Wpływ kondycji krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej przed porodem i na początku laktacji na wskaźniki płodności

EWA JANUŚ, ZYGMUNT LITWIŃCZUK*

Pracownia Ekologicznej Produkcji Żywności Pochodzenia Zwierzęcego,

*Zakład Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła, Instytut Hodowli Zwierząt i Ochrony Bioróżnorodności, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Otrzymano 01.02.2018

Zaakceptowano 12.03.2018

Januś E., Litwińczuk Z.

Effects of the body condition of Polish Holstein-Friesian cows before calving and in the early lactation on basic fertility indices

Summary

This study examined the effect of the body condition of Polish Holstein-Friesian cows in the last month before calving and in the first week of lactation and of the rate of the body condition loss in the early lactation on basic fertility indicators. Body condition of a total 327 cows was evaluated using the 5-point BCS scale. Five fertility indices were included. The fertility indicators analysed depended less on the BCS of cows in the last month before calving and in the first week of lactation, and more on the size of body condition loss and its duration. Scores of over 3.5 both before parturition and at the start of lactation were associated with the longest service periods and with the lowest percentage of conceptions after one insemination procedure. The length of the days open and calving intervals and the number of services per conception increased as the length of the decline in BCS after parturition increased. The most favourable values for the fertility indicators analysed can be expected in cows whose BCS before parturition and at the start of lactation was 2.75-3.5. A smaller energy deficit with a shorter duration after parturition was also more favourable for these traits.

Keywords: fertility, cows, body condition, postpartum period, negative energy balance

Zwiększający się potencjał produkcyjny krów mlecznych może powodować pogorszenie wskaźników reprodukcyjnych (1, 17, 22, 25), a niepłodność i zaburzenia w rozrodzie są głównymi, obok *mastitis*, przyczynami brakowania w stadach mlecznych (19, 20, 27, 32).

Problemy z reprodukcją związane są z niedostatecznym pokryciem potrzeb pokarmowych krów we wczesnej laktacji i nasilają się zwłaszcza u krów o wysokiej wydajności, często przekraczającej 10 tys. kg mleka w laktacji (6). Friggens (11) podaje, że w początkowym okresie laktacji u krów osiągających wysoką mleczność produkcja mleka ma priorytet w stosunku do funkcji rozrodczych organizmu. Należy podkreślić, że początek laktacji u krów nierozzerwalnie wiąże się z występowaniem ujemnego bilansu energetycznego, który jest efektem drastycznego zwiększenia zapotrzebowania na energię do produkcji mleka i równoczesnego zmniejszenia spożycia suchej masy (5). W wyniku różnicy pomiędzy zapotrzebowaniem na

energię a możliwością dostarczenia jej z paszą następuje mobilizacja rezerw zgromadzonych w organizmie krowy, spadek jej masy ciała i obniżenie kondycji. Niedobory te, oddziałując na podwzgórze i przysadkę mózgową, pośrednio wpływają na wzrost pęcherzyków jajnikowych, funkcję ciała żółtego, jakość oocytów, środowisko macicy i przeżywalność embrionów (16, 18, 21, 29). Znaczne niedobory energii w organizmie mogą niekorzystnie wpływać na proces formowania się w przysadce mózgowej hormonu regulującego, tj. GnRH, który ma u ssaków nadrzędne znaczenie dla funkcji organów rozrodczych. Wznowienie cykliczności owulacji jest w dużej mierze zależne od częstotliwości impulsów LH, którym u krów tracących kondycję nie sprzyja mobilizacja tkanki tłuszczowej (30, 31).

Wcześniejsze badania (7, 8, 14, 15, 28) wykazały, że ocena kondycji krów może być istotnym narzędziem służącym utrzymaniu lub poprawy ich reprodukcyjnej użyteczności. Według McGowan i wsp. (23) oraz

Windig i wsp. (35), krowy o wysokim potencjale genetycznym przy odpowiednim żywieniu i zarządzaniu mogą osiągać wysoką produkcję mleka i zadowalającą wydajność reprodukcyjną.

