

Wpływ żywienia na wartość dietetyczną mleka

Zygmunt Reklewski¹, Artur Oprządek¹,
Barbara Reklewska², Lothar Panicke³,
Jolanta Oprządek¹

¹IGiHZ PAN w Jastrzębcu; ²SGGW; ³Forschungsinstitut für die Biologie Landwirtschaftlicher Nutztiere, Dummerstorf

Produkcja mleka i hodowla bydła mlecznego w ostatnich kilkunastu latach podlegała dynamicznym zmianom. Liczebność krów mlecznych uległa drastycznej redukcji. Postępuje koncentracja produkcji mleka w wyniku zmniejszania się liczby dostawców. W ostatnich latach mleczarstwo wymusiło znaczną poprawę jakości mleka. Główny nacisk został położony na higienę i poziom komórek somatycznych w mleku. Hodowcy musieli sprostać nowym wymaganiom, w efekcie podnieśli jakość mleka, gdyż jedynie produkcja mleka odpowiadająca standardom klasy ekstra zapewniała opłacalność. Producenci zdopingowani zostali do poprawy higieny doju i warunków utrzymania krów oraz wyposażenia obór w dobry sprzęt do doju i schładzania mleka. Dane z tabeli 1 wskazują, że w krótkim czasie nastąpiła znaczna poprawa jakości mleka.

W ostatnim roku udział mleka klasy ekstra i klasy I osiągnął poziom 87%. Mleko w klasie II w najbliższym czasie już nie będzie skupowane, natomiast mleko pozaklasowe przeznaczane jest do produkcji kazeiny.

Obecnie wylania się grupa gospodarstw specjalizujących się w produkcji mleka. Obserwuje się rozwarstwienie gospodarstw utrzymujących krowy mleczne na gospodarstwa utrzymujące kilkanaście i więcej krów i produkujące mleko na rynek oraz gospodarstwa małe, posiadające 1-2 krowy i produkujące mleko na samozaopatrzenie. W rezultacie, największej redukcji uległy stada utrzymujące 3-6 krów. Większe gospodarstwa bardzo szybko wdrażają nowe technologie produkcji kiszzonek, utrzymania bydła systemem bezuwięziowym i żywienia TMR. Badania ankietowe przeprowadzone w tej grupie gospodarstw wykazały, że ponad 90% obór posiada dojarki i jest wyposażone w chłodziarki do przechowywania mleka oraz posiada bieżącą wodę [7, 19]. Powszechnie stosowane są też kiszzonki z kukurydzy i sianokiszzonki, co jeszcze kilkanaście lat temu nie było możliwe, gdyż rolnicy

Tabela 1
Skup mleka (%) według klas jakości [22]

Lata	Klasy mleka				pozaklasowe
	ekstra	I	II	III	
1998	27,0	23,9	20,8	28,3	–
1999	37,9	23,5	19,4	19,2	–
2000	56,8	25,9	14,3	–	3,0
2001	65,8	22,0	9,9	–	2,3

nie dysponowali podstawowymi maszynami do zbioru. W dalszym ciągu ponad 80% krów jest wypasanych na pastwiskach. Jest to zjawisko bardzo pozytywne, gdyż obniża koszty produkcji, a także ma wpływ na poprawę jakości mleka.

Badania prowadzone w IGiHZ PAN oraz w Zakładzie Hodowli Bydła SGGW nad jakością mleka pozyskiwanego od krów żywionych na pastwisku wykazały, że odznaczało się ono między innymi wyższym poziomem witaminy A i β -karotenu, a także nienasyconych kwasów tłuszczowych w porównaniu z mlekiem produkowanym systemem intensywnym, tj. od krów żywionych paszami konserwowanymi (kiszzonka z kukurydzy i traw).

Możliwości modyfikacji składu tłuszczu i poziomu cholesterolu w mleku krów

Potrzeba intensywnych badań nad bezpieczną, funkcjonalną żywnością wynika z następujących przesłanek:

- ♦ coraz szerszej wiedzy na temat rozmiarów oddziaływania diety na zdrowie;
- ♦ olbrzymich kosztów społecznych chorób wywołanych wadliwą dietą w nowoczesnym świecie;
- ♦ systematycznego starzenia się społeczeństw i zróżnicowanych potrzeb pokarmowych związanych z dążeniem do poprawy zdrowia;
- ♦ coraz nowych dowodów, że istotne efekty zdrowotne można osiągnąć przez manipulowanie dietą;

Tabela 2
Zawartość składników w mleku krów w zależności od systemu żywienia [12]

Składniki	System żywienia			
	pastwisko (ad libitum)		TMR (ad libitum)	
	LSM	Se	LSM	Se
Frakcja białkowa:				
kazeina (%)	2,57	0,095	2,57	0,052
białka serwatkowe (%)	0,65	0,026	0,65	0,017
β -laktoglobuliny (g/l mleka)	3,56	0,12	3,63	0,07
α -laktoglobuliny (g/l mleka)	1,31	0,04	1,35	0,02
laktoferyna (mg/l mleka)	7,36	0,52	7,49	0,31
lizozym (μ g/l mleka)	15,84	0,74	15,18	0,44
Frakcja tłuszczowa (mg/100 g mleka):				
fosfolipidy	35,5	0,24	32,3	0,14
sfigomielin	7,5	0,04	6,8	0,02
cholesterol	14,6	0,11	14,4	0,06
FFA	14,1	0,15	15,6	0,08
w tym kwasy tłuszczowe (g/100 g tłuszczu):				
SFA	59,81	0,77	61,31	0,46
MUFA	29,96	0,73	28,69	0,44
PUFA	3,86	0,115	3,93	0,069
TRANS izomery	4,10**	0,194	2,27**	0,116
CLA	1,150**	0,052	0,608**	0,031
kwas linolowy	0,811**	0,025	0,643**	0,016
EPA	0,043*	0,003	0,052*	0,002
AA	0,069**	0,004	0,054**	0,002
DHA	0,015	0,001	0,017	0,001
Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach (μg/l mleka):				
witamina A	495,4**	20,88	324,4**	12,52
witamina E	1172**	59,77	834**	35,84
β -karoten	312,3	81,23	275,3	48,71
Inne (mg/l mleka):				
witamina C	22,41**	1,37	15,76**	0,8
mocznik	173,9**	15,27	226,2**	9,15
aldehid malonowy	0,61	0,07	0,57	0,04

