

## **Wpływ wybranych czynników na wartość energetyczną mleka krów**

**Danuta Borkowska, Ewa Januś**

Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu,  
ul. Szczepkowska 102, 22-400 Zamość

W pracy oceniono wpływ kolejnej laktacji i jej stadium, sezonu żywienia, wydajności dobowej mleka, zawartości mocznika i liczby komórek somatycznych w mleku na jego wartość energetyczną. Analizie poddano 5680 prób mleka pochodzących od krów utrzymywanych w 7 stadach o przeciętnej wydajności powyżej 6000 kg mleka. Stwierdzono, że wartość energetyczna mleka była niższa w początkowych miesiącach laktacji i od 2. miesiąca systematycznie wzrastała. Mleko pozyskiwane w sezonie żywienia zimowego charakteryzowało się wysoko istotnie wyższą wartością energetyczną. Wzrost wydajności dobowej i zaniżony poziom mocznika w mleku powodowały spadek jego wartości energetycznej. Mniej regularne zależności obserwowano w odniesieniu do kolejnej laktacji i liczby komórek somatycznych w mleku.

**SŁOWA KLUCZOWE:** wartość energetyczna mleka / sezon żywienia / wydajność dobową mleka / stadium laktacji

Wartości odżywczej mleka nie dorównuje żaden produkt spożywczy i nie można go zastąpić żadnym innym [3, 14]. Organizm człowieka potrzebuje do życia około 60 różnych składników pokarmowych z mieszaniny różnorodnych produktów żywnościowych. Wszystkie te składniki znajdują się w mleku krowim [2, 8, 14]. W stanie niedostatku żywności dostarczenie człowiekowi 1 litra mleka i około 600-700 g chleba dziennie pozwala mu przeżyć przez wiele tygodni bez większego uszczerbku na zdrowiu [1].

Mleko, jako pełnowartościowy produkt, pozwala na znaczne ograniczenie kaloryczności pożywienia, bowiem w porównaniu do innych rodzajów żywności jest środkiem spożywczym o wyraźnie małym ładunku energetycznym. Sprawia to znaczna zawartość wody w stosunku do tłuszczu. Według Pijanowskiego [9] wartość energetyczna mleka wynosi 500-700 kcal/kg i pokrywa około 20-25% dziennego zapotrzebowania człowieka na energię. Pochodzi ona w około 49% z tłuszczu zawartego w mleku, w 40% – z cukru mlekowego i w 11% – z białek. Wobec preferowanej obecnie żywności niskokalorycznej mleko odpowiada w pełni tym oczekiwaniom [2, 8].

Celem badań była ocena wpływu kolejnej laktacji i jej stadium, sezonu żywienia, wydajności dobowej mleka, zawartości mocznika i liczby komórek somatycznych w mleku na jego wartość energetyczną.

## Materiał i metody

W pracy wykorzystano dane zawarte w dokumentacji hodowlanej prowadzonej w 7 gospodarstwach objętych oceną użytkowości mlecznej krów. Utrzymywano w nich łącznie 350 krów, przy czym pogłowie w poszczególnych oborach wahało się od 16 do 100 sztuk. We wszystkich stadach przeciętna wydajność roczna wynosiła ponad 6000 kg mleka od krowy.

Ze sprawozdań okresowych wyników oceny wartości użytkowej krów wynotowano dane dotyczące dobowej wydajności mleka (kg), zawartości tłuszczu, białka i laktozy (%), zawartości mocznika (mg/l) oraz liczby komórek somatycznych (tys./ml) w 5680 próbach mleka. Wyniki dotyczące procentowej zawartości tłuszczu, białka i laktozy posłużyły do obliczenia wartości energetycznej mleka. Obliczeń tych dokonano dwiema metodami, według wzorów podawanych przez Kleiber [4] – E<sub>1</sub> oraz Walstra i Jennesa [13] – E<sub>2</sub>:

$$E_1 \text{ (kcal/kg)} = (\% \text{ tłuszczu} \times 92) + (\% \text{ białka} \times 58,6) + (\% \text{ laktozy} \times 39,5)$$

$$E_2 \text{ (kJ/kg)} = 370 (\% \text{ tłuszczu}) + 170 (\% \text{ białka}) + 168 (\% \text{ laktozy}) + 18$$

W celu ujednoczenia wyników wartość E<sub>2</sub>, wyrażoną w kJ/kg, przeliczono na kcal/kg i oznaczono jako E<sub>3</sub>.

