kazeiny, może przyczynić się do złagodzenia objawów autyzmu i schizofrenii (Ganguly i in., 2013). Z kolei  $\beta$ -kazeina A1 jest zmutowanym wariantem  $\beta$ -kazeiny A2. Trawienie tego białka w przewodzie pokarmowym powoduje uwolnienie peptydu BCM-7 (beta-kazomorfiny-7), który jest potencjalnie związany ze zwiększonym ryzykiem wystąpienia chorób, takich jak: miażdżyca, zespół nagej śmierci niemowląt oraz chorób układu krążenia (Ganguly i in., 2013). Współcześnie sądzi się, że głównymi czynnikami wpływającymi na obecność  $\beta$ -kazeiny typu A1 w mleku krowim są uwarunkowania genetyczne. Do tej pory u europejskich ras była stwierdzona obecność allelu A1. W badaniach Kamińskiego i in. (2006) przeprowadzonych na buhajach rasy

PHF zidentyfikowano trzy genotypy (A1/A1, A2/A2, A1/A2), co daje częstotliwości 0,402 i 0,598, odpowiednio dla A1 i A2. Kliniczne implikacje mleka z beta-kazeiną A1 na zdrowie człowieka wciąż są przedmiotem dyskusji, niemniej jednak celowe wydaje się przebadanie buhajów ras zachowawczych pod kątem częstotliwości występowania obydwu jej wariantów. Warto zaznaczyć, że kazeina B, która jest podtypem beta-kazeiny A1 o cechach zbliżonych do tego wariantu, stanowi charakterystyczną cechę krów rasy Jersey (Shaw, 2013).

Krowy ras rodzimych najczęściej są utrzymywane na obszarach charakteryzujących się znacznym udziałem użytków zielonych, o bogatych walorach przyrodniczych, na których konieczny jest co najwyżej półintensywny sposób użytkowania (paszę podstawową stanowią gospodarskie pasze objętościowe plus niewielki dodatek pasz treściwych). Pastwiskowe żywienie krów mlecznych korzystnie wpływa na skład chemiczny mleka oraz jego przydatność przetwórczą (Radkowska i Herbut, 2017). Mleko uzyskane od krów wypasanych w regionach o wysokich walorach przyrodniczych cechuje się wysoką przydatnością technologiczną (Barłowska i Litwińczuk, 2006). Jednym z najważniejszych parametrów decydujących o wydajności i jakości sera jest

szybkość koagulacji enzymatycznej. W wielu krajach stwierdzono, że w wyniku rozwoju hodowli bydła nastąpił wzrost produkcji mleka, jednak zmniejszyły się właściwości koagulacji mleka oraz wzrosła liczba krów produkujących mleko niekrzepnące (Malossini i in., 1996; Tyrisevā i in., 2003). Mleko oraz przetwory pozyskane od krów ras rodzimych, wypasanych na pastwiskach cechują się korzystniejszym, lepiej ocenianym przez konsumentów kolorem, smakiem, zapachem oraz przydatnością dla przetwórstwa. Badania Carpino i in. (2004) wykazały, że unikalne zapachy związków występujących w roślinach mogą być przenoszone do sera. W serze *Ragusano* wytworzonym z mleka krów żywnych pastwiskowo zidentyfikowano 27 związków zapachowo czynnych, natomiast w serze z mleka krów żywionych TMR wykryto ich tylko 13.

Specyficzne oddziaływanie uwarunkowań genetycznych krów oraz różnorodnych czynników środowiskowych (np. żywienia, sposobu utrzymania) sprawiło, że mleko krów ras zachowawczych jest niewątpliwie produktem odznaczającym się bardzo dobrą, szeroko pojętą jakością, która objawia się zwiększoną zawartością podstawowych składników oraz substancji biologicznie czynnych (Chabuz, 2013; Migdał, 2015). Wyniki badań wskazują, że mleko pochodzące od krów ras lokalnych objętych Programem ochrony zasobów genetycznych posiada wyższą wartość odżywczą niż pozyskiwane od ras wysokoprodukcyjnych i charakteryzuje się właściwościami sprzyjającymi dalszemu przetwarzaniu (Litwińczuk i in., 2012).

