

## Właściwości prozdrowotne tłuszczu mlekowego

Aneta Żebrowska<sup>1</sup>, Genowefa Bonczar<sup>1</sup>, Edyta Molik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Wydział Technologii Żywności,  
Uniwersytet Rolniczy, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków,*

<sup>2</sup>*Katedra Hodowli Owiec i Kóz, Uniwersytet Rolniczy, al. Mickiewicza 24/28,  
30-059 Kraków*

Wzrost zainteresowania walorami odżywczymi, jak i prozdrowotnymi produktów pochodzenia zwierzęcego przyczynił się w ostatnich latach do skierowania uwagi na składniki żywności mające decydujący wpływ na stan

zdrowia człowieka. Jednym z nich jest tłuszcz mlekowy, który ze względu na szczególną rolę, jaką odgrywa w profilaktyce szeregu chorób, znalazł się w centrum zainteresowania naukowców, lekarzy, technologów oraz konsumentów.



Na Podhalu (fot. D.D.) – In the Podhale region

Składnik ten spośród pozostałych tłuszczów pożywienia wykazuje najwyższą strawność oraz bardzo duże zróżnicowanie składu (Anifantakis, 1986; Bonczar, 1998, 2001; Bonczar i Paciorek, 1999; Cichosz, 2007 a; Ciuryk i in., 1999; Ziajka, 1997; Żeglarska, 1998). Tłuszcz mlekowy zawiera około 400 różnych kwasów tłuszczowych, w tym około 25% wszystkich kwasów nasyconych stanowią krótko- i średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe. Krótkołańcuchowe nasycone kwasy tłuszczowe, tj. masłowy, propionowy, octowy, walerianowy i izowalerianowy, pełnią szereg funkcji biologicznych, do których zalicza się m.in. regulację syntezy cholesterolu i trójglicerydów w komórkach wątroby. Powyższe kwasy skuteczniej wpływają na poprawę profilu lipidowego krwi niż roślinne sterole i stanole, które zmniejszają wchłanianie cholesterolu z jelita blisko o 30%, ale jednocześnie zwiększają o ponad 50% syntezę cholesterolu wątrobowego. Krótkołańcuchowym nasyconym kwasom tłuszczowym przypisuje się także terapeutyczne działanie na nabłonek jelita grubego (Cichosz, 2007 a, b, c). Kwas masłowy odgrywa zasadniczą rolę w profilaktyce, a także leczeniu nowotworów sutka, jelita grubego i wątroby. Przeprowadzone w przeciągu ostatnich lat badania wykazały, że kwas masłowy i trójbutyryna są potencjalnymi czynnikami wywołującymi apoptozę, tj. programowaną śmierć komórek nowotworowych wątroby ludzkiej. Udowodniono także, że synergizm kwasu masłowego z innymi składnikami tłuszczu mlekowego, np. z witaminami A i D, może zwiększać właściwości antyproliferacyjne kwasu masłowego, czyli zdolność do hamowania rozwoju komórek nowotworowych (Cichosz, 2007 c; Żeglarska, 2005).

Długołańcuchowe nasycone kwasy tłuszczowe występują w tłuszczu mlekowym w ilości 20–45% i stanowią podstawowe składniki struktury lipidów, fosfolipidów, lipoprotein i glikoprotein wszystkich organizmów żywych, w tym także człowieka. Niektórym z nich przypisywany jest wpływ na wzrost zawartości cholesterolu i krzepliwości krwi. Teorii tej nie potwierdza jednak fakt, że w grupach ludności spożywających tłuszcze zwierzęce wzbogacone niewielką ilością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych *omega-3*, nie stwierdza się zagrożenia miażdżycą. Według danych epidemiolo-

gicznych, połowa zgonów w społeczeństwach uprzemysłowionych, w tym także w Polsce, spowodowana jest chorobami układu krążenia wynikającymi z powikłań miażdżycy. Ograniczenie spożycia tłuszczów zwierzęcych i zastąpienie ich w diecie tłuszczami roślinnymi nie zapobiegło powstawaniu miażdżycy naczyń krwionośnych. Problem miażdżycy u ludzi stanowi wciąż aktualny temat.