Obliczenia statystyczne wykonano w programie SPSS. W analizie wariancji uwzględniono wpływ na wartość energetyczną mleka następujących czynników:

- kolejna laktacja (I, II, III oraz IV i dalsze);
- stadium laktacji, miesiące (1, 2, 3, ..., 10, 11-18, 19 i dalsze);
- sezon żywienia (letni – miesiące V-X i zimowy – miesiące XI-IV);
- poziom wydajności dobowej mleka ( $\leq 20,0$  kg; 20,1-30,0 kg i  $> 30,0$  kg);
- zawartość mocznika ( $\leq 140$  mg/l, 141-250 mg/l i  $> 250$  mg/l);
- liczba komórek somatycznych (do 100 tys./ml, 101-400 tys./ml, 401-1000 tys./ml i  $> 1000$  tys./ml).

Istotność różnic pomiędzy średnimi w obrębie analizowanych czynników oszacowano testem Duncana.

## Wyniki i dyskusja

Średnia wartość energetyczna mleka, w zależności od metody obliczeń, wynosiła 808,2 kcal/kg oraz 734,6 kcal/kg (tab. 1). Była ona zatem znacznie wyższa w porównaniu do wartości wyliczonych przez innych autorów [7, 12].

Kolejny miesiąc laktacji istotnie różnicował wartość energetyczną mleka. W 1. miesiącu po wycieleniu wynosiła ona średnio: E<sub>1</sub> = 803,2 kcal/kg i E<sub>3</sub> = 734,2 kcal/kg. W następnym obniżyła się odpowiednio o 48,2 i 43,0 kcal/kg i osiągnęła najniższą

**Tabela 1 – Table 1**

Wartość energetyczna mleka w poszczególnych miesiącach laktacji  
 Energetic value of milk in particular months of lactation

Miesiąc laktacji Months of lactation	Liczba prób Number of samples	Wartość energetyczna mleka (kcal/kg) Energetic value of milk (kcal/kg)			
		E <sub>1</sub>		E <sub>3</sub>	
		$\bar{x}$	Sd	$\bar{x}$	Sd
1	461	803,2	103,1	734,2	96,6
2	524	755,0	78,3	691,2	73,6
3	520	762,3	90,9	696,1	85,0
4	486	776,9	90,2	708,5	84,2
5	468	783,0	85,9	712,8	50,2
6	431	790,3	82,4	718,4	76,4
7	439	798,8	96,2	725,2	89,1
8	415	813,7	96,5	738,3	88,7
9	414	823,4	86,8	746,3	79,7
10	320	845,1	91,6	765,2	83,9
11-18	1091	866,2	100,1	783,2	91,1
19 i dalsze 19 and next	111	893,6	109,8	806,2	99,4
Ogółem i średnio Total and average	5680	808,2	100,4	734,6	91,5

Istotność różnic dla E<sub>1</sub> – Significance of differences for E<sub>1</sub>:

przy P≤0,01 – at P≤0.01: 1 – 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12; 2 – 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12; 3 – 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12; 4 – 7, 8, 9, 10, 11, 12; 5, 6 – 8, 9, 10, 11, 12; 7 – 9, 10, 11, 12; 8, 9 – 10, 11, 12; 10 – 11, 12; 11 – 12

przy P≤0,05 – at P≤0.05: 1 – 6; 3 – 4; 4 – 6; 5 – 7; 7 – 8

Istotność różnic dla E<sub>3</sub> – Significance of differences for E<sub>3</sub>:

przy P≤0,01 – at P≤0.01: 1 – 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12; 2 – 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12; 3 – 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12; 4 – 7, 8, 9, 10, 11, 12; 5, 6 – 8, 9, 10, 11, 12; 7 – 9, 10, 11, 12; 8, 9 – 10, 11, 12; 10 – 11, 12; 11 – 12

przy P≤0,05 – at P≤0.05: 1 – 9; 3 – 4; 4 – 6; 5 – 7; 7 – 8

wartość w przebiegu całej laktacji. Od 3. miesiąca po ociepleniu obserwowano sukcesywny wzrost wartości energetycznej mleka – o 6,1-27,4 kcal w przypadku E<sub>1</sub> i o 4,3-23,0 kcal/kg w przypadku E<sub>3</sub>. W efekcie mleko pozyskiwane w laktacjach przedłużonych, tj. trwających dłużej niż 10 miesięcy, charakteryzowało się najwyższą wartością energetyczną. Na podobne zależności wskazują badania innych autorów [7, 12]. Wzrost wartości energetycznej mleka wraz z upływem laktacji może wynikać z faktu wzrastającej w nim koncentracji tłuszczu i białka w kolejnych miesiącach po wycieleniu [6, 11].