Unikalny smak produktów mleczarskich pozyskiwanych od ras rodzimych 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. Produkty wytwarzane według tradycyjnych metod są promocją całego regionu

i przyczyniają się do jego rozwoju poprzez pobudzenie aktywności środowisk lokalnych oraz ożywienie i integrację społeczności lokalnej.

### **Rasa polska czerwona**

Mleko pozyskiwane od krów rasy polskiej czerwonej wyróżnia się wysoką zawartością białka, tłuszczu i suchej masy, posiada wysoką wartość biologiczną oraz cechuje się dużą przydatnością do celów serowarskich. W 2016 r. w kraju kontrolą użytkowości mlecznej było objęte w 428 stadach 2976 krów o średniej wydajności rocznej: 3523 kg mleka, 4,29% tłuszczu i 3,39% białka (PFHBiPM, 2016). Zapletal i in. (2015) stwierdzili, że zawartość tłuszczu w mleku badanym w stadzie zachowawczym (SZ) i doskonalonym (RE) była na poziomie 4,51% (SZ) i 4,91% (RE), a średnia wydajność mleczna wynosiła odpowiednio 3386 kg i 3824 kg. Przy czym, nie wykazano statystycznie istotnych różnic w zawartości białka w mleku. Badania Litwińczuka i in. (2016) wykazały natomiast w mleku krów polskich czerwonych wzrost zawartości tłuszczu, białka (w tym kazeiny) w ciągu laktacji. Niezwykły potencjał genetyczny bydła RP i utrzymanie w warunkach zbliżonych do ekstenywnych sprawiły, że krowy dają mleko o nieprzeciętnej wartości odżywczej i prozdrowotnej. Charakteryzuje je m.in. najwyższa wartość energetyczna w porównaniu z mlekiem krów takich ras, jak: białogrzbiety (BG), bydło simentalskie (SM) i polskie holsztyńsko-fryzyskie (PHF) (Litwińczuk i Barłowska, 2015). W badaniach polimorfizmu  $\beta$ -laktoglobuliny i 315,25  $\kappa$ -kazeiny w stadzie 50 krów rasy RP stwierdzono, że w populacji przeważał genotyp BB GLB (52% krów) i AB GLB (42%). Frekwencja allelu B wynosiła 0,73, co łączy się z wyższą zawartością białka i tłuszczu w mleku. Wykazano jednocześnie stosunkowo wysoką frekwencję allelu B  $\kappa$ -kazeiny, odpowiadającego za produkcję mniejszej ilości mleka, ale za to o wyższej zawartości białka (Wolanciuk, 2015). Badania Litwińczuka i in. (2012) wykazały najwyższą zawartość białka, kazeiny,  $\alpha$ -laktoalbuminy, bioaktywnego lizozymu (11,05  $\mu\text{g/l}$ ) w mleku RP oraz najkrótszy czas

