

Przydatność rekombinowanej somatotropiny bydłej (rbST) w zapobieganiu zaburzeniu przemiany lipidowej u krów mlecznych

MICHAŁ BRONICKI

Zakład Profilaktyki Niepłodności Państwowego Instytutu Weterynaryjnego, ul. Poznańska 35, 62-020 Swarzędz k/Poznań

Bronicki M.

The usefulness of recombinant bovine somatotrophin (rbST) in minimizing lipid metabolism disturbances in cows

Summary

Fatty liver and ketosis are metabolic disorders that usually develop during the periparturient period. Fatty liver occurs when the rate of triglyceride (TG) synthesis exceeds the rate of TG hydrolysis and TG elimination as a very low density lipoprotein (VLDL). Several strategies for the prevention of fatty liver have been proposed, but present limitations in the knowledge of hepatic fatty acids metabolism preclude their effective implementation.

The objectives of this study were to evaluate the efficacy of recombinant bST in minimising the results of periparturient lipid metabolism disturbances in cows.

The studies were performed on 60 Black-White × 90% HF cows with an annual average milk yield of 5500 litres, randomly selected from a herd in which had earlier demonstrated the frequent occurrence of lipid metabolism disturbances. The animals were divided into two groups: control and experimental. 30 experimental cows immediately following partus were subcutaneously treated with 640 mg of recombinant bovine somatotrophin. The cows in the control group simultaneously received a placebo. Blood samples for biochemical examinations were collected from all animals four times i.e. in the second week before the delivery and 2nd, 4th and 8th week of lactation. The analysis included estimating the concentration of glucose, total cholesterol, cholesterol in HDL fraction, triglycerides, urea, activity of aspartate aminotransferase (AspAT), gamma-glutamyltransferase (GGTP), glutamate dehydrogenase (GLDH) and non esterified fatty acids (NEFA). Blood samples were also obtained in order to estimate the total protein level of plasma, including its fractions.

An analysis of the examined factors showed that recombinant bST administered after partus had a high therapeutic efficacy on lipid metabolism in liver. Besides, the authors subjective clinical impression was that somatotrophin was helpful in treating cows with lipid metabolism disturbances.

Keywords: bovine somatotrophin, liver, lipids

Niezakłócony metabolizm lipidów stanowi jeden z podstawowych czynników, warunkujących przystosowanie ustroju do procesów w nim zachodzących podczas ciąży i porodu, a następnie obciążenia energetycznego, związanego z podejmowaną laktacją. Do jego zaburzenia dochodzi w warunkach rozwijającego się niedoboru energetycznego, wynikającego głównie z nieprawidłowego żywienia lub niemożliwości pobrania paszy, w ilości bilansującej potrzeby organizmu (1, 3, 12). Pogłębieniu deficytu energii sprzyja naturalne zachwianie dynamicznej równowagi ustrojowej przemiany materii, związane z jej przestawieniem w momencie porodu, ze stanu przewagi anabolizmu, występującego w okresie ciąży i zasuszenia, na stan zwiększonego katabolizmu – w czasie laktacji (4, 9). Nagły wzrost zapotrzebowania na materiały energe-

tyczne, przy stymulującym wpływie zmiany profilu hormonalnego, polegającym na zwiększeniu syntezy i wydzielania hormonów lipolitycznych oraz aktywacji hormono-zależnej lipazy trójglicerydowej, przy znacznym niedoborze insuliny, powoduje gwałtowne uwolnienie do krwi wolnych kwasów tłuszczowych. Istotną część prowadzonych badań dotyczy próby zapobiegania stłuszczeniu wątroby, które naruszając prawidłowość funkcji tego narządu, może prowadzić do trwałego pogorszenia zdrowia oraz płodności krów (5, 8). Badania licznych autorów potwierdzają, że zwiększenie częstości występowania zaburzenia wątrobowej przemiany tłuszczowej prowadzi do skokowego wzrostu opóźnionych owulacji, ze wszystkimi negatywnymi tego następstwami (14, 16). Stwarza to potrzebę prowadzenia badań nad nowymi sposobami zapobie-

gania oraz leczenia zmian zachodzących w wątrobie, w przebiegu zespołu tłuszczczenia. W związku z powyższym, podjęto próbę zastosowania w tym celu somatotropiny, która mimo swych właściwości lipolitycznych, ograniczając wychwyty glukozy przez mięśnie i tkankę tłuszczową, działa stabilizująco na przemianę energetyczną ustroju (11).