* – istotne przy $P \leq 0,05$; ** – istotne przy $P \leq 0,01$

Tabela 3
Skład tłuszczu Inianego ekstrahowanego w temperaturze 18°C

Składniki	Ziarno Inu*
Kwasy tłuszczowe (%)	0,189
Witamina E (mg/100 g oleju)	86,4
Witamina A (mg/100 g oleju)	śląd
Sitosterol (mg/100 g oleju)	254,2
C16:0	6,80
C16:1	0,13
C18:0 <i>n-9</i>	5,70
C18:1 <i>n-9</i>	18,2
C18:2 9/12 <i>n-6</i>	15,6
C18:2 9/11 <i>n-6</i>	0,47
C18:3 <i>n-6</i>	–
C18:3 <i>n-3</i>	49,7
C20:1 <i>n-9</i>	0,50
C20:4 <i>n-6</i>	0,75
C20:5 <i>n-3</i>	0,64
C22:5 <i>n-3</i>	0,81
C22:6 <i>n-3</i>	0,49

*37,5 g tłuszczu/100 g ziarna

◆ negatywne i stale pogłębiające się skutki „siedzącego” trybu życia.

Dokładne analizy finansowe wykazały, że koszty zapobiegania przedwczesnej śmierci lekami obniżającymi poziom cholesterolu są od 5000 do 10 000 razy wyższe, niż koszty wszelkich zabiegów dietetycznych, mogących przynieść podobne efekty. Znaczenie żywności funkcjonalnej dla zdrowia człowieka trudno przecenić. Dlatego też w programach badań w zakresie hodowli zwierząt doskonalenie prozdrowotnych właściwości żywności nabrało pierwszorzędnej rangi. W odniesieniu do mleka w dalszym ciągu będzie się dążyć do ograniczenia zawartości tłuszczu, jako nośnika cholesterolu i nasyconych kwasów tłuszczowych, a także poprawienia jego składu w kierunku zwiększenia zawartości wysoko nienasyconych kwasów tłuszczowych i redukcji zawartości cholesterolu.

Żywność funkcjonalna powinna się charakteryzować szeregiem innych walorów:

◆ posiadać optymalny poziom składników antynowotworowych i antyoksydantów – witamin A, D, E, C, β-karotenu oraz fosfolipidów, w tym zwłaszcza sfingomieliny;

Tabela 4
Wydajność mleka oraz zawartość białka, tłuszczu i laktozy w mleku (test 1)

Wyszczególnienie	Grupa	Dzień doświadczenia			
		14		60	
		LSM	Se	LSM	Se
Wydajność mleka, kg	doświadczalna	22,2	1,1	22,6	1,1
	kontrolna	21,4	1,2	22,7	1,2
	istotność	ns		ns	
Zawartość białka, %	doświadczalna	3,48	0,06	3,54	0,06
	kontrolna	3,39 ^a	0,07	3,65 ^a	0,07
	istotność	ns		ns	
Zawartość tłuszczu, %	doświadczalna	4,25	0,13	3,91	0,13
	kontrolna	4,04	0,15	3,74	0,15
	istotność	ns		ns	
Zawartość laktozy, %	doświadczalna	4,88	0,04	4,85	0,04
	kontrolna	4,88	0,04	4,95	0,04
	istotność	ns		ns	

Wartości oznaczone tymi samymi małymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$; ns – nieistotne

Tabela 5
Wydajność mleka oraz zawartość białka, tłuszczu i laktozy w mleku (test 2)

Wyszczególnienie	Grupa	Dzień doświadczenia					
		0		30		50	
		LSM	Se	LSM	Se	LSM	Se
Wydajność mleka, kg	doświadczalna	25,5 ^a	0,84	24,6	0,82	23,0 ^a	0,84
	kontrolna	25,6 ^a	1,00	24,2	0,99	23,3 ^a	1,02
	istotność	ns		ns		ns	
Zawartość białka, %	doświadczalna	3,46	0,05	3,56 ^a	0,05	3,40 ^a	0,05
	kontrolna	3,39 ^a	0,06	3,56 ^{ab}	0,06	3,38 ^b	0,06
	istotność	ns		ns		ns	
Zawartość tłuszczu, %	doświadczalna	4,05	0,13	4,04	0,13	4,00	0,14
	kontrolna	4,00	0,16	3,90	0,16	4,07	0,16
	istotność	ns		ns		ns	
Zawartość laktozy, %	doświadczalna	5,02 ^a	0,04	4,94	0,04	4,89 ^a	0,05
	kontrolna	5,05	0,05	5,02	0,05	4,94	0,06
	istotność	ns		ns		ns	

Wartości oznaczone tymi samymi małymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$; ns – nieistotne

◆ zawierać związki stymulujące odporność, substancje o działaniu antybakteryjnym oraz substancje ograniczające odkładanie tłuszczu w organizmie – lizozym, laktoferyna, wysokonienasycone kwasy tłuszczowe, w tym CLA.

