

# ACTA SCIENTIARUM POLONORUM

Czasopismo naukowe założone w 2001 roku przez polskie uczelnie rolnicze

## **Medicina Veterinaria**

Weterynaria

Veterinary Medicine

11 (3) 2012



Bydgoszcz Kraków Lublin Olsztyn  
Poznań Siedlce Szczecin Warszawa Wrocław

## **Executive Board of *Acta Scientiarum Polonorum***

Jerzy Sobota (Wrocław) – chairman

Józef Bieniek (Kraków), Barbara Gąsiorowska (Siedlce), Wiesław Nagórko (Warszawa),  
Janusz Prusiński (Bydgoszcz), Ewa Sobecka (Szczecin), Krzysztof Szkucik (Lublin),  
Waldemar Uchman (Poznań), John Wallace (Aberdeen), Ryszard Żróbek (Olsztyn)

## **Scientific Board of *Medicina Veterinaria***

Wojciech Zawadzki (Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland) – chairman,  
e-mail: wojciech.zawadzki@up.wroc.pl

Ryszard Bobowiec (University of Life Sciences in Lublin, Poland), Rose Carabaño (Universidad  
Politécnica de Madrid, Spain), Andrzej Depta (University of Warmia and Mazury in Olsztyn,  
Poland), Dusan Jalc (Slovak Academy of Sciences, Slovakia), Qystein V. Sjaastad  
(The Norwegian School of Veterinary Science, Oslo, Norway), Jacek Szczawiński  
(Warsaw University of Life Sciences, Poland), Gustavo Xiccato (University of Padua, Italy)

Bożena Króliczewska (Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland) – secretary  
e-mail: bożena.króliczewska@up.wroc.pl

**Covered by: Agro, Ulrich's Database, Copernicus Index, EBSCOhost**

ISSN 1644–0676 (print) ISSN 2083–8670 (on-line)

Print edition is an original (reference) edition

Cover design  
Daniel Morzyński

Text editor  
Ewa Jaworska, e-mail: ewa.jaworska@up.wroc.pl

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Sopocka 23, 50-344 Wrocław, Poland  
e-mail: wyd@up.wroc.pl <http://www.up.wroc.pl>

Printed: 150 + 16 copies Publishing sheets: 2,2 Printing sheets: 2,1  
PRINT sp. j. Z. Przyborowski, H. Ambroży  
ul. Wykładowa 62, 51-520 Wrocław

*Szanowni Państwo,*

*Przekazujemy Państwu kolejny zeszyt ACTA SCIENTIARUM POLONORUM Medicina Veterinaria, czasopisma naukowego wydawanego przez wszystkie polskie uczelnie rolnicze i przyrodnicze w 14 seriach. Seria Medicina Veterinaria ukazuje się nakładem Wydawnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.*

*Czasopismo nasze publikuje oryginalne prace z zakresu szeroko rozumianej medycyny weterynaryjnej oraz pokrewnych obszarów wiedzy, z naciskiem na aspekty praktyczne. Publikowane są zarówno oryginalne prace badawcze, jak i artykuły o charakterze monograficznym, w języku polskim lub angielskim, ze streszczeniami w obydwu językach, także wszystkie opisy rysunków i tabel są dwujęzyczne. Prace są recenzowane przez najlepszych specjalistów z danej dziedziny. Również w bieżącym numerze dominują prace o charakterze aplikacyjnym.*

*Od roku 2007 czasopismo wydawane jest jako kwartalnik. Szczegóły dotyczące przygotowania artykułu oraz wymogi redakcyjne można znaleźć na stronie [www.acta.media.pl](http://www.acta.media.pl).*

*Zespół Redakcyjny*

*Dear Readers,*

*It is a great pleasure to introduce you the next issue of ACTA SCIENTIARUM POLONORUM Medicina Veterinaria, a scientific journal published by all Polish universities of environmental sciences. The series of Medicina Veterinaria is released by publishing house of Wroclaw University of Environmental and Life Sciences.*

*The journal publishes original papers of broadly understood veterinary medicine and related topics, with emphasis on practical aspects. There are published both original research articles and monographs, in Polish or English, with abstracts in both languages, as well all figures' and tables' captions are bilingual. The papers are reviewed by the best specialists in the field. This issue is also dominated by the application problems.*

*Since 2007 the journal has been published as a quarterly. Details concerning the instruction for authors and editorial requirements can be found at [www.media.pl](http://www.media.pl).*

*Editorial Team*

## **WPLYW STADIUM LAKTACJI NA WYDAJNOŚĆ I WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE ORAZ SKŁAD PODSTAWOWY MLEKA KRÓW PIERWIASTEK**

Ewa Pecka, Andrzej Zachwieja, Wojciech Zawadzki,  
Jowita Kaszuba, Joanna Tumanowicz

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Streszczenie.** Badania przeprowadzono w stadzie krów phf. Doświadczeniem objęto krowy pierwiastki. W próbach mleka określono: zawartość białka, tłuszczu, laktozy, suchej masy, suchej masy beztłuszczowej, pH, °SH, gęstość, termostabilność. Z wydruków RW-2 odczytano wydajność krów. Podczas doświadczenia analizowano zróżnicowanie cech mleka w zależności od stadium laktacji.

Wydajność mleczna krów pierwiastek wzrastała do 90. dnia doju, a od IV miesiąca laktacji uległa obniżeniu. Przeprowadzone badania wykazały najwyższy poziom tłuszczu, białka, suchej masy oraz suchej masy beztłuszczowej w mleku krów pozyskanym w XI miesiącu doju. W XIII miesiącu laktacji mleko charakteryzowało się najwyższą gęstością o pH zbliżonym do punktu izoelektrycznego kazein. Podsumowując, można stwierdzić, że w okresie laktacji wydajność, skład i cechy fizykochemiczne wydzieliny gruczołu mlekowego krów ulegają zmianom, a mleko o najbardziej pożądanym właściwościach technologicznych produkują krowy w XI i XIII miesiącu doju.

**Słowa kluczowe:** krowy, mleko, właściwości fizykochemiczne, wydajność

### **WSTĘP**

Mleko różnych gatunków zwierząt ma wysoką wartość odżywczą, co powoduje, że jest jednym z bardziej wartościowych pokarmów dla człowieka [Vargiu i in. 1994]. W mleku znajdują się związki w formie rozpuszczonej lub zawieszonyj, tj. tłuszcz, białko, laktoza, witaminy, składniki mineralne itd. [Litwińczuk i in. 2006]. Właściwości fizyko-chemiczne mleka oraz wydajność wszystkich ssaków, a w tym także i krów

---

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Adres do korespondencji – Corresponding author: Ewa Pecka, Zakład Fizjologii Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C.K. Norwida 31, 50-375 Wrocław, pecka.ewa@gmail.com

w czasie laktacji są zmienne. Zależą one od czynników genetycznych oraz środowiskowych [Elschner i in. 1997, Mroczkowski i in. 1999, Oler i in. 2005, Antkowiak i in. 2007, Miciński i in. 2008, Pecka i Tumanowicz 2010]. Zmiany składu mleka i cech fizykochemicznych mleka surowego mają bezpośredni wpływ na jego wartość biologiczną i przydatność do przetwórstwa [Kubus i Kmiecik 2006, Waławski i in. 1994, Pecka i in. 2012]. Określenie wpływu stadium laktacji na wydajność krów oraz na właściwości fizykochemiczne wydzieliny gruczołu mlekowego może być pomocne w uzyskaniu mleka o pożądanych właściwościach niezbędnych do uzyskania wysokiej jakości produktu w przetwórstwie mleczarskim.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu stadium laktacji na wydajność, skład podstawowy oraz właściwości fizykochemiczne mleka krów pierwiastek.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono od maja 2008 do kwietnia 2009 r. w stadzie krów pierwiastek, rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej odmiany czarno-białej. Zwierzęta utrzymywane były w systemie wolnostanowiskowym, a podstawą żywienia krów była mieszanka pełnoporcjowa TMR. Mleko do analiz pobrano zgodnie z Polską Normą PN-86/A-86041 w trakcie trwania próbnych dojów. Dane dotyczące wydajności krów oraz stadium laktacji odczytano z wydruków RW-2. Podczas doświadczenia analizowano zróżnicowanie cech mleka w zależności od stadium laktacji w obrębie czternastu grup ustalonych według dni doju. Pierwszą grupę stanowiło mleko krów będących od 5. do 30. dnia laktacji, a kolejne grupy ustalone były według przedziałów co 30 dni laktacji aż do 420. dnia doju. W próbkach świeżego mleka od krów określono: zawartość białka, tłuszczu, laktozy, suchej masy, suchej masy beztłuszczowej, pH, °SH, gęstość, termostabilność.

Analizy składu mleka oraz jego właściwości fizykochemiczne określono według metod:

- kwasowość czynną przy użyciu pehametru Level2;
- kwasowość potencjalną metodą Soxhleta-Henkla; do 10 ml mleka dodawano 0,4 ml 2% alkoholowego roztworu fenoloftaleiny i miareczkowano mianowanym roztworem NaOH ( $0,25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) do uzyskania jasnorożowego zabarwienia utrzymującego się przez ok. 30 sekund;
- termostabilność oznaczono za pomocą próby alkoholowej – 10 ml mleka miareczkowano 96% alkoholem etylowym do czasu wystąpienia koagulacji kazeiny; liczbę alkoholową określa ilość zużytego alkoholu wyrażonego w ml powodująca koagulację białka w badanej objętości próbki (PN-68-A 86122);
- gęstość oznaczono za pomocą gęstościomierza DMA 35N Density Meter;
- zawartość: białka, tłuszczu, laktozy, suchej masy, suchej masy beztłuszczowej przy użyciu aparatu Bentley Instruments 150.

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą wieloczynnikowej analizy wariancji, stosując program komputerowy Statistica 9.0. Istotność różnic między grupami ustalono przy użyciu testu Duncana.

## WYNIKI I OMÓWIENIE

W trakcie trwania doświadczenia dobową wydajność mleczną krów ulegała obniżeniu ( $p \leq 0,01$ ) od VII miesiąca do końca trwania laktacji w odniesieniu do V miesiąca doju (tab. 1). Stwierdzono wzrost ( $p \leq 0,01$ ) wydajności w I i II stadium laktacji w porównaniu z XI i XIV miesiącem doju. W pierwszej i trzeciej fazie laktacji odnotowano tendencję wzrostową ( $p \leq 0,05$ ) wydajności mlecznej krów w porównaniu z VII, VIII, IX miesiącami doju. Zaobserwowano również sukcesywne obniżenie ( $p \leq 0,05$ ) wydajności krów od X do XIV miesiąca laktacji. Przeprowadzone badania wykazały istotnie wyższy ( $p \leq 0,05$ ) poziom tłuszczu w mleku krów będących w XI miesiącu laktacji w porównaniu z mlekiem pozyskanym w III fazie laktacji. Najwyższy poziom tłuszczu w mleku odnotowano w XI fazie laktacji, a najniższy w II fazie doju. Istotnie niższą ( $p \leq 0,01$ ) zawartość białka wykazano w mleku krów będących w stadium laktacji XI i XIV, w porównaniu z mlekiem od krów będących pomiędzy 5. a 30. dniem doju. Zawartość białka w mleku ulegała nieznacznemu wzrostowi w miarę upływu laktacji. Odnotowano zwiększony ( $p \leq 0,05$ ) udział białka w XI i XIV miesiącu laktacji w porównaniu z II, III i V stadium laktacji. Podobną zależność ( $p \leq 0,05$ ) odnotowano w IX, X, XII miesiącu laktacji w odniesieniu do I miesiąca doju. Nie stwierdzono statystycznie istotnych zmian w poziomie laktozy w mleku krów w różnych stadiach laktacji. Najwyższy jej poziom odnotowano w XIII miesiącu laktacji, natomiast najniższy w IV i XIV miesiącu doju. Odnotowano wzrost ( $p \leq 0,01$ ) poziomu suchej masy w XI miesiącu laktacji w porównaniu z II miesiącem doju. Przeprowadzone badania wykazały również wzrost zawartości suchej masy ( $p \leq 0,05$ ) w XI stadium laktacji w odniesieniu do I i III miesiąca laktacji. Zaobserwowano zwiększony ( $p \leq 0,05$ ) udział suchej masy w mleku krów będących w XII miesiącu doju w porównaniu z mlekiem krów w I i II stadium laktacji. Stwierdzono zwiększoną ( $p \leq 0,05$ ) zawartość suchej masy w wydzielinie gruczołu mlekowego w X i XIII miesiącu laktacji w stosunku do II miesiąca. W przeprowadzonych badaniach zaobserwowano wzrost suchej masy beztłuszczowej w XI stadium laktacji w porównaniu z I, II, III, V ( $p \leq 0,01$ ) oraz VI i VIII ( $p \leq 0,05$ ) miesiącami doju.