Tłuszcz mlekowy, dzięki obecności różnorodnych bioaktywnych komponentów zapobiega powstawaniu miażdżycy. Obecne w tłuszczu mlekowym jednonienasycone kwasy tłuszczowe, tj. kwas oleinowy (*omega-9*), kwas wakcenenowy, blokują wchłanianie cholesterolu pokarmowego, obniżają zawartość LDL cholesterolu, lepkość i ciśnienie krwi. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe (WNKT) obecne w tłuszczu mlekowym reprezentowane przez kwas linolowy (*omega-6*) i linolenowy (*omega-3*) występują w niewielkiej ilości, maksymalnie 5%. WNKT pełnią wiele bardzo istotnych dla organizmu człowieka funkcji biologicznych, m.in. determinują strukturę błon komórkowych, regulują sekrecję insuliny, są także źródłem hormonów tkankowych, tzw. eikozanoidów. Ponadto, ograniczają syntezę cholesterolu i trójglicerydów, w czym najskuteczniejszy jest kwas linolenowy (*omega-3*).

Badania epidemiologiczne przeprowadzone we Francji, Holandii i Kanadzie udowodniły, że wysokowęglowodanowa dieta niskotłuszczowa prowadzi do zaburzeń gospodarki lipidowej organizmu, które są przyczyną schorzeń neurologicznych i neurodegeneracyjnych, takich jak padaczka, schizofrenia czy choroba Alzheimera. Niedobory wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym *omega-3*, mogą być przyczyną nadpobudliwości psychoruchowej u dzieci (ADHD), dysleksji oraz agresji młodzieży (Cichosz, 2006, 2007 a, b, c; Zmarlicki, 1998; Żeglarska, 1998).

Mleko, a w szczególności tłuszcz mlekowy, zawiera szereg bioaktywnych komponentów wykazujących właściwości antyoksydacyjne. Do składników tych zalicza się: skoniugowany kwas linolowy (CLA),  $\alpha$ -tokoferol, koenzym Q<sub>10</sub>, witaminy A i D oraz fosfolipidy. Funkcja antyoksydacyjna powyższych substancji czynnych biologicznie polega na zapobieganiu utlenianiu cholesterolu, a tym samym zmniejsz-

szaniu prawdopodobieństwa wystąpienia miażdżycy oraz zabezpieczeniu najistotniejszych narządów naszego organizmu, jak również podstawowych struktur każdej komórki (błony komórkowej) przed wolnorodnikowymi uszkodzeniami, co odgrywa znaczącą rolę w zapobieganiu i leczeniu wczesnego stadium chorób nowotworowych. Działanie antyoksydantów zawartych w tłuszczu mlekowym jest tym bardziej istotne, że występujące w owocach i warzywach substancje o właściwościach antyoksydacyjnych są mało skuteczne w środowisku lipofilowym. Cichosz i in. (2004) przeprowadzili badania polegające na pomiarze statusu antyoksydacyjnego mleka spożywczego i śmietanki o różnej zawartości tłuszczu podczas 6-dniowego przechowywania w warunkach chłodniczych, w celu oceny wartości biologicznej obu produktów. Badania wykazały, że status antyoksydacyjny mleka i śmietanki był zależny od zawartości tłuszczu, tj. był prawie 2-krotnie wyższy w mleku o zawartości 2% tłuszczu niż w mleku o zawartości 0,5% tłuszczu. Ponadto wykazano, że antyoksydanty fazy tłuszczowej były bardziej stabilne podczas chłodniczego przechowywania produktów mleczarskich niż antyoksydanty fazy wodno-białkowej. Powyższe badania udowodniły, że poprzez pomiar statusu antyoksydacyjnego możliwa będzie ocena wartości biologicznej mleka i jego przetworów. Tłuszcz mlekowy to także główne źródło sfingomieliny. Stanowi ona funkcjonalny składnik żywności ze względu na funkcje biochemiczne i właściwości biofizyczne. Sfingomielina wchodzi w skład fosfolipidów znajdujących się w otoczkach kuleczek tłuszczowych i poprzez swoje aktywne metabolity, ceramid i sfingozyne, hamuje wzrost komórek nowotworowych, w tym rozwój raka okrężnicy (Cichosz, 2006, 2007 b, c; Cichosz i in., 2004; Żeglarska, 2005; Żulewska i Ziajka, 2006).