Według obecnego stanu wiedzy, wprowadzenie tłuszczów roślinnych lub zwierzęcych do dawki pokarmowej powoduje modyfikację składu kwasów tłuszczowych i poziomu cholesterolu w tkankach ciała i produktach pochodzenia zwierzęcego, łącznie z tłuszczem mleka. Efekt takiego dodatku jest uzależniony od wielkości dawki tłuszczu. U przeżuwaczy większe dawki tłuszczu nie są polecane z uwagi na ich negatywny wpływ na aktywność mikroflory żwacza, co przejawia się istotnym obniżeniem poziomu wydajności mleka [5, 21] i zawartości białka w mleku, w porównaniu do krów żywnych paszą podstawową [11]. Zwiększenie zawartości kwasów linolowego i linolenowego w tłuszczu mlecznym jest pożądane choćby ze względu na ich działanie hipocholesterolemiczne, ale jednocześnie kwasy te zostały rozpoznane jako ważny czynnik obniżający oksydacyjną stabilność tłuszczu mlecznego [2]. Zwiększenie podatności na utlenianie tłuszczu mleka jest powodem problemów z niewłaściwym zapa-

Tabela 6
Wydajność mleka oraz zawartość białka, tłuszczu i komórek somatycznych w mleku (test 3)

Wyszczególnienie	Grupa	Dzień doświadczenia			
		0		60	
		LSM	Se	LSM	Se
Wydajność mleka, kg	doświadczalna	31,1 ^{**}	1,7	26,4 ^{**}	1,8
	kontrolna	32,2 [*]	1,6	28,9 [*]	1,6
	istotność	ns		ns	
Zawartość białka, %	doświadczalna	3,66 [*]	0,06	3,89 [*]	0,06
	kontrolna	3,73	0,07	3,71	0,07
	istotność	ns		ns	
Zawartość tłuszczu, %	doświadczalna	4,14 ^{**}	0,11	4,71 ^{**}	0,11
	kontrolna	4,28 [*]	0,09	4,78 [*]	0,10
	istotność	ns		ns	
Komórki somatyczne, tys.	doświadczalna	259	0,04	286	0,04
	kontrolna	256	0,04	269	0,04
	istotność	ns		ns	

* – istotne przy $P \leq 0,05$; ** – istotne przy $P \leq 0,01$; ns – nieistotne

Tabela 7
Zawartość cholesterolu, SFA, UFA i FFA w mleku (test 1)

Wyszczególnienie	Grupa	Dzień doświadczenia			
		14		60	
		LSM	Se	LSM	Se
Cholesterol (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	0,306 ^A	0,02	0,255 ^A	0,01
	* kontrolna	0,373	0,01	0,372	0,01
	istotność	**		**	
SFA (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	60,6 ^A	0,93	55,5 ^A	0,92
	kontrolna	58,1	0,85	60,8	0,86
	istotność	ns		**	
UFA (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	31,2 ^a	0,90	33,9 ^a	0,91
	kontrolna	27,3	0,79	28,7	0,79
	istotność	**		**	
FFA (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	0,720	0,04	0,869	0,03
	kontrolna	0,881	0,04	1,074	0,04
	istotność	ns		ns	

Wartości oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie: małymi przy $P \leq 0,05$, dużymi przy $P \leq 0,01$;

* – istotne przy $P \leq 0,05$; ** – istotne przy $P \leq 0,01$; ns – nieistotne

chem i posmakiem zjełczanego tłuszczu. Spontaniczna oksydacja może też nasilić się przy niskiej koncentracji antyoksydantów. Natomiast zwiększenie antyoksydantów w dawce pokarmowej może prowadzić do poprawy stabilności tłuszczu mleka [14]. W tej sytuacji wydają się uzasadnione próby wytwarzania mleka o zwiększonej zawartości antyoksydantów i funkcjonalnych kwasów.

Wcześniejsze prace przeprowadzone na krowach [25, 26] oraz na kozach [15] wskazały, że uzupełnienie dawki mieszanką mineralną poprawia skład kwasów tłuszczowych mleka i zwiększa zawartość antyoksydantów. U kóz żywionych paszą wzbogaconą niewielką dawką tłuszczu (0,14% suchej masy dziennej dawki pokarmowej) i mieszanką mineralną, zawartość CLA w mleku wzrosła ponad 400% w porównaniu do kóz żywionych dietą podstawową [17].

