

## WPLYW WARUNKÓW ŚRODOWISKOWYCH W SEZONIE PASTWISKOWYM NA JAKOŚĆ MLEKA I DOBROSTAN KRÓW W CHOWIE EKOLOGICZNYM\*

Agata Szewczyk, Joanna Pawłowska

Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy,  
Dział Technologii Ekologii i Ekonomiki Produkcji Zwierzęcej, 32-083 Balice k. Krakowa

*Pomimo ogólnie przyjętych uregulowań prawnych dotyczących produkcji ekologicznej, poszczególne gospodarstwa różnią się między sobą sposobami postępowania i utrzymania oraz warunkami środowiskowymi. Różnice te sprawiają, że produkty mleczne z nich otrzymywane także różnią się pod względem zawartości białka, tłuszczu, nienasyconych kwasów tłuszczowych, witamin, a także komórek somatycznych. W doniesieniach naukowych poruszających kwestie dobrostanu i zdrowotności ekologicznych krów mlecznych istnieją duże rozbieżności. Potrzebą staje się więc przebadanie jaki wpływ wywierają warunki środowiskowe i sposoby utrzymania w ekologicznym chowie krów mlecznych na ich dobrostan oraz jakość mleka od nich otrzymywanego. Materiał doświadczalny stanowiło 30 krów mlecznych rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej (PHF) certyfikowanych i utrzymywanych zgodnie ze standardami gospodarstwa ekologicznego oraz 15 krów rasy PHF utrzymywanych w sposób konwencjonalny. Zwierzęta grupy kontrolnej utrzymywane były bez wybiegów i pastwiska w chowie wolnostanowiskowym. Grupy doświadczalne utrzymywano również wolnostanowiskowo, natomiast w zależności od grupy były skarmiane zielonką w budynku lub miały dostęp do pastwiska. Badaniom poddane zostały wskaźniki fizjologiczne, realizacja potrzeb behawioralnych oraz określenie wpływu systemu utrzymania na wskaźniki produkcyjne i jakość surowców. Stwierdzono, że mleko od krów ekologicznych korzystających z pastwiska miało lepszy skład chemiczny, zawierało mniej komórek somatycznych. Krowy były zdrowsze, a ich dobrostan na wyższym poziomie.*

*Słowa kluczowe: krowy mleczne, ekologia, jakość mleka, dobrostan, sezon pastwiskowy*

Na dobrostan zwierząt duży wpływ mają warunki utrzymania i żywienia. Wysoki poziom dobrostanu zwierząt jest wymieniany zwykle obok jakości i bezpieczeństwa żywności jako jeden z głównych celów rolnictwa ekologicznego. Producent musi stworzyć takie warunki bytowe dla zwierząt, aby zapewnić im zdrowie

---

\*Praca finansowana z tematu nr 06-012.1.

i przejawianie naturalnych zachowań (Sundrum, 2001; Huxley i in., 2004). Dla krów mlecznych będą to: dostęp do wybiegów, pastwiska, czystych i suchych pomieszczeń oraz stały dostęp do czystej wody. Ponadto, dostęp do paszy objętościowej, zapobieganie konkurencji między krowami podczas karmienia i pojenia, stosowanie kojców porodowych, zakaz wiązania i utrzymania indywidualnego. Krowy utrzymywane w przyjaznych warunkach środowiskowych dają więcej mleka, są zdrowsze i dłużej żyją, rzadziej chorują na zapalenie wymienia, choroby racic, otarcia i zranienia (Thomsen i in., 2006; Hamilton i in., 2006).

Doniesienia naukowe na temat zdrowotności utrzymywanych w gospodarstwach ekologicznych krów mlecznych i występowania u nich zapaleń wymienia pokazują rozbieżne wyniki. Według Fall i in. (2008) nie ma różnic między gospodarstwami ekologicznymi a konwencjonalnymi. Hamilton i in. (2006) z kolei podaje, że w gospodarstwach ekologicznych występowanie mastitis jest rzadsze. W przeciwieństwie do niego, O'Mahony i in. (2006) stwierdza częstsze występowanie mastitis w gospodarstwach ekologicznych.

Krowy z gospodarstw ekologicznych są mniej narażone na choroby kończyn i kulawizny (Rutherford i in., 2009; Langford i in., 2009; Ivemeyer i in., 2012). Hernandez-Mendo i in. (2007) podają zauważalną poprawę chodu u krów z gospodarstw ekologicznych. Według autorów krowy mniej czasu spędzają na leżeniu niż krowy z gospodarstw konwencjonalnych oraz dają mniej mleka.

Na skład i jakość mleka pozyskiwanego od krów ekologicznych mają wpływ żywienie oraz system utrzymania. W mleku tym stwierdza się wyższe zawartości korzystnych kwasów tłuszczowych, w tym wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, sprzężonego kwasu linolowego cis-9 i trans 11 oraz  $\alpha$  linolenowego, niż w mleku krów z chowu konwencjonalnego (Wójcik i Walczak, 2013). Sezon doju ma wysoki wpływ na stężenie nasyconych kwasów tłuszczowych, których w sezonie pastwiskowym jest mniej niż kwasów nienasyconych (Butler i in., 2011). Według tych autorów wysoka zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych, witaminy E i karotenoidów zmniejsza ryzyko chorób układu krążenia i nowotworów u konsumentów mleka ekologicznego.