Celem badań była ocena wpływu kondycji krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej przed porodem i na początku laktacji oraz jej zmian na wielkość podstawowych wskaźników płodności.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w 7 stadach zlokalizowanych w południowo-wschodniej Polsce. Objęto nimi łącznie 327 krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej, będących w laktacjach od 1 do 5. We wszystkich stadach przeciętna roczna wydajność wynosiła około 7500 kg mleka, a krowy żywione były w systemie TMR, zgodnie z normami INRA. Podstawę dawek pokarmowych stanowiły: kiszanka z kukurydzy, sianokiszanka oraz siano. Jako pasze treściwe wykorzystywano śrutę sojową i rzepakową, młóto oraz jęczmień (w postaci śruty). Uzupełnieniem mieszanki były dodatki witaminowe i mineralne.

W ostatnim miesiącu przed wycieleniem (20.-25. dzień przed porodem), w pierwszym tygodniu (6.-7. dzień) oraz pod koniec pierwszego miesiąca (28.-30. dzień) po porodzie, a następnie w odstępach comiesięcznych przeprowadzano ocenę kondycji objętych badaniami krów w 5-punktowej skali BCS (Body Condition Score) (10) z dokładnością do 0,25 pkt. Drugą grupę danych pozyskano z systemu SYMLEK i były to informacje dotyczące długości okresów (w dniach): od wycielenia do pierwszej inseminacji, usługi, międzyciążowych i międzywycieleniowych oraz wartości indeksu inseminacyjnego.

W zależności od kondycji w ostatnim miesiącu przed wycieleniem oraz w 1. tygodniu po porodzie krowy podzielono na trzy grupy: I – do 2,5 pkt. BCS; II – 2,75-3,5 pkt. i III – > 3,5 pkt. BCS. Określono także wielkość spadku kondycji (WSBCS) jako różnicę pomiędzy oceną dokonaną w pierwszym tygodniu po wycieleniu a najniższą oceną w laktacji. Wyodrębniono w tym zakresie trzy poziomy: mały spadek kondycji – do 0,75 pkt; średni – 1 pkt. i duży – > 1 pkt. Długość okresów spadku kondycji (DSBCS) stanowił okres (w miesiącach) jej obniżania się od porodu do uzyskania oceny najniższej. Wyszczególniono trzy poziomy: I – do 1 miesiąca; II – do 2 mies.; III – > 2 mies.

Weryfikację statystyczną wyników wykonano w programie Stati-

stica ver. 13 (Dell Inc. 2016). W ocenie statystycznej wykorzystano test Scheffego oraz test niezależności χ^2 . Do oceny istotności różnic pomiędzy grupami zastosowano poziomy istotności $P \leq 0,05$ i $P \leq 0,01$.

Wyniki i omówienie

W analizowanej grupie krów przestój pociążowy trwał średnio 103 dni, a okres usługi inseminacyjnej 69 dni (tab. 1). Długość okresów międzyciążowych wynosiła średnio 172, a międzywycieleniowych 450 dni. Na jedno zapłodnienie zużywano średnio 2,61 porcji nasienia.

Najniższe (najkorzystniejsze) dla długości przestoju pociążowego wartości stwierdzono, gdy w ostatnim miesiącu przed porodem oraz w pierwszym tygodniu po porodzie kondycja krów zawierała się w granicach 2,75-3,5 pkt. BCS, w przypadku średniego jej spadku po porodzie i najkrótszego okresu. Mouffok i wsp. (24) podają, że krowy, których kondycja przed wycieleniem mieściła się w granicach 2,75-3,5 charakteryzowały się najkrótszymi okresami pomiędzy wycieleniem a pierwszą inseminacją. Na długość tego okresu nie wpływała natomiast intensywność zmian kondycji po porodzie. W wielu pracach (1, 11, 31, 33) wykazano, że szybkie tempo utraty kondycji we wczesnym okresie powycieleniowym prowadzi do głębokiego ujemnego bilansu energetycznego oraz zmian profilu metabolicznego i hormonalnego. Stwierdzono także (16), że od krów, które po wycieleniu uruchamiały w mniejszym stopniu rezerwy tłuszczowe, pozyskiwano więcej oocytów, w porównaniu do tych, które intensywniej obniżały kondycję. Krowy, które w mniejszym stopniu traciły kondycję, produkowały ponadto więcej oocytów dobrej jakości. Potwierdzają to Leroy i wsp. (18), którzy

