

SUBSTANCJE BIOAKTYWNE MLEKA KOZIEGO WYKORZYSTYWANE W MEDYCYNIE I FARMACJI

Edyta Molik, Gabriela Kotowicz

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Żywnienia, Biotechnologii Zwierząt i Rybactwa,
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

Abstrakt

Wysokiej jakości mleko kozie budzi coraz większe zainteresowanie jego zastosowaniem w medycynie i farmacji. Ze względu na niską alergenicność i właściwości immunostymulujące mleko kozie może być stosowane w profilaktyce wielu chorób. Szczególne znaczenie mają wielonienasycone kwasy tłuszczowe, w tym CLA, które znajdują zastosowanie w profilaktyce nowotworów, otyłości i miażdżycy. Jednonienasycone kwasy tłuszczowe hamują zmiany skórne w przypadku egzemy, łuszczycy czy trądziku. Kwasy tłuszczowe wraz z kwasem sialowym działają ochronnie na komórki nerwowe. Ważnymi substancjami bioaktywnymi mleka koziego są białka, oligosacharydy i witaminy. Substancje te są doskonale wchłaniane przez organizm ludzki i mogą być stosowane w profilaktyce wielu chorób oraz regeneracji skóry.

Słowa kluczowe: mleko kozie, właściwości prozdrowotne, regeneracja organizmu

Wstęp

W przemyśle spożywczym, jako produkt żywnościowy najczęściej spotykane jest mleko pochodzące od krów. Ma ono podobny podstawowy skład chemiczny do mleka koziego, jednak różnice występują w składzie jakościowym białka i tłuszczu oraz w ilości składników mineralnych. Zawartość suchej masy w mleku kozim wynosi 12,97% a w mleku krowim 12,01%. Kozie mleko w 100 gramach dostarcza 69 kcal, natomiast mleko krowie 61 kcal na 100 gram (Wójtowski i in., 2013). Ze względu na skład chemiczny jest znacznie lepiej trawione i przyswajane przez organizm ludzki niż mleko krowie. Zawiera wiele niezbędnych składników odżywczych takich jak minerały, witaminy oraz łatwo wchłaniane białko o zrównoważonych profilach aminokwasowych (tab. 1).

Mleko kozie dzięki prozdrowotnym walorom powinno być częstym elementem w diecie dzieci i ludzi dorosłych. Produkt ten ma działanie probiotyczne i może być stosowany w profilaktyce chorób metabolicznych. Natomiast produkty kosmetyczne zawierające mleko kozie są naturalnym emolientem dla skóry człowieka. Niewielka średnica kuleczek tłuszczowych pozwala na wchłanianie się preparatów przez naskórek tworząc tym samym warstwę ochronną, okluzyjną. Produkty dermatologiczno-kosmetyczne na bazie mleka koziego powo-

dużą zatrzymywanie wody w skórze, a kazeina i kwasy tłuszczowe nienasycone działają nawilżająco, co wpływa korzystnie na regenerację skóry.

Tabela 1. Skład chemiczny mleka owczego, koziego, krowiego i ludzkiego (Fox, 2003; Jandal, 1996)
Table 1. Chemical composition of sheep's, goat's, cow's and human milk (Fox, 2003; Jandal, 1996)

Gatunek Species	Sucha masa Solids (%)	Tłuszcz Fat (%)	Białko Protein (%)	Kazeina Casein (%)	Białka serwatkowe Whey proteins (%)	Laktoza Lactose (%)	Popiół Ash (%)
Człowiek Human	12,2	3,8	1,0	0,4	0,7	7,0	0,2
Owca Sheep	19,3	7,4	6,2	5,1	0,8	4,8	1,0
Koza Goat	12,3	4,5	2,9	2,5	0,4	4,1	0,80
Krowa Cow	12,7	3,7	3,4	2,6	0,6	4,8	0,7

Walory prozdrowotne frakcji tłuszczowej mleka

Mleko kozie charakteryzują się niską zawartością cholesterolu i korzystnym składem kwasów tłuszczowych w odniesieniu do mleka krowiego. Średnio 100 ml mleka koziego zawiera 12–17 mg cholesterolu (Bernacka, 2011). Wartość ta jest o połowę mniejsza niż w mleku owczym. Dzielne zalecenie spożycia cholesterolu nie powinno przekraczać 300 mg/dobę. Jakość tłuszczu w dużej mierze zależy od zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych. Profil kwasów tłuszczowych jest korzystniejszy w mleku kozim w porównaniu do mleka owczego i krowiego ze względu na stosunek PUFA/SFA tj. 0,56 do 0,37 (Bernacka, 2011) (tab. 2).