W świetle cytowanych prac oczekiwano, że włączenie mieszanki mineralnej zawierającej biopleksy mikroelementów zrekompensuje redukcję wielkości dawek tłuszczu. Niewielka ilość tłuszczu włączona do dawki pokarmowej krów powinna pozwolić na uniknięcie ich hamującego działania na aktywność mikroflory żwacza, a w konsekwencji, zniwelować nie-

Tabela 8
Zawartość cholesterolu, SFA, UFA i FFA w mleku (test 2)

Wyszczególnienie	Grupa	Dzień doświadczenia					
		0		30		50	
		LSM	Se	LSM	Se	LSM	Se
Cholesterol (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	0,273 ^{AB}	0,007	0,238 ^A	0,007	0,232 ^B	0,007
	kontrolna	0,286	0,009	0,274	0,009	0,266	0,009
	istotność	ns		**		**	
SFA (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	67,5 ^{AB}	0,66	63,6 ^{Ac}	0,65	61,6 ^{Bc}	0,66
	kontrolna	67,5 ^A	0,79	65,7 ^b	0,78	63,0 ^{Ab}	0,80
	istotność	ns		*		ns	
UFA (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	29,5 ^{AB}	0,66	32,9 ^A	0,65	33,6 ^B	0,67
	kontrolna	30,2	0,79	29,4 ^a	0,79	31,8 ^a	0,81
	istotność	ns		**		*	
FFA (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	0,246	0,02	0,272	0,02	0,265	0,02
	kontrolna	0,251	0,03	0,304	0,03	0,317	0,03
	istotność	ns		ns		ns	

Wartości oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie: małymi przy $P \leq 0,05$, dużymi przy $P \leq 0,01$;

* – istotne przy $P \leq 0,05$; ** – istotne przy $P \leq 0,01$; ns – nieistotne

Tabela 9
Zawartość cholesterolu, SFA, UFA, MUFA, PUFA i FFA w mleku (test 3)

Wyszczególnienie	Grupa	Dzień doświadczenia			
		0		60	
		LSM	Se	LSM	Se
Cholesterol (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	0,274 ^{**}	0,008	0,226 ^{**}	0,009
	kontrolna	0,274	0,008	0,271	0,008
	istotność	ns		**	
SFA (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	65,3 ^{**}	0,74	61,6 ^{**}	0,76
	kontrolna	65,1	0,66	63,9	0,66
	istotność	ns		**	
UFA (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	28,5 ^{**}	0,90	31,6 ^{**}	0,91
	kontrolna	28,6	0,79	29,1	0,79
	istotność	ns		**	
MUFA (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	25,5 ^{**}	0,45	27,9 ^{**}	0,45
	kontrolna	25,7	0,40	26,1	0,41
	istotność	ns		**	
PUFA (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	2,94 ^{**}	0,07	3,68 ^{**}	0,07
	kontrolna	2,94	0,06	3,02	0,06
	istotność	ns		**	
FFA (g/100 g tłuszczu)	doświadczalna	0,250	0,015	0,262	0,015
	kontrolna	0,262	0,013	0,261	0,014
	istotność	ns		ns	

* – istotne przy $P \leq 0,05$; ** – istotne przy $P \leq 0,01$; ns – nieistotne

pożądane obniżenie najważniejszych cech produkcyjnych mleka, to jest jego wydajności i zawartości białka.

Celem doświadczeń przeprowadzonych na krowach rasy holenderskiej było zbadanie możliwości obniżenia poziomu cholesterolu i zwiększenia zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka, zachowując nie zmienioną zawartość białka i wydajność mleczną.

MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone w trzech powtórzeniach w 1999 i 2000 roku, w oborze Instytutu Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu oraz w 2001 roku w oborze Forschungsinstitut für die Biologie Landwirtschaftlicher Nutztiere w Dummerstorfie. Materiał doświadczalny stanowiły krowy rasy c.b. (z 75% udziałem genów rasy h.f.) oraz krowy h.f. Zwierzęta były utrzymywane w oborach wolnowybiegowych i żywione *ad libitum* mieszanką pełnoporcjową TMR. Dawka pokarmowa krów doświadczalnych została wzbogacona o dodatek składający się z 21 g nasion lnu (co odpowiadało 7,8 g tłuszczu) i 21 g mieszanki mineralnej w formie biopleksów zawierającej: Mg, Fe, Cu, Co, Mn, Zn, Se, Cr i CaCO₃. Skład tłuszczu wyekstrahowanego z ziaren lnu przedstawiono w tabeli 3.

W pierwszym doświadczeniu w grupie kontrolnej było 16 krów, a w grupie doświadczalnej – 19 krów. Próby do analiz pobrano po 14 i 60 dniu trwania doświadczenia. W drugim powtórzeniu w grupie kontrolnej było 16 krów, w doświadczalnej – 20 krów. Próby do analiz pobrano przed rozpoczęciem podawania dodatku, w 30 dniu oraz na końcu, w 50 dniu doświadczenia. Podczas ostatniego 60-dniowego testu w grupie doświadczalnej były 32 krowy, w grupie kontrolnej – 40 krów. Przed rozpoczęciem podawa-

Tabela 10
Zawartość β -karotenu, witaminy E oraz aldehydu malonowego (MDA) w mleku (test 1)

Wyszczególnienie	Grupa	Dzień doświadczenia			
		14		60	
		LSM	Se	LSM	Se
β -karoten (mg/l mleka)	doświadczalna	0,285 ^A	0,015	0,354 ^A	0,014
	kontrolna	0,189 ^A	0,013	0,274 ^A	0,014
	istotność	**		**	
Witamina E (mg/l mleka)	doświadczalna	1,177 ^A	0,067	1,333 ^A	0,058
	kontrolna	0,754 ^A	0,057	0,852 ^A	0,058
	istotność	**		**	
MDA (mg/l mleka)	doświadczalna	0,656 ^{xx}	0,042	0,642	0,041
	kontrolna	0,638 ^{xx}	0,041	0,696	0,049
	istotność	ns		ns	

Wartości oznaczone tymi samymi dużymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,01$;
^A – istotne przy $P \leq 0,01$; ns – nieistotne;
^{xx} – oznaczono w 45 dniu doświadczenia

nia dodatku oraz po 60 dniach pobrano mleko do analiz chemicznych.