Gospodarstwa ekologiczne różnią się pomiędzy sobą zarówno pod względem utrzymywanych ras, założeń produkcyjnych dotyczących intensywności produkcji mleka czy rozwiązań technologicznych. W zależności od tych uwarunkowań i wyboru producentów, w różnych gospodarstwach odmienne jest zdrowie zwierząt, wydajność i jakość mleka pod względem zawartości białka, tłuszczu, witamin i komórek somatycznych (Sandrucci i Bani, 2003; Nauta i in., 2009; Müller-Lindenlauf i in., 2010). Na podstawie wytycznych ekologiczny chów stawia sobie za cel stworzenie produkcji przyjaznej dla środowiska, utrzymanie zwierząt w dobrym zdrowiu i na wysokim poziomie dobrostanu oraz wytwarzania produktów wysokiej jakości. O ile kwestia ochrony środowiska i dostosowań technologicznych w celu zapewnienia zwierzętom odpowiedniego poziomu dobrostanu są szeroko omawiane, o tyle problem zdrowia zwierząt i jakości produktu zależą od szczególnego postępowania, sposobu zarządzania i utrzymania stada. Istnieje niewiele doniesień, które mówią o wpływie sposobu utrzymania i warunków środowiskowych na jakość produktu, zdrowie czy behavior ekologicznych krów mlecznych.

Celem pracy było przebadanie wpływu warunków środowiskowych na behavior, zdrowotność, jakość i efektywność produkcji ekologicznych krów mlecznych w zależności od sposobu ich utrzymania. Doświadczenie polegało na określeniu wpływu sposobu utrzymania ekologicznych krów mlecznych na dobrostan i produktywność w sezonie pastwiskowym.

## Material i metody

Material doświadczalny stanowiło 30 krów mlecznych certyfikowanych i utrzymywanych zgodnie ze standardami gospodarstwa ekologicznego oraz 15 krów rasy PHF utrzymywanych w warunkach chowu konwencjonalnego. Zwierzęta żywione były zgodnie z obowiązującymi normami oraz miały stały dostęp do wody.

Zwierzęta podzielone zostały na trzy grupy i utrzymywane były w budynku wolnostanowiskowym z wybiegami. Jedna z grup doświadczalnych była wypędzana na pastwisko (15 sztuk), druga natomiast skarmiana zielonką w oborze (15 sztuk). Grupa kontrolna w klasycznym chowie utrzymywana była bez wybiegów i pastwiska. Wykonane zostały obserwacje behawioralne, badania fizjologiczne, pomiary aktywności ruchowej oraz analiza mleka, a także zebrane zostały wyniki produkcyjne.

W trakcie trwania doświadczenia zbierane były następujące dane:

- wyniki produkcyjne,
- profil kwasów tłuszczowych w mleku,
- zawartość komórek somatycznych w mleku,
- zawartość białka i tłuszczu w mleku – milkoskanem,
- poziom witamin A i E w mleku,
- zawartość selenu i wapnia w mleku,
- ilość ruchu – pedometrami,
- obserwacje behawioralne przy pomocy kamer wideo,
- stężenie hormonów stresu długotrwałego – kortyzol, ACTH,  $T_4$ ,  $T_3$ , określone w surowicy krwi na podstawie próbek pobieranych od wszystkich zwierząt na koniec każdego etapu odchowu – metodą immunologiczną,
- analiza morfologiczna krwi – na podstawie próbek pobieranych każdorazowo po obserwacjach behawioralnych, w zakresie ilości i rodzaju krwinek plt, % limfocytów
- od każdej krowy.

Krowy ze wszystkich grup były dobierane tak, aby były w drugiej lub trzeciej laktacji oraz w zbliżonej jej fazie. Próby mleka pobierano z udoju porannego, zawsze o tej samej porze, w ciągu trwania doświadczenia.

Profil kwasów tłuszczowych oznaczano według metodyki PN-EN ISO 5508:1996; PN-EN ISO 12966-2:2011 z wyłączeniem p.4.3 i 4.5. Próbkę przygotowano według metodyki PN-EN ISO 12966-2, estryfikacja tłuszczu za pomocą trifluorku boru. Witaminę A i witaminę E oznaczano według metodyki PB 40/HPLC wyd. III z dn. 28.02.2009 – badanie wykonane zostało metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej, HPLC (ang. high-performance liquid chromatography). Zawartość witaminy A i E oznaczana była techniką RP-HPLC z detekcją fluorescencyjną. Wapń i selen

oznaczano według metodyki PB 223/ICP wyd. I z dn. 18.06.2013 – mineralizacja mikrofalowa, spektrometria masowa (ICP-MS), metodyka oparta na normie PN-EN 15763.

Oznaczenia hematologiczne zostały wykonane zgodnie z zaleceniami oznaczania krwi u zwierząt automatycznym analizatorem hematologicznym ADVIA 2120 (Bayer Healthcare, Siemens) z zainstalowanym oprogramowaniem do oznaczania krwi u bydła. System hematologiczny ADVIA 2120 jest cytometrem przepływowym. Wartości parametrów krwi uzyskiwane są w oparciu o pomiar laserowy i matematyczną teorię Mie. Rozdział białych krwinek na 6 populacji dokonywany jest natomiast przy zastosowaniu rozproszenia światła i barwienia mieloperoksydazowego. Oznaczono podstawowe wskaźniki hematologiczne krwi, czyli: liczbę krwinek czerwonych – RBC, stężenie hemoglobiny – HGB, hematokryt – HCT, średnią objętość krwinki czerwonej – MCV, średnią masę hemoglobiny w krwince czerwonej – MCH, liczbę białych krwinek – WBC, w tym: eozynofile, bazofile, neutrofile, limfocyty, monocyty oraz płytki krwi – PLT.

Zebrane dane opracowano statystycznie przy pomocy programu komputerowego Statgraph wykorzystując metodę jednoczynnikowej analizy wariancji.