koagulacji (3,05 min) w porównaniu z mlekiem ras PHF, BG, SM i ZB. Mleko uzyskane od krów rasy polskiej czerwonej charakteryzuje się również najwyższym poziomem niektórych frakcji kazein oraz bioaktywnych białek serwatkowych w porównaniu z mlekiem pochodzącym od krów rasy PHF (Grega i in., 2005). Potwierdzają to również wyniki badań Barłowskiej i in. (2012), przeprowadzonych m.in. w rejonie Beskidu Niższego, w których wykazano, że mleko pochodzące z tych okolic posiadało najwięcej składników podstawowych, a przede wszystkim białek funkcjonalnych. Na tym terenie dominującą rasą bydła jest właśnie rasa polska czerwona, utrzymywana w systemie pastwiskowo-oborowym i żywiona przede wszystkim gospodarskimi paszami objętościowymi. Wykazano, że mleko od krów RP posiada najwyższy poziom  $\beta$ -laktoglobuliny,  $\alpha$ -laktoalbuminy oraz laktoferyny (Lf) o szerokim działaniu prozdrowotnym w porównaniu z mlekiem ras: Jersey, Simental, polskie holsztyńsko-fryzyjskie i białogrzbieta. Ponadto, z każdą kolejną laktacją poziom Lf w mleku wzrastał, choć poziom  $\beta$ -LG oraz  $\alpha$ -LA ulegał obniżeniu (Król i in., 2013). Według wielu autorów (Lipiński i in., 2012; Pietrzak-Fiećko i Kacprzak, 2012; Radkowska, 2013; Ambroziak, 2014), na podwyższoną wartość bioaktywnych składników tłuszczu oraz witamin ma wpływ żywienie pastwiskowe w miesiącach letnich. Na szczególną uwagę zasługują sprzężone dieny kwasu linolowego (C18:2-LA), mające nieoceniony wpływ na zdrowie konsumentów, a zwłaszcza CLA (ang. Conjugated Linoleic Acid) (Nałęcz-Tarwacka i in., 2009). Badania przeprowadzone przez Król i in. (2015) wykazały, że mleko pochodzące od krów rasy polskiej czerwonej z tzw. gospodarstw niskonakładowych z dostępem do pastwisk w miesiącach wiosenno-letnich zawierało trzy razy więcej CLA (z wahaniami do 1,17%), a według Litwińczuka i in. (2012) do pięciu razy więcej CLA w porównaniu do mleka krów rasy PHF. W porównaniu z mlekiem krów PHF frakcja tłuszczowa pochodząca z mleka krów RP charakteryzowała się najniższym udziałem nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA)

(Bonczar i in., 2016). Wyniki badań Litwińczuka i in. (2016) oraz Bonczar i in. (2016) wskazują, że mleko krów polskich czerwonych odznacza się najwyższą zawartością PUFA (3,58–4,13%), w tym CLA oraz najwyższym stosunkiem PUFA do SFA, wynoszącym 0,052–0,061 – bez względu na fazę laktacji. Ponadto, tłuszcz mleczny RP charakteryzuje się najkorzystniejszym stosunkiem MUFA do SFA (0,35). Związane jest to nie tylko z żywieniem, ale prawdopodobnie z filogenetycznym pochodzeniem bydła RP, czyli specyficznymi zmianami zachodzącymi na przestrzeni dziesięcioleci w obrębie tej rasy (Król i in., 2015; Litwińczuk i in., 2016). Według Król i in. (2015), poziom cholesterolu u krów RP waha się od 20,03 mg/100 ml w sezonie letnim do 15,69 mg/100 ml w sezonie zimowym. Badania Bonczar i in. (2016) wykazały, że mleko krów rasy polskiej czerwonej odznaczało się najwyższym poziomem cholesterolu na tle krów rasy PHF odmiany czarno- i czerwono-białej.

### Rasa białogrzbieta

W 2016 r. populacja krów białogrzbietych objęta kontrolą użytkowości mlecznej wynosiła 586 zwierząt, utrzymywanych w 110 stadach. Krowy te w ciągu laktacji standardowej dały średnio 4080 kg mleka o zawartości 4,06% tłuszczu i 3,29% białka (PFHBiPM, 2016). W badaniach polimorfizmu  $\beta$ -laktoglobuliny i  $\kappa$ -kazeiny przeprowadzonych przez Wolanciuk (2015) na 50 krowach BG wykazano, że u 50% zwierząt zaobserwowano genotyp AB BLG. Częstotliwość występowania alleli A i B była jednakowa i występowała w proporcji 1:1. Tak jak w przypadku krów rasy polskiej czerwonej, stwierdzono stosunkowo wysoką frekwencję wariantu B  $\kappa$ -kazeiny (0,43) odpowiadającego za produkcję mleka o wyższej zawartości białka i suchej masy oraz o bardzo dobrych parametrach technologicznych do produkcji serów twardych. Badania Litwińczuka i in. (2012) wykazały, że mleko BG charakteryzuje się nieco gorszym czasem koagulacji, wynoszącym 4,04 min w porównaniu z rasami RP, ZB i SM, ale lepszym w porównaniu z rasą PHF (4,57 min). Dodatkowo, Litwińczuk

