

# Wpływ żywienia na zawartość skoniugowanego kwasu linolowego (CLA) w mleku przeżuwaczy

Teresa Nałęcz-Tarwacka, Żaneta Zdanowska-Sąsiadek

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom konsumentów, których świadomość i wiedza na temat zdrowej żywności jest coraz większa, poszukuje się produktów o działaniu prozdrowotnym. Mleko surowe jest źródłem niezliczonej ilości takich składników, mających wymierny wpływ na poprawę zdrowia lub ograniczenie ryzyka wystąpienia chorób. Niewątpliwie jednym z nich jest sprzężony kwas linolowy (CLA), zaliczany do wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, występujący m.in. w tłuszczu mleka przeżuwaczy.

CLA powstaje częściowo w żwaczu przy udziale bakterii *Butyrivibrio fibrisolvens* z kwasu linolowego (C18:2 – LA), a częściowo w gruczole mlekowym. Do powstania CLA niezbędne są długołańcuchowe (>C18) kwasy tłuszczowe, które pochodzą z paszy, dzięki czemu można zmieniać koncentrację tego składnika poprzez odpowiednie modyfikowanie diety. CLA przypisuje się właściwości:

- antynowotworowe – polegające na opóźnieniu lub zmniejszeniu nowotworów skóry, okrężnicy, żołądka, piersi i prostaty [1, 4, 12];
- przeciwmiażdżycowe – zapobiegające i redukujące początkowe zmiany miażdżycowe w naczyniach krwionośnych [4];
- zwiększające odporność, wpływające na system immunologiczny;
- zwalczające otyłość, redukujące zawartość tkanki tłuszczowej i obniżające masę ciała [4].

Wobec stwierdzonego prozdrowotnego działania CLA i wpływu żywienia zwierząt na jego zawartość, warto wykorzystać tę wiedzę do podniesienia świadomości producentów mleka. Z drugiej strony należy udostępnić rzetelną informację o składzie i zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych w produktach mlecznych, tak aby konsument miał wiedzę i wolę wyboru. Może to spowodować efekt większego zaufania do produktu, a tym samym zwiększenie jego spożycia.

Źródłem CLA są głównie produkty pochodzenia zwierzęcego: tłuszcz mleka, mięso przeżuwaczy, tłuszcz ryb i innych zwierząt morskich oraz, w niewielkich ilościach, produkty pochodzenia roślinnego – ziarna roślin oleistych. Najwięcej tego kwasu znajduje się w produktach mlecznych – od 2,9 do 6,1 mg CLA/g tłuszczu, przy czym większa część (75-90%) to forma biologicznie aktywna, izomer *c-9, t-11*.

Na zawartość CLA ma wpływ wiele czynników: żywienie, wiek, okres laktacji, warunki utrzymania oraz indywidualne cechy

zwierząt. Najważniejszym z nich jest żywienie, któremu naukowcy poświęcili najwięcej uwagi i które jest czynnikiem najłatwiejszym do zmodyfikowania. W artykule zostaną przedstawione tylko wybrane prace związane z wpływem zielonek oraz dodatków tłuszczowych na koncentrację CLA w mleku przeżuwaczy.

## Zielonki

Pastwisko jest źródłem funkcjonalnych kwasów tłuszczowych i ze względu na swoje właściwości jest porównywalne do działania olejów z roślin oleistych, ryb i zwierząt morskich.

Ruń pastwiskowa jest podstawowym źródłem kwasu  $\alpha$ -linolenowego (C18:3 – LNA). W wyniku przemian biochemicznych mających miejsce w żwaczu i gruczole mlekowym z LNA powstaje CLA. Dodatkowo LNA hamuje dalsze przekształcanie kwasu wakcenenowego (C18:1 t11 – TVA) do kwasu stearynowego (C18:0). W efekcie zwiększa się ilość TVA w gruczole mlekowym, a tym samym rośnie zawartość CLA w mleku (TVA jest głównym substratem do produkcji CLA).

Bargo i wsp. [1] badali w jaki sposób zmienia się zawartość kwasów tłuszczowych w mleku, gdy do dawki krów żywionych systemem TMR doda się zielonkę pastwiskową (tab. 1). Z badań tych wynika, że w mleku krów żywionych systemem TMR jest nie tylko mniej funkcjonalnych kwasów tłuszczowych (wzrost zawartości w diecie TMR zredukował nienasycone kwasy tłuszczowe nawet o 10%), ale również został wykazany wzrost zawartości krótko- i średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Korelacja między ich poziomem a zawartością długołańcuchowych kwasów tłuszczowych jest ujemna.