## Wyniki

### Profil kwasów tłuszczowych

W sezonie pastwiskowym udział kwasów tłuszczowych w badanym mleku różnił się w zależności od systemu utrzymania (tab. 1). Najniższą zawartość wielonasyconych kwasów tłuszczowych SAFA stwierdzono w mleku od krów ekologicznych korzystających z pastwiska. Różnice stwierdzone pomiędzy tą grupą a pozostałymi były wysoko istotne. Istotność różnic występowała natomiast pomiędzy wszystkimi grupami. Wśród kwasów tłuszczowych nasyconych zawartość kwasu masłowego C4:0 w mleku różniła się wysoko istotnie pomiędzy grupą krów ekologicznych korzystających z pastwiska, a krowami utrzymywanymi konwencjonalnie, gdzie odnotowano jego najwyższy udział. W przypadku kwasu kapronowego C6:0 i kaprylowego C8:0 najniższą zawartość w mleku odnotowano w grupie krów ekologicznych korzystających z pastwiska, a najwyższą w grupie ekologicznej otrzymującej zielonkę w budynku. Różnice były wysoko istotne. Podobna zależność występowała w przypadku kwasu kaprynowego C10:0, laurynowego C12:0, mirystynowego C14:0, palmitynowego C16:0. Porównując między grupami zawartość kwasu margarynowego C17:0 w mleku, najwyższą wartość stwierdzono w grupie ekologicznej korzystającej z pastwiska, a najniższą w grupie ekologicznej otrzymującej zielonkę w budynku. Różnice były wysoko istotne. Najniższą zawartość kwasu stearynowego C18:0 stwierdzono w mleku od grupy konwencjonalnej, a najwyższą od grupy ekologicznej korzystającej z pastwiska. Między tymi wartościami odnotowano istotność różnic. Podobna zależność wystąpiła w przypadku kwasu arachidowego C20:0, a różnice były wysoko istotne. Zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych MUFA w mleku krów ekologicznych korzystających z pastwiska była najwyższa i różniła się wysoko istotnie od zawartości MUFA w mleku krów ekologicznych otrzymujących zielonkę w budynku,

gdzie wartość ta była najniższa. Istotność różnic odnotowano pomiędzy wszystkimi grupami. Suma kwasu palmitoleinowego C16:1 w mleku od krów ekologicznych korzystających z pastwiska była najwyższa, a najniższa w mleku krów ekologicznych otrzymujących zielonkę w budynku – różnice pomiędzy tymi grupami były istotne. W przypadku kwasu margaroleinowego istotność różnic wystąpiła pomiędzy jego wartościami w mleku od krów utrzymywanych konwencjonalnie, gdzie jego poziom był najwyższy, a pozostałymi grupami. Najwyższą zawartość kwasu wakcenenowego C18:1 stwierdzono w mleku krów ekologicznych korzystających z pastwiska, a najniższą w mleku krów ekologicznych otrzymujących zielonkę w budynku. Różnice te były wysoko istotne, natomiast istotność różnic stwierdzono pomiędzy wszystkimi grupami. Suma wielonienasyconych kwasów tłuszczowych PUFA najwyższą wartość osiągnęła w mleku krów utrzymywanych konwencjonalnie, a najniższą w mleku krów ekologicznych korzystających z pastwiska. Różnice w tym przypadku były wysoko istotne. Istotność różnic stwierdzono natomiast pomiędzy wszystkimi grupami. Taka sama zależność wystąpiła w przypadku kwasu linolowego C18:2. Największa zawartość pozostałych kwasów tłuszczowych stwierdzona została w mleku krów ekologicznych korzystających z pastwiska, a najmniejsza w mleku krów ekologicznych otrzymujących zielonkę w budynku. Różnice pomiędzy tymi grupami były wysoko istotne.

Tabela 1. Profil kwasów tłuszczowych w mleku krów w sezonie pastwiskowym (g/100 g tłuszczu)

Table 1. Fatty acid profile of cow milk during the grazing season (g/100 g fat)

Grupa / Group	Krowy ekologiczne korzystające z pastwiska Organic cows grazed on pasture	Krowy ekologiczne otrzymujące zielonkę w budynku Organic cows fed forage indoors	Krowy utrzymywane konwencjonalnie Conventionally managed cows	SEM
Wyszczególnienie Item				
1	2	3	4	5
SFA	59,63 Aa	67,70 Bb	63,86 Bc	0,77
C4:0	3,12 Aa	3,30 ABab	3,47 Bb	0,05
C6:0	1,66 Aa	2,04 Bb	1,96 Abb	0,05
C8:0	0,84 Aa	1,27 Bb	1,06 Abab	0,06
C11:0	0,1	0,1	0,1	0
C10:0	1,90 Aa	2,68 Bb	2,33 Abab	0,1
C12:0	2,32 Aa	3,15 Bb	2,88 Abb	0,11
C13:0	0,1	0,1	0,1	0,002
C14:0	8,56 Aa	10,36 Bb	9,65 Abab	0,27
C15:0	1,11	1,12	1,01	0,03
C16:0	28,24 Aa	33,30 Bb	31,51 Bb	0,51
C17:0	0,61 Aa	0,47 Bb	0,55 Aba	0,02
C18:0	11,03 a	9,81 ab	9,24 b	0,29
C20:0	0,16 Aa	0,14 Aba	0,10 Bb	0,008
C22:0	<0,1	<0,1	<0,1	0
C24:0	<0,1	<0,1	<0,1	0
MUFA	32,70 Aa	25,14 Bb	28,47 Abc	0,78
C14:1	0,88	1,04	0,95	0,05

cd. tab. 1 – table 1 contd.

1	2	3	4	5
C16:1 suma *	2,17 a	1,94 b	2,05 ab	0,05
C16:1 sum *				
C17:1	0,1 a	0,1 a	0,12 b	0,005
C18:1 suma*	32,11 Aa	24,38 Bb	27,97 Abc	0,77
C18:1 sum *				
C20:1n9	0,11	0,10	0,11	0,004
PUFA	1,85 Aa	2,08 Ab	2,38 Bc	0,07
C18:2 suma *	2,03 a	2,20 ab	2,41 b	0,06
C18:2 sum *				
C18:3 suma *	0,20	0,18	0,23	0,01
C18:3 sum *				
Pozostałe kt	2,92 Aa	2,56 Abb	2,31 Bb	0,07
Other FA				
Suma kt trans	2,97	2,59	2,98	0,19
Sum of trans FA				

\*Oznaczone zawartości sum kwasów nienasyconych nie uwzględniają zawartości kwasów tłuszczowych o konfiguracji trans.

a, b – różnice istotne przy  $P \geq 0.05$ ; A, B – różnice istotne przy  $P \geq 0.01$ .