W III ( $p \leq 0,01$ ) oraz w I, II i V ( $p \leq 0,05$ ) miesiącu laktacji odnotowano obniżanie udziału procentowego suchej masy beztłuszczowej w mleku krów w odniesieniu do XII miesiąca doju. W III i V fazie doświadczenia zauważono obniżenie ( $p \leq 0,05$ ) zawartości suchej masy w mleku krów w porównaniu z XIII fazą laktacji. Podobna tendencja kształtowała się w III miesiącu doju w odniesieniu do X i XIV stadium laktacji.

Z przeprowadzonych badań wynika, że podczas laktacji ulegają zmianie właściwości fizykochemiczne mleka krów (tab. 2). W doświadczeniu zaobserwowano obniżenie wartości pH przy jednoczesnym wzroście białka w mleku krów będących w III, V, VII, VIII, XII, XIV miesiącach laktacji. W analizowanych próbach odnotowano ( $p \leq 0,05$ ) obniżenie wartości pH w mleku krów będących w XIV stadium laktacji w porównaniu z mlekiem krów będących w XI miesiącu doju. Zmianie uległa również termostabilność mleka w III miesiącu laktacji. Stwierdzono wyższą ( $p \leq 0,05$ ) wartość termostabilności w odniesieniu do parametru uzyskanego w XIII miesiącu doju. Nie wykazano istotnych różnic w kwasowości potencjalnej w trakcie laktacji, maksymalna jej wartość kształtowała się w V grupie a minimalna w VII grupie. Kwasowość czynna (pH) w mleku uległa wzrostowi przy jednoczesnym obniżeniu poziomu kwasowości potencjalnej ( $^{\circ}\text{SH}$ ) w mleku krów znajdujących się w fazach laktacji: V, VIII, XII i XIV.

Tabela 1. Skład podstawowy mleka krów pierwiastek w zależności od dni doju  
 Table 1. Composition of milk from primiparous cows depending on the day of milking

Dni doju Miesiąc laktacji Laction stage	N	Symbol statystyczny Statistical symbol	Wydajność Performance	Tłuszcz [%] Fat	Białko [%] Protein	Laktoza [%] Lactose	Sucha masa [%] Dry matter	Sucha masa beztłuszczowa [%] Non-fat dry matter
5–30/I	32	$\bar{x}$ SD	<b>26,01</b> <sup>Cac</sup> 6,24	<b>4,21</b> 0,99	<b>3,24</b> <sup>Aaed</sup> 0,40	<b>4,94</b> 0,23	<b>13,04</b> <sup>cd</sup> 1,16	<b>8,83</b> <sup>ACed</sup> 0,40
31–60/II	24	$\bar{x}$ SD	<b>28,83</b> <sup>ACc</sup> 4,98	<b>4,04</b> 0,75	<b>3,31</b> <sup>abd</sup> 0,40	<b>4,91</b> 0,24	<b>12,91</b> <sup>Aaed</sup> 1,09	<b>8,88</b> <sup>ACed</sup> 0,44
61–90/III	38	$\bar{x}$ SD	<b>31,24</b> <sup>ac</sup> 6,88	<b>4,35</b> <sup>a</sup> 1,08	<b>3,33</b> <sup>ab</sup> 0,42	<b>4,83</b> 0,21	<b>13,13</b> <sup>d</sup> 1,28	<b>8,79</b> <sup>aced</sup> 0,39
91–120/IV	30	$\bar{x}$ SD	<b>25,32</b> <sup>bc</sup> 6,38	<b>4,24</b> 1,04	<b>3,61</b> <sup>d</sup> 1,22	<b>4,81</b> 0,43	<b>13,31</b> <sup>d</sup> 1,72	<b>9,06</b> 0,81
121–150/V	29	$\bar{x}$ SD	<b>29,83</b> <sup>AC</sup> 9,34	<b>4,48</b> 1,34	<b>3,31</b> <sup>abd</sup> 0,52	<b>4,89</b> 0,20	<b>13,30</b> 1,52	<b>8,82</b> <sup>ACde</sup> 0,48
151–180/VI	39	$\bar{x}$ SD	<b>28,09</b> 8,10	<b>4,52</b> 0,88	<b>3,47</b> 0,37	<b>4,86</b> 0,22	<b>13,45</b> 0,97	<b>8,92</b> <sup>abd</sup> 0,35
181–210/VII	42	$\bar{x}$ SD	<b>23,87</b> <sup>BCb</sup> 6,07	<b>4,36</b> 0,96	<b>3,50</b> 0,44	<b>4,84</b> 0,20	<b>13,29</b> 1,18	<b>8,93</b> <sup>abd</sup> 0,54
211–240/VIII	34	$\bar{x}$ SD	<b>23,94</b> <sup>Bb</sup> 6,76	<b>4,37</b> 0,90	<b>3,50</b> 0,36	<b>4,86</b> 0,19	<b>13,31</b> 1,07	<b>8,94</b> <sup>bde</sup> 0,35
241–270/IX	44	$\bar{x}$ SD	<b>22,28</b> <sup>BCb</sup> 5,55	<b>4,66</b> 1,92	<b>3,55</b> <sup>bed</sup> 0,50	<b>4,85</b> 0,30	<b>13,65</b> 1,92	<b>8,99</b> <sup>e</sup> 0,55
271–300/X	40	$\bar{x}$ SD	<b>24,44</b> <sup>BCbe</sup> 8,38	<b>4,63</b> 0,79	<b>3,61</b> <sup>bed</sup> 0,52	<b>4,87</b> 0,23	<b>13,72</b> <sup>bed</sup> 1,12	<b>9,09</b> <sup>ee</sup> 0,49
301–330/XI	32	$\bar{x}$ SD	<b>21,23</b> <sup>Bbc</sup> 7,02	<b>4,73</b> <sup>b</sup> 0,75	<b>3,73</b> <sup>Be</sup> 0,50	<b>4,89</b> 0,23	<b>13,99</b> <sup>Bab</sup> 1,03	<b>9,26</b> <sup>BCbee</sup> 0,42
331–360/XII	22	$\bar{x}$ SD	<b>21,31</b> <sup>Bbc</sup> 7,12	<b>4,67</b> 0,68	<b>3,64</b> <sup>bed</sup> 0,43	<b>4,93</b> 0,19	<b>13,85</b> <sup>bd</sup> 0,98	<b>9,18</b> <sup>CBde</sup> 0,42
361–390/XIII	24	$\bar{x}$ SD	<b>18,69</b> <sup>Bbc</sup> 4,62	<b>4,70</b> 0,95	<b>3,55</b> 0,51	<b>4,95</b> 0,22	<b>13,82</b> <sup>bc</sup> 1,18	<b>9,12</b> 0,51
391–420/XIV	17	$\bar{x}$ SD	<b>19,64</b> <sup>Bbc</sup> 5,50	<b>4,42</b> 0,76	<b>3,69</b> <sup>Be</sup> 0,33	<b>4,81</b> 0,31	<b>13,53</b> 1,01	<b>9,10</b> 0,44

a, b, c, d, e – wielkości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $p \leq 0,05$ )

a, b, c, d, e – differences statistically significant ( $p \leq 0,05$ )

A, B, C – wielkości oznaczone różnymi literami różnią się wysoko istotnie ( $p \leq 0,01$ )

A, B, C – differences highly statistically significant ( $p \leq 0,01$ )



Tabela 2. Właściwości fizykochemiczne mleka krów pierwiastek  
Table 2. Physico-chemical properties of milk from primiparous cows

Dni doju Miesiąc laktacji Laction stage	N	Symbol statystyczny Statistical symbol	pH	°SH	Gęstość [g · dm <sup>-3</sup> ] Density	Termostabilność [CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH ml] Thermostability
5–30/I	32	$\bar{x}$	<b>6,64</b>	<b>7,16</b>	<b>1,0319<sup>Ac</sup></b>	<b>2,81</b>
		SD	0,12	1,15	0,0025	1,19
31–60/II	24	$\bar{x}$	<b>6,64</b>	<b>6,68</b>	<b>1,0325</b>	<b>3,30</b>
		SD	0,07	2,43	0,0024	1,09
61–90/III	38	$\bar{x}$	<b>6,63</b>	<b>6,83</b>	<b>1,0320<sup>b</sup></b>	<b>3,74<sup>a</sup></b>
		SD	0,08	1,96	0,0025	1,60
91–120/IV	30	$\bar{x}$	<b>6,65</b>	<b>6,25</b>	<b>1,0325</b>	<b>3,61</b>
		SD	0,11	2,77	0,0029	1,89
121–150/V	29	$\bar{x}$	<b>6,63</b>	<b>7,72</b>	<b>1,0322<sup>b</sup></b>	<b>3,30</b>
		SD	0,08	4,61	0,0022	1,11
151–180/VI	39	$\bar{x}$	<b>6,64</b>	<b>6,47</b>	<b>1,0323</b>	<b>3,47</b>
		SD	0,06	2,12	0,0024	1,54
181–210/VII	42	$\bar{x}$	<b>6,63</b>	<b>6,16</b>	<b>1,0333<sup>ab</sup></b>	<b>3,61</b>
		SD	0,05	2,97	0,0019	1,80
210–240/VIII	34	$\bar{x}$	<b>6,63</b>	<b>7,62</b>	<b>1,0324<sup>b</sup></b>	<b>3,28</b>
		SD	0,07	4,50	0,0024	1,28
241–270/IX	44	$\bar{x}$	<b>6,64</b>	<b>7,62</b>	<b>1,0332</b>	<b>3,10</b>
		SD	0,07	3,08	0,0029	1,17
271–300/X	40	$\bar{x}$	<b>6,64</b>	<b>6,83</b>	<b>1,0324</b>	<b>3,28</b>
		SD	0,08	1,84	0,0029	1,56
301–330/XI	32	$\bar{x}$	<b>6,67<sup>a</sup></b>	<b>7,17</b>	<b>1,0330<sup>a</sup></b>	<b>2,88</b>
		SD	0,08	3,07	0,0027	1,07
331–360/XII	22	$\bar{x}$	<b>6,63</b>	<b>7,62</b>	<b>1,0327</b>	<b>2,79</b>
		SD	0,06	3,50	0,0025	0,93
361–390/XIII	24	$\bar{x}$	<b>6,66</b>	<b>6,82</b>	<b>1,0340<sup>Ba</sup></b>	<b>2,78<sup>b</sup></b>
		SD	0,07	1,89	0,0018	1,36
391–420/XIV	17	$\bar{x}$	<b>6,62<sup>b</sup></b>	<b>7,55</b>	<b>1,0330</b>	<b>3,33</b>
		SD	0,08	2,24	0,0021	1,43

a, b, c – wielkości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $p \leq 0,05$ )

a, b, c – differences statistically significant ( $p \leq 0,05$ )

A, B – wielkości oznaczone różnymi literami różnią się wysoko istotnie ( $p \leq 0,01$ )

A, B – differences highly statistically significant ( $p \leq 0,01$ )

Gęstość mleka w doświadczeniu kształtowała się na najwyższym poziomie w XIII miesiącu laktacji przy jednocześnie najniższej wydajności mlecznej. Zaobserwowano wyższą ( $p \leq 0,05$ ) gęstość mleka w XI i XIII miesiącu laktacji w porównaniu z I, III, V, VIII stadium laktacji. Stwierdzono niższą ( $p \leq 0,05$ ) gęstość mleka wraz z obniżeniem poziomu białka w mleku krów będących w I, III i V miesiącu laktacji.