W próbach oznaczono podstawowy skład mleka: zawartość tłuszczu, białka i laktozy. W tłuszczu mleka oznaczono profil kwasów tłuszczowych, według procedury Rose-Gotlibe [1] w temperaturze pokojowej. Oznaczono także poziom wolnych kwasów tłuszczowych, cholesterolu oraz β -karotenu, witaminy A i witaminy E. Uzyskane dane były analizowane przy użyciu metody najmniejszych kwadratów – procedura GLM programu SAS [20], według następującego modelu:

$$Y_{ijkl} = \mu + L_i + G_j + D_k + \beta(d_{ijkl} - \bar{d}) + e_{ijkl}$$

gdzie:

Y_{ijkl} – cecha;

μ – średnia;

L_i – stały wpływ kolejnej laktacji ($i = 1-5$);

G_j – wpływ grupy żywieniowej ($j = 1, 2$);

D_k – dzień doświadczenia ($k = 1, 2$);

$\beta(d_{ijkl} - \bar{d})$ – regresja na dzień laktacji;

e_{ijkl} – błąd losowy.

WYNIKI I OMÓWIENIE

Dodatek niewielkiej ilości ziaren lnu oraz mieszanki mineralnej nie miał negatywnego wpływu na dzienną wydajność mleka oraz zawartość białka, tłuszczu, laktozy i komórek somatycznych w mleku. W każdym z przeprowadzonych testów nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy grupą krów żywną jedynie mieszanką TMR a grupą doświadczalną żywną dawką z wyżej wymienionym dodatkiem (tab. 4, 5, 6). Zawartość podstawowych składników mleka była prawie identyczna. Otrzymane wyniki są zgodne z badaniami przeprowadzonymi na kozach [18]. Inni autorzy, stosując 5-10% dodatek ziaren lnu, rzepaku lub soi, stwierdzili negatywny wpływ na wydajność i skład mleka. Tak duży dodatek tłuszczu powodował istotne obniżenie dziennej wydajności mleka i zawartości białka w mleku w porównaniu z grupą kontrolną [5, 11, 21]. Podobne zmiany zaobserwował Tesfa [23] i stwierdził, że te negatywne zmiany występują w szczególności u krów żywnych w ograniczonym stopniu paszą objętościową.

Dietetycy zalecają redukcję spożycia nasyconych kwasów tłuszczowych i cholesterolu oraz zwiększenie spożycia mono- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, jako profilaktykę przez otyłością, chorobami nowotworowymi i proble-

Tabela 11
Zawartość β -karotenu oraz witamin A i E w mleku (test 3)

Wyszczególnienie	Grupa	Dzień doświadczenia			
		0		60	
		LSM	Se	LSM	Se
β -karoten ($\mu\text{g/g}$ tłuszczu)	doświadczalna	6,34 ^{**}	0,36	7,54 ^{**}	0,37
	kontrolna	6,50	0,33	6,41	0,33
	istotność	ns		**	
Witamina A ($\mu\text{g/g}$ tłuszczu)	doświadczalna	12,40 ^{**}	0,67	15,08 ^{**}	0,68
	kontrolna	11,77	0,60	12,38	0,61
	istotność	ns		**	
Witamina E ($\mu\text{g/g}$ tłuszczu)	doświadczalna	48,38 ^{**}	2,98	56,03 ^{**}	3,04
	kontrolna	49,51	2,66	49,40	2,72
	istotność	ns		*	

* – istotne przy $P \leq 0,05$; ** – istotne przy $P \leq 0,01$; ns – nieistotne

mami z układem naczyniowo-sercowym oraz innymi chorobami cywilizacyjnymi [10].

Wyniki uzyskane w niniejszych badaniach wychodzą na przeciw tym oczekiwaniom. Stwierdzono istotne obniżenie zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) w mleku krów z grupy doświadczalnej o 8,4%, 8,7% i 5,7% w kolejnych testach (tab. 7, 8, 9). Jednocześnie zaobserwowano wzrost zawartości sumy nienasyconych kwasów tłuszczowych (UFA) o 8,7% w pierwszym teście, 13,9% – w drugim i 10,9% – w ostatnim. Wyniki otrzymane w niniejszej pracy są zgodne z badaniami Tesfa [23] i Hwanga i wsp. [8], jednak autorzy ci stosowali dodatek zdecydowanie większej ilości tłuszczu. Brzóska i wsp. [6] zastosowali dodatek tłuszczu chronionego (sole wapniowe kwasów tłuszczowych), pochodzącego w połowie z oleju lnianego, a w połowie z tłuszczu zwierzęcego, w celu zmiany składu mleka. Jednak uzyskali zmniejszenie zawartości SFA w grupie doświadczalnej tylko o 2,9%.