\*The determined sum of unsaturated fatty acids does not account for the content of trans fatty acids.

ab – differences significant at  $P \geq 0.05$ ; A, B – differences significant at  $P \geq 0.01$ .

### Witaminy i mikroelementy

W mleku krów pozyskiwanym w sezonie pastwiskowym nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w ilości witamin A i E oraz selenu (tab. 2). Jednak porównując otrzymane wyniki należy stwierdzić, że większą zawartością wspomnianych witamin i selenu charakteryzowało się mleko krów utrzymywanych konwencjonalnie. W przypadku zawartości wapnia, dużo wyższe wartości obserwowano natomiast w mleku krów z grup ekologicznych, niż w mleku pochodzącym od krów utrzymywanych konwencjonalnie. Różnice te były istotne.

Tabela 2. Średnia zawartość wybranych witamin i mikroelementów w mleku krów w sezonie pastwiskowym

Table 2. Mean content of some vitamins and trace elements in cow milk during the grazing season

Grupa / Group	Krowy ekologiczne korzystające z pastwiska Organic cows grazed on pasture	Krowy ekologiczne otrzymujące zielonkę w budynku Organic cows fed forage indoors	Krowy utrzymywane konwencjonalnie Conventionally managed cows	SEM
Wyszczególnienie Item				
Witamina A ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) Vitamin A ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	40,92	49,27	51,19	2,84
Witamina E ( $\text{mg}/100\text{ g}$ ) Vitamin E ( $\text{mg}/100\text{ g}$ )	0,11	0,12	0,13	0,007
Selen ( $\text{mg}/\text{kg}$ ) Selenium ( $\text{mg}/\text{kg}$ )	0,025	0,027	0,026	0,0004
Wapń ( $\text{mg}/100\text{ g}$ ) Calcium ( $\text{mg}/100\text{ g}$ )	130,46 a	128,45 a	119,36 b	1,89

a, b – różnice istotne przy  $P \geq 0.05$ ; A, B – różnice istotne przy  $P \geq 0.01$ .

a, b – differences significant at  $P \geq 0.05$ ; A, B – differences significant at  $P \geq 0.01$ .

### Morfologia krwi

Analizując wyniki morfologii krwi (tab. 3) należy stwierdzić, że najlepsze parametry hematologiczne występowały u krów korzystających z pastwiska. Krew tych krów charakteryzowała się niższymi wartościami WBC (liczba krwinek białych), MCH (wskaźnik średniej masy hemoglobiny w krwince czerwonej), MCHC (średnie stężenie hemoglobiny w objętości krwinek czerwonych) oraz monocytów i wyższą wartością RBC (liczba czerwonych krwinek). Różnice pomiędzy tą grupą a pozostałymi były wysoko istotne.

Tabela 3. Średnie wartości parametrów hematologicznych we krwi krów w sezonie pastwiskowym  
Table 3. Mean values of hematological parameters in the blood of cows during the grazing season

Grupa / Group Wyszczególnienie Item	Krowy ekologiczne korzystające z pastwiska Organic cows grazed on pasture	Krowy ekologiczne otrzymujące zielonkę w budynku Organic cows fed forage indoors	Krowy utrzymywane konwencjonalnie Conventionally managed cows	SEM
WBCP (x10E03 cells/ $\mu$ L)	8,46	9,56	9,48	0,31
WBCB (x10E03 cells/ $\mu$ L)	8,26 a	9,66 b	9,52 b	0,33
RBC (x10E06 cells/ $\mu$ L)	7,13 Aa	6,52 Bb	6,51 Bb	0,11
HGB (g/l)	12,64	12,13	12,10	0,17
HCT (%)	33,09	32,51	32,62	0,44
MCV (fL)	47,92	48,59	48,31	0,41
MCH (pg)	17,46 a	18,16 b	18,22 b	0,16
MCHC (g/dL)	37,08 a	37,36 b	37,35 b	0,06
CHCM (g/dL)	36,87	37,05	36,99	0,06
RDW (%)	15,79	15,48	15,46	0,14
HDW (g/dL)	1,72	1,75	1,74	0,01
PLT (x10E03 cells/ $\mu$ L)	341,34	335,46	332,79	12,94
MPV (fL)	7,04	6,94	6,97	0,08
PDW (%)	52,82	52,72	52,69	1,20
PCT (%)	0,22	0,22	0,22	0,009
NEUT (%)	44,58	40,96	40,91	1,23
LYM (%)	45,34	47,93	47,69	1,15
MONO (%)	3,80 a	4,38 b	4,31 b	0,25
EOS (%)	5,28	5,38	5,37	0,56
LUC (%)	0,51	0,42	0,41	0,03
BASO (%)	0,88	0,80	0,81	0,04
RETIC (x10E09 cells/L)	3,68	4,67	4,59	0,34
RETIC %	0,05	0,07	0,06	0,006

a, b – różnice istotne przy  $P \geq 0.05$ ; A, B – różnice istotne przy  $P \geq 0.01$ .

a, b – differences significant at  $P \geq 0.05$ ; A, B – differences significant at  $P \geq 0.01$ .

### Hormony

W sezonie pastwiskowym w krwi krów korzystających z pastwiska stwierdzono najniższe poziomy wszystkich oznaczanych hormonów (tab. 4). W przypadku  $TT_4$  (tyroksyna całkowita),  $T_3$  (trójiodotyronina),  $F_4$  (tyrozyna), TSH (tyreotropina) oraz

FT<sub>3</sub> (wolna trójiodotyronina) różnice pomiędzy tą grupą a pozostałymi były wysoko istotne. Różnice istotne stwierdzono w poziomach COR (kortyzol).