Tabela 2. Porównanie zawartości kwasów tłuszczowych w mleku owczym krowim i kozim (Pelczyńska, 1995)
Table 2. Comparison of fatty acid content of sheep's, cow's and goat's milk (Pelczyńska, 1995)

Kwas tłuszczowy Fatty acid	Zawartość w 100 g mleka owczego Content in 100 g of sheep's milk	Zawartość w 100 g mleka krowiego Content in 100 g of cow's milk	Zawartość w 100 g mleka koziego Content in 100 g of goat's milk
Krótkołańcuchowe i średniołańcuchowe Short-chain and me- dium-chain	1,58	0,61	0,89
Długołańcuchowe nasy- cone Long-chain saturated	2,52	1,28	1,35
Jednonienasycone Monounsaturated	1,72	0,96	1,11
Wielonienasycone Polyunsaturated	0,31	0,12	0,15
Cholesterol	27	14	11

Kwasy krótkołańcuchowe (SFA) takie jak oktanowy, heksanowy, dekanowy odgrywają istotną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu, np. utrzymywaniu homeostazy. U zdrowego człowieka obecność tych kwasów w jelicie jest wynikiem fermentacji polisacharydów, a prawidłowe funkcjonowanie układu odpornościowego jest uzależnione od obecności octanu, propionianu i maślanu oraz ich modyfikacji na różnych etapach. Kwasy te modulując migrację do miejsca zapalenia stymulują aktywność komórek układu immunologicznego. Tym samym wykazują znaczny potencjał przeciwzapalny (Czajkowska i Szponar, 2018). Wysoka

zawartość tych kwasów w mleku kozim jest korzystna dla profilaktyki przewlekłych chorób układu pokarmowego oraz w zaburzeniach jelitowych spowodowanych przyjmowaniem antybiotyków (Mansbridge i Blake, 1997).

Mleko kozie zawiera znacznie więcej m.in. kwasu kaprynowego (C6:0), kaprylowego (C8:0), kapronowego (C10:0), masłowego (C4:0), laurynowego (C12:0), mirystynowego (C14:0), palmitynowego (C16:0) i kwasu linolenowego (C18:2n-3) w porównaniu do mleka innych przeżuwaczy. Trzy pierwsze wymienione kwasy tłuszczowe swoją nazwę zawdzięczają właśnie słowu *Capra* (koza), ponieważ właśnie u tego gatunku składniki te zostały odkryte jako pierwsze, m.in. ze względu na ich dużą zawartość w mleku. Ponadto kozie mleko charakteryzuje się niższą zawartością kwasu stearynowego (C18:0) oraz kwasu oleinowego (C18:1) w porównaniu do mleka krowiego (Alonso, 1999; Haenlein, 2004).

Kwas kaprylowy, kaprynowy i pozostałe kwasy tłuszczowe średniołańcuchowe działają terapeutycznie na organizm człowieka inomagając leczenie wielu schorzeń metabolicznych takich jak tłuszczowa biegunka oraz zespół złego wchłaniania (Szmatoła i in., 2013). Dysfunkcja ta w szczególności przyczynia się do niedoborów witaminy B₁₂, kwasu foliowego i żelaza. Przeprowadzone badania wykazały, że dieta bogata w mleko kozie poprawia funkcjonowanie jelit (Lopez-Aliaga i in., 2010). Średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe są stosowane w diecie osób po resekcji jelita cienkiego oraz w żywieniu wcześniaków i noworodków (Haenlein, 2004). Kwas kaprynowy i kaprylowy jest stosowany jako suplement w terapii pacjentów z niedokrwistością, demineralizacją kostną oraz hipercholesterolemią. Kwas kaprynowy, kaprylowy oraz pozostałe średnio łańcuchowe kwasy tłuszczowe metabolizowane są w celu dostarczenia energii organizmowi i wyjątkowo nie akumulują się w tkance tłuszczowej. Zdolność ta jest wykorzystywana w profilaktyce leczenia mukowiscydozy czy kamieni żółciowych (Haenlein, 2004).

Kwas kaprynowy i kaprylowy z powodzeniem mogą być stosowane jako nośniki korzystnych związków chemicznych w kremach oraz balsamach, ponieważ zwiększają przepuszczalność skóry. Kwas kaprylowy ze względu na posiadane cechy regenerujące jest istotnym składnikiem nawilżających kosmetyków (Mahjour i in., 1993). Dzięki niewielkim rozmiarom kuleczek tłuszczowych łatwo zachodzi penetracja składników mleka koziego w głąb skóry, tym samym produkty zawierające mleko kozie przyczyniają się do wysokiego jej nawilżenia.

Jednonienasycone kwasy tłuszczowe mogą chronić przed chorobami związanymi z zespołem metabolicznym, np. przed miażdżycą. Należy do nich kwas oleinowy (C18:1), którego zawartość w mleku kozim wynosi (16 g/100 g). Przypisuje mu się działanie hipolipidemiczne, zmniejszające poziom cholesterolu (Pastuszka i in., 2015). Ponadto ten jednonienasycony kwas tłuszczowy zwiększa utlenianie tłuszczu, tym samym zwiększając wydatek energetyczny, dzięki czemu przyczynia się do zmniejszenia otyłości centralnej czyli trzewno-brzuszej (Gillingham i in., 2011). Dieta uboga w wielonienasycone kwasy tłuszczowe n-3 i bogata w n-6 może prowadzić do wielu stanów zapalnych skóry. Jednonienasycone kwasy tłuszczowe n-3 są stosowane w leczeniu łuszczycy, trądziku oraz egzemy, ponieważ osoby zmagające się z tymi problemami skórnymi charakteryzują się niskim poziomem lipidów, co oznacza że produkty pochodzące z mleka koziego mogą łagodzić objawy chorobowe. Kwas eikozapentaenowy i kwas dokozaheksaenowy, α -linolenowy i kwas linolowy hamują prozapalną produkcję eikozanoidów z kwasu arachidonowego i również z powodzeniem łagodzą objawy chorób skórnych (Markiewicz-Kęszycka i in., 2013).

