

Wpływ sezonu produkcji na przydatność technologiczną, profil kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku pozyskiwanym od krów utrzymywanych w oborach wolnostanowiskowych i żywionych systemem TMR*

Monika Kowal

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Oceniono 1146 prób mleka (526 z sezonu wiosenno-letniego i 620 z jesienno-zimowego) pobranych od 274 krów utrzymywanych w 5 gospodarstwach stosujących intensywną technologię chowu (obory wolnostanowiskowe i żywienie TMR). Oznaczono: zawartość kazeiny, suchej masy beztłuszczowej, stosunek białkowo-tłuszczowy, kwasowość czynną i potencjalną, stabilność cieplną, czas krzepnięcia pod wpływem podpuszczki, stan dyspersji tłuszczu mlekowego oraz udział kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu. Istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą wydajność dobową mleka uzyskiwano w okresie wiosenno-letnim (25,8 kg) w porównaniu do jesienno-zimowego (23,3 kg). Mleko pozyskiwane w sezonie wiosenno-letnim cechowało się istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą kwasowością czynną (pH 6,64), krótszym czasem krzepnięcia pod wpływem podpuszczki (średnio 4:21 min), niższą stabilnością cieplną (średnio 2:40 min) oraz wyższym udziałem małych kuleczek tłuszczowych (65,97%), zawierało także istotnie więcej cholesterolu (22,71 mg/100 ml). Przy całorocznym żywieniu krów systemem TMR sezon produkcji nie miał generalnie istotnego wpływu na udział kwasów tłuszczowych w mleku, z wyjątkiem UFA i PUFA oraz proporcji MUFA/SFA i PUFA/SFA ($p \leq 0,05$).

SŁOWA KLUCZOWE: mleko / przydatność technologiczna / kwasy tłuszczowe / cholesterol / sezon produkcji / żywienie systemem TMR

W polskim mleczarstwie w dalszym ciągu postępują istotne zmiany. Sukcesywnie, ale nie tak drastycznie jak w latach 90. ubiegłego stulecia, spada pogłowie krów mlecznych. Według danych GUS [18] w 2011 r. było ich 2626 tys., podczas gdy w 2005 r. – 2795 tys. Zmniejsza się również systematycznie liczba dostawców mleka, ze 168 tys. w roku kwotowym 2010/2011 do 156 tys. w roku 2011/2012 [23], ale wrasta liczba krów w gospodar-

*Skrót pracy doktorskiej

stwie. W gronie producentów mleka dominują obecnie gospodarstwa utrzymujące od 20 do 100 krów. Wzrasta systematycznie wydajność mleka od krowy, która osiągnęła w 2012 r. w populacji ocenianej 7396 kg mleka (od 2000 r. wzrosła o 2017 kg) i jest porównywalna do krajów UE będących w czołówce producentów mleka [19, 20, 21].

Zmiany te wynikają z postępującej koncentracji produkcji powiązanej z postępowaniem hodowlanym i technologicznym. Coraz więcej gospodarstw mlecznych rezygnuje bowiem z tradycyjnych systemów utrzymania krów, tzn. obór uwięziowych i żywienia, w którym wyraźnie wyróżnia się okres letni (z wypasem pastwiskowym) i zimowy. Do wielu gospodarstw wprowadzane są natomiast intensywne systemy produkcji mleka, tzn. obory wolnostanowiskowe, w których stosowany jest pełnodawkowy, jednolity przez cały rok system żywienia zwierząt (TMR lub PMR). Obniża to pracochłonność i czasochłonność obsługi, a tym samym zwiększa efektywność produkcji mleka towarowego [24].

Celem pracy była ocena wpływu sezonu produkcji, jako jednego z najważniejszych czynników w systemie tradycyjnym, na przydatność technologiczną, profil kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku pozyskiwanym od krów użytkowanych w intensywnych technologiach chowu.