Poziom ACTH (kortykotropina) i kortyzolu świadczy o stresie i konieczności uruchomienia mechanizmów adaptacyjnych, a więc w grupach gdzie poziomy tych hormonów były wyższe, organizm zwierząt musiał intensywniej przystosowywać się do środowiska.

Tabela 4. Średni poziom wybranych hormonów we krwi krów w sezonie pastwiskowym  
Table 4. Mean level of some hormones in the blood of cows during the grazing season

Grupa / Group Wyszczególnienie Item	Krowy ekologiczne korzystające z pastwiska Organic cows grazed on pasture	Krowy ekologiczne otrzymujące zielonkę w budynku Organic cows fed forage indoors	Krowy utrzymywane konwencjonalnie Conventionally managed cows	SEM
ACTH (pg/ml)	10,34	11,71	11,84	0,88
T <sub>4</sub> (ug/dL)	2,17 Aa	3,22 Bb	3,25 Bb	0,15
T <sub>3</sub> (ng/dL)	121,02 Aa	172,58 Bb	176,31 Bb	6,14
COR (ug/dL)	1,22 a	1,65 b	1,69 b	0,08
F <sub>4</sub> (ng/dL)	0,84 Aa	1,01 Bb	1,02 Bb	0,03
TSH (uIU/mL)	0,04 Aa	0,17 Bb	0,16 Bb	0,02
FT <sub>3</sub> (pg/mL)	1,59 Aa	2,54 Bb	2,62 Bb	0,14

a, b – różnice istotne przy  $P \geq 0.05$ ; A, B – różnice istotne przy  $P \geq 0.01$ .

a, b – differences significant at  $P \geq 0.05$ ; A, B – differences significant at  $P \geq 0.01$ .

### Wydajność

W sezonie pastwiskowym najwyższą wydajnością (tab. 5) charakteryzowały się krowy z grupy utrzymywanej konwencjonalnie, następne w kolejności były krowy z grupy ekologicznej otrzymującej zielonkę w budynku, a najniższą wydajność stwierdzono u krów w grupie ekologicznej korzystającej z pastwiska. Różnice istotne wystąpiły pomiędzy skrajnymi wartościami. Pomimo niskiej wydajności, mleko od krów z grupy ekologicznej korzystającej z pastwiska miało zdecydowanie lepsze parametry jakościowe. Procentowa zawartość tłuszczu białka i suchej masy była znacznie wyższa niż w mleku pozostałych grup, a stwierdzone różnice były istotne. W mleku obydwu grup ekologicznych stwierdzono mniejszy udział laktozy i wynik ten różnił się istotnie w porównaniu do mleka krów z grupy konwencjonalnej. Nie stwierdzono istotności różnic w zawartości mocznika pomiędzy grupami, jednak należy wspomnieć, że największą wartość tego parametru odnotowano w grupie krów ekologicznych korzystających z pastwiska. W przypadku ilości komórek somatycznych w mleku, zdecydowanie najniższy poziom odnotowano w grupie ekologicznej korzystającej z pastwiska, na drugim miejscu były krowy ekologiczne otrzymujące zielonkę w budynku. Najwięcej komórek somatycznych stwierdzono natomiast w grupie krów utrzymywanych konwencjonalnie. Różnice pomiędzy tą grupą a grupami ekologicznymi były istotne.



Tabela 5. Wyniki produkcyjne krów w sezonie pastwiskowym  
Table 5. Production results of cows during the grazing season

Grupa / Group Wyszczególnienie Item	Krowy ekologiczne korzystające z pastwiska Organic cows grazed on pasture	Krowy ekologiczne otrzymujące zielonkę w budynku Organic cows fed forage indoors	Krowy utrzymywane konwencjonalnie Conventionally managed cows	SEM
Średnia dzienna wydajność mleka (kg) Mean daily milk yield (kg)	22,65 a	23,05 ab	26,50 b	1,68
Tłuszcz (%) Fat (%)	4,79 a	4,16 b	4,06 b	0,06
Białko (%) Protein (%)	3,59 a	3,31 b	3,30 b	0,06
Sucha masa (%) Solids (%)	14,20 a	13,25 b	13,32 b	0,5
Laktoza (%) Lactose (%)	4,82 a	4,84 a	5,22 b	0,6
Mocznik (mg/l) Urea (mg/l)	233	229	218	7,59
Komórki somatyczne (tys. ml <sup>-1</sup> ) Somatic cells (thous. ml <sup>-1</sup> )	298 a	321 a	512 b	239

a, b – różnice istotne przy  $P \geq 0.05$ ; A, B – różnice istotne przy  $P \geq 0.01$ .

a, b – differences significant at  $P \geq 0.05$ ; A, B – differences significant at  $P \geq 0.01$ .

### Obserwacje behawioralne

W sezonie pastwiskowym najwięcej czasu na ruch przeznaczwały krowy korzystające z pastwiska (tab. 6). Różnice pomiędzy tą grupą a pozostałymi były wysoko istotne statystycznie. Długość leżenia najwyższa była w grupie utrzymywanej konwencjonalnie i różniła się od pozostałych wysoko istotnie statystycznie. Pozostałe zachowania nie różniły się między grupami i nie ujęto ich w tabeli.

Tabela 6. Obserwacje behawioralne krów w sezonie pastwiskowym  
Table 6. Behavioural observations of cows during the grazing season

Grupa / Group Wyszczególnienie Item	Krowy ekologiczne korzystające z pastwiska Organic cows grazed on pasture	Krowy ekologiczne otrzymujące zielonkę w budynku Organic cows fed forage indoors	Krowy utrzymywane konwencjonalnie Conventionally managed cows	SEM
Ruch (min/dobę) Moving (min/day)	137,73 Aa	125,62 Bb	122,92 Bb	0,78
Częstotliwość leżenia (min/dobę) Frequency of lying (min/day)	11,19 a	10,89 b	10,91 b	0,06
Średni czas leżenia (min/dobę) Average lying time (min/day)	59,79 Aa	61,87 Bb	64,99 Cc	0,34
Czas leżenia (min/dobę) Lying time (min/day)	631,85 Aa	618,65 Ab	769 Bc	2,57

a, b – różnice istotne przy  $P \geq 0.05$ ; A, B – różnice istotne przy  $P \geq 0.01$ .

a, b – differences significant at  $P \geq 0.05$ ; A, B – differences significant at  $P \geq 0.01$ .