## WNIOSKI

Wydajność mleczna krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej wzrasta pomiędzy pierwszym a trzecim miesiącem laktacji, a następnie obniża się w miarę upływu laktacji [Oler i in. 2005, Antkowiak i in. 2007]. Natomiast rezultaty badań innych autorów wskazują na zwiększającą się wydajność mleczną krów do 60. dnia laktacji, w kolejnych dniach doju wartość ta utrzymuje się na stałym poziomie a od 120. dnia ulega obniżeniu [Pollott 2004, Miciński i Klupczyński 2006, Micińskiego i in. 2008]. Wydajność mleczna krów pierwiastek w gospodarstwie objętym doświadczeniem wzrastała do 90. dnia laktacji, następnie w IV miesiącu doju ulegała obniżeniu. Pomiedzy 121. a 150. dniem doju wydajność mleczna krów nieznacznie wzrosła, po czym sukcesywnie obniżała się w kolejnych stadiach laktacji.

Tłuszcz mleczny jest głównym składnikiem energetycznym mleka, a jego zawartość jest wysoko skorelowana m.in. z gatunkiem, rasą zwierzęcia, stadium laktacji oraz żywieniem [Barłowska i Litwińczuk 2009, Grega i in. 2000]. Z doświadczeń przeprowadzonych przez innych autorów wynika, że poziom tłuszczu w całym okresie laktacji ulega istotnym zmianom, do 50. dnia jego zawartość rośnie, a następnie obniża się [Pollott 2004, Miciński i in. 2008]. W badaniach własnych nie odnotowano powyższej zależności, co może być spowodowane tym, że mleko do analiz pobierane było od krów przez rok w trakcie sezonu letniego i zimowego, a na skład podstawowy mleka w znacznym stopniu oddziałuje temperatura otoczenia [Jasińska i in. 2010, Brodzik i in. 2012]. W analizowanych próbach najwyższy udział tłuszczu kształtował się na poziomie od 4,67 do 4,74% w XI, XII i XIII fazie doju, co potwierdza badania innych autorów, którzy wykazali wzrost zawartości tłuszczu pomiędzy 201.– 300. dniem laktacji w porównaniu ze 101.– 200. dniem doju [Oler i in. 2005]. Poziom białka w mleku krów ulega wzrostowi od 181. do 360. dnia laktacji, podobną tendencję odnotowali także inni autorzy [Miciński i Klupczyński 2006, Pollott 2004]. Laktoza to podstawowy węglowodan występujący w mleku krów, jego zawartość kształtuje się średnio na poziomie 4,8% [Pollott 2004, Ogola i in. 2007]. Na udział laktozy w wydzielinie gruczołu mlekowego wpływa stadium laktacji, zaś poziom rośnie do 50.– 60. dnia, a następnie ulega obniżeniu [Pollott 2004]. W badaniach własnych nie stwierdzono jednakże statystycznie istotnych zmian w poziomie laktozy pomiędzy grupami doświadczalnymi.

Podobnie jak zawartość białka wzrasta również zawartość suchej masy w mleku w miarę upływu laktacji [Antkowiak i in. 2007, Pollott 2004]. Poziom suchej masy bez-tłuszczowej w wydzielinie gruczołu mlekowego ściśle jest związany z zawartością białka, tłuszczu oraz suchej masy. W badaniach własnych odnotowano najwyższy poziom białka, tłuszczu oraz suchej masy w XI miesiącu laktacji.

Poziom kwasowości czynnej zmienia się w różnych okresach laktacji, a jej wartość według Strzałkowskiej i in. [1999] jest ujemnie skorelowana z zawartością białka. W analizowanych próbach zaobserwowano obniżenie wartości pH przy jednoczesnym wzroście białka w mleku krów będących w III, V, VII, VIII, XII, XIV miesiącach laktacji.

Górska [2005] stwierdziła wpływ stadium laktacji na kwasowość potencjalną, obserwując obniżenie wartości °SH powyżej 305. dnia laktacji. Kwasowość czynna (pH) w mleku ulega wzrostowi przy jednoczesnym obniżeniu poziomu kwasowości potencjalnej (°SH) [Zachwieja 2004, Zachwieja i in. 2007, Chládek i in. 2011]. Podobną zależność odnotowano w mleku krów znajdujących się w fazach laktacji: V, VIII, XII i XIV.

Badania innych autorów [O'Connell i Fox 2000, Polák i in. 2011] wykazują zależność niskiego poziomu termostabilności z wyższą zawartością białek serwatkowych, a co za tym idzie, z obniżoną zawartością białek kazeinowych. Najwyższa wartość termostabilności przy poziomie białka 3,69% kształtowała się w XIV miesiącu laktacji, może to świadczyć o wysokim poziomie białek kazeinowych oraz dobrych parametrach technologicznych mleka.

Gęstość mleka to wypadkowa zawartych w nim składników i waha się średnio w przedziale od 1,028 do 1,033 g·dm<sup>-3</sup>. Bezpośrednio po doju mleko ma nieustalony ciężar właściwy, który stabilizuje się do 6 godzin. Zmiany gęstości spowodowane są procesem hydratacji białek i stabilizacją zawartych w mleku gazów. Na gęstość mleka krów wpływają również czynniki genetyczne oraz środowiskowe [Staszak 2006]. W badaniach własnych gęstość mleka kształtowała się na najwyższym poziomie w XIII miesiącu laktacji przy jednocześnie najniższej wydajności mlecznej. Gęstość mleka jest dodatnio skorelowana z poziomem białka w mleku [Szlachta i Podawca 2007]. W badaniach własnych zaobserwowano obniżenie gęstości mleka wraz z obniżeniem poziomu białka w I, III i V miesiącu laktacji.

## PODSUMOWANIE

W okresie laktacji wydajność, skład i cechy fizykochemiczne wydzieliny gruczołu mlekowego krów ulegają zmianom. Biorąc pod uwagę składniki mleka decydujące o wydajności produkcyjnej oraz jakości serów i jogurtów, tj. poziom tłuszczu, białka, suchej masy, można stwierdzić, że najbardziej wartościowe mleko produkowały krowy będące w XI miesiącu laktacji. Natomiast w XIII miesiącu laktacji mleko charakteryzowało się najwyższą gęstością o pH zbliżonym do punktu izoelektrycznego kazein, co jest pożądane przy produkcji serów.

## PIŚMIENNICTWO

- Antkowiak I., Pytlewski J., Skrzypek R., 2007. Wpływ kolejnych laktacji i jej fazy na użytkowość mleczną krów rasy jersey i polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. *Med. Wet.*, 63, 11, 1366–1369.
- Barłowska J., Litwińczuk Z., 2009. Właściwości odżywcze i prozdrowotne tłuszczu mleka. *Med. Wet.*, 65, 3, 171–174.
- Brodzik A., Litwińczuk A., Topyła B., Wolaniciuk A., 2012. Wpływ interakcji sezonu produkcji z rasą i systemem żywienia krów na wydajność i właściwości fizykochemiczne mleka. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, t. 8, nr 1, 19–27.
- Chládek G., Čejna V., Falta D., Máchal L., 2011. Effect of season and herd on rennet coagulation time and other parameters of milk technological quality in Holstein dairy cows. *ACTA Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. LIX, 5, 113–118.
- Elschner M., Jacobi U., Buchberger J., Gruen E., 1997. Untersuchungen zum Gefrierpunkt von Kuhmilch am Beispiel eines grossen Milcherzeugerbetriebes. Teil 1. *Lebensmittelind. Milch-wirtsch.*, 118, 162–169.
- Górska A., 2005. Wpływ wybranych czynników na kwasowość naturalną mleka krów. *Rocz. Nauk. Zoot.*, Supl., 22, 517–520.
- Grega T., Sady M., Kraszewski J., 2000. Przydatność technologiczna mleka krów rasy Simental. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 27, 331–339.

- Jasińska M., Dmytrów I., Mituniewicz-Małek A., Wąsik K., 2010. Cow feeding system versus milk utility for yoghurt manufacture. *Acta Scientiarum Polonorum – Technologia Alimentaria*, 9, 2, 189–199.
- Kubus J., Kmiecik D., 2006. Jakość mikrobiologiczna mleka surowego pochodzącego z wielkich i małych gospodarstw rolnych Wielkopolski w 2004 roku. *Nauka Technologia Jakość*, 2, 47, 108–115.
- Litwińczuk A., Barłowska J., Król J., Sawicka W., 2006. Porównanie składu chemicznego i zawartości mocznika w mleku krów czarno-białych i simentalskich z okresu żywienia letniego i zimowego. *Annales UMCS Lublin. Vol. XXIV*, 10, 67–72.
- Miciński J., Klupeczyński J., 2006. Correlations between polymorphic variants of milk proteins and milk yield and chemical compositions in Black-and-White and Jersey cows. *Polish Journal of Food Nutrition Sciences*, 15/56, SJ1, 137–143.
- Miciński J., Pogorzelska J., Barański W., 2008. Parametry użytkowe pierwiastek rasy hf w zależności od genetycznych wariantów wybranych białek mleka. *Med. Wet.*, 64, 9, 1136–1140.
- Mroczkowski D., Piwczyński A., Sawa A., Heller K., 1999. Współzależność między liczbą komórek somatycznych a cechami mleczości krów ze stad RSP Lubin. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.*, 44, 165–173.
- O'Connel J.E., Fox P.F., 2000. Heat stability of buttermilk. *Journal of Dairy Science*, 83, 1728–1732.
- Ogola H., Shitandi A., Nanua J., 2007. Effect of mastitis on raw milk compositional quality. *J. Vet. Sci.*, 8, 3, 237–242.
- Oler A., Bogucki M., Chaberski R., Krężel S., 2005. Wpływ czynników środowiskowych na jakość mleka. *Rocz. Nauk. Zoot., Supl.*, 22, 583–586.
- Pecka E., Tumanowicz J., 2010. Czynniki warunkujące wydajność krów, skład mleka i jego jakość. *Bydło* nr 1/2010, 68–71.
- Pecka E., Zachwieja A., Góralska-Kowalska M., 2012. Poziom wybranych makroelementów oraz selenu w sianie krów w zależności od ich wieku oraz liczby komórek somatycznych. *Przem. Chem.*, 91/5, 926–928.
- Polák O., Falta D., Hanuš O., Chládek G., 2011. Effect of barn airspace temperature on composition and technological parameters of bulk milk produced by dairy cows of Czech fleckvieh and Holstein breeds. *ACTA Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. LIX, 6, 271–279.
- Pollott G.E., 2004. Deconstructing Milk Yield and Composition During Lactation Using Biologically Based Lactation Models. *J. Dairy Sci.*, 87, 2375–2387.
- Staszak E. 2006. Właściwości technologiczne mleka krowiego w zależności od sposobu żywienia. *LXXI Zjazd PTZ w Bydgoszczy, Zesz. I*, 34.
- Strzałkowska N., Krzyżewski J., Ryniewicz Z., 1999. Zależność między polimorficzną formą beta-laktoglobuliny i systemem żywienia a dobową wydajnością, składem chemicznym i parametrami technologicznymi mleka krów. *Prace i Mat. Zoot.*, 54, 21–34.
- Szlachta J., Podawca T., 2007. Zmiana aktywności wody w mleku w zależności od liczby komórek somatycznych i ogólnej liczby drobnoustrojów. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 4, 67–77.
- Vargiu A., Vargiu G., Locci F., Del Giacco S., Del Giacco G.S., 1994. Hypersensitivity reactions from inhalation of milk proteins. *Allergy*, 49, 386–387.
- Walawski K., Sowiński G., Czarnik U., Zabolewicz T., 1994.  $\beta$ -lactoglobulin and kappa-casein polymorphism in relation to production traits and technological properties of milk in the herd of Polish Black-and-White cows. *Genetica Polonica*, 35, 93.