i in. (2016) wykazali, że mleko pochodzące od krów rasy BG charakteryzuje się największym wzrostem zawartości kazeiny (średnio o 18%) w każdej kolejnej laktacji w porównaniu z rasami RP (17%), SM (11%) i PHF (8%). Mleko krów białogrzbietych, zwłaszcza latem, cechuje się wysokim udziałem składników antyoksydacyjnych (Wnęk i in., 2013) oraz wyższą zawartością laktoferyny (167 mg/l) i  $\beta$ -laktoglobuliny (3,69 g/l) w porównaniu z rasami RP, ZB, SM i PHF (Litwińczuk i in., 2012). Król i in. (2013) stwierdzili, że mleko krów BG w porównaniu z mlekiem krów PHF, JE, SM i RP wyróżniało się najwyższą zawartością lizozymu o właściwościach prozdrowotnych (średnio 12,1  $\mu$ /l). Dodatkowo, wykazano wzrost zawartości tego składnika oraz laktoferyny w mleku krów BG w każdej kolejnej laktacji. W przypadku lizozymu jego poziom z 11,57  $\mu$ /l w I laktacji wzrósł do 12,88  $\mu$ /l w IV laktacji, natomiast w przypadku Lf podwyższył się odpowiednio z 120,9 mg/l do 125,7 mg/l. Badania nad zawartością mikro- i makroelementów w mleku krów ras PHF, SM, RP i BG przeprowadzone przez Litwińczuka i in. (2012) wykazały, że mleko „białogrzbietek” zawierało najwięcej magnezu (131,9 mg/kg) i sodu (651,5 mg/kg). Ponadto, badania Litwińczuka i in. (2016) wykazały, że mleko krów BG odznaczało się jedną z najwyższych (zaraz po mleku krów RP) zawartości CLA – dotyczyło to zwłaszcza II (0,52%) i III laktacji (0,53%). Ponadto, na dobrym poziomie kształtowała się również zawartość UFA (29,10–31,14%), PUFA (3,06–3,21%) oraz MUFA (26,04–27,92%). Dodatkowo, tłuszcz mleka krów białogrzbietych cechował się wyższym stosunkiem PUFA do MUFA, wynoszącym średnio 0,046, w porównaniu z rasą PHF (0,034), ale nieco gorszym w porównaniu z rasami RP i SM. Zawartość cholesterolu w mleku krów BG była stosunkowo niska i w okresie trzech pierwszych laktacji mieściła się w przedziale 18,65–19,75 mg/100 ml. Dodatkowo, wzrost zawartości tego składnika w ciągu laktacji był wolniejszy w porównaniu z krowami SM (14,62–23,15 mg/100 ml) i PHF (21,97–24,25 mg/100 ml).

### **Rasa polska czarno-biała**

Od 1995 krów rasy ZB (227 stad) uzyskuje się średnio 4711 kg mleka rocznie o zawartości tłuszczu 4,15% i białka 3,29% (PFHBiPM, 2016). Mleko krów ZB odznacza się wysokim udziałem lizozymu, wynoszącym 9,19  $\mu$ g/l oraz najwyższą zawartością  $\beta$ -LG (3,31 g/l) i laktoferyny (143,98 mg/l) w porównaniu z rasami RP, SM i PHF. W odniesieniu do wartości bioaktywnej tłuszczu mlecznego wykazano najniższą zawartość CLA (1,19%) w mleku krów ZB w stosunku do jego poziomu w mleku krów RP, BG i SM. W porównaniu z rasami PHF, BG i SM, w mleku krów ZB stwierdzono także wysoki udział nienasyconych kwasów tłuszczowych (37,85%), w tym wielonienasyconych (4,32%) i jednonienasyconych (33,14%) o szerokim działaniu prozdrowotnym (Litwińczuk i in., 2012).