## Omówienie wyników

Mleko krów ekologicznych korzystających z pastwiska charakteryzowało się najkorzystniejszym udziałem poszczególnych kwasów tłuszczowych. Jeżeli chodzi o kwasy nasycone, mleko pochodzące od tej grupy cechowało się najmniejszą ich ilością. Szczególnie ważne było obniżenie zawartości kwasów mających działanie niekorzystne dla organizmu i zdrowia człowieka, takich jak C12:0, C14:0 i C16:0, czyli zwiększających ryzyko chorób układu krążenia i podwyższających poziom cholesterolu we krwi. Podobne wyniki stwierdziła w swoich badaniach Kuczyńska i in. (2012, 2013), Felkner-Poźniakowska i in. (2012), Lipiński i in. (2012). Z kolei Butler i in. (2011) potwierdził tą tendencję tylko dla kwasów C12:0 i C16:0, stwierdzając wyższą zawartość dla C14:0 w mleku od krów ekologicznych, niż tym pozyskanym od krów utrzymywanych konwencjonalnie. Również zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych MUFA uzyskane w doświadczeniu porównywalne są z wynikami uzyskanymi przez innych autorów (Butler i in., 2011; Kuczyńska i in., 2012; Felkner-Poźniakowska i in., 2012; Lipiński i in., 2012), którzy również stwierdzili wyższy poziom MUFA w mleku krów korzystających z pastwiska. Wśród jednonienasyconych kwasów tłuszczowych na szczególną uwagę zasługuje kwas oleinowy C18:1, który ma działanie prozdrowotne. Blokując wchłanianie cholesterolu pokarmowego obniża zawartość LDL cholesterolu oraz zmniejsza lepkość krwi, a także wpływa na obniżenie jej ciśnienia. Poziom tego kwasu był znacznie wyższy w mleku krów ekologicznych korzystających z pastwiska (Butler i in., 2011; Kuczyńska i in., 2012; Felkner-Poźniakowska i in., 2012; Lipiński i in., 2012). W przeciwieństwie do wyników uzyskanych przez tych samych autorów, zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w badanym mleku krów ekologicznych korzystających z pastwiska była niższa w porównaniu do innych grup. Podobnie było w przypadku sumy kwasów C18:2 oraz C18:3. Zarówno w przypadku PUFA, jak i sum C18:2 i C18:3, uzyskane w doświadczeniu wyniki były niższe niż te publikowane przez innych autorów (Butler i in., 2011; Kuczyńska i in., 2012; Felkner-Poźniakowska i in., 2012; Lipiński i in., 2012; Sakowski i in., 2012).

Zawartość witamin A i E w mleku krów w sezonie pastwiskowym była niższa niż wykazali w swoich badaniach Kuczyńska i in. (2012) i Sakowski i in. (2012), natomiast podobne wartości wykazał w swoich badaniach Johansson i in. (2014). Ilość wapnia w mleku w sezonie pastwiskowym była znacznie wyższa we wszystkich grupach niż w badaniach Kuczyńskiej i in. (2012) i Gabryszuka i in. (2010).

Tendencję do podwyższenia zawartości RBC, hemoglobiny i hematokrytu u zwierząt korzystających z pastwiska stwierdzili również w swoich badaniach Wójcik i in. (2004) i Radkowska i in. (2014). Wszystkie wartości hematologiczne wykazane w badaniach mieszczą się w wartościach referencyjnych opublikowanych przez Modraka (2008) i Winnicką (2008).

Według Kowalskiego (2013), różnice w poziomach ACTH i kortyzolu w krwi porannej są dobrymi wskaźnikami adaptacyjnymi. ACTH jest też pośrednio odpowiedzialny za produkcję mleka. Hormony tarczycy, a szczególnie TSH, oddziałują na tarczycę i uwalniają do krwi tyroksyny i trójiodotyroniny, które regulują podstawową przemianę materii, apetyt, przepływ krwi do gruczołu mlekowego i syntezę składni-

ków mleka. Stąd w grupach, gdzie poziomy tych hormonów były wyższe możemy stwierdzić również większą wydajność.

Według Wójcika (2010) krowy w ujęciu dobowym powinny poświęcać na leżenie od 10 do 12 godzin, pobieranie paszy – 4 do 6 godzin, przeżuwanie – 7 do 10 godzin i picie około 0,5 godziny. W sezonie pastwiskowym wszystkie grupy mieściły się w tych normach.