W trzecim powtórzeniu stwierdzono także wzrost jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) o 9,4%, a zwłaszcza bardzo pożądanym wielonienasyconych kwasów tłuszcz-

Tabela 12
Zawartość wybranych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w mleku (test 1)

Kwasy tłuszczowe (g/100 g tłuszczu)	Grupa	Dzień doświadczenia			
		14		60	
		LSM	Se	LSM	Se
C18:2 9 cis 11 trans (CLA)	doświadczalna	1,910 ^a	0,100	2,110 ^a	0,087
	kontrolna	0,468	0,085	0,504	0,088
	istotność	**		**	
C18:3	doświadczalna	0,789	0,035	0,834	0,030
	kontrolna	0,668	0,029	0,629	0,030
	istotność	**		**	
C20:4	doświadczalna	0,122	0,010	0,134	0,009
	kontrolna	0,097	0,009	0,094	0,009
	istotność	*		**	
C20:5	doświadczalna	0,063 ^a	0,007	0,080 ^a	0,006
	kontrolna	0,033	0,006	0,032	0,006
	istotność	**		**	
C22:6	doświadczalna	0,039	0,009	0,051	0,008
	kontrolna	0,021	0,008	0,039	0,008
	istotność	ns		ns	

Wartości oznaczone tymi samymi małymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$
* – istotne przy $P \leq 0,05$; ** – istotne przy $P \leq 0,01$; ns – nieistotne

Tabela 13
Zawartość wybranych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w mleku (test 2)

Kwasy tłuszczowe (g/100 g tłuszczu)	Grupa	Dzień doświadczenia					
		0		30		50	
		LSM	Se	LSM	Se	LSM	Se
C18:2 9 cis 11 trans (CLA)	doświadczalna	0,510 ^{AB}	0,032	0,878 ^A	0,032	0,934 ^B	0,033
	kontrolna	0,557	0,039	0,565	0,039	0,590	0,039
	istotność	ns		**		**	
C18:3	doświadczalna	0,446 ^{AB}	0,021	0,596 ^A	0,020	0,560 ^B	0,021
	kontrolna	0,420	0,025	0,428	0,025	0,430	0,025
	istotność	ns		**		**	
C20:4	doświadczalna	0,116 ^{AB}	0,006	0,141 ^A	0,006	0,141 ^B	0,006
	kontrolna	0,118	0,007	0,127	0,007	0,128	0,007
	istotność	ns		ns		ns	
C20:5	doświadczalna	0,065 ^{Ba}	0,005	0,082 ^a	0,005	0,086 ^B	0,005
	kontrolna	0,068	0,006	0,071	0,006	0,072	0,007
	istotność	ns		ns		ns	
C22:6	doświadczalna	0,022 ^a	0,002	0,026	0,002	0,029 ^a	0,003
	kontrolna	0,018	0,003	0,021	0,003	0,021	0,003
	istotność	ns		ns		*	

Wartości oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie: małymi przy $P \leq 0,05$, dużymi przy $P \leq 0,01$

* – istotne przy $P \leq 0,05$; ** – istotne przy $P \leq 0,01$; ns – nieistotne

czowych (PUFA) o 25%. Różnice między grupami kontrolną a doświadczalną w zawartości tych kwasów były istotne lub wysoko istotne na koniec przeprowadzonych doświadczeń.

Stwierdzono pożądany wpływ zastosowanego dodatku na poziom cholesterolu w mleku, który obniżył się istotnie w grupie doświadczalnej. Różnica między grupami była wysoko istotna i wyniosła odpowiednio: 31,4%; 14,7% i 16,6% w kolejnych doświadczeniach. Reklewska i wsp. [18], stosując ten sam dodatek w żywieniu kóz, stwierdzili obniżenie poziomu cholesterolu w mleku o 18,1%. Zwiększenie nienasyconych kwasów tłuszczowych może prowadzić do niekorzystnych zmian w procesach lipolizy i utleniania, co prowadzi do niepożądanych zmian w smaku i zapachu mleka. Bertilsson i wsp. [5] wykazali związek między zwiększoną oksydacją tłuszczu a wzrostem ilości tłuszczu w dawce. Poziom wol-

Tabela 14
Zawartość wybranych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w mleku (test 3)

Kwasy tłuszczowe (g/100 g tłuszczu)	Grupa	Dzień doświadczenia			
		0		60	
		LSM	Se	LSM	Se
C18:2 9 cis 11 trans (CLA)	doświadczalna	0,598**	0,04	1,064**	0,04
	kontrolna	0,601	0,04	0,633	0,04
	istotność	ns		**	
C18:3	doświadczalna	0,703	0,16	0,854	0,16
	kontrolna	0,871	0,14	0,734	0,14
	istotność	ns		ns	
C20:4	doświadczalna	0,123**	0,01	0,162**	0,01
	kontrolna	0,115	0,01	0,115	0,01
	istotność	ns		**	
C20:5	doświadczalna	0,061**	0,006	0,094**	0,006
	kontrolna	0,067	0,005	0,071	0,006
	istotność	ns		ns	
C22:6	doświadczalna	0,015**	0,002	0,032**	0,002
	kontrolna	0,014	0,002	0,014	0,002
	istotność	ns		**	

* – istotne przy $P \leq 0,05$; ** – istotne przy $P \leq 0,01$; ns - nieistotne

nych kwasów tłuszczowych (FFA) oraz aldehydu malonowego (MDA) w mleku krów żywionych dawką z dodatkiem lnu był jednak taki sam, jak w grupie kontrolnej (tab. 7, 8, 9, 10). Wskazywałoby to, że dieta wzbogacona o tak niewielką ilość tłuszczu, pochodzącego z ziaren lnu, nie ma negatywnego wpływu na lipolizę i oksydację.

Zawartość w mleku antyoksydantów: β -karotenu, witaminy A i witaminy E uległa istotnemu wzrostowi po zastosowaniu w żywieniu dodatku nasion lnu i mieszanki mineralnej we wszystkich przeprowadzonych badaniach, a różnice między grupami doświadczalną i kontrolną były wysoko istotne (tab. 10, 11).