Tab. 1. Kształtowanie się wskaźników płodności w obrębie analizowanych czynników ($\bar{x} \pm s$)

Czynniki	n	Długość okresów (dni)				Indeks unasiennień (liczba zabiegów/ciążę)
		przestój pociążowy	usługi	między-ciążowych	między-wycieleniowych	
Kondycja (pkt. BCS) przed wycieleniem						
do 2,5	153	103 ± 53	71 ± 74	173 ± 86	450 ± 86	2,86 ^a ± 1,67
2,75-3,5	564	102 ± 60	62 ± 85	163 ± 105	441 ± 104	2,28 ^{ab} ± 1,68
> 3,5	291	107 ± 55	80 ± 82	189 ± 94	466 ± 95	3,11 ^b ± 1,71
Kondycja (pkt. BCS) w 1. tyg. po wycieleniu						
do 2,5	408	109 ± 59	75 ± 88	183 ± 105	460 ± 105	2,57 ^A ± 1,77
2,75-3,5	510	99 ± 58	61 ^a ± 78	160 ± 96	438 ± 95	2,51 ^A ± 1,62
> 3,5	90	102 ± 45	86 ^b ± 81	192 ± 91	469 ± 91	3,40 ^B ± 1,92
WSBCS* (pkt. BCS)						
do 0,75	438	105 ± 59	56 ^{aa} ± 74	161 ^a ± 92	438 ^a ± 92	2,38 ^a ± 1,50
1,0	360	101 ± 57	71 ^b ± 86	172 ± 104	451 ± 103	2,68 ± 1,83
> 1,0	210	105 ± 56	90 ^b ± 91	196 ^b ± 104	473 ^b ± 104	2,97 ^b ± 1,81
DSBCS** (m-ce)						
do 1	384	102 ± 56	54 ^{aa} ± 68	156 ^{aa} ± 86	433 ^A ± 84	2,29 ^A ± 1,44
2	294	105 ± 58	64 ^b ± 67	168 ^b ± 91	447 ± 90	2,47 ^A ± 1,42
> 2	330	104 ± 59	90 ^b ± 104	194 ^b ± 118	472 ^B ± 118	3,11 ^B ± 2,13
Ogółem i średnio	1008	103 ± 57	69 ± 82	172 ± 100	450 ± 99	2,61 ± 1,72

Objaśnienia: * – wielkość spadku kondycji; ** – długość okresu spadku kondycji; A, B – $P \leq 0,01$; a, b – $P \leq 0,05$

twierdzą, że oocyty dojrzewające podczas głębokiego deficytu energetycznego mogą wykazywać upośledzoną jakość. Reksen i wsp. (28) wskazują, że wielkość rezerw tłuszczowych do 4. tygodnia po porodzie nie wpływała na wznowienie aktywności lutealnej. Na niewielki wpływ kondycji przed porodem oraz w pierwszym miesiącu po wycieleniu na wskaźniki reprodukcyjne wskazują także badania przeprowadzone w populacji krów rasy Czech Fleckvieh (15).