Wiele publikacji z ostatnich lat wskazuje, że na jakość mleka można wpłynąć poprawiając warunki środowiskowe i dobrostan krów. Krowy mleczne powinny być wypasane minimum 90 dni w ciągu roku, a w pozostałym czasie powinny mieć dostęp do wybiegów (Corazzin i in., 2010). Mleko odgrywa dużą rolę w diecie człowieka, zawiera składniki potrzebne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Jego skład nie jest stały, a zmienia się w zależności od sezonu, sposobu żywienia, faz i liczby laktacji czy też sposobu utrzymania (Miciński i in., 2012). Podstawowym składnikiem mleka jest tłuszcz, który składa się z około 400 różnych kwasów tłuszczowych. Kwasy tłuszczowe o długości łańcucha od 4 do 16 atomów węgla syntezowane są przez tkankę gruczołową wymienia, natomiast kwasy o łańcuchach dłuższych pochodzą z osocza krwi. Fakt ten stwarza możliwość wpływania na skład tłuszczu mlekowego, zarówno poprzez dietę jak i sposób utrzymania poprawiający parametry hematologiczne krów. Produkcja ekologiczna podlega specjalnym rygorom, ma dostarczać produkt bezpieczny dla konsumenta. Mleko krów ekologicznych zawiera znacznie więcej bioaktywnych składników niż mleko pozyskane od krów z chowu konwencjonalnego (Kuczyńska i in., 2011). Niektórzy autorzy zaliczają go do żywności funkcjonalnej, biorąc pod uwagę proporcje pomiędzy kwasami tłuszczowymi nasyconymi a jedno i wielonienasyconymi, a także zawartość kwasów tłuszczowych, takich jak C4:0, C18:1, C18:2 i C18:3 mających działanie prozdrowotne (Achremowicz i in., 2005). Skład mleka krów ekologicznych korzystających z pastwiska charakteryzował się niższą zawartością kwasów nasyconych, a szczególnie kwasów C12:0, C14:0 i C16:0, którym przypisuje się niekorzystne działanie na układ krążenia człowieka. Mleko tych krów miało wyższą zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych MUFA, między innymi kwasu C18:1. Ponadto, zawartość wapnia w mleku od krów korzystających z pastwiska była najwyższa. Krew tych krów charakteryzowała się wysoką liczbą czerwonych krwinek i dużą zawartością hemoglobiny, co wskazuje na dobrą jakość paszy i korzystne warunki środowiskowe (Brucka-Jastrzębska i in., 2007). Liczba leukocytów w stosunku do innych grup była natomiast niższa, co świadczy o niskim poziomie stresu tych zwierząt. Również pod względem hormonów stresowych grupa ta wypadła najkorzystniej, niskie ich poziomy świadczą o tym, że zwierzęta nie musiały uruchamiać mechanizmów adaptacyjnych do środowiska, w którym się znajdowały. Wydajność krów ekologicznych korzystających z pastwiska była niższa, lecz rekompensowane jest to poprzez korzystny skład mleka i dużo mniejszą liczbę komórek somatycznych. Obserwacje behawioralne potwierdziły wysoką jakość środowiska w jakim przebywały krowy z tej grupy, a tym samym wysoki poziom dobrostanu zwierząt. Sensowne wydaje się przedłużenie okresu pastwiskowego w sprzyjających warunkach pogodowych nawet powyżej 180 dni, stosując dokarmianie paszą treściwą, co zapewni dostęp do mleka wysokiej jakości.

## Wnioski

Na podstawie uzyskanych wyników postawić można następujące wnioski:

1. U krów ekologicznych korzystających z pastwiska stwierdza się wyższy poziom dobrostanu, a ich mleko charakteryzuje się lepszym składem chemicznym.
2. Aby uzyskiwać wysokiej jakości mleko ekologiczne konieczne jest jak najdłuższe korzystanie z pastwiska przez krowy, nawet ponad 180 dni.

## Piśmiennictwo

- Achremowicz K., Szary-Sworst K. (2005). Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3 (44): 23–35.
- Brucka-Jastrzębska E., Kawczuga D., Brzezińska M., Orowicz W., Lidwin-Każmierkiewicz M. (2007). Zależność parametrów hematologicznych bydła rasy simentaler od stanu fizjologicznego. *Med. Weter.*, 63 (12): 1583–1586.
- Butler G., Stergiadis S., Seal C., Eyre M., Leifert C. (2011). Fat composition of organic and conventional retail milk in northeast England. *J. Dairy Sci.*, 94 (1): 24–36.
- Corazzin M., Piasentier E., Dovier S., Bovolenta S. (2010). Effect of summer grazing on welfare of dairy cows reared in mountain tie-stall barns. *Ital. J. Anim. Sci.*, 9 (e59).
- Fall N., Emanuelson U., Martinsson K., Jonsson S. (2008). Udder health at a Swedish research farm with both organic and conventional dairy cow management. *Prev. Vet. Med.*, 83 (2): 186–195.
- Felkner-Poźniakowska B., Pietrzak-Fiećko R., Kotlarska M., Kacprzak S. (2012). Skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka krów z chowu alkiezowego w okresie letnim i zimowym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (80): 81–92.
- Gabryszuk M., Słoniewski K., Metera E., Sakowski T. (2010). Content of mineral elements in milk and hair of cows from organic farm. *J. Elementol.*, 15 (2): 259–267.
- Hamilton C., Emanuelson U., Forsslund K., Hansson I., Ekman T. (2006). Mastitis and related management factors in certified organic dairy herds in Sweden. *Acta Vet. Scand.*, 48 (11): 1–7.
- Hernandez-Mendo O., von Keyserlingk M.A.G., Veira D.M., Weary D.M. (2007). Effects of pasture on lameness in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 90: 1209–1214.
- Huxley J.N., Burke J., Roderick S., Main D.C., Whay H.R. (2004). Animal welfare assessment benchmarking as a tool for health and welfare planning in organic dairy herds. *Vet. Rec.*, 155: 237–239.
- Ivemeyer S., Smolders G., Brinkmann J., Gratzler E., Hansen B., Henriksen B.I.F., Huber J., Leeb C., March S., Mejdell C., Nicholas P., Roderick S., Stöger E., Vaarst M., Whistance L.K., Winckler C., Walkenhorst M. (2012). Impact of animal health and welfare planning on medicine use, herd health and production in European organic dairy farms. *Livest. Sci.*, 145: 63–72.
- Johansson B., Persson Waller K., Jensen S.K., Lindqvist H., Nadeau E. (2014). Status of vitamins E and A and  $\beta$  carotene and health in organic dairy cows fed a diet without synthetic vitamins. *J. Dairy Sci.*, 97 (3): 1682–1692.
- Kowalski A. (2013). Katecholaminy i kortykoidy jako wskaźniki stresu i adaptacji. Katedra Patofizjologii, Weterynarii Sądowej i Administracji, Wydz. Med. Wet. UWM w Olsztynie, <http://wet.uwm.edu.pl/wiedza-ogolna/artukul/katecholaminy-i-kortykoidy-jako-wskazniki-stresu-i-adaptacji/>
- Kuczyńska B., Nałęcz-Tarwacka T., Puppel K., Gołębiowski M., Grodzki H., Słószarz J. (2011). The content of bioactive components in milk depending on cow feeding model in certified ecological farms. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 56 (4): 7–13.
- Kuczyńska B., Puppel K., Metera E., Gołębiowski M., Sakowski T., Słoniewski K. (2012). Differences in whey proteins content between cow's milk collected in late pasture and early indoor feeding season from conventional and organic farms in Poland. *J. Sci. Food Agric.*, 92 (14): 2899–2904.
- Kuczyńska B., Nałęcz-Tarwacka T., Puppel K. (2013) Bioaktywne składniki jako wskaźnik jakości prozdrowotnej mleka. *Med. Rodz.*, 1: 11–18.