Tabela 1

Zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych w mleku krów żywionych trzema różnymi systemami (g/100 g kwasów tłuszczowych) [1]

Kwasy tłuszczowe	System żywienia		
	PC	PTMR	TMR
C 18:1 <i>trans</i> 11	2,62	2,15	1,46
C 18:2	2,34	3,29	3,88
CLA <i>cis</i> 9, <i>trans</i> 11	1,21	0,84	0,59
CLA <i>trans</i> 10, <i>cis</i> 12	0,015	0,009	0,001
SCFA ogółem	9,03	10,55	11,34
MCFA ogółem	36,53	39,17	40,46

PC – pastwisko plus koncentrat, PTMR – system żywienia TMR plus pastwisko

Obserwuje się wzrost wszystkich długołańcuchowych kwasów tłuszczowych (poza kwasem linolowym) w przypadku uzupełnienia dawki TMR zielonką pastwiskową. Zawartość CLA *cis*9,*trans*11 wzrosła o ponad 30% w przypadku systemu żywienia TMR plus pastwisko, natomiast w przypadku żywienia pastwiskowego (z dodatkiem koncentratu) wzrost był ponad 2-krotny.

W przypadku poziomu kwasów krótko- (SCFA) i średniołańcuchowych (MCFA) zależność jest odwrotna, tzn. najwięcej kwasów z tych grup można wykazać w mleku krów żywionych systemem TMR, najmniej w przypadku żywienia pastwiskowego. Jest to dodatkowy czynnik wskazujący na pozytywny efekt działania żywienia pastwiskowego na skład tłuszczu mleka.

Autorzy przedstawionych badań wskazują również na wysoką współzależność występowania kwasu linolenowego w paszy a poziomem CLA w mleku. Jak wiadomo, głównym źródłem C18:3 jest świeża zielonka pastwiskowa.

Podobne badania były również prowadzone na kozach. W badaniach Reklewskiej i wsp. [13] porównywano zawartość funkcjonalnych kwasów tłuszczowych w mleku kóz rasy polskiej białej uszlachetnionej, żywionych dwoma systemami. W pierwszym kozy żywiono alkierzowo zielonką koszoną, bez dostępu do pastwiska (n=13), natomiast w drugim, alkierzowo-pastwiskowym zastosowano ograniczony dostęp kóz do pastwiska – kilka godzin dziennie (n=16). Wykazano znaczący spadek zawartości tłuszczu w mleku po przejściu kóz z żywienia zimowego paszami konserwowanymi na zielonki, z jednoczesnym wzrostem zawartości funkcjonalnych kwasów tłuszczowych, w tym głównie CLA 9c11t. Jego zwiększona ilość oraz wzrost zawartości skorelowanego z nim kwasu *trans* wakcenowego jest uwarunkowana dostępnością ich głównego prekursora, tj. kwasu linolenowego.

Badania nie wykazały oczekiwanego wzrostu CLA w przypadku żywienia alkierzowo-pastwiskowego w porównaniu z żywieniem alkierzowym, odnotowano bowiem wyższy poziom CLA, a tym samym i tłuszczu z nim skorelowanych (C18:1 t11 i C18:3), w przypadku żywienia alkierzowego (tab. 2). Taki wynik należy tłumaczyć wzrostem zawartości włókna w zielonce pastwiskowej, która była spaszana tylko kilka godzin dziennie w porównaniu ze zdecydowanie częściej koszoną zielonką z lucerny z trawami, podawaną w koziarni. Stwierdzono bowiem, że wydłużenie czasu odrostu, a tym samym wzrost zawartości włókna w paszy, wpływa negatywnie na skład kwasów tłuszczowych w trawach, a szczególnie na ilość C18:3 (spadek nawet do 45%) [6]. Badania Loore i wsp. [9] wskazują, że dojrzały porost pastwiskowy jest bogatszy w nasycone kwasy tłuszczowe (szczególnie w średniołańcuchowe, czyli najmniej pożądane z punktu widzenia zdrowia ludzi), a zawiera mniej kwasów nienasyconych, a zwłaszcza kwasu linolenowego.