Material i metody

Materiał badawczy stanowiło 1146 prób mleka pobranego od 274 krów utrzymywanych w 5 oborach wolnostanowiskowych i żywionych przez cały rok systemem TMR, z tego 526 prób w sezonie wiosenno-letnim (V-VIII) i 620 w jesienno-zimowym (XI-III). Próbkę mleka pobierano indywidualnie od krowy z całego doju, dwukrotnie w ciągu roku (w sezonie wiosenno-letnim i jesienno-zimowym), do butelek plastikowych o pojemności 250 ml. Eliminowano próby, które pochodziły od krów z chorym wymieniem. Mleko przewożono w termotorbach z wkładami chłodzącymi do laboratorium Katedry Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych UP w Lublinie [4].

W każdej próbce mleka oznaczano:

- zawartość kazeiny, zgodnie z AOAC [3];
- zawartość suchej masy beztłuszczowej, wykorzystując aparat Infrared Milk Analyzer firmy Bentley (obliczono także stosunek białka do tłuszczu);
- kwasowość czynną (pH), pehametrem Pioneer 65 firmy Radiometer Analytical;
- kwasowość potencjalną ($^{\circ}\text{SH}$), metodą miareczkową według PN-86/A-86122;
- stabilność cieplną, w temp. 140°C w łaźni olejowej firmy TEWES-BIS metodą White'a i Daviesa [8];
- czas krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki, metodą Scherna (moment powstawania pierwszych płatków kazeiny) [8];
- udział kuleczek tłuszczowych w poszczególnych przedziałach wielkości, tj. $<6\ \mu\text{m}$, $7\text{-}10\ \mu\text{m}$ i $>10\ \mu\text{m}$ (mikroskopowo w powiększeniu $\times 1000$ w preparatach wybarwianych Sudanem III) [8].

Oznaczano także liczbę komórek somatycznych (LKS) aparatem Somacount 150 firmy Bentley, w celu wyeliminowania próbek mleka o LKS powyżej 400 tys./ml.

Dodatkowo na reprezentatywnej ilości 193 próbek mleka oznaczono profil kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu.

Skład kwasów tłuszczowych oznaczono metodą chromatografii gazowej aparatem Varian GC 3900 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID) i kolumną kapilarną CP 7420 o długości 100 metrów. Analiza prowadzona była w warunkach zmiennej temperatury. Początkowa temperatura pieca kolumny wynosiła 50°C, a końcowa 260°C, natomiast temperatura pracy dozownika i detektora 270°C. Przepływ wodoru wynosił 28 ml/min, powietrza 300 ml/min, a make-up 30 ml/min. Wielkość dozowanej próbki wynosiła 1 µl, split ratio 50. Procentową zawartość kwasów tłuszczowych obliczono za pomocą programu Star GC Workstion Version 5.5 na podstawie czasu retencji wzorców estrów metylo- wych kwasów tłuszczowych. Próby mleka do tych analiz zostały przygotowane zgodnie z normami AOAC [1, 2].

W ocenie profilu kwasów tłuszczowych wyodrębniono następujące grupy:

– nasycone kwasy tłuszczowe (SFA), w tym krótko- i średniołańcuchowe (SFAsmc), wśród których uwzględniono kwasy od C4:0 do C14:0 oraz długołańcuchowe (SFAlc) od C15:0 do C22:0;

– nienasycone kwasy tłuszczowe (UFA), w tym jednonienasycone (MUFA) i wielonienasycone (PUFA).

Prócz tego wyliczono proporcje między tymi kwasami, tzn. SFA/UFA, MUFA/SFA i PUFA/SFA.

Zawartość cholesterolu oznaczano według metodyki opracowanej przez Instytut Zootechniki w Balicach z własnymi modyfikacjami.

Dane dotyczące wydajności dobowej ocenianych krów pochodziły z dokumentacji hodowlanej prowadzonej przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka.

Do opracowania statystycznego uzyskanych wyników wykorzystano program StatSoft Inc. STATISTICA ver. 6. Istotność różnic pomiędzy średnimi wyznaczono testem Tukeya dla różnych liczebności, przy poziomie $p(\alpha)=0,05$ i $p=0,01$.

Dla wybranych wskaźników wartości odżywczej i przydatności technologicznej mleka obliczono współczynniki korelacji prostej Pearsona. Istotność uzyskanych korelacji wyznaczono przy poziomach: $p=0,05$; $p=0,01$ i $p=0,001$.