Obecne w mleku kóz wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA *polyunsaturated fatty acids*), należące do grupy omega-3 wspomagają leczenie demencji. Podawanie mleka koziego myszom z uszczerbkami pamięci wywołanymi farmakologicznie spowodowało regenerację komórek nerwowych, co wskazuje na właściwości neuroprotektoryjne kwasu

α -linolenowego (Kaura i in., 2022). Zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych wynosi 2–4 g/100 g mleka koziego. Należą do nich m. in. kwas linolowy (C18:2), który jest kwasem omega-6 i kwas α -linolenowy (C18:3), który należy do kwasów omega-3. Kwas linolowy jest prekursorem kwasu arachidonowego (C20:4, n-6), a kwas α -linolenowy prekursorem kwasu eikozapentanowego (C20:5, n-3) oraz kwasu dokozaheksanowego (C22:6, n-3). Kwasy tłuszczowe n-3 działają leczniczo w przypadku reumatoidalnego zapalenia stawów, zapalenia skóry oraz, co istotne, przyczyniają się do zmniejszenia objawów demencji i z powodzeniem mogą być stosowane w leczeniu późnego stadium choroby Alzheimera. Dzięki syntezie mediatorów: lipidowych (prostaglandyny, leukotrienów), peptydowych (cytokiny), enzymów i nadtlenku kwasu PUFA działają immunostymulująco na odporność nabytą i naturalną. Kwasy tłuszczowe n-3 i pochodne tych kwasów tłuszczowych wpływają na zmniejszenie zapalenia atopowego skóry, poprzez metabolizm (prostaglandyny E2 i leukotrienu B4) eikozanoidów pochodzących z kwasu arachidonowego (C20:4, n-6) (Calder, 2001).

Jednym z najistotniejszych źródeł CLA (sprzężonego kwasu linolowego) jest mleko przeżuwaczy. Mleko kozie w 100 g zawiera 25 mg tego kwasu (Bernacka, 2011). Sprzężonemu kwasowi linolowemu przypisuje się działanie przeciw otyłości, przeciwnowotworowe, antymiażdżycowe oraz przeciwcukrzycowe (Beppu i in., 2006). Kwas CLA trans-10 cis-12 należący do kwasów omega-6 odpowiada za prawidłowe nawilżenie i jędrność skóry, ponieważ chroni przed utratą wody z jej powierzchni. Redukuje również przebarwienia. Jak podają Tang i in. (2021), sprzężony kwas linolowy łagodzi zmiany podobne do atopowego zapalenia skóry wywołanego u myszy. Znacząco hamuje działanie cytokinin prozapalnych. Badania wykazały, że miejscowe stosowanie CLA prowadzi do regeneracji naskórka oraz zwiększa nawilżenie skóry poprzez zwiększenie białka-filagryny w skórze. Pozwala również utrzymywać prawidłowe pH. Sprzężony kwas linolowy odpowiada za podstawową regulację funkcji ochronnych oraz przyspiesza zwalczanie stanów zapalnych.

Walory prozdrowotne białka mleka koziego

Zawartość białka w mleku kozim ulega modulacji, i waha się od 30 do 35 g/l mleka (Wójtowski i in., 2013). Od mleka krowiego różni się większą zawartością aminokwasów egzogennych. Dotyczy to aż 6 spośród 10 aminokwasów egzogennych, w szczególności cysteiny, która przyczynia się do prawidłowego przebiegu procesów metabolicznych w organizmie. Kozie mleko zawiera o 20–40 μ mol tauryny więcej niż mleko krowie. Tauryna jest aminokwasem biorącym udział m.in w antyoksydacji, w przyswajaniu kwasów tłuszczowych, w prawidłowym kształtowaniu mózgu niemowląt oraz jest neuroprzekaźnikiem w układzie nerwowym. Mleko kozie dzięki podobnej jak w mleku ludzkim zawartości nukleotydów może być stosowane do przygotowania preparatów mlekozastępczych dla niemowląt, a obecne w nim poliamidy nie powodują alergii pokarmowych (Prosser i in., 2008). Spożywanie mleka koziego zmniejsza objawy egzem u dzieci oraz ogranicza możliwość wystąpienia astmy (Lopez-Aliaga i in., 2010). Ze względu na zawartość peptydów i grup fosforanowych mleko kozie ma odczyn zasadowy, co może mieć znaczenie dla osób z zaburzoną równowagą kwasowo-zasadową, nadkwasotą żołądka. Białka mleka koziego to w 80% kazeina oraz w 20% serwatka, czyli α -laktoalbumina oraz β -laktoglobulina. Kazeina nie jest białkiem jednorodnym, a do głównych frakcji należą: α s1-, α s2-, β - i κ -kazeina. W stosunku do mleka krowiego, mleko kozie zawiera więcej frakcji β -kazeiny. Warto zaznaczyć, że α s1-kazeina zawarta w mleku jest główną przyczyną powstawania reakcji alergicznych u człowieka (Milewski i Kędzior, 2010).