Wyniki badań eksperymentalnych wykazały, że CLA jest potencjalnym antykancerogennym czynnikiem (jest unikatowym naturalnym antyoksydantem). Dzięki temu odkryciu istnieje wielka nadzieja na zmianę opinii o produktach i surowcach pochodzących od przeżuwaczy, ponieważ właśnie tłuszcz przeżuwaczy jest naturalnym, bogatym źródłem CLA. Dlatego można spodziewać się wzrostu zainteresowania tzw. żywnością funkcjonalną, wzbogaconą w sprzężone dieny kwasu linolowego [3, 4, 13, 24]. W tabelach 12, 13,

14 przedstawiono zawartość wybranych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Stwierdzono bardzo korzystne zmiany w zawartości kwasu C_{18:2} 9 cis 11 trans (CLA). W pierwszym doświadczeniu różnica między grupą kontrolną a doświadczalną wyniosła ponad 300%. W doświadczeniu drugim poziom CLA w mleku krów doświadczalnych wzrósł o 83%, a w trzecim – o 78%. Największy wzrost zawartości CLA z 5 do 21 mg/g tłuszczu mleka w pierwszym teście jest zgodny z wynikami Jahreisa i wsp. [9]), którzy stosowali jednak znacznie większy dodatek tłuszczu niż w niniejszej pracy. Dodatek nasion lnu w połączeniu z mieszanką minerałów wpłynął korzystnie także na zawartość pozostałych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Stwierdzono wysoko istotne różnice w zawartości tych kwasów między grupami kontrolną i doświadczalną. Jedynie w pierwszym doświadczeniu różnice te były mniej wyraźne. Prawdopodobnie jest to wynikiem pobrania prób do analiz w 14 dniu doświadczenia.

PODSUMOWANIE

Wysoko istotny wzrost poziomu nienasyconych kwasów tłuszczowych, a w szczególności CLA, oraz obniżenie zawartości cholesterolu w mleku krów żywionych dawką wzbogaconą minimalnym dodatkiem siemienia lnianego i minerałów wskazuje, że ten dodatek wywiera pożądany, pozytywny wpływ na skład mleka i może być rekomendowany jako alternatywna metoda modyfikacji składu mleka w kierunku jego prozdrowotnych właściwości.

Niewielka dawka siemienia lnianego w połączeniu z mieszanką mineralną modyfikuje istotnie zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych tłuszczu mlecznego i cholesterolu, nie powodując jednocześnie negatywnych zmian w wydajności mleka i zawartości białka w mleku.

Literatura: 1. AOAC: Official Methods of Analysis of the Associated Official Analytical Chemists, Chapter 32, Washington, DC, 1990. 2. Barrefors P., Everitt B.: The increased problem of oxidation taste in milk: experiences from a field study in Sweden in Milk, in „Milk in

nutrition effects of production and processing factors". Proc. of NJF/NMR seminar NO. 252 Ed. Mantere-Alhonen S & Majjala K., Turku, Finland 1995. 3. **Belury M.A., Moya-Camarena S.Y., Liu K. L., Vanden Heuvel J. P.:** J. Nutr. Biochem. 8, 579-584, 1997. 4. **Belury M.A., Vanden Heuvel J.P.:** Nutr. Dis. Update J. 1, 59-63, 1997. 5. **Bertilsson J., Emanuelsson M., Murphy, M.:** Manipulation of milk and body composition in dairy cows. Proc. of 45th EAAP, Edinburgh, 1994. 6. **Brzóška F., Gąsior R., Sala K., Zyzak W.:** J. Anim. Feed Sci. 8 (3), 367-378, 1999. 7. **Grodzki H., Nałęcz-Tarwacka T., Ślósarz J., Przysucha T.:** Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego 60, 221-231. PTZ, Warszawa 2002. 8. **Hwang S.C., Kim D.S., Maeng W.J.:** Proc. of 8th World Congress on Animal Production. 1, 340-341, 1998. 9. **Jahreis G., Fritsche J., Kraft J.:** Species dependent, seasonal and dietary variation of Conjugated linoleic acid in milk in „Advances in Conjugated Linoleic Acid Research” v.1, 215-225, Ed. Yurawecz M.P., Mossoba M.M., Kramer J.K.G., Parza M.W., Nelson G.J., Acad.Press, Illinois, USA, 1999. 10. **Kritchevsky D.:** J. Nutr. 128, 449, 1998. 11. **Lawless F., Murphy J.J., Harrington D., Devery R., Stanton C.:** J. Dairy Sci. 81, 3259-3267, 1998. 12. **Leszko E.:** Poziom funkcjonalnych składników w mleku krów rasy polskiej czerwonej i czarno-białej zależnie od warunków środowiskowych. Praca magisterska. SGGW, Warszawa 2001. 13. **Majjala K.:** Livest. Prod.Sci. 65, 1-18, 2000. 14. **Niki E., Yamamoto Y., Takahashi M., Komuru E., Miyama Y.:** Ann. of N. Y. Academy of Sciences 570, 23-31, 1989. 15. **Reklewska B., Ryniewicz Z., Nałęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Karaszewska A., Gałka E.:** Zeszyty Naukowe Zakładu Hodowli Owiec i Kóz 1, 141-147, SGGW, Warszawa 1997. 16. **Reklewska B., Ryniewicz Z., Karaszewska A., Góralczyk M.:** Nauka-Proizvodstvu, 232-237, 1999. 17. **Reklewska B., Ryniewicz Z., Góralczyk M., Karaszewska A., Zdziarski K.:** Dietary modification