Mleko pozyskiwane w zimowym sezonie żywienia charakteryzowało się wyższą wartością energetyczną w porównaniu z okresem letnim. Różnice wynoszące 44,3 kcal/kg (E<sub>1</sub>) oraz 37,6 kcal/kg (E<sub>3</sub>) były istotne przy P≤0,01. Niska wartość energetyczna mleka w sezonie żywienia letniego jest prawdopodobnie konsekwencją niższej koncentracji w nim tłuszczu i białka, co wykazano w wielu badaniach [5, 6, 10]. Jak podają Ludwiczuk i wsp. [6], wyższa zawartość tłuszczu i białka w mleku pozyskiwanym od krów w sezonie zimowym może wynikać z większego udziału w dawce pokar-

**Tabela 2 – Table 2**

Wpływ kolejnej laktacji, sezonu żywienia, wydajności dobowej mleka, zawartości mocznika i liczby komórek somatycznych w mleku na jego wartość energetyczną

Influence of successive lactation, feeding season, daily milk yield, content of urea level and somatic cell count in milk on its energetic value

Czynnik – Factor	Liczba prób Number of samples	Wartość energetyczna mleka (kcal/kg) Energetic value of milk (kcal/kg)			
		E <sub>1</sub>		E <sub>3</sub>	
		$\bar{x}$	Sd	$\bar{x}$	Sd
Kolejna laktacja: Successive lactation:					
I	2009	807,2 <sup>Aa</sup>	93,2	734,2 <sup>A</sup>	84,5
II	1551	821,3 <sup>B</sup>	104,8	745,9 <sup>B</sup>	95,1
III	941	802,5 <sup>A</sup>	106,0	729,3 <sup>C</sup>	97,6
IV i dalsze – IV and next	1179	797,4 <sup>Ab</sup>	99,6	724,7 <sup>C</sup>	91,6
Sezon żywienia – Feeding season:					
letni – summer (V-X)	2407	782,7 <sup>A</sup>	97,3	712,5 <sup>A</sup>	89,5
zimowy – winter (XI-IV)	3273	827,0 <sup>B</sup>	98,4	750,1 <sup>B</sup>	89,5
Wydajność dobową mleka (kg): Daily milk yield (kg):					
≤20,0	2592	840,5 <sup>A</sup>	101,9	761,5 <sup>A</sup>	92,5
20,1-30,0	2429	785,8 <sup>B</sup>	90,2	715,8 <sup>B</sup>	83,8
>30,0	659	764,1 <sup>C</sup>	90,2	698,3 <sup>C</sup>	84,6
Zawartość mocznika (mg/l): Content of urea (mg/l):					
≤140	1509	802,1 <sup>A</sup>	99,5	730,2 <sup>A</sup>	91,5
141-250	2303	807,2 <sup>A</sup>	97,4	733,3 <sup>A</sup>	89,0
>250	1868	814,6 <sup>Bb</sup>	104,2	739,8 <sup>Bb</sup>	94,3
LKS (tys./ml) – SCC (thous./ml):					
≤100	1317	776,7 <sup>A</sup>	87,4	708,4 <sup>A</sup>	80,4
101-400	2064	818,9 <sup>B</sup>	98,2	744,5 <sup>B</sup>	89,5
401-1000	1105	815,2 <sup>B</sup>	101,6	739,8 <sup>B</sup>	92,6
>1000	1194	818,2 <sup>B</sup>	108,8	741,8 <sup>B</sup>	99,7
Ogółem i średnio Total and average	5680	808,2	100,4	734,6	91,5

Średnie w obrębie analizowanych czynników oznaczone różnymi literami różnią się istotnie: duże litery – przy  $P \leq 0,01$ ; małe litery – przy  $P \leq 0,05$

Within the particular factors means marked with different letters differ significantly: capital letters –  $P \leq 0.01$ ; small letters –  $P \leq 0.05$

mowej pasz włóknistych i prawdopodobnie z wyższego, niż w lecie, poziomu energii w dawce.

Analizując wpływ dobowej wydajności na wartość energetyczną mleka stwierdzono istotne (przy  $P \leq 0,01$ ) jej obniżanie się wraz ze wzrostem ilości produkowanego przez zwierzęta mleka. Najwyższą wartość energetyczną wynoszącą 840,5 kcal/kg (E<sub>1</sub>) i 761,5 kcal/kg (E<sub>3</sub>) odnotowano u krów, których dobową produktywność nie przekraczała 20 kg mleka. W przypadku wydajności wynoszącej 20,1-30,0 kg i powyżej 30,0 kg mleka wartości E<sub>1</sub> były niższe, odpowiednio o 54,7 i 76,4 kcal/kg, a E<sub>3</sub> – o 45,7 i 63,2 kcal/kg. Obniżanie się wartości energetycznej towarzyszące wzrastającej wydajności mleka obserwowali również Neja i wsp. [7].