Zachwieja A., Szulc T., Potkańska A., Mikuła R., Kruszyński W., Dobicki A., 2007. Effect of different FAT supplements uses during dry period of cows on colostrum physico-chemical properties. *Biotechnology in Animals Husbandry*, 23, 67–75.

Zachwieja A., 2004. Współzależność między cechami fizykochemicznymi i biologicznymi siary krów a poziomem immunoglobulin w surowicy ich cieląt. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 495.

## **EFFECT OF STAGE OF LACTATION ON THE EFFICIENCY, PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND COMPOSITION OF MILK FROM PRIMIPAROUS COWS**

**Abstract.** The study was conducted in a herd of Polish Holstein-Friesian (PHF) cows. Experiments involved primiparous cows. Protein, fat and lactose content as well as dry matter, fat free dry matter, pH, °SH, density and thermostability were determined in milk samples. RW-2 prints served to evaluate the performance of cows. Differences in the properties of milk depending on stage of lactation were analyzed. Milk yield in primiparous cows increased until 90 days of milking and decreased from the fourth month of lactation. The study showed the highest levels of fat, protein, dry matter and fat content in milk from cows in the eleventh month of lactation. In XIII month lactation milk, characterized by the highest density of a pH close to the isoelectric point of casein. We conclude that in the period of lactation performance, composition and physico-chemical characteristics of mammary gland secretions of cows are subject to change, and milk with the most desirable technological properties producing cows in the XI and XIII month milking.

**Key words:** cows, milk, performance, physico-chemical properties

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.10.2012

For citation – Do cytowania: Pecka E., Zachwieja A., Zawadzki W., Kaszuba J., Tumanowicz J., 2012. Wpływ stadium laktacji na wydajność i właściwości fizykochemiczne oraz skład podstawowy mleka krów pierwiastek, *Acta Sci. Pol. Med. Vet.* 11 (3), 5–14.



## ANALIZA WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW METABOLICZNYCH KRÓW UTRZYMYWANYCH W RÓŻNYCH SYSTEMACH

Ewa Tracz, Robert Kupczyński, Ryszard Mordak, Marcin Zawadzki  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Streszczenie.** Celem pracy była ocena kształtowania się wybranych wskaźników biochemicznych krwi krów o różnej wydajności i utrzymywanych w odmiennych warunkach środowiskowych. Do badań wybrano 60 klinicznie zdrowych zwierząt, po 20 z każdej fermi, krów o zróżnicowanej wydajności mleka (ferma A, B, gospodarstwa indywidualne). Krowy wytypowane do badań były pomiędzy 40. a 60. dniem laktacji. W surowicy krwi oznaczono kwas  $\beta$ -hydroksymasłowy, wolne kwasy tłuszczowe (WKT), aminotransferazę asparaginianową (AST),  $\gamma$ -glutamylotranspeptydazę (GGT), bilirubinę całkowitą, glukozę, białko całkowite oraz albuminy. W badanym okresie średnia wydajność krów w fermie A była dwukrotnie wyższa w porównaniu z fermą B. W szczycie laktacji u krów wysoko wydajnych występowała nasilona lipoliza, bez nadmiernej ketogenezy. U krów o niskiej wydajności zmiany te nie były istotne. W początkowym okresie laktacji u krów wysoko wydajnych stwierdzono wzrost AST i GGT. We wszystkich obiektach poziom białka całkowitego przekraczał wartości prawidłowe, a poziom albumin był znacznie obniżony. W fermie A, mimo wysokiej wydajności, odstępstwa od wartości prawidłowych były niewielkie. Regularnie wykonywane badania krwi w stadzie pozwalają na wczesne wykrycie stanów podklinicznych, jak również ocenę poprawności żywienia.

**Słowa kluczowe:** krowy, krew, parametry biochemiczne

### WSTĘP

W ostatnich 20 latach produkcja mleka w naszym kraju przeszła szereg przeobrażeń. Obniżenie pogłowia bydła z ok. 5 do około 2,4 mln sztuk zostało zrekompensovane znacznym wzrostem ich wydajności mlecznej. Średnia wydajność mleka w stadach będących pod kontrolą użytkowości mlecznej przekracza 7 tys. kg mleka za laktacją [PFHBiPM

---

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Adres do korespondencji – Corresponding author: Robert Kupczyński, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Katedra Higieny Środowiska i Dobrostanu Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, 51-630 Wrocław, ul. J. Chełmońskiego 38 C, e-mail: robert.kupczyński@up.wroc.pl

2012]. Bydło mleczne ze względu na sposób i specyfikę użytkowania oraz dużą zmienność podstawowych rodzajów pasz stosowanych w żywieniu tego gatunku narażone jest na występowanie schorzeń metaboliczno-produkcyjnych. W większości stad krów wysoko wydajnych dawki pokarmowe podlegają precyzyjnemu bilansowaniu, lecz nadal istnieje pewna grupa drobnych producentów mleka, którzy żywią zwierzęta w sposób tradycyjny. Zróżnicowanie to pociąga za sobą odmienne problemy natury zdrowotnej zwierząt.

W prawidłowym zarządzaniu stadem krów mlecznych duże znaczenie mają systematyczna kontrola i diagnozowanie zaburzeń metabolicznych. U krowy produkującej 40 kg mleka dziennie zapotrzebowanie na energię wzrasta 4,2-krotnie ponad potrzeby bytowe, a krowy o wydajności 60 kg mleka aż 5,8 razy [Martens 2007]. Dochodzi również do dużego obciążenia metabolicznego wątroby [Mulligan i in. 2006]. Nasiloną akumulacją triglicerydów w wątrobie może występować nawet u 50% krów w początkowym okresie laktacji. Błędy żywieniowe są przyczyną zaburzeń związanych z niedoborem lub nadmiarem danego pierwiastka, obniżając wydajność mleka i nasilając problemy w rozrodzie [Barszcz i in. 2009]. Każde popełniane błędy w żywieniu krów wpływają na zaburzenia ze strony układów, przede wszystkim pokarmowego, rozrodczego, hormonalnego czy odpornościowego [Mordak 2008]. Dlatego też dawki pokarmowe powinny być układane według rzeczywistej wartości pokarmowej.

Rozpoznawanie zaburzeń metabolicznych w stadach krów opiera się na zespole badań diagnostycznych, których ważnym elementem jest oznaczanie wskaźników biochemicznych krwi [Oetzel 2004, Mordak i Nicpoń 2006]. Programy profilaktyczno-diagnostyczne obejmują także analizy laboratoryjne mleka, moczu, treści żwacza, analizę dawek pokarmowych [Studer 1998]. Mają one na celu wyeliminowanie zagrożenia zdrowia zwierząt jeszcze przed pojawieniem się klinicznych objawów chorobowych, zaburzeń rozrodczości i spadku wydajności mlecznej. Przydatnym narzędziem oceny żywienia są szczegółowe badania krwi w celu określenia profilu metabolicznego, w którym wykorzystuje się cały szereg wskaźników, a na ich podstawie można precyzyjnie określić stan zdrowia zwierząt [Quiroz-Rocha i in. 2009].

Celem pracy była ocena kształtowania się wybranych wskaźników biochemicznych krwi krów o różnej wydajności i utrzymywanych w odmiennych warunkach środowiskowych.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono jesienią na krowach rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej, będących we wczesnym okresie laktacji. Zwierzęta z poszczególnych gospodarstw wytypowano metodą analogów, biorąc pod uwagę wiek (wieloródki) i wydajność mleka w bieżącej laktacji. Uwzględniono następujące gospodarstwa:

1. Ferma krów wysoko wydajnych (ferma A);
2. Ferma należąca do RZD UP we Wrocławiu, krowy o średniej wydajności (ferma B);
3. Gospodarstwa indywidualne w rejonie gminy Rudna (gospodarstwa R).

Krowy w fermie A utrzymane były w systemie wolnostanowiskowym, na głębokiej ściółce. Średnia roczna wydajność stada wynosiła 10 500 kg. Krowy wytypowane do



badania były od 40. do 60. dnia laktacji. Zwierzęta żywiono systemem TMR. Dawkę pokarmową otrzymywały dwa razy dziennie.

W gospodarstwie należącym do RZD Swojec zwierzęta utrzymywano również systemem wolnostanowiskowym. Krowy wytypowane do badań znajdowały się między 40. a 60. dniem laktacji. Wydajność mleczna stada wynosiła 8500 kg. Krowy żywiono systemem TMR (dwa razy dziennie).

W rejonie gminy Rudna do badań wybrano krowy pochodzące z małych gospodarstw liczących od jednej do siedmiu krów. Zwierzęta w oborach utrzymywane były w systemie uwięziowym. Krowy nie były objęte oceną użytkowości mlecznej. W okresie badań zwierzęta korzystały z pastwiska, ponadto dostawały dodatek śruty zbożowej, siano.

Udział poszczególnych pasz w dawce i ich wartość pokarmową zestawiono w tabeli 1. Dawki pokarmowe opracowane zostały przez firmy paszowe doradzające w poszczególnych stadach. Krowy z fermy A i B poddawano kontroli użytkowości mlecznej, natomiast wydajność krów z Rudnej oceniana była orientacyjnie.

Tabela 1. Wartość pokarmowa dawki TMR

Table 1. Nutritive value of TMR diets

Wyszczególnienie – Item	Ferma A – Farm A	Ferma B – Farm B
JPM	20,46	20,96
Białko surowe [% SM] Crude protein [% DM]	18,01	17,25
Włókno surowe [% SM] Crude fibre [% DM]	15,56	15,98
ADF [% SM] ADF [% DM]	38,50	37,87
NDF [% SM] NDF [% DM]	20,14	24,30

Do badań wybrano 60 klinicznie zdrowych zwierząt, po 20 z każdej ferm oraz taką samą liczbę z gospodarstw w rejonie gminy Rudna. Krew od krów pobierana była około 4–6 godzin po doju, z żyły szyjnej zewnętrznej, trzy razy w okresie badań (co 2 tygodnie). Surowica do czasu badań laboratoryjnych była mrożona w temperaturze -20°C.