Mleko kozie w swoim składzie zawiera także lizozym, immunoglobuliny, laktoferynę i laktoperoksydazę, które wykazują właściwości przeciwdrobnoustrojowe. Laktoferyna jest

białkiem wiążącym żelazo, które jest najczęściej stosowane jako suplement w leczeniu łuszczyicy oraz trądziku pospolitego. Obecna w mleku laktoferyna zmniejsza stan zapalny i łagodzi objawy kliniczne zmian skórny (Kazimierska i Kalinowska-Lis, 2021; Kim i in., 2010). Badania Wszolek (2005) wykazały wzrost granulocytów obojętnochłonnych we krwi osób, które spożywały mleko kozie.

Białka mleka są źródłem aminokwasów i peptydów oraz spełniają rolę nośnika dla witaminy E określanej jako „witaminę młodości”. Witamina ta jest silnym przeciwutleniaczem, ponieważ prowadzi do eliminacji wolnych rodników, które są źródłem szybszego starzenia się skóry, w tym powstawania zmarszczek (Chan i in., 2017). Białka serwatkowe takie jak α -laktoalbumina wykazują zdolności wiązania jonów cynku, kobaltu i magnezu, co wpływa na proces apoptozy i degradację komórek nowotworowych. Białkom serwatkowym przypisuje się również właściwości antybakteryjne (Milewski i Kędzior, 2010). Natomiast badania Moreno-Montoro i in. (2017) wykazały korzystne działanie napojów fermentowanych w profilaktyce chorób układu krążenia związanych ze stresem oksydacyjnym i nadciśnieniem. Uwalniane peptydy z trawionej przez pepsynę żołądkową serwatki i kazeiny hamują enzymy substytuujące angiotensynę, która odgrywa kluczową rolę w regulacji ciśnienia krwi (wytwarzana jest angiotensyna II powodująca zwężenie naczyń krwionośnych).

W kosmetyce wykorzystywany jest hydrolizat kazeinowy otrzymywany z kazeiny, który nie wykazuje alergienności, stanowi zatem doskonały substytut bez powodowania niepożądanych reakcji. Hydrolizat kazeinowy wykorzystywany w produktach kosmetycznych tworzy warstwę ochronną na powierzchni naskórka. Zapobiega nadmiernemu odparowywaniu wody z powierzchni skóry. W ten sposób działa nawilżająco i wygładzająco.

Serwatka jest również wykorzystywana w kosmetyce ze względu na wartościowe białko, które posiada właściwości wiązania wody, właściwości emulgujące i pianotwórcze. Działanie białek serwatkowych jest podobne do właściwości kwasu hialuronowego, dlatego wykorzystywane są one w produkcji balsamów i mydeł dla dzieci. Badania kliniczne wykazały, że substancje z serwatki są skutecznym środkiem przeciw zapaleniu skóry. Zawarte w niej białka, witaminy i minerały odżywiają i odmładzają komórki skóry oraz włosów. Zalecane są również kąpiele z dodatkiem 1–2 miseczek (100–200 ml) serwatki, które pomagają utrzymać prawidłowe pH skóry. Serwatka wykorzystywana jest również jako środek przeciwtrądzikowy (Çelik i in., 2014).

Białka serwatkowe są doskonałe do tworzenia emulsji; β -laktoglobulina charakteryzuje się najlepszymi właściwościami przeciwutleniającymi (Król i in., 2014). Ponadto działają wzmacniająco na powierzchnię włosów oraz skóry, zapobiegają utracie wody z ich powierzchni. Aminokwasy mleka takie jak prolina, treonina i metionina biorą udział w syntezie kolagenu w paznokciach, włosach oraz w skórze. Arginina przyspiesza gojenie ran (Mehra i in., 2021). Badania, które przeprowadzili Bhavaniramya i in. (2022) wykazały, że białka mleka koziego wpływają na przebieg choroby COVID-19 poprzez interakcję inhibitorową z receptorami interleukiny 6. Podczas zachorowania na COVID-19 następuje nadmierna ekspresja cytokinin interleukiny 6. Peptydy mleka przerywały wiązanie gp130 prowadząc do hamowanie ekspresji IL-6. Çakır i in. (2021) z serwatki pozyskali peptydy, dokładnie β -laktoglobuliny, które również wykazały pozytywny efekt w leczeniu SARS-CoV-2. W badaniach *in silico* peptydy te inaktywowały działanie wirusa oraz hamowały funkcje receptorów błonowych komórek gospodarza.