Wyniki i dyskusja

Istotnie wyższą ($p\leq 0,01$) wydajność dobową mleka uzyskiwano w sezonie wiosenno-letnim (25,8 kg) w porównaniu do jesienno-zimowego (23,3 kg).

Z danych zawartych w tabeli 1. wynika, że sezon produkcji wpływał istotnie ($p\leq 0,01$) na kwasowość czynną, stabilność cieplną i czas krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki oraz na procentowy udział kuleczek tłuszczowych w poszczególnych przedziałach wielkości. Mleko pozyskiwane w sezonie wiosenno-letnim cechowało się wyższą kwasowością pH (o 0,02) oraz istotnie krótszym czasem krzepnięcia pod wpływem podpuszczki (średnio o 0:29 min) i niższą stabilnością cieplną (średnio o 0:52 min).

Podobne wyniki uzyskali Barłowska i Litwińczuk [5]. Oceniane przez nich krowy trzech ras dawały w sezonie wiosenno-letnim mleko termostabilne przez 3:15 min, zaś w jesienno-zimowym przez 5:48 min. Podobnie jak w badaniach własnych, krótszy był także czas krzepnięcia pod wpływem podpuszczki w miesiącach wiosenno-letnich, który wynosił 6:37 min, natomiast jesienią i zimą mleko koagulowało pod wpływem tego enzymu

Tabela 1 – Table 1

Wybrane wskaźniki przydatności technologicznej mleka z uwzględnieniem sezonu produkcji
Selected technological suitability indicators of milk, taking production season into account

Wyszczególnienie Specification		Sezon produkcji Production season	
		wiosenno-letni spring-summer	jesiennie-zimowy autumn-winter
n		526	620
Kwasowość – Acidity			
pH	x	6,64 ^A	6,68 ^B
	SD	0,08	0,09
°SH	x	7,33	6,98
	SD	0,95	0,85
Sucha masa beztłuszczowa (%) Non-fat dry matter (%)	x	9,02	9,13
	SD	0,52	0,52
Kazeina (%) Casein (%)	x	2,83	2,90
	SD	0,39	0,42
Proporcja białko/tłuszcz Protein-to-fat ratio	x	0,80	0,83
	SD	0,11	0,28
Czas krzepnięcia (min) Clotting time (min)	x	4:21 ^A	5:29 ^B
	SD	2:26	2:36
Stabilność cieplna (min) Heat stability (min)	x	2:40 ^A	3:23 ^B
	SD	1:21	1:18
Udział kuleczek tłuszczowych (%) Fat globules (%)			
małe – small (<6 µm)	x	65,97 ^B	57,89 ^A
	SD	8,24	10,98
średnie – medium (6-10 µm)	x	26,46 ^A	30,57 ^B
	SD	5,15	5,77
duże – large (>10 µm)	x	8,80 ^A	10,60 ^B
	SD	3,56	4,17

A, B – różnice istotne przy $p \leq 0,01$

A, B – differences significant at $p \leq 0,01$

dopiero po 7:48 min. De Marchi i wsp. [12] także wykazali krótszy czas krzepnięcia mleka ocenianych krów w miesiącach letnich. Brodziak i wsp. [10] stwierdzili, tak jak w badaniach własnych, wyższy udział kazeiny w mleku w sezonie jesienno-zimowym, przy czym potwierdzony statystycznie u krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej ($p \leq 0,05$) i jersey ($p \leq 0,01$), odpowiednio o 0,08 i o 0,27 punktów procentowych (p.p.).

Mleko pozyskiwane w sezonie wiosenno-letnim charakteryzowało się wyższym ($p \leq 0,01$) procentowym udziałem małych kuleczek tłuszczowych (przy niższym udziale średnich i dużych) w stosunku do miesięcy jesiennych i zimowych. Barłowska i Litwińczuk [5] wykazali w sumie o 7,41 p.p. mniejszy udział małych kuleczek tłuszczowych w mleku holsztyńsko-fryzów odmiany czarno-białej, simentali i biało-żółtych w sezonie jesienno-zimowym w stosunku do wiosenno-letniego i o 1,13 p.p. i 5,84 p.p. większy udział średnich i dużych kuleczek u tych ras jesienią i zimą.