Badania przeprowadzone przez Żegarską i in. (2001), w których porównywano profil kwasów tłuszczowych mleka krów dwóch ras rodzimych – polskiej czerwonej oraz nizinnej czarno-białej – wykazały, że mleko krów ZB cechowało się znacznie wyższym odsetkiem długołańcuchowych nasyconych kwasów tłuszczowych oraz niższym udziałem jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w porównaniu z tłuszczem mlecznym krów rasy RP. Rasa ZB jest stosunkowo rzadko uwzględniana w badaniach, co uniemożliwia bardziej szczegółową analizę jakości jej mleka pod kątem jego aktualnych właściwości odżywczych i prozdrowotnych.

### **Rasa polska czerwono-biała**

Według danych PFHBiPM (2016), w 402 stadach kontrolą użytkowości mlecznej objęte były 3803 krowy rasy polskiej czerwono-białej o średniej wydajności rocznej: 4535 kg mleka, 4,15% tłuszczu i 3,26% białka. W badaniach nad zawartością bioaktywnych białek w mleku krów ZR objętych Programem ochrony zasobów genetycznych Król i in. (2010) wykazali najniższy udział białek mających korzystne znaczenie dla zdrowia człowieka, tj.  $\alpha$ -laktoalbuminy (1,04 g/l),  $\beta$ -laktoglobuliny (3,38 g/l) i kazeiny (2,34%), w porównaniu z mlekiem krów ZB, RP oraz BG.

Mimo to stwierdzono jedną z najwyższych zawartości laktoferyny (zaraz po rasie RP), wynoszącą 120,9 mg/l. Badania polimorfizmu białek zawartych w mleku pochodzącym od krów rasy ZR wykazały stosunkowo wysoką frekwencję genu B  $\kappa$ -kazeiny (0,435) odpowiadającego za pożądane cechy mleka przeznaczonego do produkcji serów (Felenczak i in., 2005). Mleko pochodzące od krów rasy polskiej czerwono-białej cechuje najniższy udział prozdrowotnych białek (z wyjątkiem laktoferyny) spośród wszystkich ras zachowawczych bydła w Polsce.

Badania przeprowadzone przez Adamską i in. (2014) wykazały, że mleko pozyskiwane od krów rasy polskiej czerwono-białej, hodowanych w regionach górskich jest jednym z najlepszych źródeł kwasów z grupy PUFA, w tym kwasu trans-11, C<sub>18:1</sub> i CLA (cis-9, trans-11, C<sub>18:2</sub>), nieparzystych i rozgałęzionych kwasów tłuszczowych i kwasu masłowego, zwłaszcza w okresie wypasu. Niestety, tak jak w przypadku rasy ZB, liczba aktualnych badań naukowych w zakresie oceny wartości biologicznej mleka pochodzącego od krów rasy ZR jest niewielka, co uniemożliwia bardziej dogłębną analizę.

### **Podsumowanie**

Mleko pochodzące od krów lokalnych ras bydła, objętych Programem ochrony zasobów genetycznych odznacza się niewątpliwie podwyższoną zawartością składników o działaniu odżywczym i prozdrowotnym. Wyróżnia je to na

tle innych, bardziej popularnych ras bydła mlecznego użytkowanego w Polsce (szczególnie rasy holsztyńsko-fryzyjskiej), które utrzymywane są w warunkach chowu intensywnego. Wybitnymi walorami technologicznymi odznacza się mleko krów RP o największej zawartości kazeiny oraz najkrótszym czasie tworzenia skrzepu podpuszczkowego w porównaniu z mlekiem ras PHF, BG i SM.