Najkorzystniejsze wartości dla okresu usługi (62 i 61 dni) stwierdzono u krów z kondycją przed porodem i w pierwszym tygodniu po wycieleniu na poziomie 2,75-3,5 pkt. BCS. Najdłuższe natomiast okresy od pierwszej do skutecznej inseminacji (80 i 86 dni) zanotowano u krów z kondycją > 3,5 pkt. BCS. Bayram i wsp. (4) wykazali, że krótszy okres usługi związany był z kondycją przy wycieleniu na poziomie 3,00 i więcej, a wartość tego wskaźnika była wyższa u krów, których kondycja po porodzie nie zmniejszała się. W badaniach własnych stwierdzono, że im mniejszy był spadek kondycji u krów po wycieleniu, tym krótszy był okres usługi. Gdy kondycja obniżała się maksymalnie o 0,75 pkt. BCS wielkość tego wskaźnika wynosiła 56 dni, przy 1-punktowym obniżeniu kondycji okres ten wydłużył się o 15 dni, a przy większych ubytkach – o kolejne 19 dni ($P \leq 0,01$).

Wraz z wydłużaniem się okresu obniżania kondycji po porodzie średnia wartość okresu usługi zwiększała się o 10 i 26 dni, a indeks unasiennień wzrastał z 2,29 poprzez 2,47 do 3,11. Jak wskazują Hill i Gilbert (13) oraz Wathes i wsp. (34), ujemny bilans energetyczny po wycieleniu upośledza płodność zarówno na poziomie krowy, jak i komórki jajowej. Opóźnia on bowiem nie tylko początek cyklicznej aktywności seksualnej i osła-

bia zewnętrzne objawy rui, ale powoduje także zaburzenia środowiska macicy, co może być głównym czynnikiem przyczyniającym się do częstszego występowania wczesnego zamierania zarodków, a w konsekwencji niższych wartości wskaźników płodności. Remppis i wsp. (29) podają, że utrata kondycji w okresie rozrodczym prowadzi do mniejszego odsetka krów w ciąży i wydłużania się okresów usługi oraz międzyciążowych. Z badań Nogalskiego i wsp. (26) wynika, że najkorzystniejsze efekty w zakresie długości okresu usługi (22,4 dni) uzyskały krowy, u których różnica w grubości tłuszczu podskórnego pomiędzy wycieleniem a 9.-10. tygodniem laktacji wynosiła 1-5 mm.

Zwiększenie WSBCS >1 pkt. BCS związane było z wydłużeniem okresów międzyciążowych do 196 dni, a długości okresu pomiędzy wycieleniami z 438 do 473 dni ($P \leq 0,05$). Wraz z wydłużaniem się DSBCS średnie wartości OMC zwiększały się od 156 dni do 194 dni, a długości OMW – od 433 dni do 472 dni ($P \leq 0,01$).

Indeks unasiennień przybierał najkorzystniejsze wartości przy kondycji ocenionej przed wycieleniem oraz w 1. tygodniu laktacji na 2,75-3,5 pkt. BCS (2,28 i 2,51) oraz przy najmniejszym i najkrócej trwającym okresie obniżania się kondycji po porodzie (2,38 i 2,29 zabiegu na ciążę). Wyniki te potwierdzają badania innych autorów (9, 12), w których wykazano, że u krów gwałtownie tracących kondycję w pierwszych tygodniach laktacji później występowała owulacja, dłuższe były okresy międzyciążowe i większa liczba inseminacji potrzebnych na zapłodnienie. Z badań Mouffok i wsp. (24) wynika, że najmniej zabiegów inseminacji na ciążę potrzebnych było u krów ze średnią kondycją przed wycieleniem, która nie zmniejszała się po porodzie. Jankowska i wsp. (14) podają, że indeks inseminacji

pogarszał się wraz ze wzrostem ocen kondycji krów. W badaniach własnych stwierdzono, że wszystkie uwzględnione w pracy czynniki istotnie wpływały na ilość zabiegów inseminacji na jedną ciążę. Różnica pomiędzy najniższą a najwyższą wartością indeksu unasiennień wynosiła 0,83 (dla kondycji krów przed wycieleniem) i 0,89 (przy kondycji określanej w 1. tygodniu laktacji).