Celem pracy była ocena wpływu egzogennej somatotropiny bydlęcej na stan zdrowia krów z zaburzoną gospodarką lipidową oraz wyjaśnienie czy hormon ten może zwiększać możliwości dostosowawcze zwierzęcia w czasie laktacji, zabezpieczając je przed zagrożeniem zaburzenia o charakterze zespołu tłuszczczenia.

Materiał i metody

Badaniem objęto 60 krów rasy czarno-białej, z około 90% dolewem krwi HF, w wieku 4-8 lat, wybranych losowo, w stadzie uznanym jako tzw. stado problemowe, w związku z występującymi niepowodzeniami w rozrodzie, o nieznannej etiologii. Wcześniejsze wyniki badań przeprowadzonych w tym stadzie wykazały u 60% badanych krów występowanie zaburzenia ustrojowej przemiany tłuszczowej.

Zwierzęta były żywione prawidłowo zbilansowaną pod względem energetycznym, białkowym i mineralnym paszą. W okresie badań podstawę dawki dziennej stanowiła kiszka z liści buraczanych i kukurydzy oraz słoma jęczmienna. Ponadto, przez cały rok krowy otrzymywały lizawkę oraz paszę treściwą, podawaną indywidualnie, w postaci mieszanki B, w ilości 5-6 kg, w zależności od wydajności mleka, która wynosiła średnio 5500 litrów. Badania prowadzono w dwóch grupach – doświadczalnej (grupa II) i kontrolnej (grupa I), po 30 sztuk w każdej. Zwierzęta w grupie doświadczalnej, tuż po porodzie otrzymywały domięśniowo rekombinowaną somatotropinę bydlęcą* (SOMATECH™, Eli Lilly Austria), w ilości 1 mg/kg m.c. Krowom z grupy kontrolnej w tym samym czasie podawano placebo, zawierające substancję obecną w rozpuszczalniku tego preparatu. U wszystkich zwierząt czterokrotnie, tj. w 2 tygodniu przed porodem oraz 2, 4 i 8 tygodniu laktacji pobierano krew do badań laboratoryjnych, które obejmowały oznaczanie stężenia glukozy, cholesterolu całkowitego oraz we frakcji HDL, trójglicerydów, mocznika, aktywności

aminotransferazy asparaginianowej (AspAT), dehydrogenazy glutaminianowej (GLDH) i gamma-glutamylotranspeptydazy (GGTP) – metodami enzymatycznymi oraz wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) – metodą kolorymetryczną. Ponadto w surowicy określano poziom białka całkowitego i jego frakcji metodą elektroforezy niskonapięciowej.

Wyniki i omówienie

Uzyskane wyniki badań biochemicznych w zakresie przemiany tłuszczowej (tab. 1 i 2) wykazały występowanie u wszystkich zwierząt w okresie okołoporodowym zmian ilościowych w składzie lipidów krwi,

Tab. 1. Średnie wartości stężenia glukozy i wolnych kwasów tłuszczowych oraz iloraz WKT: TG u krów otrzymujących (grupa II) i nie otrzymujących rbST (grupa I)

Wskaźnik	Grupa	Tygodnie			
		przed porodem	po porodzie		
			2	2	4
Glukoza mmol/l	I	3,18 ^a ± 0,52	2,36 ^b ± 0,59	2,31 ^b ± 0,73	2,69 ^b ± 0,54
	II	3,07 ^a ± 0,77	2,54 ^{ab} ± 0,58	2,57 ^{ab} ± 0,59	3,01 ^a ± 0,61
WKT mmol/l	I	0,41 ^a ± 0,29	0,96 ^b ± 0,63	0,79 ^{ab} ± 0,57	0,43 ^a ± 0,18
	II	0,37 ^a ± 0,33	0,78 ^{ab} ± 0,51	0,53 ^a ± 0,31	0,28 ^a ± 0,16
WKT: TG l/l	I	2,27 ^a ± 0,68	12,95 ^c ± 5,48	9,88 ^b ± 2,53	4,00 ^{ab} ± 1,88
	II	1,68 ^a ± 0,55	5,98 ^{ab} ± 2,10	2,79 ^{ab} ± 0,69	1,33 ^a ± 0,48