- Langford F.M., Rutherford K.M.D., Jack M.C., Sherwood L., Lawrance A.B., Hoshell M.J. (2009). Comparison of management practices, farmer-perceived disease incidence and winter housing on organic and non-organic dairy farms in the UK. *J. Dairy Res.*, 76 (1): 6–14.
- Lipiński K., Stasiewicz M., Rafałowski R., Kaliniewicz J., Purwin C. (2012). Wpływ sezonu produkcji mleka na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 1 (80): 72–80.
- Miciński J., Pogorzelska J., Kalicka A., Kowalski I.M., Szarek J. (2012). Zawartość kwasów tłuszczowych w mleku krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej z uwzględnieniem ich wieku i fazy laktacji. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 4 (83): 136–150.
- Modrak R. (2008). Podstawowe parametry biochemiczne i hematologiczne w monitorowaniu zdrowia bydła. *Życie Wet.*, 83 (7): 572–576.
- Müller-Lindenlauf M., Deittert Ch., Köpke U. (2010). Assessment of environmental effects, animal welfare and milk quality among organic dairy farms. *Livest. Sci.*, 128: 140–148.
- Nauta W.J., Baars T., Saatkamp H., Weenink D., Roep D. (2009). Farming strategies in organic dairy farming: Effects on breeding goal and choice of breed. An explorative study. *Livest. Sci.*, 121 (2–3): 187–199.
- O'Mahony M.C., Healy A.M., O'Farrell K.J., Doherty M.L. (2006). Animal health and disease therapy on organic dairy farms in the Republic of Ireland. *Vet. Rec.*, 159 (20): 680–682.
- Radkowska I., Herbut E. (2014). Hematological and biochemical blood parameters in dairy cows depending on the management system. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 32 (4): 317–325.
- Rutherford K.M.D., Langford F.M., Jack M.C., Sherwood L., Lawrance A.B., Hoshell M.J. (2009). Lameness prevalence and risk factors in organic and non-organic dairy herds in the United Kingdom. *Vet. J.*, 180 (1): 95–105.
- Sakowski T., Kuczyńska B., Puppel K., Metera E., Słoniewski K., Barszczewski J. (2012). Relationships between physiological indicators in blood and yield as well as chemical composition of milk obtained from organic dairy cows. *J. Sci. Food Agric.*, 92: 2905–2912.
- Sandrucchi A., Bani P. (2003). Produzione e qualità del latte ottenuto second il metodo biologico. *Associazione Scientifica di Produzione Animale*, pp. 163–184.
- Sundrum A. (2001). Organic livestock farming – a critical review. *Livest. Prod. Sci.*, 67 (3): 207–215.
- Thomsen P.T., Kjeldsen A.M., Sørensen J.T., Houe H., Ersbøll A.K. (2006). Herd-level risk factors for the mortality of cows in Danish dairy herds. *Vet. Rec.*, 6, 158: 622–626.
- Winnicka A. (2008). Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. *Wyd. SGGW Warszawa*, ss. 17–39, 59, 99.
- Wójcik P. (2010). O czym mówi aktywność ruchowa krów mlecznych? *Hod. Bydła*, 11: 29–31.
- Wójcik P., Walczak J. (2013). Parametry jakościowe mleka w gospodarstwie ekologicznym. *Wiad. Zoot.*, 3: 73–80.
- Wójcik A., Mituniewicz T., Iwańczuk-Czernik K., Sowińska J., Witkowska D. (2004). Analiza wskaźników krwi bydła mięsnego ras charolaise i limousine w aspekcie dobrostanu. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 501: 363–368.

Zatwierdzono do druku 11 I 2016

AGATA SZEWCZYK, JOANNA PAWŁOWSKA

**The effect of environmental conditions during the grazing season on milk quality and welfare of cows in an organic farming system**

SUMMARY

Despite the generally accepted regulations concerning ecological production, individual farms differ in procedures, management methods and environmental conditions. These differences make the milk

products vary in the content of protein, fat, unsaturated fatty acids, vitamins, as well as somatic cells. Research reports on the welfare and health of organic dairy cows show considerable discrepancies. Therefore, it is necessary to examine the effect of environmental conditions and management methods in the organic farming of dairy cows on their welfare and milk quality.

The experiment used 30 Polish Holstein-Friesian (PHF) dairy cows from a certified organic dairy farm and 15 PHF cows kept under the conventional production system. Control animals were kept in the free-stall system without access to pasture. Animals from the experimental groups were also kept in free stalls but had access to pasture or were fed forage indoors.

Physiological indicators, the fulfilment of behavioral needs and the effect of the management system on production parameters and raw material quality were determined. The milk from pasture-fed organic cows was found to have better chemical composition and contain fewer somatic cells. The cows were healthier and showed higher welfare levels.

Key words: dairy cattle, ecology, milk quality, welfare, grazing season