U krów, które przed porodem zostały ocenione na 2,75-3,5 pkt. BCS najwięcej zapłodnień (40,4%) następowało po pierwszym zabiegu inseminacji (tab. 2). Najniższy natomiast odsetek ciąż po pierwszym zabiegu unasienniania stwierdzo-

Tab. 2. Frekwencja różnych wartości dla długości okresu usługi w obrębie analizowanych czynników

Czynniki	Długość okresu usługi (dni)				Ogółem n (%)	χ^2
	brak n (%)	1-50 n (%)	51-90 n (%)	> 90 n (%)		
Kondycja (pkt. BCS) przed wycieleniem						31,9***
do 2,5	45 (29,4)	24 (15,7)	42 (27,5)	42 (27,4)	153 (15,2)	
2,75-3,5	228 (40,4)	90 (16,0)	96 (17,0)	150 (26,6)	564 (55,9)	
> 3,5	69 (23,7)	66 (22,7)	60 (20,6)	96 (33,0)	291 (28,9)	
Kondycja (pkt. BCS) w 1. tyg. po wycieleniu						62,1***
do 2,5	150 (36,8)	33 (8,1)	84 (20,6)	141 (34,5)	408 (40,5)	
2,75-3,5	171 (33,5)	132 (25,9)	96 (18,8)	111 (21,8)	510 (50,6)	
> 3,5	21 (23,3)	15 (16,7)	18 (20,0)	36 (40,0)	90 (8,9)	
WSBCS* (pkt. BCS)						33,4***
do 0,75	174 (39,7)	78 (17,8)	90 (20,6)	96 (21,9)	438 (43,5)	
1,0	123 (34,2)	63 (17,5)	69 (19,2)	105 (29,1)	360 (35,7)	
> 1,0	45 (21,4)	39 (18,6)	39 (18,6)	87 (41,1)	210 (20,8)	
DSBCS** (m-ce)						26,6***
do 1	153 (39,8)	81 (21,1)	66 (17,2)	84 (21,9)	384 (38,1)	
2	96 (32,7)	51 (17,3)	63 (21,4)	84 (28,6)	294 (29,2)	
> 2	93 (28,2)	48 (14,5)	69 (20,9)	120 (36,4)	330 (32,7)	
Ogółem	342 (33,9)	180 (17,9)	198 (19,6)	288 (28,6)	1008 (100,0)	-

Objaśnienia: *, ** – jak w tab. 1; *** – wartości testu istotne przy $P \leq 0,01$

no u krów, które przed porodem, jak i w pierwszym tygodniu laktacji uzyskały noty za kondycję wyższe od 3,5 pkt. (odpowiednio: 23,7% i 23,3%). Z badań Adamskiego i Świerkowskiego (2) wynika, że skuteczność pierwszej inseminacji była najwyższa (57%) przy kondycji krów w okresie okołoporodowym ocenionej na 2,0-2,5 pkt. BCS.

Wraz ze wzrostem stopnia utraty kondycji udział przypadków, w których zapłodnienie następowało po pierwszym zabiegu unasienniania zmniejszał się z 39,7% (WSBCS do 0,75 pkt.), poprzez 34,2 do 21,4% (WSBCS > 1 pkt.). Zmniejszanie się odsetka skuteczności pierwszej inseminacji (z 39,8 do 28,2%) następowało także wraz z wydłużaniem się okresu spadku kondycji ocenianych krów. Bastin i Gengler (3) analizując związek wielkości deficytu energetycznego ze wskaźnikami płodności stwierdzili, że krowy, które w większym stopniu mobilizowały rezerwy organizmu i wykazywały niższe BCS w okresie laktacji, były bardziej skłonne do problemów z płodnością.

Przeprowadzone badania wykazały, że na analizowane wskaźniki płodności w mniejszym stopniu wpływała kondycja krów w ostatnim miesiącu przed wycieleniem i w pierwszym tygodniu po porodzie, w większym natomiast wielkość jej spadku po wycieleniu i długość tego okresu. Najkorzystniejszy dla wartości analizowanych wskaźników płodności był mniejszy i trwający krócej po porodzie deficyt energetyczny.