Podwyższonemu poziomowi mocznika (>250 mg/l) towarzyszyła najwyższa wartość energetyczna mleka. W zależności od metody obliczeń wynosiła ona: E<sub>1</sub> – 814,6 kcal/kg; E<sub>3</sub> – 738,8 kcal/kg. W obydwu przypadkach wartość ta różniła się: przy P≤0,01 z wyliczoną dla najniższego poziomu mocznika (tj. do 140 mg/l) i przy P≤0,05 w odniesieniu do zawartości optymalnej (141-250 mg/l).

Zależności pomiędzy kolejną laktacją oraz liczbą komórek somatycznych w mleku a jego wartością energetyczną były mniej wyraźne. Krowy po drugim ocieleniu oraz wykazujące podwyższony do 101-400 tys./ml poziom komórek somatycznych produkowały mleko o najwyższej wartości energetycznej.

Podsumowując uzyskane wyniki można stwierdzić, że stadium laktacji, sezon żywienia, poziom wydajności dobowej oraz zawartość mocznika w mleku w największym stopniu determinowały jego wartość energetyczną. W miarę zaawansowania laktacji wartość energetyczna mleka wzrastała. Wzrost wydajności dobowej i niski poziom mocznika w mleku powodowały spadek jego wartości energetycznej. W odniesieniu do kolejnej laktacji i liczby komórek somatycznych w mleku zależności między nimi i wartością energetyczną były mniej wyraźne.

## PIŚMIENNICTWO

1. CHARZEWSKA J., ROGALSKA-NIEDŹWIEDŹ M., WOSZCZYK B., 2003 – Spożycie mleka a zdrowie publiczne. *Przegląd Mleczarski* 3, 87-92.
2. GAWĘCKI J., MOSSOR-PIETRASZEWSKA T., 2004 – Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
3. JABŁOŃSKI E., PYTASZ U., 1996 – Mleko i jego przetwory źródłem niezbędnych składników diety. *Przegląd Mleczarski* 8, 230-232.
4. KLEIBER M., 1961 – Ogień życia. Zarys bioenergetyki zwierząt. Wyd. PWRiL, Warszawa.
5. LITWIŃCZUK Z., TETER U., TETER W., STANEK P., CHABUZ W., 2006 – Ocena wpływu niektórych czynników na wydajność i jakość mleka krów utrzymywanych w gospodarstwach farmerskich. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* t. 2, nr 1, 133-140.
6. LUDWICZUK K., BRZOZOWSKI P., ZDZIARSKI K., 2001 – Wpływ wybranych czynników na wydajność mleczną, zawartość komórek somatycznych i skład chemiczny mleka pozyskiwanego od krów rasy c.b. oraz mieszańców rasy c.b. i h.f. o różnym udziale genów bydła rasy h.f. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 55, 123-131.
7. NEJA W., SAWA A., PIWCZYŃSKI D., 2002 – Wpływ wybranych czynników na wartość energetyczną mleka. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 62, 169-174.
8. PEŁCZYŃSKA E., 1996 – Wartość odżywcza mleka. *Medycyna Weterynaryjna* 52, 671-674.
9. PIJANOWSKI E., 1980 – Zarys chemii i technologii mleczarstwa. Wyd. PWRiL, Warszawa.
10. SAWA A., CHMIELNIK H., BOGUCKI M., CIEŚLAK M., 2000 – Wpływ wybranych czynników pozagenetycznych na wydajność, skład i zawartość komórek somatycznych w mleku wysoko wydajnych krów. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 51, 165-170.
11. SAWA A., PIWCZYŃSKI D., 2002 – Komórki somatyczne a wydajność i skład mleka krów mieszańców cb x hf. *Medycyna Weterynaryjna* 58, 636-640.
12. TOMASZEWSKI A., HIBNER A., CHUDOBA K., 1998 – Kształtowanie się wartości energetycznej mleka krów w trakcie laktacji. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu* 331, 209-214.
13. WALSTRA P., JENNES R., 1984 – Dairy chemistry and physics. Wiley & Sons, New York, 358.

14. WĄDOŁOWSKA L., 2000 – Mleko w żywieniu ludzi dorosłych w świetle współczesnych zaleceń żywieniowych. *Przegląd Mleczarski* 8, 244-246.

Danuta Borkowska, Ewa Januś

## Influence of selected factors on energetic value of cow milk

### S u m m a r y

The aim of the study was to evaluate the influence of successive lactation and its stage, feeding season, daily milk yield, urea content and somatic cell count on energetic value of milk. The investigations were conducted in 7 herds with average milk yield of over 6000 kg of milk. In total 5680 milk samples was analyzed. It was found that in the early months of lactation the energetic value of milk was lowest and from the 2 month increased systematically. Milk from winter feeding season was characterized by significantly higher energetic value than in summer feeding season. An increase of daily milk yield and reduced urea level involved the decreasing energetic value of milk. In relation to successive lactation and somatic cell count in milk less regular influence was observed.