Objaśnienia: średnie oznaczone literami a, b, c i d różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$; $\bar{x} \pm SD$ - średnia arytmetyczna i odchylenie standardowe.

Tab. 2. Poziom stężenia trójglicerydów, cholesterolu całkowitego oraz we frakcji HDL i mocznika u krów otrzymujących (grupa II) i nie otrzymujących rbST (grupa I)

Wskaźnik	Grupa	Tygodnie			
		przed porodem	po porodzie		
			2	2	4
Trójglicerydy mmol/l	I	0,18 ^a ± 0,07	0,08 ^c ± 0,04	0,08 ^c ± 0,03	0,11 ^{ab} ± 0,05
	II	0,22 ^a ± 0,06	0,15 ^{ab} ± 0,03	0,19 ^a ± 0,07	0,21 ^a ± 0,04
Cholesterol mmol/l	I	2,95 ^b ± 0,71	2,58 ^a ± 0,75	3,64 ^c ± 1,05	4,42 ^d ± 1,36
	II	2,48 ^a ± 0,62	3,37 ^b ± 0,79	3,95 ^c ± 0,91	4,74 ^d ± 0,81
HDL cholesterol mmol/l	I	2,18 ^a ± 0,49	2,23 ^a ± 0,72	3,14 ^{ab} ± 0,86	3,26 ^c ± 0,92
	II	2,07 ^a ± 0,43	2,82 ^b ± 0,52	3,20 ^c ± 0,65	3,72 ^d ± 0,65
Mocznik mmol/l	I	3,34 ^a ± 0,71	4,27 ^{ab} ± 0,83	4,44 ^{ab} ± 0,89	3,16 ^a ± 1,35
	II	3,61 ^a ± 1,59	3,38 ^a ± 1,92	3,33 ^{ab} ± 1,64	3,06 ^b ± 1,29

Objaśnienia: jak w tab. 1.

*1 Wysoka specyficzność gatunkowa hormonów wzrostu, a także słaba ich przyswajalność z przewodu pokarmowego sprawiają, że stosowanie rekombinowanej somatotropiny u zwierząt jest całkowicie bezpieczne dla zdrowia człowieka.

o różnym nasileniu, wskazujące na jej zaburzenie po porodzie, u krów grupy kontrolnej. U zwierząt tych wartość ilorazu WKT: TG była w 2. tygodniu laktacji ponad dwukrotnie wyższa, aniżeli u krów, które otrzymywały somatotropinę. Na zwiększenie wartości ilorazu WKT: TG wpłynął głównie niski poziom trójglicerydów w krwi, mimo obserwowanego po porodzie, przejściowego zwiększenia stężenia WKT z 0,37-0,41 mmol/l do 0,96 u krów grupy I oraz 0,78 mmol/l u pozostałych zwierząt. U krów grupy kontrolnej poziom trójglicerydów po porodzie był około dwukrotnie niższy, w porównaniu z wynikami uzyskanymi u pozostałych zwierząt i wynosił 0,08, 0,08 i 0,11 mmol/l – odpowiednio w 2, 4 i 8 tygodniu laktacji oraz 0,15,