Badania krwi wykonano za pomocą analizatora biochemicznego PENTRA 400 firmy Horiba ABX Diagnostics (Francja), przy użyciu odczynników firmy ABX. W surowicy oznaczano:

- kwas  $\beta$ -hydroksymasłowy ( $\beta$ -HM) metodą enzymatyczną (odczynniki Randox, Irlandia);
- wolne kwasy tłuszczowe (WKT) metodą enzymatyczną (odczynniki Random),
- aminotransferazę asparaginianową (AST) metodą enzymatyczną (odczynniki firmy ABX, Francja);
- gamma-glutamylotranspeptydazę (GGT) metodą kinetyczną (odczynniki ABX);
- bilirubinę całkowitą metodą fotometryczną z zastosowaniem 2,4-dichloroaniliny (DCA);
- glukozę metodą oksydazową (odczynniki ABX);
- białko całkowite i albuminy metodą kolorymetryczną (odczynniki ABX).

Wyniki badań poddano analizie statystycznej przy użyciu pakietu Statistica 10. Uwzględniono średnie arytmetyczne, odchylenia standardowe. Wykonano jednokierunkową analizę wariancji przy użyciu procedury ANOVA. Istotność różnic pomiędzy średnimi oszacowano za pomocą testu Duncana.

## WYNIKI BADAŃ

Analizując wydajność mleka, stwierdzono istotne ( $p \leq 0,01$ ) różnice w ilości produkowanego mleka od badanych krów pomiędzy fermą A i B (tab. 2). W badanym okresie średnia wydajność krów w fermie A była dwukrotnie wyższa. Mleko pochodzące z fermy A zawierało o 0,56% mniej tłuszczu ( $p \leq 0,05$ ) niż mleko krów z fermy B. Tendencja ta zauważalna była także w zawartości białka. Zawartość białka w mleku pochodzącym z fermy A była o 0,22% niższa niż z fermy B. Zawartość suchej masy w mleku krów z fermy A wynosiła 12,03%, natomiast w mleku z fermy B – 12,81%.

Koncentracja kwasu  $\beta$ -hydroksymasłowego była najwyższa w surowicy krwi krów z fermy A, natomiast najniższa u krów z gospodarstw indywidualnych. Różnice pomiędzy tymi grupami były istotne ( $p \leq 0,01$ ). Podobne zależności stwierdzono w kształtowaniu się zawartości WKT (tab. 3). W surowicy krwi krów mimo nasilonej lipolizy (u 35% krów) nie wykazano przekroczenia wartości prawidłowych zawartości  $\beta$ -HM.

Najwyższą średnią aktywność AST stwierdzono w surowicy krwi krów fermy B, a więc zwierząt o średniej wydajności mleka. Najniższą aktywnością tego enzymu charakteryzowały się zwierzęta pochodzące z rejonu gminy Rudna (tab. 3). W 25% badanych krów fermy B i 15% zwierząt z fermy A odnotowano wzmożoną aktywność tego enzymu (tab. 4). W surowicy krwi krów wysoko wydajnych (ferma A) stwierdzono najwyższą aktywność GGT, natomiast najniższą z rejonu gminy Rudna. Różnice te były podobny statystycznie ( $p < 0,01$ ). Odsetek krów z podwyższoną aktywnością GGT był podobny jak w przypadku aktywności AST. Średnie stężenie bilirubiny całkowitej w krwi zwierząt objętych doświadczeniem wyniosło od 4,19 (Rudna) do 4,75  $\mu\text{mol/l}$  (ferma B). Wartości prawidłowe były przekroczone u małej liczby zwierząt (tab. 4). Najwyższe stężenie glukozy stwierdzono u krów z fermy A, co mogło wynikać ze stałego dostępu do dawki TMR. Poziom glukozy przekraczał wartości prawidłowe u 10% badanej populacji z Rudnej i 5% badanych krów z fermie B. Wykazano również najwyższe stężenie cholesterolu w surowicy krwi krów fermy A. Ponadnormatywne stężenie cholesterolu odnotowano u 45% zwierząt objętych badaniem w fermie A, w rejonie gminy Rudna 30%, natomiast na fermie B u 10% osobników. Stężenie białka całkowitego u 95% badanych krów z fermy A, 90% zwierząt z fermy B i 60% krów z Rudnej wykazywało znaczny wzrost powyżej wartości prawidłowych. Jednak przekroczenie norm było niewielkie. Średnia zawartość białka całkowitego w surowicy krwi była najwyższa w fermie A. Zbliżone zależności odnotowano w przypadku poziomu albumin, mimo to w surowicy krwi krów z rejonu Rudna nie stwierdzono wartości odbiegających od norm [Winnicka 2011].

Tabela 2. Wydajność mleka i jego skład [±s]

Table 2. Milk yield, milk composition

Wyszczególnienie Item	Ferma A Farm A	Ferma B Farm B
Wydajność mleka [kg/dzień] Milk field [kg/d]	45,08±6,18 <sup>A</sup>	22,99±4,60 <sup>B</sup>
Tłuszcz [%] Fat	3,89±0,51 <sup>a</sup>	4,45±1,01 <sup>b</sup>
Białko [%] Protein	2,98±0,17 <sup>A</sup>	3,20±0,14 <sup>B</sup>
Sucha masa [%] Dry matter	12,03±0,59	12,81±1,05

a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie przy  $p \leq 0,05$

a, b – means marked with different letters differ statistically with  $p \leq 0,05$

A, B – średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie przy  $p \leq 0,01$

A, B – means marked with different letters differ statistically with  $p \leq 0,01$

Tabela 3. Średnie wartości parametrów biochemicznych krwi [x±s]

Table 3. Mean values of blood biochemical parameters

Wyszczególnienie Item	Ferma A Farm A	Ferma B Farm B	Gospodarstwa R Farms R
$\beta$ -HM [mmol/l]	0,74±0,31 <sup>A</sup>	0,69±0,21 <sup>A</sup>	0,42±0,13 <sup>B</sup>
WKT [mmol/l]	1,23±0,47 <sup>A</sup>	0,43±0,29 <sup>B</sup>	0,38±0,0,17 <sup>B</sup>
AST [U/l]	83,32±15,09 <sup>A</sup>	91,57±22,42 <sup>A</sup>	62,39±15,17 <sup>B</sup>
GGT [U/l]	35,94±15,53 <sup>A</sup>	31,73±11,21 <sup>b</sup>	26,18±4,78 <sup>Ba</sup>
Bilirubina [ $\mu$ mol/l] Bilirubine	4,35±2,41	4,75±1,57	4,19±1,69
Glukoza [mmol/l] Glucose	3,63±0,41 <sup>Aa</sup>	3,20±0,50 <sup>B</sup>	3,22±0,60 <sup>b</sup>
Cholesterol [mmol/l]	5,02±1,28 <sup>A</sup>	3,43±1,26 <sup>Bb</sup>	4,49±1,46 <sup>a</sup>
Białko całkowite [g/l] Total protein	82,31±8,16 <sup>a</sup>	77,56±7,35	75,20±9,97 <sup>b</sup>
Albuminy [g/l] Albumin	28,96±2,39	28,47±2,87	27,78±3,92

a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie przy  $p \leq 0,05$

a, b – means marked with different letters differ statistically with  $p \leq 0,05$

A, B – średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie przy  $p \leq 0,01$

A, B – means marked with different letters differ statistically with  $p \leq 0,01$

Tabela 4. Udział wyników przekraczających wartości prawidłowe [%]

Table 4. Contribution results exceeding the normal values

Wyszczególnienie Item	$\beta$ -HM [mmol/l] BHBA	WKT [mmol/l] NEFA	AST [U/l]	GGT [U/l]	Bilirubina [ $\mu$ mol/l] Bilirubine	Glukoza [mmol/l] Glucosa	Cholesterol [mmol/l]	Białko całkowite [g/l] Total protein	Albuminy [g/l] Albumine
Wartości referencyjne* Reference values	0,6–1,0**	0,5–0,7**	58–100	22–64	1,9–7,0	2,2–4,5	1,8–5,2	51–71	32–49
Ferma A Farm A	5	35	15	10	15	0	45	80	80
Ferma B Ratm B	0	0	25	25	5	5	10	90	80
Gospodarstwa R Farms R	0	0	0	5	15	10	30	60	0

\* Winnicka [2011]

\*\* Whitaker i in. [2005] – Whitaker et al. [2005]

## WNIOSKI

Wzrost poziomu wolnych kwasów tłuszczowych w surowicy krwi następuje bezpośrednio przed porodem, uzyskując szczyt w 7. dniu po porodzie, a następnie sukcesywnie powraca do niższych zawartości [Contreras i in. 2010]. Stwierdzone w badaniach własnych wysokie stężenia WKT we krwi krów wysoko wydajnych (ferma A) świadczą o przedłużającej się lipolizie podczas laktacji. W sytuacji kiedy mobilizacja kwasów tłuszczowych z tkanek ciała jest bardzo duża, generowany w procesie  $\beta$ -oksydacji acetylo CoA jest przekształcany w związki ketonowe, takie jak acetoocetan i kwas  $\beta$ -hydroksymaślowy [Herdt 2000]. Brak nasilonej ketogenezy obserwowany w badaniach własnych wskazuje na nie zaburzoną gospodarkę węglowodanowo-lipidową. Metaboliczna adaptacja w okresie *post partum* wykazuje jednak dużą zmienność indywidualną. Można spotkać badania, w których stwierdzono u krów po porodzie z podwyższonym stężeniem kwasu  $\beta$ -HM we krwi oraz z obniżonym ich stężeniem brak istotnych zmian w bilansie energii w początkowym okresie laktacji [Kessel i in. 2008].

Aktywność enzymów zależy w dużym stopniu od stanu fizjologicznego zwierząt, jak również rozwijających się stanów chorobowych. Marczuk i Filar [2003] wskazują na szczególną przydatność oznaczania aktywności GLDH, GGT, AST oraz stężenia bilirubiny w rozpoznawaniu subklinicznych uszkodzeń i zaburzeń czynności wątroby w przebiegu stłuszczenia wątroby. Średnia aktywność AST we wszystkich trzech obiektach mieściła się w granicach norm. Odnotowano jednak w fermach A i B u poszczególnych sztuk podwyższoną aktywność tego enzymu. Filar [2003] w swoich badaniach wykazał, że wzrost aktywności AST może być czułym wskaźnikiem uszkodzenia hepatocytów, wywołanych stłuszczeniem wątroby. GGT jest enzymem znajdującym się w błonie hepatocytów i nabłonku dróg żółciowych, mającym główną rolę w detoksykacji komórek

[Center 2007]. W badaniach własnych aktywność GGT mieściła się w granicach normy, jednak na fermach A i B była wyższa niż 30 U/l. Wzrost tego parametru już powyżej 30 U/l może wskazywać na zaburzenia w funkcjach wątroby [Filar 2003], chociaż Winnicka [2011] podaje wyższe wartości referencyjne dla aktywności GGT.

Poziom glukozy w surowicy krwi krów, w poszczególnych obiektach, mieścił się w granicach wartości prawidłowych [Winnicka 2011]. Zawartość glukozy we krwi przeżuwaczy jest niższa niż u innych gatunków zwierząt i utrzymuje się na poziomie 2,22–3,33 mmol/l [Reist i in. 2003]. Stężenie glukozy we krwi pozwala ocenić stan przemian energetycznych [Rabee i Lean 2000]. Wyniki badań własnych są zbliżone do wyników otrzymanych w badaniach innych autorów [Oporządek i in. 2005, Sławuta i in. 2005]. W badaniach własnych, mimo podwyższonego stężenia WKT, nie stwierdzono wzrostu koncentracji  $\beta$ -HM i obniżenia glukozy (ferma A).