Wysoki udział dużych kuleczek tłuszczowych, które wpływają na szybsze dojrzewanie i znakomitą konsystencję serów twardych, korzystny stosunek białka do tłuszczu (0,85) oraz wysoka zawartość wapnia odgrywającego pozytywną rolę w procesach krzepnięcia mleka są ważnymi wskaźnikami decydującymi o przydatności mleka RP do celów serowarskich (Litwińczuk i in., 2012, 2016). Mimo wzrastającego zainteresowania produktami mlecznymi pozyskiwanymi od krów ras lokalnych, w Polsce wciąż kluczową rolę u większości konsumentów odgrywa cena zakupu, która jest niższa w przypadku produktów pochodzących od krów intensywnie użytkowanych.

Jednakże, wobec stopniowego wzrostu zamożności Polaków, należy spodziewać się większego popytu na produkty droższe, ale mające właściwości prozdrowotne. Z pewnością należy temu wyjść naprzeciw poprzez intensywną promocję produktów mlecznych pozyskiwanych od krów ras lokalnych (media, sprzedaż bezpośrednia), nie zapominając o informowaniu klientów o wyjątkowych walorach tej żywności.

### **Literatura**

- Adamska A., Rutkowska J., Tabaszewska M., Białek M. (2014). Milk of Polish Red-and-White cows as a source of nutritionally valuable fatty acids. *Archiv. Anim. Breed.*, 57 (10): 1–10.
- Ambroziak A. (2014). Skład i wartość biologiczna tłuszczu mlekowego w zależności od sposobu żywienia krów. *Prz. Mlecz.*, 2: 46–51.
- Barłowska J., Litwińczuk Z. (2006). Technological usefulness of milk from two local breeds maintained in the regions with great grassland share. *Archiv. Anim. Breed.*, 49: 207–213.
- Barłowska J., Chabuz W., Król J., Szwałkowska 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: 122–135.
- Barłowska J., Florek M., Litwińczuk Z. (2016). Mleko i mięso zwierząt przeżuwających jako źródło substancji biologicznie czynnych. Cz.1. *Prz. Hod.*, 2: 1–4.
- Bonczar G., Pustkowiak H., Domagała J., Najgebauer-Lejko D., Sady M., Walczycka M., Wszolek M. (2016).