W tabeli 2. przedstawiono procentowy udział poszczególnych grup kwasów tłuszczowych, ich proporcje oraz zawartość cholesterolu w mleku ocenianych krów z uwzględnieniem sezonu. Z reguły nie wykazano istotnych różnic pomiędzy sezonem wiosenno-letnim a jesienno-zimowym w udziale poszczególnych grup kwasów tłuszczowych, z wyjątkiem

Tabela 2 – Table 2
 Profil kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku z uwzględnieniem sezonu produkcji
 Fatty acid profile and cholesterol content of milk, taking production season into account

Sezon produkcji Production season	n	Kwasy tłuszczowe (%) Fatty acid (%)										Proporcje między kwasami tłuszczowymi The ratio between the fatty acids			Cholesterol Cholesterol (mg/100 ml)
		SFA	SFA _{smc}	SFA _{lc}	UFA	MUFA	PUFA	CLA	SFA/UFA	MUFA/SFA	PUFA/SFA				
Wiosenno-letni Spring-summer	x	70,89	23,98	47,58	29,01 ^b	25,99	3,02 ^b	0,31	2,63	0,37 ^b	0,04 ^b	22,71 ^B			
	SD	4,89	3,88	4,21	3,01	4,49	0,60	0,08	0,36	0,09	0,01	13,11			
Jesienno-zimowy Autumn-winter	x	71,69	24,11	46,90	27,62 ^a	24,83	2,79 ^a	0,29	2,53	0,34 ^a	0,03 ^a	18,69 ^A			
	SD	3,20	3,64	3,63	3,01	2,79	0,68	0,06	0,56	0,05	0,01	8,91			

a, b – różnice istotne przy $p \leq 0,05$; A, B – różnice istotne przy $p \leq 0,01$

a, b – differences significant at $p \leq 0,05$; A, B – differences significant at $p \leq 0,01$

UFA i PUFA, proporcji MUFA/SFA i PUFA/SFA ($p \leq 0,05$) oraz zawartości cholesterolu ($p \leq 0,01$). W przypadku UFA i PUFA wyższe stężenie tych kwasów występowało w mleku w sezonie wiosenno-letnim (odpowiednio o 1,39 p.p. dla UFA i 0,23 p.p. dla PUFA). Podobnie istotnie statystycznie ($p \leq 0,05$) zależności sezonowe kształtowały się dla proporcji MUFA/SFA i PUFA/SFA na korzyść sezonu wiosenno-letniego.

Wyniki te znajdują potwierdzenie w badaniach innych autorów [11, 13, 17]. Barłowska i wsp. [6] również wykazali tę prawidłowość dla PUFA oraz stosunku PUFA do UFA. Także Lipiński i wsp. [15] stwierdzili wyższą zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w mleku w okresie wiosenno-letnim. Brak istotnych różnic w profilu kwasów tłuszczowych między sezonami produkcji jest prawdopodobnie konsekwencją równomiernej podaży składników dawki TMR, której skład jest z reguły stały i nie podlega zmianom sezonowym.

Analiza sezonowych różnic w zawartości cholesterolu w mleku ocenianych krów (tab. 2) wykazała istotnie wyższy ($p \leq 0,01$) poziom tego składnika w sezonie wiosenno-letnim (22,71 mg/100 ml) w stosunku do jesienno-zimowego (18,69 mg/100 ml). Zbliżone wyniki (kształtujące się na poziomie 22,12 mg/100 ml dla sezonu wiosenno-letniego i 19,06 mg/100 ml dla jesienno-zimowego) uzyskali Krzyżewski i wsp. [14] oraz Strzałkowska i wsp. [22], którzy analizowali populację holsztyno-fryzów żywionych systemem TMR. Wiąże się to prawdopodobnie z istotnie wyższą zawartością małych kuleczek tłuszczowych w sezonie wiosenno-letnim, wykazaną w badaniach własnych (tab. 1), które decydują o koncentracji cholesterolu w mleku.