Rola węglowodanów w regeneracji organizmu

Laktoza to główny cukier występujący w kozim mleku i stanowi około 44% wszystkich składników węglowodanów mleka (Pastuszka i in., 2015). Oprócz niej w mleku kozim obecne jest 25 innych oligosacharydów. Zawartość laktozy w mleku kozim wynosi od 4,1% do 4,7% i jest porównywalna z zawartością w mleku innych ssaków (Silanikove i in., 2010). Oligosacharydy mleka koziego posiadają właściwości przeciwniekcyjne, prebiotyczne i przeciwzapalne. Wykazano również pozytywny wpływ oligosacharydów mleka koziego na dysbiozę jelit wywołaną amoksycyliną (Butts i in., 2021). Dzięki podawaniu mleka koziego zwiększyła się liczba *Bifidobacterium spp.* i *Lactobacillus spp.* w jelicie i okrężnicy szczurów. Niektóre badania dowiodły obecności w mleku kozim fukozylowanych glikokoniugatów – m.in. 2'-fukozyllaktozy. Jest to oligosacharyd, który do tej pory był wykryty tylko w mleku ludzkim, odpowiada on za hamowanie wiązania patogenów z nabłonkiem jelit oraz stymuluje wzrost pożytecznych bakterii w jelitach (Urashima i in., 2004; Meyrand i in., 2013). Zawartość węglowodanów w mleku kozim jest bardzo zbliżona do tych w ludzkim mleku i dlatego produkty na bazie mleka koziego mogą być z powodzeniem stosowane w diecie, a w szczególności jako prebiotyki dla niemowląt (Martinez-Ferez i in., 2005).

W mleku kozim obecny jest również kwas sialowy, związek organiczny z grupy wielocukrów. Odgrywa on rolę w prawidłowym rozwoju układu nerwowego. Występuje w substancji szarej mózgu i odpowiada za przekazywanie informacji pomiędzy komórkami. Podawanie mleka koziego, a tym samym kwasu sialowego u niemowląt powoduje wzrost odporności organizmu (Kumar i in., 2012). Kwas sialowy oraz tauryna poprawiają funkcjonowanie pamięci związane z procesami starzenia wywołanymi D-galaktozą. Mleko kozie hamowało utleniające działanie D-galaktozy na mózg i poprawiało pamięć krótko- i długotrwałą szczurów (Safdar i in., 2020).

Niestrawione oligosacharydy po spożyciu mleka koziego działają na organizm ludzki jak prebiotyki. Prebiotyki pozytywnie wpływają na przewód pokarmowy, promując wzrost obecności w jelitach pożytecznych bakterii, również zapobiegają rozwojowi bakterii chorobotwórczych. Oligosacharydy stosowane w okresie niemowlęcym zmniejszają częstość występowania chorób zakaźnych i alergicznych. Węglowodany stymulują układ odpornościowy do obrony przed patogenami oraz pobudzają organizm do prawidłowego rozwoju flory jelitowej. Badania, które przeprowadzili Boehm i Stahl (2007) wykazały, że oligosacharydy mleka wykazują duże podobieństwa cząsteczek do mleka kobiecego, w przeciwieństwie do tych pochodzenia roślinnego.

Laktoza i pozostałe oligosacharydy mleka koziego znajdują zastosowanie w kosmologii, ponieważ wykazują właściwości przeciwtrądzikowe. Po poddaniu laktozy procesom biotechnologicznym otrzymuje się kwas laktobionowy (PHA), który działa złuszcząco i bakteriostatycznie. Produkty na bazie tych substancji stosowane są również na poparzenia słoneczne skóry (Boehm i in., 2005).

Znaczenie witamin i składników mineralnych w mleku kozim

Zasobność mleka koziego w witaminy z grupy B (tiamina, ryboflawina i pantoteniaina) sprawia, że doskonale nadaje się ono dla niemowlaków, gdyż pokrywa dzienne zapotrzebowanie na te składniki. W porównaniu z mlekiem krowim zawiera ono większe ilości witaminy B₃ (niacyna), a uboższe jest w kwas foliowy (B₉), kobalaminę (B₁₂) oraz tokoferol (witamina E). Ilość pozostałych witamin z grupy B, witaminy C i D jest podobna w mleku obu gatunków. W mleku kozim brak jest β -karotenu, dlatego jego barwa jest biała (Pastuszka i in., 2015). β -karoten w całości przekształcany jest w retinol, co powoduje, że mleko kozie jest znacznie bardziej obfite

w witaminę A niż mleko krowie (Danków i Pikul, 2011). Obecna w kozim mleku witamina A ma właściwości antyoksydacyjne i przeciwstarzeniowe.

Składniki mineralne podobnie jak pozostałe składniki mleka koziego zależą m.in. od żywienia kóz i okresu laktacji. Ich zawartość mieści się w zakresie od 0,70 do 0,85%, wartości te są wyższe niż w mleku krowim czy ludzkim (Silanikove i in., 2010). Swoją zasadowość mleko kozie zawdzięcza wysokiej zawartości wapnia i potasu (ilość wapnia wynosi 135 mg na 100 g, a potasu 121 mg/100 g) (Kumar i in., 2012). Mleko kozie charakteryzuje się również wysoką zawartością magnezu, który obniża napięcie układu nerwowego oraz poprawia odporność organizmu na wpływ czynników biometeorologicznych i stresowych (Wszolek, 2005). Ponadto mleko kozie dzięki obecności selenu i enzymu peroksydazy glutationowej posiada silne działanie przeciwutleniające, przez co jego spożywanie może przyczynić się do zmniejszenia ryzyka zachorowania na choroby nowotworowe (Haenlein, 2004). Selen w mleku kozim w porównaniu do mleka krowiego jest dużo bardziej dostępnym pierwiastkiem ze względu na obecność średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych oraz dzięki białkom które rozpuszczają się w mleku (Zenebe i in., 2014). Warto nadmienić, że niedobór selenu w organizmie ludzkim może prowadzić do nieodwracalnej kardiomiopatii (Kumar i in., 2016). Wysoka koncentracja selenu w mleku kozim wpływa na zanikanie objawów występujących przy gorączce dendze, mianowicie powoduje regenerację płytek krwi, których liczba podczas tej choroby ulega spadkowi (Kumar i in., 2016). Obecność bioorganicznego sodu w mleku kozim chroni przed wystąpieniem zapalenia stawów (Getaneh i in., 2016); brak tego minerału może być spowodowany zaburzeniami trawienia, gdyż żołądek ludzki odpowiada za przechowywanie sodu. Do zmniejszenia ilości sodu przyczynia się natomiast spożywanie produktów wysoko przetworzonych oraz spożywanie alkoholu. Zawartość jodu w mleku kozim jest wyższa niż w mleku ludzkim – jod jest istotnym składnikiem sekrecji hormonów tarczycy, które biorą udział w przemianach metabolicznych.