0,19 i 0,21 mmol/l – u krów otrzymujących preparat. Obniżona zawartość trójglicerydów w surowicy, zależąca głównie od nasilenia procesu reestryfikacji w hepatocytach oraz sprawnego ich uwalniania z wątroby do krwi, stwarza zagrożenie stłuszczenia tego narządu. Aby proces ten mógł przebiegać prawidłowo wymagane jest zachowanie równowagi pomiędzy dostarczeniem WKT do wątroby oraz ich uwalnianiem w postaci trójglicerydów, po uprzednim związaniu z odpowiednimi apolipoproteinami. Ma to szczególne znaczenie u bydła, którego wątroba posiada mało sprawny system usuwania tych lipidów, a jej komórki szczególnie łatwo ulegają zwyrodnieniu w przypadkach zaburzenia gospodarki tłuszczowej (7, 12). U zdrowych

krów przejściowe obniżenie poziomu trójglicerydów w krwi, tuż po porodzie, zwykle jest połączone z rozpoczęciem produkcji mleka. W okresie tym trójglicerydy, ulegając szybkiemu metabolizmowi, na krótko obniżają poziom w surowicy aby wkrótce znowu powrócić do normy (15). Obserwowane w badaniach własnych, trwałe obniżenie stężenia trójglicerydów u krów grupy I świadczy o wystąpieniu u tych zwierząt zaburzenia przemiany tłuszczowej, prowadzącego w konsekwencji do zatrzymania i odkładania złogów tłuszczu w hepatocytach. Innym skutkiem nieprawidłowej przemiany tłuszczowej w wątrobie jest upośledzenie wytwarzania cholesterolu, którego biosynteza oraz estryfikacja zachodząca w tym narządzie, uzależniona jest od niezakłóconej przemiany WKT i trójglicerydów.

W badaniach własnych, u krów grupy kontrolnej zanotowano niewielkie obniżenie stężenia cholesterolu w 2 tygodniu po porodzie, średnio z 2,95 do 2,58 mmol/l. U krów otrzymujących somatotropinę wystąpił w tym czasie wzrost wartości tego parametru, odpowiednio z 2,48 do 3,37 mmol/l (tab. 2). U zwierząt tych po podaniu preparatu zanotowano także wyższe, w porównaniu z grupą kontrolną wartości stężenia cholesterolu we frakcji HDL, które u krów otrzymujących somatotropinę wzrosło z 2,07 mmol/l przed porodem do 3,72 w ostatnim badaniu, natomiast u pozostałych krów odpowiednio z 2,18 do 3,26 mmol/l. U bydła, w warunkach dominującego udziału lipoprotein HDL w transporcie cholesterolu do komórek ziarni-

Tab. 3. Aktywność enzymów wątrobowych w surowicy u krów otrzymujących (grupa II) i nie otrzymujących rbST (grupa I)

Wskaźnik	Grupa	Tygodnie			
		przed porodem	po porodzie		
		2	2	4	8
AspAT U/l	I	60,02 ^a ± 13,78	86,45 ^b ± 33,07	68,98 ^b ± 27,31	60,11 ^a ± 18,33
	II	49,37 ^a ± 9,07	73,43 ^b ± 26,14	51,16 ^a ± 10,62	45,29 ^a ± 7,57
GLDH U/l	I	7,43 ^a ± 3,75	12,24 ^b ± 6,48	9,65 ^b ± 3,38	10,86 ^b ± 6,69
	II	5,97 ^a ± 2,63	12,35 ^b ± 6,76	11,91 ^b ± 5,74	9,99 ^b ± 4,96
GGTP U/l	I	20,04 ^a ± 5,81	26,79 ^b ± 5,66	28,73 ^b ± 9,09	25,59 ^b ± 6,85
	II	20,77 ^a ± 5,35	22,60 ^{ab} ± 5,55	23,50 ^{ab} ± 9,12	21,39 ^a ± 7,99

Objaśnienia: jak w tab. 1.

Tab. 4. Średni poziom białek w surowicy u krów otrzymujących (grupa II) i nie otrzymujących rbST (grupa I)