Dla określenia współzależności między wydajnością dobową, zawartością podstawowych składników i wskaźnikami przydatności technologicznej mleka obliczono współczynniki korelacji prostej. W dużej ilości przypadków uzyskano istotne zależności ($p \leq 0,001$) dla poszczególnych cech (tab. 3 i 4). Najwyższe wartości współczynników korelacji odnotowano w sezonie wiosenno-letnim między zawartością w mleku suchej masy i tłuszczu ($r=0,91^{***}$), a także białka ($r=0,83^{***}$), kazeiny ($r=0,38^{***}$) i laktozy ($r=0,21^{***}$) oraz udziałem dużych ($r=0,40^{***}$) i średnich ($r=0,26^{***}$) kuleczek tłuszczowych. Na uwagę zasługują także wysokie dodatnie korelacje (przy $p \leq 0,001$) w miesiącach wiosenno-letnich między zawartością w mleku suchej masy beztłuszczowej i białka ogólnego ($r=0,84^{***}$), tłuszczu ($r=0,57^{***}$) i kazeiny ($r=0,33^{***}$). Wiosną i latem wykazano także wysokie ujemne korelacje pomiędzy wartością stosunku białkowo-tłuszczowego a zawartością tłuszczu ($r=-0,55^{***}$) oraz udziałem małych kuleczek tłuszczowych a udziałem średnich ($r=-0,89^{***}$) i dużych ($r=-0,75^{***}$). Z kolei jeszcze wyższe korelacje uzyskano w sezonie jesienno-zimowym dla suchej masy i tłuszczu ($r=0,92^{***}$), a ponadto białka ogólnego ($r=0,85^{***}$) i kazeiny ($r=0,53^{***}$), zaś niższe dla laktozy ($r=0,14^{***}$). W sezonie jesienno-zimowym wysokie okazały się także współczynniki korelacji dla suchej masy beztłuszczowej i białka ($r=0,89^{***}$), tłuszczu ($r=0,56^{***}$) i kazeiny ($r=0,54^{***}$). Dość wysokimi ujemnymi korelacjami cechowało się mleko pozyskiwane jesienią i zimą dla związków stabilności cieplnej z suchą masą ($r=-0,37^{***}$) i suchą masą beztłuszczową ($r=-0,32^{***}$) oraz udziałem małych kuleczek tłuszczowych w stosunku do dużych ($r=-0,49^{***}$) i średnich ($r=-0,87^{***}$). Na wartość stosunku białkowo-tłuszczowego zdecydowanie większy wpływ miała natomiast zawartość tłuszczu ($r=-0,42^{***}$) niż białka ($r=0,13^{***}$). W pewnym stopniu wyniki badań własnych znajdują potwierdzenie w rozwa-

Tabela 3 – Table 3

Współczynniki korelacji między wydajnością dobową oraz cechami wartości odżywczej i przydatności technologicznej mleka w sezonie wiosenno-letnim
The correlation coefficients between daily milk yield and nutritional value and technological suitability of milk in the spring-summer season