### **Sprężone dieny kwasu linolowego (CLA) a zdrowie człowieka**

W ostatnich latach przedmiotem szczególnego zainteresowania naukowców z różnych dziedzin nauki są sprężone dieny kwasu linolowego  $C_{18:2}$  (ang. CLA – conjugated linoleic acid), w których wiązania podwójne, zarówno w formie cis, jak i trans, izolowane są jednym wiązaniem pojedynczym. Spośród wszystkich izomerów sprężonego dienu kwasu linolowego

szczególną aktywność biologiczną wykazują izomery cis-9, trans-11 oraz trans-10, cis-12.

Sprężony dienu kwasu linolowego syntetyzowany jest u przeżuwaczy na dwa sposoby. Pierwszy mechanizm polega na biohydrogenacji kwasu linolowego dostarczanego wraz z paszą, w której jest on produktem pośrednim na drodze prowadzącej do kwasu stearynowego. Proces ten odbywa się w żwaczu zwierząt przeżuwających przy udziale bakterii *Butyrivibrio fibrisolvens*. Drugi mechanizm to endogenna synteza izomeru cis-9, trans-11 sprężonego dienu kwasu linolowego z kwasu wakcenenowego, pochodzącego ze żwacza, która zachodzi w tkankach gruczołu mlekowego. Głównym izomerem CLA, stanowiącym 75–95% całkowitego sprężonego dienu kwasu linolowego w mleku przeżuwaczy jest izomer cis-9, trans-11, zwany także kwasem żwaczowym. Najwyższą zawartością izomeru cis-9, trans-11 charakteryzuje się mleko owcze (Haenlein, 1996; Kudelka, 2000; Milewski, 2006; Ważna, 1997), lecz z uwagi na znikomą dostępność produktów mlecznych wyprodukowanych z mleka owczego mleko to nie stanowi istotnego źródła sprężonego dienu kwasu linolowego w diecie. Głównym źródłem CLA w diecie człowieka jest tłuszcz mlekowy, czyli mleko i przetwory mleczne (mleko krowie zawiera średnio 4,5–5,5 mg/g tłuszczu, natomiast przetwory mleczne 2,9–11,3 mg/g tłuszczu) oraz mięso przeżuwaczy (wołowina: 3–7 mg/g tłuszczu). W olejach roślinnych oraz w tłuszczu zwierząt monogastrycznych koncentracja CLA jest znacznie niższa (drób: 1–1,5 mg/g tłuszczu, ryby: 0,1–0,9 mg/g tłuszczu, olej słonecznikowy i kukurydziany: 0,1–0,2 mg/g tłuszczu).

Zdolność do syntezy związku, jakim jest CLA, wykazują bakterie fermentacji mlekowej, dzięki czemu przyczyniają się do wzrostu jego poziomu w produktach mlecznych, w tym także napojach fermentowanych. Przy czym, zawartość wytwarzanego CLA zależy od takich czynników, jak: rodzaj użytego szczepu, warunki inkubacji, skład jakościowy i ilościowy pożywki hodowlanej. Badania oparte na analizie czterech rodzajów świeżych napojów fermentowanych wyprodukowanych z mleka owczego: biojogurtu, jogurtu, kefiru i mleka ukwaszonego, wykazały największy w porównaniu z mlekiem owczym surowym przyrost ilości CLA w biojogurcie. Można przypuszczać, że to właśnie mi-



kroflora bakteryjna, tj. pałeczki acidofilne i bifidobakterie obecne w kulturze probiotycznej, przyczyniły się do większej syntezy CLA (Reguła, 2005).

W latach 80. XX wieku zaczęto odkrywać korzystne właściwości CLA w odniesieniu do zwierząt. W kolejnych latach stwierdzono istnienie wielu właściwości prozdrowotnych powyższego związku w odniesieniu do organizmu ludzkiego. Jako jedne z pierwszych cech zostały odkryte właściwości antynowotworowe CLA. Stwierdzono, że izomer cis-9, trans-11, zarówno w warunkach *in vitro*, jak i *in vivo* hamuje proliferację różnych typów komórek nowotworowych, m.in. przewodu pokarmowego, piersi, prostaty czy skóry. W ostatnich latach prowadzono badania nad wykorzystaniem tłuszczu mleka owczego wzbogaconego w sprzężone dieny kwasu linolowego (CLA) w prewencji chorób nowotworowych. W tym celu metodą krystalizacji z mocznika i ekstrakcji nadkrytycznym CO<sub>2</sub> uzyskano preparat mleka owczego ze zwiększoną koncentracją sprzężonego dienu kwasu linolowego cis-9, trans-11 w tłuszczu wyekstrahowanym z mleka owczego. Testy aktywności antyproliferacyjnej otrzymanego preparatu badano w warunkach *in vitro* wobec komórek dwóch ludzkich linii nowotworowych: raka jamy ustnej KB i białaczki promielocytarnej HL-60 oraz *in vivo* wobec komórek nowotworowych raka sutka 16/C i białaczki P388. Wyniki wykazały, że preparat kwasów tłuszczowych mleka owczego o zwiększonej koncentracji izomeru kwasu linolowego cis-9, trans-11 w modelu mysiej białaczki wydłużył życie o 1 dzień, natomiast w przypadku raka sutka w stopniu statystycznie istotnym spowolnił tempo przyrostu masy guza. CLA może powodować