Mleko kozie zawiera również wysoką koncentrację pierwiastków śladowych takich jak mangan, żelazo, cynk i miedź (Pastuszka i in., 2015). Pomimo niskiej ilości żelaza jest ono lepiej przyswajalne w jelitach niż mleko krowie ze względu na obecność specyficznych nukleotydów w mleku kozim (Raynal-Ljutovac i in., 2008). Nukleotydy obecne w mleku kozim wpływają na procesy metaboliczne organizmu związane z metabolizmem lipidów, modułują odpowiedź immunologiczną, a także wspomagają wzrost, rozwój i regenerację tkanek. Nukleotydy takie jak adenozynotrójfosforan (ATP), guanozynotrójfosforan (GTP), a także ich cykliczne odpowiedniki: cykliczny adenozynomonofosforan (cAMP) i cykliczny guanozynomonofosforan (cGMP), stanowią główne źródło energii, a także uczestniczą w szlakach sygnałowych. Ważnym nukleotydem obecnym w mleku kozim a niewystępującym w mleku krowim jest monofosforan urydyny (UMP), który jest potrzebny do tworzenia połączeń synaptycznych i wspiera rozwój i funkcjonowanie mózgu. Wzajemne działanie substancji bioaktywnych mleka koziego wywiera pozytywne, a niekiedy lecznicze oddziaływanie na organizm człowieka (Milewski i Kędzior, 2010).

Podsumowanie

Mleko kozie dzięki swoim terapeutycznym działaniom powinno być szeroko stosowane w diecie i jako składnik preparatów regenerujących skórę. Posiada ono działanie probiotyczne, znakomicie nadaje się dla osób cierpiących na choroby metaboliczne, działa ochronnie na jelita w przypadku przeprowadzanej antybiotykoterapii, przez co może być doskonałe dla rekonwalescentów. Nie wywołuje znacznych reakcji alergicznych układu pokarmowego oraz zmniejsza częstość występowania chorób skórnych. Ponadto składniki zawarte w kozim mleku wpływają na odpowiedni rozwój mózgu noworodka. Co istotne, mleko kozie znalazło również swoje zastosowanie w leczeniu demencji i choroby Alzheimer'a. Jego składniki odpowiadają za

prawidłowe funkcjonowanie układu nerwowego. Potwierdzone w badaniach właściwości mleka koziego immunostymulujące, przeciwzapalne, antyoksydacyjne, przeciwdrobnoustrojowe, antynowotworowe, wskazują na szerokie możliwości zastosowania tego produktu w medycynie i farmacji.