Zmienna Variable	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
1. pH	-	-0,31 ***	0,41 ***	0,01	-0,13	-0,20 ***	-0,31 ***	0,29 ***	-0,06	-0,08	-0,15 ***	-0,10*	-0,10 *	-0,14 ***	-0,19 ***	0,11 **
2. °SH		-	-0,22 ***	-0,06	0,13	0,02	0,06	-0,01	0,24 ***	0,23 ***	0,31 ***	0,04	0,15 ***	0,32 ***	0,35 ***	-0,10*
3. Czas krzepnięcia (min) Clotting time (min)			-	-0,001	-0,08	-0,08	-0,11	0,11	0,06	-0,01	-0,10*	-0,11**	-0,14 ***	-0,08 *	-0,16 ***	0,0004
4. Stablność ciepłna (min) Heat stability (min)				-	0,05	-0,21 ***	-0,02	0,09	0,05	-0,14 ***	-0,12 **	0,02	0,07	-0,13 **	-0,07 **	0,12 **
5. Gęstość (g/ml) Density (g/ml)					-	0,26	0,18	-0,22	0,001	0,34 **	-0,03	-0,28 *	0,19	0,24	0,04	-0,03
6. Duże kuleczki tłuszczowe (%) Large fat globules (%)						-	0,41 ***	-0,75 ***	0,27 ***	0,40 ***	0,37 ***	-0,10	-0,03	0,40 ***	0,28 ***	-0,21 ***
7. Średnie kuleczki tłuszczowe (%) Medium fat globules (%)							-	-0,89 ***	0,31 ***	0,23 ***	0,34 ***	0,05	-0,09	0,26 ***	0,22 ***	-0,13 *
8. Małe kuleczki tłuszczowe (%) Small fat globules (%)								-	-0,35 ***	-0,35 ***	-0,42 ***	0,005	0,09	-0,37 ***	-0,29 ***	0,18 **
9. Kazeina (%) Casein (%)									-	0,35 ***	0,49 ***	0,04	-0,18 ***	0,38 ***	0,33 ***	-0,02
10. Tłuszcz (%) Fat (%)										-	0,66 ***	-0,55 ***	-0,02	0,91 ***	0,57 ***	-0,27 ***
11. Białko (%) Protein (%)											-	0,23 ***	-0,07	0,83 ***	0,84 ***	-0,18 ***
12. Białko/tłuszcz Protein/fat												-	-0,03	-0,26 ***	0,19 ***	0,15 ***
13. Laktaza (%) Lactase (%)													-	0,21***	0,47***	-0,01
14. Sucha masa (%) Dry matter (%)														-	0,84 ***	-0,26 ***
15. Sucha masa beztłuszczowa (%) Non-fat dry matter (%)															-	-0,17 ***
16. Wydajność dzienna (kg) Daily milk yield (kg)																-

* – wartości istotne przy p≤0,05; ** – wartości istotne przy p≤0,01; *** – wartości istotne przy p≤0,001
* – values significant at p≤0,05; ** – values significant at p≤0,01; *** – values significant at p≤0,001

Tabela 4 – Table 4

Współczynniki korelacji między wydajnością dobową oraz cechami wartości odżywczej i przydatności technologicznej mleka w sezonie jesiennie-zimowym
The correlation coefficients between daily milk yield and nutritional value and technological suitability of milk in the autumn-winter season

Zmienna Variable	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
1. pH	-	-0,29 ***	0,19 ***	0,23 ***	-0,17 *	0,14 *	-0,47 ***	0,32 ***	-0,08 *	-0,30 ***	-0,26 ***	0,01	-0,05 ***	-0,32 ***	-0,26 ***	-0,06
2. sH		-	-0,13 ***	-0,02	0,16 *	0,001	0,28 ***	-0,24 ***	0,30 ***	0,29 ***	0,26 ***	-0,01	0,13 ***	0,33 ***	0,30 ***	-0,006
3. Czas krzepnięcia (min) Clotting time (min)			-	0,05	-0,10	-0,05	0,05	-0,03	-0,08 *	-0,03	-0,07	-0,02	-0,02	-0,06	-0,07 *	0,03
4. Stabilność ciepła (min) Heat stability (min)				-	0,02	-0,06	-0,32 ***	0,28 ***	-0,19 ***	-0,33 ***	-0,38 ***	-0,009	0,06	-0,37 ***	-0,32 ***	-0,09 *
5. Gęstość (g/ml) Density (g/ml)					-	-0,0001	-0,05	0,03	0,29 ***	-0,10	-0,04	0,11	0,02	-0,08	-0,03	-0,14
6. Duże kuleczki tłuszczowe (%) Large fat globules (%)						-	0,04	-0,49 ***	0,03	0,02	0,05	0,04	-0,03	0,02	0,03	0,06
7. Średnie kuleczki tłuszczowe (%) Medium fat globules (%)							-	-0,87 ***	0,27 ***	0,50 ***	0,40 ***	-0,11 *	0,13 *	0,52 ***	0,42 ***	-0,05
8. Małe kuleczki tłuszczowe (%) Small fat globules (%)								-	-0,23 ***	-0,43 ***	-0,34 ***	0,09	-0,12 *	-0,45 ***	-0,37 ***	0,009
9. Kazeina (%) Casein (%)									-	0,42 ***	0,60 ***	0,07	-0,003	0,53 ***	0,54 ***	-0,31 ***
10. Tłuszcz (%) Fat (%)										-	0,65 ***	-0,42 ***	-0,08 *	0,92 ***	0,56 ***	-0,03
11. Białko (%) Protein (%)											-	0,13 ***	-0,03	0,85 ***	0,89 ***	0,004
12. Białko/tłuszcz Protein/fat												-	0,04	-0,21	0,14	0,03
13. Laktose (%) Lactose (%)													-	0,14 ***	0,41 ***	0,01
14. Sucha masa (%) Dry matter (%)														-	0,83 ***	-0,01
15. Sucha masa beztłuszczowa (%) Non-fat dry matter (%)															-	0,01
16. Wydajność dzienna (kg) Daily milk yield (kg)																-