opóźnienie rozwoju cukrzycy typu II oraz arteriosklerozy. Działanie antymiażdżycowe sprzężonego dienu kwasu linolowego wiąże się z obniżaniem poziomu cholesterolu we krwi. CLA pomaga także w redukcji tkanki tłuszczowej, wzroście masy kostnej i obniżeniu ryzyka wystąpienia osteoporozy. Wykazuje również działanie antibakteryjne oraz immunoregulujące z uwagi na oddziaływanie w wytwarzaniu eikozanoidów, które stymulują wzrost komórek obronnych, tj. limfocytów i makrofagów.

Zawartość naturalnie występującego CLA w mleku i przetworach mlecznych waha się w zależności od rasy krów, rodzaju pasz, wieku zwierzęcia, sezonu (wyższy poziom w maju, czerwcu, lipcu) oraz parametrów przetwarzania typu: pasteryzacja, czas i warunki przechowywania. Przetwory mleczne poddane fermentacji posiadają przeważnie wyższe zawartości CLA niż produkty mleczne niefermentowane. Wynika to z mikrobiologicznego procesu fermentacji, która podwyższa zawartość CLA w serach dojrzewających. Przeprowadzone badania wykazały, że wpływ na wzrost zawartości sprzężonego dienu kwasu linolowego w serach dojrzewających ma probiotyczna pałeczka *Bifidobacterium lactis Bb-12* (Bzducha i Obiedziński, 2007; Cichosz, 2007 b, c; Guzek i Głąbska, 2008; Meluchova i in., 2008; Przybojewska i Rafalski, 2004; Ziajka i in., 2008; Żeglarska, 2005).

XXI wiek przyniósł istotną zmianę w świadomości konsumenta, ukierunkowaną na szczególną dbałość o zdrowie. Dokonujący się postęp w medycynie spowodował i wciąż powoduje, że średnia długość życia człowieka znacząco rośnie. Tak, więc, profilaktyka zdrowotna powinna być swoistym wyzwaniem dla przemysłu mleczarskiego.

## Literatura

Anifantakis E. M. (1986). Comparison of the physico-chemical properties of ewe's and cow's milk. Bull. Int. Dairy Fed., 202: 42–53.

Bonczar G. (1998). Badania nad jakością i przydatnością do przetwórstwa mleka owczego. Prz. Mlecz., 11: 397–400.

Bonczar G. (2001). Znaczenie mleka owczego w żywieniu człowieka. Prz. Mlecz., 3: 125–128.

Bonczar G., Paciorek A. (1999). Właściwości mleka owczego. Zesz. Nauk. AR Kraków, 360: 37–48.

Bzducha A., Obiedziński M.W. (2007). Wpływ *Bifidobacterium lactis* na udział kwasu linolowego o wiązaniach sprzężonych w tłuszczu modelowych serów dojrzewających. Żyw. Nauk. Tech. Jak., 6 (55): 258–267.

Cichosz G., Czeczot H., Giczewska M. (2004). Wartość biologiczna mleka – ocena poprzez pomiar całko-