Poziom cholesterolu nie wykroczył poza wartości prawidłowe, jednak w przypadku fermy A zbliżał się do górnej jej granicy. Zawartość cholesterolu na fermie B była podobna do wyników uzyskanych w badaniach krwi krów z kliniczną i subkliniczną ketozą [Nowakowski 2008]. Koncentracja cholesterolu we krwi oraz synteza hormonów sterydowych są pozytywnie skorelowane ze spożyciem paszy i zdrowotnością zwierząt, a niskie stężenie cholesterolu i glukozy przyczynia się do opóźnienia ponownego zacielenia [Pushpakumara i in. 2003].

Dawki pokarmowe krów (fermy A i B) charakteryzowały się prawidłową zawartością białka (według danych firm paszowych). Stężenie białka całkowitego w surowicy krwi u 95% badanych krów z fermy A i 90 z fermy B przekraczało wartości prawidłowe. Również podobna zależność wystąpiła we krwi krów z rejonu Rudna. Wykazane zawartości tylko nieznacznie przekraczały wartości referencyjne, z wyjątkiem fermy A. Podobne stężenia białka w surowicy krwi krów stwierdzano, gdy w diecie stosowano kiszonki z kukurydzy z dużym udziałem pasz treściwych [Polat i in. 2009]. Wyniki badań własnych wskazują zatem na znaczenie określania rzeczywistej wartości pokarmowej pasz, a nie bazowanie na danych tabelarycznych.

Przeprowadzone badania potwierdzają celowość wykonywania badań laboratoryjnych krwi jako elementu oceny poprawności żywienia. Nadmiar białka w dawce pokarmowej, szczególnie przy niedoborze energii (np. żywienie pastwiskowe), powoduje powstawanie w żwaczu nadmiernych ilości amoniaku, który nie może zostać przetworzony w białko bakteryjne. W takiej sytuacji nadmiar amoniaku zostaje wchłonięty do krwi i zostaje zneutralizowany w wątrobie. Niestety, w przypadku przekroczenia wartości krytycznych wątroba nie jest w stanie wykonać swojego zadania i nadmiar amoniaku krąży w krwi, wpływając na układ odpornościowy, ale również wpływając na układ rozrodczy (obniżenie zdolności do zacielenia). Przetwarzanie amoniaku w wątrobie wymaga również wydatkowania energii.

## PODSUMOWANIE

Krowy wysoko wydajne wykazują na początku laktacji fizjologiczny ujemny bilans energetyczny, który „łagodzi” poprzez uruchamianie rezerw tłuszczowych ciała. W sytuacji takiej lipoliza jest nasiloną, co zostało potwierdzone w badaniach własnych. Jednak nadmiernej ketogenezy nie odnotowano. Aktywność enzymów u mniejszego odsetka krów

była przekroczona w fermie A mimo bardzo wysokiej wydajności. We wszystkich trzech gospodarstwach w początkowym okresie laktacji poziom białka całkowitego przekraczał wartości prawidłowe, a poziom albumin był znacznie obniżony. U krów trzymanyh w systemie pastwiskowym pozostałe badane parametry krwi nie odbiegały od normy. W diagnozowaniu zaburzeń metabolicznych krów mlecznych na początku laktacji duże znaczenie mają badania krwi, które powinny być ukierunkowane.

## PIŚMIENNICTWO

- Barszcz K., Badurek I., Kleczkowski M., Kluciński W., Gajewski Z., Jakubowski T., 2009. Wpływ miedzi i magnezu na status prooksydacyjno-antyoksydacyjny we krwi krów w okresie przejściowym w rejonach niedoborowych. *Med. Wet.*, 65, 857–861.
- Bronicki M., Dembiński A., 1998. Rozpoznawanie i prognozowanie zmian wątrobowych w przebiegu zespołu tłuszczaczenia u krów mlecznych. *Med. Wet.*, 54 (9), 598–600.
- Center S.A., 2007. Interpretation of liver enzymes. *Vet. Clin. Small. Anim.*, 37, 297–333.
- Contreras G.A., O'Boyle N.J., Herdt T.H., Sordillo L.M., 2010. Lipomobilization in periparturient dairy cows influences the composition of plasma nonesterified fatty acids and leukocyte phospholipid fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 93, 2508–2516.
- Filar J., 2003. Schorzenia przemiany węglowodanowo-tłuszczowej u przeżuwaczy. Wyd. AR w Lublinie.
- Herdt T.H., 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance: Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.*, 16, 215–230.
- Kessel S., Stroehl M., Meyer H.H.D., Hiss S., Sauerwein H., Schwarz F.J., Bruckmaier R.M., 2008. Individual variability in physiological adaptation to metabolic stress during early lactation in dairy cows kept under equal conditions. *J. Anim. Sci.*, 86, 2903–2912.
- Kęszycska M., 2007. Profil metaboliczny stada. *Hoduj z głową*. Lipiec–sierpień, 20–25.
- Marczuk J., Filar J., 2003. Ocena uszkodzenia wątroby i jej zaburzeń czynnościowych w przebiegu zespołu nadmiernej mobilizacji tłuszczu u krów mlecznych. *Med. Wet.*, 59, 47–50.
- Martens H., 2007. The dairy cow: physiological facts and concerns. *Proceedings 13<sup>th</sup> International Conference: Production Diseases In Farm Animals*. Ed. M. Fürll. Leipzig, 26–42.
- Mordak R., Nicpoń J., 2006. Hematologiczne i metaboliczne parametry krwi u krów w czasie okolooporodowym i wzrastającej laktacji. *Med. Wet.*, 62, 1292–1294.
- Mordak R., 2008. Pierwiastki śladowe. Cz. I, Znaczenie dla zdrowia i rozrodu krów. *Weterynaria w Terenie*, 2, 36–37.
- Mulligan F.J., O'Grandy L., Rice D.A., Doherty M.L., 2006. A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Anim. Reprod. Sci.*, 96, 331–353.
- Nowakowski H., 2008. Wyniki wybranych parametrów biochemicznych w aspekcie stanu czynnościowego wątroby w przebiegu pierwotnej ketozy u krów. *Med. Wet.*, 64, 197–201.
- Oetzel G.R., 2004. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.*, 20, 651–674.
- Oporządek J., Dymnicki E., Kołataj A., Oporządek A., 2005. Zależność pomiędzy poziomem wybranych wskaźników biochemicznych krwi u jałówek rasy czarno białej a użytkowością mleczną. *Med. Wet.*, 61(12), 1374–1377.
- Polat U., Gencoglu H., Turkmen I.I., 2009. The effects of partial replacement of corn silage on biochemical blood parameters in lactating primiparous dairy cows. *Veterinarni Medicina*, 54, 2009 (9), 407–411.
- Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka. 2012. Ocena i hodowla bydła mlecznego dane za rok. PFHBiPM, Warszawa.

- Pushpakumara P.G.A., Gardner N.H., Reynolds C.K., Beever D.E., Wathes D.C., 2003. Relationship between transition period diet, metabolic parameters and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 60, 1165–1185.
- Quiroz-Rocha G.F., LeBlanc S.J., Duffield T.F., Wood D., Leslie K.E., Jacobs R.M., 2009. Reference limits for biochemical and hematological analytes of dairy cows one week before and one week after parturition. *Can. Vet. J.*, 50, 383–388.
- Rabiee A.R., Lean I.L., 2000. Uptake of glucose and cholesterol by the ovary of sheep and cattle and the influence of arterial LH concentrations. *Animal Reprod. Sci.*, 64, 199–209.
- Reist M., Erdin D.K., von Euw D., Tschüm K.M., Leuenberger H., Hammon H.H., Morel C., Philippona C., Zbinden Y., Künzi N., Blum J.W., 2003. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology*, 59, 1707–1723.
- Sławuta P., Mróz K., Noszczyk-Nowak A., 2005. Choroby wątroby – spojrzenie lekarza klinicysty. *Weterynaria w praktyce*, 6, 32–38.
- Strzałkowska N., 2007. Profil metaboliczny jako podstawa do oceny zaburzeń trawiennych i metabolicznych w wysoko produkcyjnych stadach krów mlecznych. *Hodowca bydła*, 4, 22–26.
- Studer E., 1998. A veterinary perspective of on-farm evaluation of nutrition and reproduction. *J. Dairy Sci.*, 81, 872–876.
- van Knegsel A.T.M., van den Brand H., Dijkstra J., Kemp B., 2007. Effects of dietary energy source on energy balance, metabolites and reproduction variables in dairy cows in early lactation. *Theriogenology*, 68, 274–280.
- Whitaker D.A., Macrae A.I., Burrough E., 2005. Nutrition, Fertility and Dairy Herd Productivity. *Cattle Practice*, 13, 27–32.
- Whitaker D.A., Macrae A.I., Burrough E., 2005. Nutrition, fertility and dairy herd productivity. *Cattle Practice 2005*, 13, 27–32.
- Winnicka A., 2011. Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wydawnictwo SGGW Warszawa.

## ANALYSIS OF SELECTED METABOLIC PARAMETERS OF COWS KEPT IN DIFFERENT SYSTEMS

**Abstract.** The aim of the study was an evaluation of selected biochemical parameters level in blood of cows of various performance and housed in different environmental conditions. Sixty clinically healthy animals were selected for the study, 20 from each farm of differentiated milk yield (farm A and B), and the same number from individual farms. The cows selected for the study were between 40<sup>th</sup> and 60<sup>th</sup> day of lactation. Blood serum analysis included:  $\beta$ -hydroxybutyric acid, free fatty acids (FFA), aspartate aminotransferase (AST),  $\gamma$ -glutamyltransferase (GGT), total bilirubin, total proteins and albumins. Cows yield on farm A in the examined period was twice higher compared to farm B. An intensified lipolysis, without an excessive ketogenesis, was noted in high-yielding cows in lactation peak. In low-yielding cows these changes were not significant. An increase in AST and GGT was observed in high-yielding cows in an initial lactation period. Protein level in all sites exceeded the proper values, while albumins level was considerably lowered. On farm A, despite high yield, the aberrances from proper values were small. Regular blood analysis in the herd allow early detection of subclinical states, as well as an assessment of nutrition correctness.

**Key words:** cows, blond, biochemical parameters

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.10.2012

For citation – Do cytowania: Tracz E., Kupczyński R., Mordak R., Zawadzki M., 2012. Analiza wybranych wskaźników metabolicznych krów utrzymywanych w różnych systemach. *Acta Sci. Pol. Med. Vet.* 11 (3), 15–24.



## MORFOMETRIA PORÓWNAWCZA SERCA U WYBRANYCH GATUNKÓW SSAKÓW

Karolina Barszcz<sup>1</sup>, Michał Skibniewski<sup>1</sup>, Marta Kupeczyńska<sup>1</sup>,  
Joanna Klećkowska-Nawrot<sup>2</sup>, Krzysztof Krasucki<sup>3</sup>,  
Katarzyna Olbrych<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

<sup>3</sup> Warszawski Uniwersytet Medyczny

**Streszczenie.** Materiał do badań stanowiły zwłoki dorosłych osobników, obu płci, w różnym wieku. Przebadano serca: 40 kotów domowych krótkowłosych (*Felis silvestris f. catus*), 50 norek amerykańskich (*Neovison vison*) i 23 nornic rudyh (*Myodes glareolus*). Przeprowadzono preparację i morfometrię wyizolowanych serc. Określono: masę ciała zwierzęcia (BW), masę serca (HW), wysokość serca (H) i szerokość serca (W). Uzyskane dane posłużyły do wyliczenia udziału procentowego masy serca w stosunku do masy ciała ( $I_1$ ). Różnicę pomiędzy populacją samców i samic dla poszczególnych parametrów określano za pomocą testu NIR Fishera (w odniesieniu do kotów oraz norek), a także za pomocą testu U Manna-Whitneya (w odniesieniu do nornic rudyh) przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$ .