* – wartości istotne przy $p \leq 0,05$; ** – wartości istotne przy $p \leq 0,01$; *** – wartości istotne przy $p \leq 0,001$

* – values significant at $p \leq 0,05$; ** – values significant at $p \leq 0,01$; *** – values significant at $p \leq 0,001$

żaniach Bohdanowicz-Zazuli i wsp. [9], Litwińczuk i wsp. [16] oraz Barłowskiej i wsp. [7] odnośnie do korelacji dla podstawowych składników chemicznych ocenianego mleka.

Podsumowując można stwierdzić, że w ocenianym intensywnym systemie produkcji mleka sezon (letni lub zimowy) wpływał istotnie na większość analizowanych wskaźników jego przydatności technologicznej. Surowiec pozyskiwany w sezonie wiosenno-letnim charakteryzował się istotnie wyższą kwasowością, krótszym czasem krzepnięcia pod wpływem podpuszczki, niższą stabilnością cieplną oraz wyższym udziałem małych kuleczek tłuszczowych. Mleko z tego okresu zawierało także istotnie więcej cholesterolu. Przy całorocznym żywieniu krów systemem TMR sezon produkcji nie miał generalnie istotnego wpływu na udział kwasów tłuszczowych w mleku, z wyjątkiem UFA i PUFA oraz proporcji MUFA/SFA i PUFA/SFA ($p \leq 0,05$).

PIŚMIENNICTWO

1. AOAC, 2000 – Official Methods of Analysis of the AOAC 969.22. Methyl esters of fatty acids in oils and fats. 17th Ed. Arlington-Virginia USA.
2. AOAC, 2000 – Official Methods of Analysis of the AOAC 969.33. Fatty acids on oils and fatty. 17th Ed. Arlington-Virginia USA.
3. AOAC, 2000 – Official Methods of Analysis. Casein Nitrogen Content of Milk. 998.06. AOAC International, Chapter 32, 52.
4. AOAC, 2000 – Official Methods of Analysis. Collection of Milk Laboratory Sample. 925.20. AOAC International, Chapter 33, 4.
5. BARŁOWSKA J., LITWIŃCZUK Z., 2006 – Technological usefulness of milk from two local breeds maintained in the regions with great grassland share. *Archiv für Tierzucht* 49, 207-213.
6. BARŁOWSKA J., GRODZICKI T., TOPYŁA B., LITWIŃCZUK Z., 2009 – Physicochemical properties of milk fat from 3 breeds of cows during summer and winter feeding. *Archiv für Tierzucht* 52, 4, 356-363.
7. BARŁOWSKA J., WOLANCIUK A., KRÓL J., JAROSIŃSKA A., 2010 – Przydatność technologiczna mleka trzech ras krów żywionych systemem TMR. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 6 (2), 97-105.
8. BARŁOWSKA J., 2011 – Mleko. W: Metody oceny towaroznawczej surowców i produktów zwierzęcych (red. Z. Litwińczuk). Wyd. UP w Lublinie.
9. BOHDANOWICZ-ZAZULA M., NOWOPOLSKA-SZCZYGLEWSKA A., SYNOWIEC M., PAWELSKA M., 2003 – Zmienność składu i parametrów technologicznych mleka krów żywionych w systemie TMR w zależności od pory roku, okresu laktacji i poziomu wydajności. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 69, 197-204.
10. BRODZIAK A., LITWIŃCZUK A., TOPYŁA B., WOLANCIUK A., 2012 – Wpływ interakcji sezonu produkcji z rasą i systemem żywienia krów na wydajność i właściwości fizykochemiczne mleka. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 8 (1), 19-27.
11. BRZÓSKA F., 2004 – Effect of copper inhibitors in diet on cow's yield milk composition and cholesterol level in milk and blood plasma. *Annals of Animal Science* 4 (1), 43-55.
12. DE MARCHI M., DAL ZOTTO R., CASSANDRO M., BITTANTE G., 2007 – Milk coagulation ability of five dairy cattle breeds. *Journal of Dairy Science* 90 (8), 3986-3992.