- Zawartość kwasów tłuszczowych i profil kwasów tłuszczowych w śmietance i śmietanie z mleka trzech ras krów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2: 81–94.
- Carpino S., Mallia S., La Terra S., Melilli C., Licitra G., Acree T. (2004). Composition and aroma compounds of Ragusano Cheese: Native pasture and total mixed rations. *J. Dairy Sci.*, 87 (4): 816–830.
- Chabuz W. (2013). Efektywność chowu bydła i produkcji mleka w gospodarstwach utrzymujących rasy lokalne i wysokoprodukcyjne z uwzględnieniem systemu utrzymania. *Rocz. Nauk. PTZ*, 9 (2): 9–21.
- Chabuz W., Teter W., Stanek P., Litwińczuk Z. (2013). Ocena efektywności chowu bydła w gospodarstwach utrzymujących rodzime rasy objęte programem ochrony zasobów genetycznych. *Rocz. Nauk. PTZ*, 9 (1): 19–28.
- Descalzo A.M., Rossetti L., Paez R., Grigioni G., Garcia P.T., Costabel L., Negri L., Antonacci L., Salado E., Bretschneider G., Gagliostro G., Comeron E., Taverna M.A. (2012). Differential characteristics of milk produced in grazing systems and their impact on dairy products. In: *Milk production – advanced genetic traits, cellular mechanism, animal management and health*. Intech., pp. 339–368.
- Felenczak A., Ormian M., Adameczyk K. (2005). Skład i właściwości mleka krów rasy polskiej czerwonej i czerwono-białej z uwzględnieniem polimorfizmu białek. *Wiad. Zoot.*, XLIII, 2: 69–72.
- 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: 16–26.
- Ganguly I., Kumar S., Gaur G.K., Singh U., Kumar A., Kumar S., Mann S., Sharma A. (2013). Status of  $\beta$ -casein (CSN2) polymorphism in Frieswal (HF x Sahiwal crossbred) cattle. *Int. J. Biotech. Bioeng. Res.*, 3: 249–256.
- Grega T., Sady M., Najgebauer D., Domagała J., Faber B. (2005). Bioactive components of milk from different cow breeds. *Biotech. Anim. Husb.*, 21: 35–38.
- Guimont C., Marshall E., Girardet J.M., Linden G. (1997). Biologically active factors in bovine milk and dairy by products: influence on cell culture. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 37: 393–410.
- IZ PIB – Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy (2016). Rasy bydła objęte ochroną. Dane za rok 2016. (<http://bydlo.bioroznorodnosc.izoo.krakow.pl/rasy>).
- Kalač P. (2011). The effects of silage feeding on some sensory and health attributes of cow's milk: A review. *Food Chem.*, 125: 307–317.
- Kamiński S., Ruś A., Cieślińska A. (2006). A note on frequency of A1 and A2 variants of bovine beta-casein locus in Polish Holstein bulls. *J. Anim. Feed Sci.*, 15: 195–198.
- Król J., Litwińczuk Z., Brodziak A., Sawicka-Zugaj W. (2010). Bioactive protein content in milk from local breeds of cows included in the genetic resources conservation programme. *Ann. Anim. Sci.*, 10: 213–221.
- Król J., Brodziak A., Litwińczuk Z., Litwińczuk A. (2013). Effect of age and stage of lactation on whey protein content in milk of cows of different breeds. *Pol. J. Wet. Sci.*, 2: 395–397.
- Król J., Litwińczuk Z., Matwijczuk A. (2015). Profil kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku krów użytkowanych w systemie niskonakładowym z uwzględnieniem sezonu produkcji. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2: 95–102.
- Lipiński K., Stasiewicz M., Rafałowski R., Kaliniewicz J., Purwin C. (2012). Wpływ sezonu produkcji mleka na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1: 72–80.
- Litwińczuk Z., Barłowska J. (2015). Populacja bydła mlecznego w Polsce i jej przydatność dla mleczarstwa. *Prz. Hod.*, 4: 3–10.
- Litwińczuk Z., Grodzki H. (2014). Stan hodowli bydła w Polsce oraz czynniki warunkujące rozwój tego sektora. *Prz. Hod.*, 6: 1–5.
- Litwińczuk Z., Barłowska J., Chabuz W., Brodziak A. (2012). Nutritional value and technological suitability of milk from cows of three Polish breeds included in the genetic resources conservation programme. *Ann. Anim. Sci.*, 12: 423–432.
- Litwińczuk Z., Barłowska J., Matwijczuk A., Słomiany J. (2016). Changes in milk yield and quality during lactation in Polish Red and White-Backed cows included in the genetic resources conservation programme in comparison with the Simmental breed. *Ann. Anim. Sci.*, 3: 871–887.
- Malossini F., Bovolenta S., Piras C., Rosa M.D., Ventura W. (1996). Effect of diet and breed on milk composition and rennet coagulation properties. *Ann. Zoot.*, 45: 29–40.
- Migdał W. (2015). Sterowanie jakością produktów pochodzenia zwierzęcego. *Prz. Hod.*, 5: 1–8.
- Nałęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Grodzki H., Słórsz J. (2009). Wpływ wybranych czynników na zawartość