U wszystkich osobników wysokość serca była większa od szerokości. Średnia wartość HW wyniosła 19,08 g dla kota domowego krótkowłosego; norki amerykańskiej 13,05 g; nornicy rudej 0,13 g. Natomiast średnia wartość  $I_1$  wyniosła: 0,59% dla kota domowego krótkowłosego; norki amerykańskiej 0,66%; nornicy rudej 0,70%.

**Słowa kluczowe:** morfometria, serce, względna masa serca

### WSTĘP

Publikacje dotyczące morfometrii serca stanowią metodyczną podstawę do określenia licznych parametrów charakteryzujących morfologię tego narządu takich jak: wymiary, masa bezwzględna oraz względna. Znajdują one zastosowanie m.in. w diagnostyce klinicznej i anatomii patologicznej.

---

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Adres do korespondencji – Corresponding author: Karolina Barszcz, Katedra Nauk Morfologicznych, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, karolina.barszcz@onet.eu

Liczne doniesienia z zakresu medycyny człowieka wskazują na bezpośrednie powiązanie morfologii z zaburzeniami w układzie krążenia [Buchanan 2000, Cunha i in. 2002, Nowak i in. 2003, Skwarek i in. 2006, Zipes i in. 2007a,b]. Badania morfometryczne serca prowadzono również u niektórych gatunków zwierząt udomowionych. Należy tu wymienić: psa domowego, kota domowego, konia, bydło domowe, świnie domową i królika [Schubert 1909, Kunze 1932, Sichert 1935, Balmer 1937, Rühl 1971, Barone 1996, Nickel i in. 2005, Onuma i in. 2010].

Obserwacje dotyczące wymiarów serca, jego masy oraz zależności między masą ciała a masą wspomnianego narządu prowadzono także u ssaków dziko żyjących [Węgrzyn i Kupczyńska 1986]. Stanowią one uzupełnienie wiedzy z zakresu anatomii porównawczej.

Na uwagę zasługuje fakt, że wśród zwierząt mięsożernych zagadnienia te zostały szczegółowo opracowane u psa domowego, kota domowego i tchórzofretki. Związane jest to z powszechnie wykorzystywaną w weterynaryjnej diagnostyce kardiologicznej metodą kręgosłupowego pomiaru wielkości serca (vertebral heart scale, VHS) [Litster i Buchanan 2000, Litster i in. 2005, Paragon i Vaissaire 2005, Ghadiri i in. 2008, Nelson i Couto 2008, Sánchez i in. 2012]. Pozwala ona na wykrycie patologii w obrębie serca. Szczególnie istotne znaczenie ma w odniesieniu do zmian jego sylwetki charakteryzujących poszczególne postacie kardiomiopatii.

Celem pracy było przeprowadzenie analizy morfometrycznej serca oraz określenie udziału procentowego masy serca w stosunku do masy ciała u wybranych gatunków ssaków.

## MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na sercach pochodzących od: 40 kotów domowych krótkowłosych (*Felis silvestris f. catus*), 50 norek amerykańskich (*Neovison vison*) i 23 nornic rudyh (*Myodes glareolus*).

Zwłoki kotów domowych krótkowłosych pozyskano z Kliniki Małych Zwierząt Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Do badań wykorzystano zwłoki zwierząt, u których w okresie poprzedzającym zgon nie stwierdzono zaburzeń w czynności układu krążenia. Właściciele wyrazili zgodę na wykorzystanie zwłok do celów naukowych.

Serca norek amerykańskich pobrano od zwierząt poddanych ubojowi na prywatnych fermach. Zgodnie z obowiązującym prawem w Polsce wykorzystanie tkanek pozyskanych *post mortem* nie wymaga zgody Komisji Etycznej.

Zwłoki nornic rudyh pozyskano z Nadleśnictwa Stuposiany, w ramach projektu „Poszukiwanie rezerwarów prątków gruźlicy wśród ssaków drapieżnych i gryzoni na terenie Bieszczad”. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Lokalnej Komisji Etycznej nr III (uchwała nr 48/2011 z dnia 26.10.2011).

Masę ciała (BW) określono przy użyciu wagi dla zwierząt MENSOR WM150P1. Masę serca (HW) ustalono po wyizolowaniu ze zwłok z wykorzystaniem wagi laboratoryjnej AXIS AD2000. W kolejnym etapie usuwano część osierdzia oraz pnie naczyńowe (aortę wstępującą, pień tt. płucnych, żż. płucne, ż. główną doczaszkową, ż. główną doogonową). Następnie serca przepłukiwano ciepłym roztworem fizjologicznym w celu

usunięcia skrzepów krwi. Bezpośrednio po tych czynnościach wykonano pomiary każdego serca przy użyciu mikroskopu operacyjnego ECLERIS (HALOLUX 150) z integralnym torem wizyjnym i oprogramowaniem do analizy metrycznej obrazu (AxioVision Rel. 4.7). Morfometrię przeprowadzono, opierając się na ustalonych stałych punktach odniesień. Określano: wysokość serca (H) reprezentowaną przez maksymalną odległość pomiędzy koniuszkiem i podstawą narządu, szerokość serca (W) jako maksymalną odległość pomiędzy brzegiem komorowym lewym i brzegiem komorowym prawym. Porównanie wspomnianych cech wyrażonych w postaci wartości bezwzględnych nie jest obiektywne. W celu ustalenia ewentualnej zmienności masy serca u samców w porównaniu z samicami wyliczono procentowy udział masy serca w stosunku do masy ciała:

$$I_1 = \frac{HW}{BW} \times 100.$$

Analizę statystyczną danych przeprowadzono przy użyciu pakietu STATISTICA 10™. Wykonano analizę rozkładu zmiennych. W odniesieniu do badanych kotów domowych krótkowłosych i nerek amerykańskich przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic pomiędzy grupami określono z wykorzystaniem testu NIR Fishera przy przyjętym poziomie istotności  $p \leq 0,05$ . W przypadku normic rudyh zastosowano testy nieparametryczne. Istotność różnic pomiędzy badanymi grupami analizowano przy użyciu testu U Manna-Whitneya.

## WYNIKI

Przeprowadzone obserwacje pozwoliły określić wzajemne proporcje w zakresie wymiarów i masy serc badanych gatunków. Uzyskane wyniki przedstawiono w formie tabelarycznej (tab. 1). U wszystkich przebadanych osobników wysokość serca była większa od jego szerokości.

W odniesieniu do kota domowego krótkowłosego średnia masa ciała samców wyniosła 3891,5 g, natomiast samic 2981 g. W badaniu statystycznym stwierdzono obecność istotnych statystycznie różnic ( $p \leq 0,05$ ) pomiędzy samcami i samicami. Średnia masa serca wyniosła odpowiednio 21,62 i 16,54 g. Analiza statystyczna dla tego parametru wykazała również istotne statystycznie różnice ( $p \leq 0,05$ ) między osobnikami obu płci.

W porównaniu średnich wartości indeksu dla samców i samic nie zaobserwowano istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami. Oznacza to, że masa serca zwiększała się proporcjonalnie do masy ciała.

W populacji badanych nerek amerykańskich występował wyraźny dymorfizm płciowy związany z masą ciała oraz masą serca. Wartość pierwszego parametru u samców wynosiła 2860 g, natomiast u samic 1320 g. W odniesieniu do masy serca średnie wartości wynosiły odpowiednio 16,14 oraz 9,95 g. W analizie statystycznej otrzymanych wyników stwierdzono obecność istotnych statystycznie różnic ( $p \leq 0,05$ ) między badanymi grupami w zakresie obu wymienionych parametrów. W porównaniu średnich wartości indeksu dla osobników obu płci nie zaobserwowano różnic istotnych statystycznie.

U normic rudyh średnia masa ciała osobników obu płci przyjmowała zbliżone wartości, które u samców wynosiły 18,9 g, u samic zaś 18,2 g. Średnia masa serca samców to 0,14 g, podczas gdy u samic wartość ta wynosiła 0,11 g. W analizie statystycznej otrzymanych wyników nie stwierdzono istotnych różnic między badanymi grupami.

Tabela 1. Wybrane parametry charakteryzujące serca badanych osobników  
 Table 1. Chosen parameters of the heart of examined species

Gatunek Species	Płeć Sex	Parametr – Parameter																
		BW [g]			HW [g]			H [mm]			W [mm]			I <sub>1</sub> [%]				
		x	min.	max.	SD	x	min.	max.	SD	x	min.	max.	SD	x	min.	max.	SD	
Normica ruda Bank vole	♂ n=11	18,90	17,59	19,94	0,67	0,14	0,11	0,17	0,02	7,61	7,01	8,32	0,48	5,79	5,27	6,23	0,37	0,74
	♀ n=12	18,20	16,51	19,45	0,91	0,11	0,08	0,16	0,03	7,49	6,59	8,15	0,57	5,59	5,11	6,19	0,40	0,60
Wszystkie osobniki All species		18,52	16,51	19,94	0,87	0,13	0,08	0,17	0,03	7,54	6,59	8,32	0,53	5,70	5,11	6,23	0,39	0,70
Norka amerykańska American mink	♂ n=25	2860	1320	2950	430,25	16,14	12,08	21,67	2,23	40,76	37,43	45,58	1,83	31,24	26,28	35,90	2,57	0,56
	♀ n=25	1320	950	1670	317,44	9,95	7,79	12,53	1,31	32,59	28,95	37,22	1,77	26,04	23,82	28,37	1,14	0,75
Wszystkie osobniki All species		2090	950	2950	521,44	13,05	7,79	21,67	3,61	36,68	28,95	45,58	4,49	28,64	23,82	35,90	3,28	0,66
Kot domowy krótkowłosey Domestic shorthair cat	♂ n=20	3891,50	2490	7710	1515,55	21,62	12,68	37,73	5,46	42,59	36,41	49,20	3,01	33,12	29,31	41,16	2,69	0,61
	♀ n=20	2981	2150	4800	670,51	16,54	12,66	21,44	2,93	38,49	34,67	43,39	2,71	29,93	25,35	34,38	2,48	0,57
Wszystkie osobniki All species		3436	2150	7710	1245,23	19,08	12,56	37,73	5,03	40,54	34,67	49,20	3,51	31,52	25,35	41,16	3,02	0,59

## DYSKUSJA

Tak jak już wspomniano, w dostępnym piśmiennictwie znajdują się liczne doniesienia dotyczące morfometrii serca człowieka. Szczegółowe badania morfometryczne serca prowadzono również u niektórych gatunków zwierząt. Obiektem badań najczęściej były różne gatunki ptaków, wśród których należy wymienić: pingwinka małego (*Eudyptula minor*), papuzkę falistą (*Melopsittacus undulatus*), szkarłatkę królewską (*Alisterus s. scapularis*), myszołowa zwyczajnego (*Buteo buteo*), strusia afrykańskiego (*Struthio camelus*), krzyżówkę (*Anas platyrhynchos*, L. 1758) oraz kaczkę domową (*Anas platyrhynchos f. domestica*). Według autorów cytowanych publikacji względna masa serca wyniosła: u pingwinka małego 0,85%; papuzki falistej 1,45%; szkarłatki królewskiej 1,36%; myszołowa zwyczajnego 0,73%; strusia afrykańskiego 0,99%; krzyżówki 1,1%, kaczki domowej 0,76% [Drabek 1997, Straub i in. 2002, Charuta i in. 2005, 2006].