- witego statusu antyoksydacyjnego. *Prz. Mlecz.*, 2: 4–8.
- Cichosz G., Czeczot H. (2006). Cholesterol pokarmowy a zagrożenie miażdżycą. *Prz. Mlecz.*, 12: 8–12.
- Cichosz G. (2007 a). Zdrowotne skutki substytucji tłuszczu mlekowego olejami roślinnymi. *Prz. Mlecz.*, 12: 4–9.
- Cichosz G. (2007 b). Antymiażdżycowe działanie mleka. *Prz. Mlecz.*, 4: 2–6.
- Cichosz G. (2007 c). Prozdrowotne właściwości tłuszczu mlekowego. *Prz. Mlecz.*, 5: 4–8.
- Ciuryk S., Molik E., Bonczar G. (1999). Stan aktualny mlecznego użytkowania owiec w regionie krakowskim na podstawie badań prowadzonych w Katedrze Hodowli Owiec i Kóz Akademii Rolniczej w Krakowie. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 3: 61–69.
- Guzek D., Głowska D. (2008). Sprzężony dien kwasu linolowego w produktach mlecznych a możliwości podnoszenia właściwości prozdrowotnych żywności. *Prz. Mlecz.*, 1: 4–6.
- Haenlein G. F. W. (1996). Nutritional value of dairy products of ewes and goats milk. *Sheep Dairy News*, 13, 1: 10–16.
- Kudęłka W. (2000). Porównanie wartości odżywczej mleka koziego i owczego. XXXI Sesja Naukowa KTChŻ PAN, AE Kraków, 14–16.09.2000.
- Mel'uchova B., Blaško J., Kubinec R., Górová R., Dubravská J., Margetín M., Soják L. (2008). Seasonal variations in fatty acid composition of pasture forage plants and CLA content in ewe milk fat. *Small Rum. Res.*, 78: 56–65.
- Milewski S. (2006). Walory prozdrowotne produktów owczych. *Med. Wet.*, 62 (5): 516–519.
- Przybojewska B., Rafalski H. (2004). Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka (Cz. 5). Skład izomerów pozycyjnych i geometrycznych nienasyconych kwasów tłuszczowych występujących w tłuszczu mlekowym. *Prz. Mlecz.*, 1: 30–34.
- Reguła A. (2005). Wpływ różnych kultur startowych na przemiany hydrolityczne w napojach fermentowanych z mleka owczego. Praca dokt. Wydział Technologii Żywności AR, Kraków.
- Ważna E. (1997). Wartość mleka owczego. *Por. Gosp.*, 12: s. 26.
- [www.EUREKA2002.com.pl](http://www.EUREKA2002.com.pl)
- Ziajka S. (1997). Mleczarstwo. Zagadnienia wybrane, T. 1, ART, Olsztyn.
- Ziajka S., Kowalik J., Łobacz A. (2008). Funkcjonalne produkty mleczne. *Prz. Mlecz.*, 7: 4–8.
- Zmarlicki S. (1998). Mleko a zdrowie. *Prz. Mlecz.*, 9: 309–314.
- Żegarska Z. (1998). Tłuszcz mlekowy jako składnik diety człowieka. *Prz. Mlecz.*, 10: 369–371.
- Żegarska Z. (2005). Składniki tłuszczu mlekowego o potencjalnym działaniu przeciwnowotworowym. *Prz. Mlecz.*, 6: 4–6.
- Żulewska J., Ziajka S. (2006). Koenzym Q<sub>10</sub> w formie rozpuszczalnej w wodzie. *Prz. Mlecz.*, 2: 4–7.

## HEALTH-PROMOTING PROPERTIES OF MILK FAT

### Summary

As a mammary secretion and first food of young mammals, milk reflects the body's nutritional needs and for this reason special attention is given to the chemical composition of milk. Milk fat is one of the most important components of this raw material. Because of its structure and composition, milk has been attributed with many health-promoting properties in the human body. The short-chain fatty acids are conducive to the absorption of sodium, chlorine, calcium and iron; regulate cholesterol and triglyceride synthesis in liver cells; and have a therapeutic effect on large intestine epithelium. Due to the presence of various bioactive components, milk fat prevents atherosclerosis and cancer. The monounsaturated fatty acids, i.e. oleic (omega-9) and vaccenic acids found in milk block the absorption of dietary cholesterol while reducing LDL cholesterol levels, blood viscosity and blood pressure. Milk fat is the main source of CLA in the human diet. It has been ascribed with many therapeutic properties (anti-cancer and anti-atherosclerotic effects, delayed onset of diabetes and atherosclerosis, role in reducing adipose tissue and osteoporosis risk, effective in increasing bone mass). It also shows antibacterial and immunoregulatory action, thus helping to normalize body function in humans.





Żniwa w Balicach (fot. D.D.) – *Harvest in Balice*



Na tatrzańskiej łące (fot. D.D.) – *A Tatra Mountain meadow*