Drugim bardzo ważnym czynnikiem, który mógł mieć wpływ na wyższą zawartość CLA (a tym samym TVA i LNA) w przypadku kóz żywionych koszoną zielonką z lucerny z trawami,

**Tabela 2**  
**Funkcjonalne kwasy tłuszczowe w mleku kóz zależnie od systemu utrzymania (g/100 g tłuszczu) [13]**

Kwasy tłuszczowe	Grupa	Poziom wyjściowy		Poziom końcowy	
		LSM	SE	LSM	SE
C 18:1 <i>trans</i> 11 (TVA)	A	1,705	0,14	2,425	0,14
	P	1,589	0,15	1,556	0,13
C 18:2 (LA)	A	2,550	0,10	3,023	0,10
	P	2,899	0,10	2,497	0,09
CLA <i>cis</i> 9, <i>trans</i> 11	A	0,628	0,05	0,980	0,05
	P	0,604	0,04	0,622	0,04
CLA <i>trans</i> 10, <i>cis</i> 12	A	0,323	0,015	0,361	0,015
	P	0,318	0,016	0,333	0,013
C 18:3 (LNA)	A	0,776	0,057	1,572	0,05
	P	0,708	0,062	0,901	0,05

A – utrzymanie alkierzowe bez pastwiska, P – utrzymanie alkierzowe, wypas ograniczony

**Tabela 3**

**Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka w zależności od sposobu pobierania zielonki (mg/kg) [7]**

Kwasy tłuszczowe (mg/kg)	Czerwiec	Sierpień	Październik
CLA całkowity	1,20	1,97	2,43
CLA c9,t11	1,08	1,87	2,30
C 18:1 t11	3,21	3,95	4,64
C 18:3	0,85	0,62	0,89

Czerwiec i sierpień – zielonka podawana w oborze; październik – zielonka pobierana na pastwisku

**Tabela 4**

**Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w mleku krów po przejściu z żywienia letniego na zimowe (g/kg kwasów tłuszczowych) [8]**

Kwasy tłuszczowe	Dzień			
	0	2.	6.	14.
C18:1 t11	46,4	16,5	7,1	7,2
C18:2 c9,t11	23,0	9,5	4,3	3,7
C18:2 t10, c12	1,0	0,04	0,02	0,03
CLA (suma)	24,3	10,3	4,8	4,4

0 – pomiar próbki mleka krów przebywających ostatni dzień na pastwisku; 2., 6., 14. – kolejne dni żywienia zimowego

była mniejsza wartość energetyczna tej paszy w porównaniu do porostu pastwiskowego.

Zupełnie inne wyniki uzyskali Elgersma i wsp. [7], badając grupę krów żywionych zielonką w oborze i przez jeden miesiąc (październik) korzystających z pastwiska. Poziom CLA i kwasu wakcenowego w mleku był wyższy, gdy zwierzęta mogły korzystać z pastwiska (tab. 3). Badacze sugerują, że odmienne wartości dla poszczególnych kwasów tłuszczowych w mleku krów otrzymujących zielonkę w oborze, w porównaniu do krów korzystających z pastwiska, mogą mieć związek ze zmianami, które być może zachodzą w trawach po ich skoszeniu. Również wpływ na zmiany może wywierać selektywne wyjadanie przez krowy tylko najbardziej wartościowych części roślin, co nie ma miejsca w przypadku podania w oborze skoszonych traw. Taki

efekt potwierdzają kolejne badania Elgersma i wsp. [8], w których gwałtowny spadek CLA i TVA jest obserwowany już w drugim dniu po wykluczeniu zielonki z dawki pokarmowej, po przejściu krów z żywienia letniego na zimowe (tab. 4).

Doświadczenia te obrazują jak ważnym i przede wszystkim, jak gwałtownie działającym czynnikiem jest pastwisko we wzbogacaniu tłuszczu mleka w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT).