- skoniungowanego kwasu linolowego w mleku krów. *Med. Weter.*, 65: 326–329.
- PFHBiPM – Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka (2016). Wyniki oceny wartości użytkowej bydła ras mlecznych w 2015 r. (<http://pfhb.home.pl/>).
- Pietrzak-Fiećko R., Kacprzak S. (2012). Skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka krowiego pochodzącego z małych, indywidualnych gospodarstw z regionu Warmii i Mazur. *Nauki Inż. Technol.*, 2: 60–67.
- Radkowska I. (2013). Wpływ systemu utrzymania w tym żywienia na zawartość kwasów tłuszczowych, witamin oraz makroelementów w mleku krów rasy holsztyńsko-fryzyskiej. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 40 (2): 169–180.
- Radkowska I. (2015). Wpływ żywienia pastwiskowego krów mlecznych na zawartość składników bioaktywnych oraz przydatność technologiczną mleka. *Wiad. Zoot.*, LIII, 1: 41–47.
- Radkowska I., Herbut E. (2017). The effect of housing system of Simmental cows on processing suitability of milk and quality of dairy products. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 35 (2): 147–158.
- Sadler M. J. (2013). Beta-casein proteins and infant growth and development. *Infant*, 9: 173–176.
- Schulz M. (2016). Oczekiwania konsumentów na rynku produktów prozdrowotnych i przyjaznych środowiska. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 1: 122–130.
- Shaw W. (2013). How to obtain the nutritional benefits of milk without the undesirable effects. *New Beginnings Nutritionals* (<http://www.nbnus.net>), 4 ss.
- Spaltabaka E. (2009). Ekonomiczne aspekty alternatywnych kierunków chowu zachowawczych ras bydła na przykładzie bydła polskiego czerwonego. *Rocz. Nauk Rol.*, 96 (3): 244–255.
- Szarek J., Felenczak A., Adamczyk A. (2002). Bydło rodzime w Polsce. Referat Sesji Naukowej w 50. rocznicę śmierci prof. Tadeusza Vetulaniego nt. „Zagadnienia bioróżnorodności w naukach zootechnicznych”, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu.
- Świdorski F. (1999). Żywność wygodna i żywność funkcjonalna. Wyd. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Tyrisevä A.M., Ikonen T., Ojala M. (2003). Repeatability estimates for milk coagulation traits and non-coagulation of milk in Finnish Ayrshire cows. *J. Dairy Res.*, 70: 91–98.
- Wnęk K., Puppel K., Kuczyńska B. (2013). Charakterystyka krajowego pogłowia krów ras użytkowanych mlecznie. *Rasa Białogrzbieta. Prz. Mlecz.*, 8: 20–28.
- Wolanciuik A. (2015). Związek wariantów genetycznych  $\beta$ -laktoglobuliny i  $\kappa$ -kazeiny z wydajnością i składem chemicznym mleka krów czterech ras. *Rocz. Nauk. PTZ*, 1: 21–32.
- Zapletal B., Węglarz A., Rasiński W., Gardzina-Mytar E., Węglarz U., Ochrem A. (2015). Właściwości fizykochemiczne a jakość cytologiczna mleka krów rasy polskiej czerwonej, pochodzących z hodowli zachowawczej i doskonałej. *Wiad. Zoot.*, LIII, 2: 89–97.
- Żegarska Z., Jaworski J., Paszczyk B., Charkiewicz J., Borejszo Z. (2001). Fatty acids composition with emphasis on trans C18:1 isomers of milk fat from Lowland and Black-and-White and Polish Red cows. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 10: 41–44.

## THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF MILK OF LOCAL BREED COWS IN POLAND

### Summary

This paper discusses the quality of milk from cows of local breeds, i.e. Polish Red, White-backed, Polish Red-and-White and Polish Black-and-White. Particular attention was paid to health-promoting properties and technological suitability of milk. The results of many studies have shown that milk from cows of local Polish breeds, compared to other breeds, was characterized by a higher content of biologically active substances that give measurable benefits for human health. Of outstanding technological value is the milk of PR cows with the highest content of casein and the shortest time of rennet clot formation compared to PHF, BG and SM breeds. Undoubtedly the genetic predispositions of cows and their traditional keeping system (with access to the pasture during the summer season) contribute to the health-promoting properties of the milk from local breeds in Poland.

**Key words:** cows, local breeds, milk, functional properties, health benefits



Krowa rasy pc – czempion z programu rezerwy genetycznej  
*Polish Red cow — champion in genetic resources programme*  
(Grodziec Śląski – „Opolagra”, 2015; fot. J. Trela)



Prezentacja krów ras: polskiej czarno-białej i polskiej czerwono-białej  
*Presentation of Polish Black-and-White and Polish Red-and-White cows*  
(Rudawka Rymanowska, 2016; fot. J. Trela)