Piśmiennictwo

- Alonso A., Ruiz-Gutierrez V., Martinez-Gonzalez M.A. (2006). Monounsaturated fatty acids, olive oil and blood pressure: epidemiological, clinical and experimental evidence. *Public Health Nutr.*, 9: 251–257; doi: 10.1079/phn2005836
- Beppu F., Hosokawa M., Tanaka L., Kohno H., Tanaka T., Miyashita K. (2006). Potent inhibitory effect of trans9, trans11 isomer of conjugated linoleic acid on the growth of human colon cancer cells. *J. Nutr. Biochem.*, 17: 830–836; doi: 10.1016/j.jnutbio.2006.01.007
- Bernacka H. (2011). Health-promoting properties of goat milk. *Med. Weter.*, 67(8): 507–511.
- Bhavaniramy S., Sibiy A., Alothaim A.S., Al Othaim A., Ramar V., Veluchamy A., Manikandan P., Vaseeharan B. (2022). Evaluating the structural and immune mechanism of Interleukin-6 for the investigation of goat milk peptides as potential treatments for COVID-19. *J. King Saud. Univ. Sci.*, 34(4): 101924; doi: 10.1016/j.jksus.2022.101924.
- Boehm G., Stahl B. (2007). Oligosaccharides from milk. *J. Nutr.*, 137(3): 847–849; doi: 10.1093/jn/137.3.847S
- Boehm G., Stahl B., Garssen J., Bruzzese E., Moro G., Arslanoglu S. (2005). Prebiotics in infant formulas: immune modulators during infancy. *Nutrafoods*, 4: 51–57.
- Butts Ch. A., Paturi G., Hedderley D.I., Martell S., Dinnan H., Stoklosinski H., Carpenter E.A. (2021). Goat and cow milk differ in altering microbiota composition and fermentation products in rats with gut dysbiosis induced by amoxicillin. *Royal Society of Chemistry.*, 12, 3104; doi: 10.1039/D0FO02950E
- Çakır B., Okuyan B., Şener G. i Tunali-Akbay T. (2021). Investigation of beta-lactoglobulin derived bioactive peptides against SARS-CoV-2 (COVID-19): In silico analysis. *Eur. J. Pharmacol.*, 15: 891: 173781; doi: 10.1016/j.ejphar.2020.173781
- Calder P.C. (2001). Polyunsaturated fatty acids, inflammation and immunity. *Lipids*, 36: 1007–1024; doi: 10.1007/s11745-001-0812-7
- Çelik K., Demir E., Eseceli H. (2014). Serwatka aspekty praktyczne. Projekt WHY WHEY, ss. 25–30.
- Chan H., Chan G., Santos J., Dee K., Co J.K. (2017). A randomized, double-blind, placebo-controlled trial to determine the efficacy and safety of lactoferrin with vitamin E and zinc as an oral therapy for mild to moderate acne vulgaris. *Int. J. Dermatol.*, 56: 686–690.
- Czajkowska A., Szponar B. (2018). Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA) jako produkty metabolizmu bakterii jelitowych oraz ich znaczenie dla organizmu gospodarza. *PHMD.*, 72: 131–142; doi: 10.5604/01.3001.0011.6468.
- Danków R., Pikul J. (2011) Przydatność technologiczna mleka koziego do przetwórstwa. *Wyd. UP*, t. 5, z. 2
- Fox P.F. (2003). Milk. Introduction. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Elsevier Science, London.
- Getaneh G., Mebrat A., Wubie A., Kendie H. (2016). Review on goat milk composition and its nutritive value. *J. Nutr. Health Sci.*, 3(4): 401; doi: 10.15744/2393-9060.3.401
- Gillingham L.G., Harris-Janž S., Jones P.J. (2011). Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. *Lipids*, 46: 209–228; doi: 10.1007/s11745-010-3524-y

- Haenlein G.F.W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Rum. Res.*, 51: 155–163; doi: 10.1016/j.smallrumres.2003.08.010
- Jandal J.M. (1996). Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Rum. Res.*, 22: 177–185.
- Kaura S., Parle M., Insa R., Yadav B.S., Sethi N. (2022). Neuroprotective effect of goat milk. *Small Rum. Res.*, 224(9): 106748; doi: 10.1016/j.smallrumres.2022.106748
- Kazimierska K., Kalinowska-Lis U. (2021). Milk proteins – their biological activities and use in cosmetics and dermatology. *Molecules*, 26(11):3253; doi:10.3390/molecules26113253y
- Kim J., Ko Y., Park Y.K., Kim N.I., Ha W.K., Cho Y. (2010). Dietary effect of lactofer-
rin-enriched fermented milk on skin surface lipid and clinical improvement of acne vul-
garis. *Nutrition*, 26: 902–909; doi: 10.1016/j.nut.2010.05.001
- Król J., Brodziak A., Zaborska A. (2014). Białka serwatkowe jako naturalne surowce w
przemysle kosmetycznym. *Pol. J. Cosmet.*, 17(2): 96–102.
- Kumar S., Kumar B., Kumar R., Kumar S., Khatkar S.K., Kanawjia S.K. (2012). Nutri-
tional features of goat milk – a review. *Indian J. Dairy Sci.*, 65(4): 266–273.
- Lopez-Aliaga I., Castro J.D., Alferez M.M., Barrionuevo M., Campos M.S. (2010). A review of
the nutritional and health aspects of goat milk in cases of intestinal resection. *Dairy Sci.*
Technol., 90(6): 611–612; doi: 10.1051/dst/2010028
- Mahjour M., Mauser B.E., Rashidbaigi Z.A., Fawzi M.B. (1993). Effects of propylene glycol
diesters of caprylic and capric acids (Miglyol® 840) and ethanol binary systems on *in vitro*
skin permeation of drugs. *Int. J. Pharm.*, 95: 161–169; doi: 10.1016/0378-5173(93)90403-3
- Mansbridge R.J., Blake J.S. (1997). Nutritional factors affecting the fatty acid composition
of bovine milk. *Brit. J. Nutr.*, 78(1): 37–47. doi: 10.1079/bjn19970133
- Markiewicz-Kęszycka M., Czyżak-Runowska G., Lipińska P., Wójtowski J. (2013). Fatty
acid profile of milk – a review. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*: 57: 135–139;
doi: 10.2478/bvip-2013-0026
- Martinez-Ferez A., Rudloff S., Guadix A., Henkel C.A., Pohlentz G., Boza J.J., Guadix E.M.,
Kunz C. (2005). Goat's milk as a natural source of lactose-derived oligosaccharides: Iso-
lation by membrane technology. *Int. Dairy J.*, 16: 173–181;
doi: 10.1016/j.idairyj.2005.02.003
- Mehra R., Singh R., Nayan V., Buttar H.S., Kumar N., Kumar S., Bhardwaj A., Kaushik R.,
Kumar H. (2021). Nutritional attributes of bovine colostrum components in human health
and disease: a comprehensive review. *Food Biosci.*, 40: 100907;
doi: 10.1016/j.fbio.2021.100907
- Meyrand M., Dallas D.C., Caillat H., Bouvier F., Martin P., Barile D. (2013). Comparison of
milk oligosaccharides between goats with and without the genetic ability to synthesize
 α_{s1} -casein. *Small Ruminant Res.*, 113(2-3): 411–420;
doi: 10.1016/j.smallrumres.2013.03.014
- Milewski S., Kędzior I. (2010). Specyficzne cechy mleka koziego i jego właściwości proz-
drowotne. *Prz. Hod.*, 78(09): 26–28.
- Moreno-Montoro M., Olalla-Herrera M., Rufián-Henares J.A., Martinez R.G., Miralles B.,
Bergillos T., Navarro-Alacrón M., Jauregi P. (2017). Antioxidant, ACE-inhibitory and
antimicrobial activity of fermented goat milk: activity and physicochemical property rela-
tionship of the peptide components. *Food & Function.*, 8(8): 2783–2791;
doi: 10.1039/c7fo00666g
- Pastuszka R., Barłowska J., Litwińczuk Z. (2015). Walory odżywcze i prozdrowotne mleka
koziego. *Med. Weter.*, 71 (8): 480–485.
- Pełczyńska E. (1995). Mleko kóz. *Med. Weter.*, 51(2): 67–70.