**Tabela 5****Ilość kwasów linolowego i linolenowego w wybranych olejach roślinnych (%) [5]**

Oleje roślinne	Kwas linolowy (LA)	Kwas linolenowy (LNA)
Rzepakowy	22,4	7,5
Bawełniany	36,5	0,2
Słonecznikowy	60,2	0,9
Sojowy	39,8	5,6
Makowy	73,1	0,7
Z pestek winogron	71,1	0,4
Z szarłat	44,3	2,5
Lniany	15,6	51,7
Tungowy	7,9	0,4
Z gorczycy	9,4	8,2
Z rzodkwi	16,3	8,3
Z czarnej porzeczki	46,1	13,6
Kukurydziany	34,0	1,0
Z ostropestu	57,1	0,1

**Oleje roślinne i zwierzęce oraz nasiona roślin oleistych**

Oleje oraz nasiona roślin oleistych są bogatym źródłem długołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Ich skład zależy od gatunku roślin może się znacznie różnić. Bodkowski i wsp. [5] podają skład kwasów tłuszczowych w niektórych olejach roślinnych (tab. 5). Dodatek do diety olejów wzbogaca mleko w kwasy tłuszczowe, a poprzez przemiany w żwaczu i gruczole mlekowym wzrasta również poziom CLA.

Prowadzonych jest wiele badań dotyczących wpływu wspomnianych dodatków na zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych w mleku. Bell i wsp. [3] badali działanie olejów szafranowego i lnianego na ilość CLA obecnego w mleku krów. Poza efektem tych tłuszczów obserwowano również wpływ dołączonych dodatków, tj. monenzyny i witaminy E. Wyniki doświadczenia przedstawiono w tabeli 6. Wskazują one wyraźnie na wyższą zawartość CLA w przypadku stosowania w dawce dodatku oleju z szafranem z monenzyną. Wzrost dotyczy również kwasu *trans* wakcenowego. Monenzyna, jako oddzielny dodatek, nie wzmaga w znaczący sposób zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych. Badając jednak poziom wybranych kwasów tłuszczowych po jej dodaniu do oleju szafranowego

**Tabela 6****Kompozycja wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka krów w zależności od stosowanego dodatku paszowego (%) – doświadczenie 1 [3]**

Kwasy tłuszczowe	Grupa kontrolna	Dodatki		
		MON	OS	OS/MON
<i>trans</i> -18:1	1,40	1,54	9,56	13,53
18:2 <i>n</i> -6	1,38	1,49	2,69	2,58
18:3 <i>n</i> -3	0,39	0,41	0,35	0,34
<i>c</i> -9, <i>t</i> -11 CLA	0,45	0,52	3,36	5,15
<i>t</i> -10, <i>c</i> -12 CLA	nd	nd	0,05	0,08
CLA <i>trans/trans</i>	0,03	0,04	0,13	0,15

MON – monenzyna, OS – olej szafranowy, OS/MON – olej szafranowy z dodatkiem monenzyny, nd – nie wykryto

wykazano, że wzrost jest najbardziej znaczący dla CLA – ponad 10-krotny w porównaniu z grupą kontrolną. Badacze tłumaczą ten efekt synergistycznym działaniem obydwu dodatków. Dodatkowo uważa się, że monenzyna jest inhibitorem na drodze przemian w żwaczu i znacznie ogranicza redukcję kwasów C18:1 do C18:0. Grinarii i wsp. (2000; cyt. za Bell i wsp.[3]) w swoich badaniach wykazują, że po zastosowaniu dodatku monenzyny do diety krów zawartość kwasu *trans* wakcenowego wzrosła z 0,8% do 1,3%, a tym samym nasilił się proces powstawania CLA w gruczole mlekowym.

Podobne działanie oleju roślinnego na wzrost poziomu CLA u kóz wykazali w swych badaniach Mir i wsp. [10]. W doświadczeniu zwierzęta zostały podzielone na 4 grupy w zależności od ilości otrzymywanego dodatku oleju rzepakowego: grupa kontrolna (bez dodatku oleju) oraz 3 grupy o zróżnicowanym poziomie tego dodatku (2%, 4% oraz 6%). Zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka w zależności od ilości zastosowanego oleju rzepakowego przedstawiono w tabeli 7. Zaobserwowano wzrost zawartości CLA o 88% i 210% w mleku przy dodatku, odpowiednio: 2% i 4% oleju rzepakowego. Wyniki doświadczenia wskazują, że optymalny dodatek oleju to 4%. Kolejne zwiększanie tej wartości nie daje oczekiwanych efektów, bowiem przy zawartości 6% oleju w dawce koncentracja CLA w mleku się zmniejszyła. Jest to ściśle związane z przekroczeniem optymalnej ilości dodatku w dawce. Ueda i wsp. [14] wykazali w swoich badaniach, że zawartość olejów w paszy powyżej 5% suchej masy powoduje gorszą jej strawność, gorsze trawienie włókna w żwaczu i wpływa negatywnie na mikroorganizmy żwacza. Wzrost w przypadku kwasu *trans* wakcenowego jest statystycznie nieistotny.