13. ELGERSMA A., ELLEN G., VAN DER HORST H., BOER H., DEKKER P.R., TAMMINGA S., 2004 – Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet. *Animal Feed Science and Technology* 117, 13-27.
14. KRZYŻEWSKI J., STRZAŁKOWSKA N., JÓŻWIK A., BAGNICKA E., RYNIOWICZ Z., 2003 – Effect of nutrition and season on cholesterol level in milk of Holstein-Friesian cows. *Annals of Animal Science* 2, 45-49.
15. 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.
16. 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*, sec. EE, 10, 67-72.
17. LOCK A.L., GARNSWORTHY P.C., 2003 – Season variation in milk conjugated linoleic acid and $\Delta 9$ desaturase activity in dairy cows. *Livestock Production Science* 79, 47-59.
18. Mały Rocznik Statystyczny Polski 2012 – Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
19. OLKOWSKA O., 2012 – Raport. Rynek mleka [http://www.pfhb.pl/raport_rynek_mleka_styczen_2012.pdf].
20. POLSKA FEDERACJA HODOWCÓW BYDŁA I PRODUCENTÓW MLEKA, 2006 – Ocena i Hodowla Bydła Mlecznego. Dane za rok 2005, Warszawa.
21. POLSKA FEDERACJA HODOWCÓW BYDŁA I PRODUCENTÓW MLEKA, 2013 – Ocena i Hodowla Bydła Mlecznego. Dane za rok 2012, Warszawa.
22. STRZAŁKOWSKA N., JÓŻWIK A., BAGNICKA E., KRZYŻEWSKI J., COOPER R. G., HORBAŃCZUK J.O., 2010 – Factors affecting the cholesterol content of milk of cows fed conserved feeds in a TMR system throughout the year. *Młjekarstwo* 60 (4), 273-279.
23. SYCH-WINIAREK J., 2012 – Przewidywane tendencje na rynku mleka. *Biuletyn Informacyjny ARR* 2, 1-8.
24. ŻUK J., ORZECZOWSKI R., 2009 – Wpływ systemu chowu na pracochłonność i optymalną skalę produkcji mleka w gospodarstwach rolniczych. *Roczniki Nauk Rolniczych*, seria G, 96 (4), 277-289.

Monika Kowal

Effect of production season on technological suitability, fatty acids profile and cholesterol content in milk of cows maintained in free-stall barns and fed according to the TMR system

Summary

The study included 1146 milk samples (526 – spring-summer season and 620 – autumn-winter season) taken from 274 cows maintained in five farms with an intensive husbandry technology (free-stall barns and TMR feeding). Following parameters were determined: content of casein and non-fat dry matter, protein to fat ratio, active and potential acidity, thermal stability, rennet coagulation time, state of milk fat dispersion, share of fatty acids and cholesterol content. Significantly ($p \leq 0.01$) higher daily milk yield were obtained in the spring-summer season (25.8 kg) compared to the autumn-

winter season (23.3 kg). Milk collected in the spring-summer season was characterised by significantly ($p \leq 0.01$) higher active acidity (pH 6.64), shorter rennet coagulation time (an average of 4:21 min), lower thermal stability (an average of 2:40 min) and higher share of small fat globules (65.97%). Moreover, it contained significantly more cholesterol (22.71 mg/100 ml). Generally, with year-round TMR feeding system of cows, the production season had no significant effect on share of fatty acids in milk, with the exception of UFA and MUFA, and PUFA/SFA and PUFA/SFA proportion ($p \leq 0.05$).

KEY WORDS: milk / technological suitability / fatty acids / cholesterol / production season / TMR feeding system