- Prosser C.G., McLaren R., Frost D., Agnew M., Lowry D.J. (2008). Composition of the non-protein nitrogen fraction of goat whole milk powder and goat milk-based infant and follow-on formulae. *Int. J. of Food Sci. and Nutr.*, 59: 123–133.
- Raynal-Ljutovac K., Lagriffoul G., Paccard P., Guillet I., Chilliard Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Rum. Res.*, 79: 57–72; doi: 10.1016/j.smallrumres.2008.07.009
- Safdar A., Azman K.F., Zakaria R., Ab Aziz C.B., Rashid U. (2020). Memory-enhancing effects of goat milk in D-galactose-induced aging rat model. *Biomedical Res. And Therapy*, 7(1): 3563–3571; doi: 10.15419/bmrat.v7i1.583
- Silanikove N., Leitner G., Merin U., Prosser C.G. (2010). Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Rum. Res.*, 89: 110–124; doi: 10.1016/j.smallrumres.2009.12.033
- Szmatoła T., Bartłowska J., Litwińczuk Z. (2013). Charakterystyka tłuszczu mleka koziego i możliwości modyfikacji składu kwasów tłuszczowych. *Med. Weter.*, 69(3): 157–160.
- Tang L., Cao X., Li X., Ding H. (2021). Topical application with conjugated linoleic acid ameliorates 2,4-dinitrofluorobenzene-induced atopic dermatitis-like lesions in BALB/c mice. *Experimental Dermatology*, 30(2): 237–248; doi: 10.1111/exd.14242
- Urashima T., Nakamura T., Nakagawa D., Noda M., Arai I., Saito T., Lydersen C., Kovacs K.M. (2004). Characterization of oligosaccharides in milk of bearded seal (*Erignathus barbatus*). *Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol.*, 38(1): 1–18; doi: 10.1016/j.cbpc.2003.12.009
- Wójtowski J., Bagnicka E., Bielińska-Nowak S., Brúne Ch., Hińca P., Kaba J., Kęszyc-ka-Markiewicz M., Kowalski Z. M., Łukaszewicz M., Niżnikowski R., Stumpf T., Szwaczkowski T., Świtoński M., Ślósarz P. (2013). Hodowla, chów i użytkowanie kóz. *Poznań Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu*, ss. 33–35, 41–43, 166–170.
- Wszółek M. (2005). Zagospodarowanie mleka koziego. *Wiad. Zoot.*, 43(4): 35–40.
- Zenebe T., Ahmed N., Kabeta T., Kebede G. (2014). Review on medicinal and nutritional values of goat milk. *Acad. J. Nutr.*, 3(3): 30–39; doi: 10.5829/idosi.ajn.2014.3.3.93210

Zatwierdzono do druku: 25 IV 2023

GOAT'S MILK BIOACTIVE SUBSTANCES USED IN MEDICINE AND PHARMACY

Edyta Molik, Gabriela Kotowicz

SUMMARY

High quality goat milk raises more and more interest in its use in medicine and pharmacy. Due to its low allergenicity and immunostimulating properties, goat milk can be used in the prevention of many diseases. Of particular importance are polyunsaturated fatty acids, including CLA, which are used in the prevention of cancer, obesity and atherosclerosis. Monounsaturated fatty acids inhibit skin lesions in the case of eczema, psoriasis or acne. Fatty acids together with sialic acid have a protective effect on nerve cells. Important bioactive substances in goat milk are proteins, oligosaccharides and vitamins. These substances are perfectly absorbed by the human body and can be used in the prevention of many diseases and skin regeneration.

Key words: goat milk, health-promoting attributes, regeneration of the body