Piśmiennictwo

1. Adamski M.: Kondycja krów w okresie okołoporodowym a poziom wybranych parametrów krwi i płodności. Monografie LXXXIX, Wyd. UP we Wrocławiu 2010.
2. Adamski M., Świerkowski K.: Analysis of the correlation between body condition of dairy cows and chosen parameters of reproduction. Sci. Pap. Agric. Univ., Wrocław (Poland), Zoot. 2004, 505, 27-33.
3. Bastin C., Gengler N.: Genetics of body condition score as an indicator of dairy cattle fertility: A review. Biotechnol. Agron. Soc. 2013, 17, 64-75.
4. Bayram B., Aksakal V., Akbulut Ö.: Effect of the body condition score on some reproduction and milk yield traits of Swedish Red and White cows. J. Anim. Plant Sci. 2012, 22, 545-551.
5. Bewley J. M., Schulz M. M.: Review: an interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. Prof. Anim. Sci. 2008, 24, 507-529.
6. Bogucki M., Sawa A., Neja W.: Differences in fertility parameters of dairy cows due to increasing lactation yield. Acta Sci. Pol., Zoot. 2007, 6, 3-10.
7. Carvalho P. D., Souza A. H., Amundson M. C., Hackbart K. S., Fuenzalida M. J., Herlihy M. M., Ayres H., Dresch A. R., Vieira L. M., Guenther J. N., Grummer R. R., Fricke P. M., Shaver R. D., Wiltbank M. C.: Relationships between fertility and postpartum changes in body condition and body weight in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 2014, 97, 3666-3683.
8. Dechow C. D., Rogers G. W., Clay J. S.: Heritabilities and correlations among body condition scores, production traits, and reproductive performance. J. Dairy Sci. 2001, 84, 266-275.
9. Domecq J. J., Skidmore A. L., Lloyd J. W., Kaneene J. B.: Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. J. Dairy Sci. 1997, 80, 113-120.
10. Edmonson A., Lean I. J., Weaver L. D., Tarner T., Webster G.: A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 1989, 72, 68-78.
11. Friggens N. C.: Body lipid reserves and the reproductive cycle: towards a better understanding. Livest. Prod. Sci. 2003, 83, 219-236.
12. Heuer C., Schukken Y. H., Dobbelaar P.: Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield and culling in commercial dairy herds. J. Dairy Sci. 1999, 82, 295-304.
13. Hill J., Gilbert R.: Reduced quality of bovine embryos cultured in media conditioned by exposure to an inflamed endometrium. Aust. Vet. J. 2008, 86, 312-316.
14. Jankowska M., Sawa A., Gierszewski R.: Wpływ wybranych czynników na kondycję krów i jej związek ze wskaźnikami płodności. Roczn. Nauk. PTZ 2012, 8, 2, 9-16.
15. Jilek F., Pyltoun P., Kubešova M., Štipkova M., Bouška J., Volek J., Frellich J., Rajmon R.: Relationships among body condition score, milk yield and reproduction in Czech Fleckvieh cows. Czech J. Anim. Sci. 2008, 53, 357-367.
16. Kendrick K. W., Bailey T. L., Garst A. S., Pryor A. W., Ahmadzadeh A., Akers R. M., Eyestone W. E., Pearson R. E., Gwazdauskas F. C.: Effects of energy balance on hormones, ovarian activity, and recovered oocytes in lactating Holstein cows using transvaginal follicular aspiration. J. Dairy Sci. 1999, 82, 1731-1740.
17. Koeck A., Egger-Danner C., Fuerst C., Obritzhauser W., Fuerst-Waltl B.: Genetic analysis of reproductive disorders and their relationship to fertility and milk yield in Australian Fleckvieh dual-purpose cows. J. Dairy Sci. 2010, 93, 2185-2194.