Badania przeprowadzone na sercach strusia wykazały, że zarówno bezwzględna, jak i względna masa serca były większe u samic (1152 g; 1,06%) niż u samców (1065 g; 0,92%) [Charuta i in. 2006]. Podobne obserwacje dotyczyły ptaków z rodziny blaszkodziobych. Badania wykonane u kaczki czernicy (*Nyroca Fuligula*) wykazały, że bezwzględna masa serca jest większa u samic (10,18 g) niż u samców (8,78 g). Natomiast u kaczki krzyżówki względna masa serca samców (0,75%) miała wyższe wartości niż u samic (0,68%). Przytoczone wyniki pozwalają na stwierdzenie, że cytowani autorzy nie są zgodni co do tego, że względna masa serca zależy od płci.

Doniesienia dotyczące badań morfometrycznych serca ssaków występują stosunkowo rzadko. Analizę tego zagadnienia zajmowano się w odniesieniu do konia [Sisson 1953]. W cytowanej pozycji podano, że średnia masa serca u tego gatunku wynosi 4 kg i stanowi 0,7% masy ciała. Omówiono także różnice osobnicze związane z użytkowaniem oraz kondycją poszczególnych zwierząt. Stwierdzono, że u koni sportowych serce jest większe i zarazem cięższe. Proporcja masy serca do masy ciała zmienia się także w odniesieniu do kondycji konia. W przypadku osobników o dużej masie ciała odsetek ten wynosił 0,4% natomiast u lżejszych ok. 1% [Sisson 1953]. Podobne badania przeprowadzone na sercach żubrów (*Bison bonasus*) wykazały, że stosunek masy serca do masy ciała u dorosłych osobników osiąga 0,5%. Autorzy ocenili również zmiany tego parametru w rozwoju postnatalnym. Stwierdzili bowiem, że w pierwszych miesiącach życia żubra omawiana wartość zawiera się w granicach 0,7–0,8%. Oznacza to, że względna masa serca maleje wraz z wiekiem zwierzęcia [Węgrzyn i Kupczyńska 1986]. Obiektem badań był także pies (*Canis lupus f. familiaris*) [Nickel i in. 2005]. W cytowanej pozycji podano informacje dotyczące względnej masy serca u kilkunastu ras: dog niemiecki 0,71%, bernardyn 0,65%, wyżły 0,78%, owczarek niemiecki 0,75%, doberman 0,73%, airedale terier 0,76%, sznaucer 0,71%, szpic 0,76%, jamnik 0,73%, pinczer 0,70% oraz foksterier 0,73%. Na podstawie przytoczonych danych można wyciągnąć następujące wnioski. Pierwszy z nich wskazuje, że względna masa serca psa domowego jako gatunku mieści się w granicach 0,64–0,78%. Drugi, że względna masa serca pozostaje wartością niemal stałą, zbliżoną do 0,73% masy ciała, bez względu na rasę psa.

Wartości uzyskane w badaniach własnych są zbliżone do odnotowanych przez wymienionych wyżej autorów zajmujących się morfometrią serca ssaków. W odniesieniu do ptaków o niewielkich rozmiarach ciała są to wartości zdecydowanie mniejsze. Różnica ta wynika prawdopodobnie z adaptacji do lotu, który jest procesem wymagają-

cym znacznego nakładu energetycznego. Względna masa serca obserwowana w badaniach własnych zawierała się w granicach od 0,56 do 0,74% masy ciała. Dane te wskazują, że w odniesieniu do kręgowców reprezentujących gromadę ssaków względna masa serca przyjmuje wartości zbliżone, niezależnie od rozmiarów ciała danego osobnika. Wartości niemieszczące się w proponowanym przedziale mogą sugerować obecność zmian patologicznych w sercu.

## WNIOSKI

1. Porównując średnie wartości  $I_1$  u poszczególnych gatunków nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy populacją samców i samic. Oznacza to, że masa serca u obu płci zwiększa się proporcjonalnie do masy ciała.

2. Określenie względnej masy serca u zwierząt domowych i dzikich ma istotne znaczenie w ocenie *post mortem*. Wartości niemieszczące się w proponowanym przedziale mogą sugerować obecność zmian patologicznych w sercu.

## PIŚMIENNICTWO

- Balmer J., 1937. Über Herzgewichte gesunder und nierenkranker Hunde. Diss. med. vet. Bern.
- Barone R., 1996. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Angiologie. Éditions Vigot, Paris.
- Buchanan J.W., 2000. Vertebral scale system to measure heart size in radiographs. Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract., 30, 379–393.
- Charuta A., Mańkowska-Pliszka H., Bartyzel B.J., Wysocki J., 2005. Size of heart of the domestic Pekin duck (*Anas platyrhynchos f. domestica*) and wild duck (*Anas platyrhynchos*, L. 1758). Acta Sci. Pol., Medicina Veterinaria, 4, (2), 11–19.
- Charuta A., Bartyzel B., Kwiecińska M., Mańkowska-Pliszka H., 2006. Analiza morfologii i wybranych parametrów wielkościowych serca strusia z uwzględnieniem dymorfizmu płciowego. Acta Sci. Pol., Medicina Veterinaria, 5, (2), 3–17.
- Cunha D.F., da Cunha S.F.C., dos Reis M.A., Teixeira V.P.A., 2002. Heart weight and heart weight/body weight coefficient in malnourished adults. Arq Bras Cardiol, 78, 382–387.
- Drabek C.M., 1997. Heart and ventricle weights of the Little Penguin (*Eudyptula minor*). EMU, 97, 258–260.
- Ghadiri A., Avizeh R., Rasekh A., Yadegari A., 2008. Radiographic measurement of vertebral heart size in healthy stray cats. J Feline Med Surg, 10, 61–65.
- Kunze G., 1932. Messungen am Hundeherzen. Diss. med. vet. Gießen.
- Litster A., Atkins C., Atwell R., Buchanan J., 2005. Radiographic cardiac size in cats and dogs with heartworm disease compared with reference values using the vertebral scale method: 53 cases. J. Vet. Cardiol., 7, 33–40.
- Litster A.L., Buchanan J.W., 2000. Vertebral scale system to measure heart size in radiographs of cats. J. Am. Med. Assoc., 216, 210–214.
- Nelson R.W., Couto C.G., 2008. Choroby wewnętrzne małych zwierząt. Tom 1. Elsevier Urban & Partner, Wrocław.
- Nickel R., Schummer A., Seiferle E., 2005. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band III. Verlag Paul Parey, Berlin, Germany, 45–53.
- Nowak D., Bożiłow W., Walek S., 2003. Correlation of heart external dimensions with body external dimensions of human foetuses. Folia Morphol, 62, 47–49.

- Onuma M., Ono S., Ishida T., Shibuya H., Sato T., 2010. Radiographic measurement of cardiac size in 27 rabbits. *J. Vet. Med. Sci.*, 72, 529–531.
- Paragon B.M., Vaissaire J.P., 2005. *The Royal Canine Cat Encyclopedia*. Aniwa SA, Paris.
- Rühl, B., 1971. Gewichte, Faserdicken und Kernzahlen des Herzmuskels und deren Beziehungen zu Körpergewicht und Skelettmuskelmasse bei 205 Tage alten, 5 Rassen zugehörigen Schweinen. *Zbl. Vet. med. A*, 18, 151–173.
- Sánchez X., Prandi D., Badiella L., Vázquez A., Llabrés-Díaz, Bussadori C., Doménech O., 2012. A new method of computing the vertebral heart scale by means of direct standardisation. *JSAP*, 53, 641–645.
- Schubert F., 1909. Beiträge zu Anatomie des Herzens der Haussäugetiere. *Diss. Med. vet. Leipzig*
- Sisson S., 1953. *The anatomy of the domestic animals*. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Sichert E., 1935. Zur vergleichenden Anatomie des Herzens der Katze (*Felis domestica* Briss.) *Diss. med. vet. Budapest*.
- Skwarek M., Grzybiak M., Kosiński A., Hreczecha J., 2006. Basic axes of human heart in correlation with heart mass and right ventricular wall thickness. *Folia Morphol.*, 65, 385–389.
- Straub J., Valerius K.P., Pees M., Krautwald-Junghanns M.E., 2002. Morphometry of the heart of budgerigars (*Melopsittacus undulates*), Alisterus parrots (*Alisterus s. scapularis*) and common buzzards (*Buteo buteo*). *Res. Vet. Sci.*, 72, 147–151.
- Węgrzyn M., Kupczyńska M., 1986. Shape, size and weight of the heart in European bison. *Acta Theriol.*, 31, 327–342.
- Zipes D.P., Libby P., Bonow R.O., Braunwald E., 2007a. *Braunwald. Choroby serca. Tom 1*. Elsevier Urban & Partner, Wrocław.
- Zipes D.P., Libby P., Bonow R.O., Braunwald E., 2007b. *Braunwald. Choroby serca. Tom 2*. Elsevier Urban & Partner, Wrocław.

## MORPHOMETRY OF THE HEART OF CHOSEN SPECIES

**Abstract.** The study was performed on corpses of adult: 40 domestic shorthair cats (*Felis silvestris f. catus*), 50 American minks (*Neovison vison*) and 23 bank voles (*Myodes glareolus*) of both sexes and different age. The study material underwent an anatomical preparation and morphometric analysis of the hearts was performed. None of the hearts carried signs of macroscopic abnormalities or pathological changes. The following elements were determined: the body weight (BW), the heart weight (HW), the heart height (H) and the heart width (W). The data thus obtained were used to determine the percentage of the HW compared to the BW. The difference between the population of males and females for each of the parameters was determined by the Fisher's LSD test (for cats and minks) and the U-Mann-Whitney test (for bank voles) and the significance level was  $P \leq 0.05$ .

In the studied material the W of all specimens was greater than the H. The average HW amounted to: 19.08 g in domestic shorthair cat; 13.05 g in American mink; 0.13 g in bank vole. The average  $I_1$  amounted to: 0.59% in domestic shorthair cat; 0.66% in American mink; 0.70% in bank vole.

**Key words:** morphometry, heart, relative heart weight

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.10.2012

For citation – Do cytowania: Barszcz K., Skibniewski M., Kupczyńska M., Klećkowska-Nawrot J., Krasucki K., Olbrych K., 2012. Morfometria porównawcza serca u wybranych gatunków ssaków. *Acta Sci. Pol. Med. Vet.* 11 (3), 25–32.



## SPIS TREŚCI CONTENTS

**Ewa Pecka, Andrzej Zachwieja, Wojciech Zawadzki, Jowita Kaszuba,  
Joanna Tumanowicz**

Wpływ stadium laktacji na wydajność  
i właściwości fizykochemiczne oraz skład podstawowy  
mleka krów pierwiastek ..... 5  
Effect of stage of lactation on the efficiency,  
physico-chemical properties and composition  
of milk from primiparous cows

**Ewa Tracz, Robert Kupczyński, Ryszard Mordak, Marcin Zawadzki**

Analiza wybranych wskaźników metabolicznych krów  
utrzymywanych w różnych systemach..... 15  
Analysis of selected metabolic parameters  
of cows kept in different systems

**Karolina Barszcz, Michał Skibniewski, Marta Kupczyńska,  
Joanna Klećkowska-Nawrot, Krzysztof Krasucki, Katarzyna Olbrych**

Morfometria porównawcza serca  
u wybranych gatunków ssaków..... 25  
Morphometry of the heart of chosen species