**Tabela 7****Zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka w zależności od ilości zastosowanego oleju rzepakowego (mg/g tłuszczu) [10]**

Kwasy tłuszczowe	Olej rzepakowy			
	0%	2%	4%	6%
C 18:1	207,34	243,16	279,05	289,10
CLA	10,53	19,42	32,05	29,46

Nudda i wsp. [11] badali wpływ nasion lnu w dawce pokarmowej na zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych w mleku owiec. W doświadczeniu zwierzęta podzielono na trzy grupy, w zależności od ilości stosowanego dodatku nasion lnu: bez dodatku (0%), z niewielkim (5%) oraz z największym dodatkiem (10%). Wyniki dotyczące zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka owiec przedstawiono w tabeli 8. Wskazują one na wzrost obecnego w mleku CLA wraz ze wzrostem w dawce poziomu suplementu. Nasiona lnu są bogatym źródłem kwasu linolenowego, stąd też podwyższony jego poziom w mleku, a także kwasu TVA, powstającego z LNA.

Tabela 8

Zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka owiec żywionych z dodatkiem nasion lnu (mg/100 g FAME) [11]

Kwasy tłuszczowe	Dieta z zawartością nasion lnu na poziomie:		
	0%	5%	10%
C 18:1 <i>trans</i> 11 (TVA)	0,70	1,23	1,39
C 18:3	0,45	0,80	0,99
<i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 CLA	0,63	0,96	1,05
<i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12 CLA	0,0004	0,0026	0,0029
Całkowity CLA	0,90	1,26	1,33

FAME – estry metylowe kwasów tłuszczowych

Na podstawie przedstawionych wyników badań można stwierdzić, że mleko przeżuwaczy korzystających z pastwiska jest naturalnie wzbogacone w CLA. Zawartość CLA w mleku można również skutecznie zwiększyć poprzez dodatek do diety suplementów, takich jak: nasiona roślin oleistych oraz oleje roślinne i ze zwierząt morskich. Wykazano, że spośród szeregu zależności mających wpływ na zawartość CLA żywienie jest czynnikiem najistotniejszym, a jednocześnie dającym największe możliwości modyfikacji.

**Literatura:** 1. Bargo F., Delahoy J.E., Schroeder G.F., Baumgard L.H., Muller L.D., 2006 – Anim. Feed Sci. Technology 131, 226-240. 2. Bartnikowska E., Obiedziński M.W., Grześkiewicz S., 1999 – Przegląd Mleczarski 3, 86-91. 3. Bell J.A., Griinari J.M., Kennelly J.J., 2006 – J. Dairy Sci. 89,733-748. 4. Bhattacharya A., Banu J., Rahman M., Causey J., Fernandes G., 2006 – Journal of Nutritional Biochemistry 17, 789-810. 5. Bodkowski R., Patkowska-Sokoła B., Zawadzki W., Walisiewicz-Niezbalska W., 2008 – Acta Sci. Pol., Medicina Veterinaria 7(1), 47-53. 6. Dewhurst R.J., Scollan N.D., Youell S.J., Tweed J.K.S., Humphreys M.O., 2001 – Grass and Forage Science 56, 68-74. 7. Elgersma A., Tamminga S., Ellen G., 2003 – Grassland Science in Europe 8, 271-274. 8. Elgersma A., Ellen G., Van Der Horst H., Boer H., Dekker P.R., Tamminga S., 2004 – Anim. Feed Sci. Technol. 117, 13-27. 9. Looor J.J., Herbein J.H., Jenkins T.C., 2002 – Anim. Feed Sci. Technol. 97, 65-82. 10. Mir Z., Goonewardene L.A., Okine E., Jaegar S., Scheer H.D., 1999 – Small Ruminant Research 33, 137-143. 11. Nudda A., Battacone G., Usai M.G., Fancellu S., Pulina G., 2006 – J. Dairy Sci. 89, 277-282. 12. Parodi P.W., 1997 – J. Nutr. 127, 1055-1060. 13. Reklewska B., Bernatowicz E., Ryniewicz Z., Reklewski Z., Kuczyńska B., Bagnicka E., Zdziarski K., Horbańczuk K., 2005 – Roczniki Naukowe PTZ, t. 1, nr 2, 383-394. 14. Ueda K., Ferlay A., Chabrot J., Looor J.J., Chilliard Y., Doreau M., 2003 – J. Dairy Sci. 86, 3999-4007.