Wskaźnik	Grupa	Tygodnie			
		przed porodem	po porodzie		
		2	2	4	8
Białko całkowite g/l	I	7,67 ^a ± 0,60	8,04 ^a ± 0,88	8,63 ^a ± 0,89	8,67 ^a ± 1,12
	II	7,73 ^a ± 0,46	8,75 ^b ± 0,75	8,56 ^{ab} ± 0,75	8,43 ^{ab} ± 0,88
Albuminy g/l	I	3,29 ^a ± 0,35	3,07 ^b ± 0,50	3,18 ^{ab} ± 0,45	3,14 ^{ab} ± 0,54
	II	3,35 ^a ± 0,28	3,47 ^b ± 0,44	3,44 ^b ± 0,44	3,39 ^{ab} ± 0,42
α ₁ -globuliny g/l	I	0,47 ^a ± 0,09	0,56 ^a ± 0,12	0,65 ^{ab} ± 0,12	0,67 ^{ab} ± 0,08
	II	0,40 ^a ± 0,08	0,54 ^a ± 0,12	0,58 ^a ± 0,11	0,60 ^a ± 0,13
α ₂ -globuliny g/l	I	0,59 ^a ± 0,14	0,67 ^a ± 0,09	0,68 ^a ± 0,10	0,67 ^a ± 0,08
	II	0,60 ^a ± 0,08	0,69 ^a ± 0,10	0,64 ^a ± 0,08	0,66 ^a ± 0,08
β-globuliny g/l	I	0,69 ^a ± 0,09	0,65 ^a ± 0,13	0,67 ^a ± 0,08	0,68 ^a ± 0,10
	II	0,73 ^a ± 0,09	0,73 ^a ± 0,07	0,73 ^a ± 0,12	0,73 ^a ± 0,09
γ-globuliny g/l	I	2,60 ^a ± 0,57	2,96 ^{ab} ± 1,03	3,04 ^{ab} ± 0,63	2,99 ^{ab} ± 0,76
	II	2,60 ^a ± 0,11	3,57 ^b ± 0,53	3,39 ^{ab} ± 0,70	3,47 ^{ab} ± 0,67

Objaśnienia: jak w tab. 1.

stych jajnika, obserwowany wzrost wartości tego parametru korzystnie prognozuje o płodności krów. Przyjmuje się, że brak podobnej tendencji wzrostowej stężenia tej frakcji po porodzie może prowadzić do osłabienia płodności krów (10, 13). Obserwowanym zmianom wartości wskaźników przemiany lipidowej towarzyszyło po porodzie istotne obniżenie poziomu glukozy, u krów grupy kontrolnej, średnio z 3,18 przed porodem do 2,31-2,69 mmol/l (tab. 1). U pozostałych zwierząt po przejściowym, niewielkim obniżeniu stężenia tego cukru w pierwszych 4. tygodniach laktacji w ostatnim badaniu zanotowano jego powrót do wartości wyjściowej. Pomimo, że poziom glukozy nie odzwierciedla w pełni stanu przemiany energetycznej u krów o ponadprzeciętnej wydajności należy podkreślić korzystny wpływ podawanego preparatu na gospodarkę węglowodoranową i poziom glukozy w krwi. Może to pozytywnie oddziaływać na niezakłócone i pełne spalanie WKT w wątrobie, w warunkach przejściowego nasilenia lipolizy, zarówno po podaniu somatotropiny jak też w szczycie laktacji (11).

Nie stwierdzono zależności pomiędzy podawaniem preparatu a zachowaniem się oznaczanych enzymów wątrobowych (tab. 3). U wszystkich zwierząt po porodzie obserwowano wzrost aktywności AspAT – z 49,37-60,02 U/l do 86,45 w grupie kontrolnej oraz 73,43 U/l u krów otrzymujących hormon. Obserwowany wzrost aktywności AspAT, który wystąpił po porodzie u wszystkich badanych krów mógł być następstwem uwolnienia jej frakcji cytoplazmatycznej jako przejaw obciążenia przemiany ustrojowej, związanego z rozwojem płodu, a następnie procesem detoksykacyjnym w okresie *puerperium*. W podobny sposób kształtowała się aktywność GLDH, która po porodzie wzrosła średnio z 7,43 w grupie I oraz 5,97 w II, odpowiednio do 12,24 i 12,35 U/l. Również wzrost aktywności obserwowano w zachowaniu się GGTP, której wartość w czasie ciąży wynosiła średnio 20,77-25,04 U/l, natomiast po porodzie 26,79 u krów grupy kontrolnej oraz 22,60 U/l – otrzymujących somatotropinę. Przy obojętnym wpływie podawanego hormonu na aktywność enzymów wątrobowych zanotowano jego korzystny wpływ na zachowanie się mocznika w krwi (tab. 2). Spadek jego stężenia po podaniu somatotropiny może być wynikiem zmiany intensywności przemiany pośredniej białek, polegającej na jej spowolnieniu co może być korzystne w leczeniu zespołu stłuszczenia wątroby.