of antioxidant content in milk fat. Abstract book of the Conference on Mammary Gland Biology, COST 825, Tours, 1999. 18. **Reklewska B., Góralczyk M., Ryniewicz Z., Oprządek A., Karaszewska A., Reklewski Z.:** Możliwości modyfikacji profilu kwasów tłuszczowych oraz obniżania poziomu cholesterolu w osoczu krwi i tłuszczu mleka kóz i krów. Działalność Naukowa PAN. Wybrane zagadnienia. Wyd. PAN, 10, 120-122, 2000. 19. **Reklewski Z., Dymnicki E.:** Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego 55, 81-99. PTZ, Warszawa 2001. 20. SAS Institute. SAS/STAT User's Guide, Release 6.07 Edition. SAS Inst., Cary, NC, 1992. 21. **Song M.K., Huang Z.Z., Choi S.H.:** Proc. of 8th WCAP 1, 556-557, 1998. 22. Sytuacja na rynku mleka. KZSM nr 33, 2001. 23. **Tesfa A.:** Dietary fat as modifier of milk fatty acids, in „Milk in nutrition effects of production and processing factors”. Proc. of NJF/NMR seminar NO. 252 Ed. Mantere-Alhonen S & Majjala K., Turku, Finland, 1995. 24. **Vanden Heuvel J.P.:** J. Nutr. 129 (suppl.), 575S-580-S, 1999. 25. **Wagner J., Karaszewska A., Tomicki Z., Reklewska B.:** Proceedings of the XIX International Congress of Polish Physiological Society, Toruń, p. 513, 1993. 26. **Wagner J., Karaszewska A., Tomicki Z., Zaborowska A.:** Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego 14, 115-121. PTZ, Warszawa 1994.

Autorzy: prof. dr hab. Zygmunt Reklewski, dr Artur Oprządek, dr Jolanta Oprządek – Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu, ul. Postępu 1, 05-552 Wólka Kosowska; prof. dr hab. Barbara Reklewska – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt, Zakład Hodowli Bydła, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa; prof. Lothar Panicke – Forschungsinstitut für die Biologie Landwirtschaftlicher Nutztiere Dummerstorf, Wilhelm-Stahl Allee 2, 18196 Dummerstorf

Artykuł recenzowany

Owce i kozy źródłem żywności funkcjonalnej

Krystyna Pieniak-Lendzion

Akademia Podlaska w Siedlcach

Żywnienie jest jednym z podstawowych warunków rozwoju życia i zdrowia człowieka. Odgrywa także istotną rolę społeczną związaną ze stylem i poziomem życia. W obecnej dobie głównym kryterium wyboru produktów jest ich jakość, w tym coraz częściej ich bezpieczeństwo zdrowotne, czyli tzw. bezpieczna żywność, i właściwości prozdrowotne, czyli tzw. żywność funkcjonalna. W odniesieniu do produktów pochodzenia zwierzęcego szczególnie ważnymi [8] kryteriami są: ograniczenie do minimum odtuszczenia, minimalna zawartość cholesterolu oraz optymalny profil kwasów tłuszczowych, przy maksymalnej zawartości stosunkowo niedawno odkrytego sprzężonego kwasu linolowego (SKL).

Żywność funkcjonalna to żywność XXI wieku, która łączy w sobie funkcje: odżywcze, sensoryczne i fizjologiczne. W literaturze światowej żywność funkcjonalna określana jest jako pożywienie, które przedłuża życie i oddala czas nadejścia starości, a spożywając ją wyglądamy i czujemy się młodo.

Jednocześnie trzeba zaznaczyć, że jest to żywność szczególnie dla tych wszystkich, którzy interesują się problematyką żywienia i jego wpływem na organizm człowieka i dzięki swojej wiedzy mogą wybierać tego typu żywność spośród innej [5].

Wymogi te spełniają produkty pochodzenia owczego i koziego, z walorów których przeciętny konsument nie zdaje sobie sprawy. Produkty od tych zwierząt cieszą się dużym uznaniem w wielu krajach świata, gdzie są uznawane za artykuły dietetyczne i delikatesowe.

Cenne zalety produktów pochodzenia zwierzęcego w coraz większym stopniu poznawane są dzięki licznym badaniom prowadzonym w polskich i zagranicznych placówkach naukowych. Wśród naukowców znany jest fakt, że u owiec i kóz bardzo rzadko obserwuje się występowanie chorób nowotworowych, a zatem w organizmie tych zwierząt musi istnieć czynnik ochronny, który wyklucza rozwój tych form chorobowych. Przypuszczalnie są nimi tzw. kwasy orotowe, znajdujące się we wszystkich narządach i mięśniach, a szczególnie w wątrobie, śledzionie, sercu oraz w mleku. Właśnie z tego względu lekarze z Europy Zachodniej zalecają spożywanie mleka i mięsa od tych gatunków zwierząt, jako niezwykle zdrową żywność. W tabeli 1 przedstawiono dane, dotyczące zawartości kwasów orotowych w mleku różnych gatunków zwierząt i w mleku ludzkim.

Analizując dane tabeli 1 wykazano, że mleko owcze, w porównaniu z mlekiem innych gatunków zwierząt oraz mlekiem ludzkim, charakteryzuje się zdecydowanie najwyższym ich poziomem. Wytworzone przez organizm owcy kwasy orotowe są wykorzystywane do produkcji antyrakowych preparatów