## Cholesterol w mleku a miażdżyca

Monika Wójcik, Alicja Matwijczuk

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Miażdżyca jest chorobą cywilizacyjną, której główną i powszechnie znaną przyczyną jest utleniony cholesterol pochodzenia pokarmowego. Cholesterol jest najczęściej utożsamiany z powstawaniem blaszki miażdżycowej w naczyniach krwionośnych. W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania walorami odżywczymi i prozdrowotnymi żywności pochodzenia zwierzęcego. W przeciwieństwie do produktów roślinnych, produkty pozyskiwane od zwierząt zawierają w swoim składzie cholesterol. Mleko również uznawane jest za źródło cholesterolu, a jako jeden z podstawowych produktów żywnościowych jest obiektem szczegółowych badań, mających na celu określenie, jaki wpływ wywiera jego spożywanie na stan zdrowia człowieka.

Tłuszcz mleczny ma bardzo zróżnicowany skład i skomplikowaną budowę. Zawiera od 400 do 500 kwasów tłuszczowych [6, 7, 8, 12], lecz tylko 15 z nich osiąga zawartość powyżej 1% i w sumie stanowią one wagowo około 95% całkowitej ilości kwasów tłuszczowych w mleku. Podziały kwasów tłuszczowych opierają się na różnych kryteriach, najważniejsze z nich dotyczą długości łańcucha (krótko- i długołańcuchowe) i stopnia nasycenia (nasycone i nienasycone). Kwasy nienasycone po-

siadają jedno wiązanie podwójne (jednonienasycone) bądź więcej niż jedno wiązanie podwójne (wielonienasycone) [1]. W skład lipidów mleka wchodzi: tłuszcze proste, tłuszcze złożone, wolne kwasy tłuszczowe, pochodne lipidów (sterole i karotenoidy) oraz substancje towarzyszące, takie jak witaminy rozpuszczalne w tłuszczach (A, D, E, K) [2]. Tłuszcz w mleku stanowi 48% jego całkowitej wartości energetycznej, jest zatem głównym źródłem energii. Jego średnia zawartość w mleku krowim to 3,8%, ale podlega ona znacznym wahaniom wskutek różnic rasowych, żywieniowych, osobniczych oraz okresu laktacji [1, 3]. Tłuszcz mlekowy występuje naturalnie w postaci emulsji fazy tłuszczowej w fazie wodnej. Tak zdyspergowany może być wchłaniany bezpośrednio w przewodzie pokarmowym, z pominięciem hydrolizy. Ta właściwość warunkuje bardzo wysoką strawność tłuszczu mlecznego – na poziomie 97-99%. Dodatkowo proces homogenizacji mleka powoduje zwiększenie powierzchni styku tłuszczu z błoną mikrokosmków jelitowych i tym samym przyspiesza jego wchłanianie [15].

Głównym sterolem będącym pochodną tłuszczu mleka jest cholesterol. Stanowi on około 0,2-0,4% tłuszczu mleka. Jego ilość jest zatem stosunkowo niewielka i zależy od całkowitej zawartości tłuszczu w mleku [10, 15].

Cholesterol pod względem budowy chemicznej jest lipidem zbudowanym z 3 pierścieni sześciowęglowych (cykloheksanowych) i 1 pierścienia pięciowęglowego (cyklopentanowego). Pierścienie te oznaczają się jako A, B, C i D. Poza nimi w cząsteczce cholesterolu wyróżnia się także grupy metylowe występujące przy węglach C-10 i C-13 oraz alifatyczny łańcuch węglowodorowy przy węglu C-17. Między węglami C-5 i C-6 znajduje się wiązanie podwójne, a przy węglu C-3 obecna jest grupa hydroksylowa, stanowiąca region hydrofilowy tego związku (rys. 1).