18. Leroy J. L. M. R., van Soom A., Opsomer G., Goovaerts I. G. F., Bols P. E. J.: Reduced fertility in high-yielding dairy cows: Are the oocyte and embryo in danger? Part II. Mechanisms linking nutrition and reduced oocyte and embryo quality in high-yielding dairy cows. Reprod. Domest. Anim. 2008, 43, 623-632.
19. Litwińczuk Z., Król J., Brodziak A.: Factors determining the susceptibility of cows to mastitis and losses incurred by producers due to the disease – a review. Ann. Anim. Sci. 2015, 15, 819-831.
20. Litwińczuk Z., Żółkiewski P., Chabuz W., Jankowski P.: Length of life and milk production efficiency in cows with varying lactation persistency. Ann. Anim. Sci. 2016, 16, 851-862.
21. Lucy M. C.: Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. Reproduction 2003, 61, 237-254.
22. Lucy M. C.: Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? J. Dairy Sci. 2001, 84, 1277-1293.
23. McGowan M. R., Veerkamp R. F., Anderson L.: Effects of genotype and feeding system on the reproductive performance of dairy cattle. Livest. Prod. Sci. 1996, 46, 33-40.
24. Mouffok C. E., Semara L., Madani T., Debeche H., Belkasm F.: Impact of pre and post-calving body condition score change on reproduction traits of Montbeliard cows in Algerian semi arid area. J. Anim. Plant Sci. 2013, 23, 1253-1263.
25. Nebel R. L., McGilliard M. L.: Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. J. Dairy Sci. 1993, 76, 3257-3268.
26. Nogalski Z., Loniewska K., Ambrozak K., Jagłowska B.: Szacowanie poziomu zapasów energetycznych u krów mlecznych na podstawie grubości tłuszczu podskórnego. Acta Sci. Pol., Zoot. 2009, 8, 31-40.
27. Pokorska J., Kulaj D., Ormian M.: Przyczyny brakowania krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej użytkowanych w fermie wielkotowarowej. Roczn. Nauk. Pol. Tow. Zoot. 2012, 8, 17-24.
28. Reksen O., Havrevoll Ø., Gröhn Y. T., Bolstad T., Waldmann A., Ropstad E.: Relationship among body condition score, milk constituents, and postpartum luteal function in Norwegian dairy cows. J. Dairy Sci. 2002, 85, 1406-1415.
29. Remppis S., Steingass H., Gruber L., Schenkel H.: Effects of energy intake on performance, mobilization and retention of body tissue, and metabolic parameters in dairy cows with special regard to effects of pre-partum nutrition on lactation – A review. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 2011, 24, 540-572.
30. Roche J. F., Mackey D., Diskin M. D.: Reproductive management of postpartum cows. Anim. Reprod. Sci. 2000, 60-61, 703-712.
31. Rossi F., Righi F., Romanelli S., Quarantelli A.: Reproductive efficiency of dairy cows under negative energy balance conditions. Ann. Fac. Medic. Vet. di Parma 2008, 28, 173-180.
32. Sewalem A., Miglior F., Kistemaker G. J., Sullivan P., van Doormaal B. J.: Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. J. Dairy Sci. 2008, 91, 1660-1668.
33. Wathes D., Cheng Z., Bourne N., Taylor V., Coffey M., Brotherstone S.: Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. Domest. Anim. Endocrin. 2007, 33, 203-225.
34. Wathes D. C., Clempson A. M., Pollott G. E.: Associations between lipid metabolism and fertility in the dairy cow. Reprod. Fert. Develop. 2013, 25, 48-61.
35. Windig J. J., Calus M. P. L., Veerkamp R. F.: Influence of herd environment on health and fertility and their relationship with milk production. J. Dairy Sci. 2005, 88, 335-347.

Adres autora: dr hab. Ewa Januś, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin;
e-mail: ewa.janus@up.lublin.pl