Zawartość białka całkowitego, która u wszystkich badanych zwierząt pozostawała w granicach ogólnie przyjętych jako prawidłowe i wynosiła w całym okresie obserwacji od 7,68 do 8,75 g/l (tab. 4). Również w zachowaniu się albumin nie stwierdzono wyraźnych różnic międzygrupowych, natomiast w obrębie globulin obserwowano tendencję wzrostową γ -globulin, szczególnie zaznaczoną po porodzie u krów grupy II. Analizując zachowanie się tej frakcji białkowej, stwierdzono zwiększenie wartości tego parametru średnio z

2,60 g/l w czasie ciąży do 2,96-3,04 u krów grupy I oraz 3,39-3,57 u pozostałych zwierząt. Zmiany te bardziej zaznaczone u krów otrzymujących somatotropinę, potwierdzają korzystny wpływ tego hormonu na układ immunologiczny. Realizowany jest on za pośrednictwem insulinopodobnego czynnika wzrostu (IGF-1), którego zwiększone wytwarzanie w wątrobie przyczynia się do poprawy odporności (2).

Podsumowując należy stwierdzić, że podawana tuż po porodzie somatotropina wpływa stabilizująco na czynność wątroby w zakresie gospodarki lipidowej, szczególnie w okresie bliskim porodowi, a więc największego zagrożenia zmianami o charakterze stłuszczenia tego narządu. Nie stwierdzono przy tym jej niekorzystnego wpływu na stan zdrowia badanych zwierząt.

Piśmiennictwo

1. Andrews A. H., Laven R., Maisey I.: Treatment and control of an outbreak of fat cow syndrome in a large dairy herd. *Vet. Rec.* 1992, 129, 216-219.
2. Barej W.: Żywnienie a wydajność produkcyjna i zdrowie zwierząt. *Medycyna Wet.* 1996, 52, 139-143.
3. Carroll D. J., Jerred M. J., Grummer R. R., Combs D. K., Pierson R. A., Hauser E. R.: Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on plasma progesterone, energy balance and reproductive traits of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1990, 73, 2855-2863.
4. Dijk S., Wensing Th.: Hepatic lipidosis in dairy cows related to health and fertility. *Proc. VIII Internat. Conf. on production Diseases in farm Animals.* New York 1988, s. 289.
5. Gong J. G., Wilmat J., Bramley T. A., Webb R.: Pretreatment with recombinant bovine somatotropin enhances the superovulatory response to FSH in heifers. *Theriogenology* 1996, 45, 611-622.
6. Gray B., Stringfellow D., Ridollell M.: The effect of treatment with bovine somatotropin (BTS) on the superovulatory response of cattle. *Theriogenology* 1993, 39, 227-233.
7. Grummer R. R., Carroll D. J.: Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 1991, 69, 3838-3852.
8. Herrier A., Einspanier R., Schams D., Niemann H.: Effect of recombinant bovine somatotropin (rBTS) on follicular IGF-1 contents and the ovarian response following superovulatory treatment in dairy cows: A preliminary study. *Theriogenology* 1994, 41, 601-611.
9. Holtenius P.: Disturbances in the regulation of energy metabolism around parturition in cows. *Mh. Vet.-Med.* 1991, 46, 795-798.
10. Jolly P. D., Mc, Dougall S., Fitzpatrick L. A., Macmillan K. L., Entwistle K. W.: Physiological effects an undernutrition on postpartum anoestrus in cows. *J. Reprod. Fert. suppl.* 1995, 49, 477-492.
11. Knapp J. R., Freetly H. C., Reis B. L.: Effects of somatotropin and substrates on patterns of liver metabolism in lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1992, 75, 1025-1035.
12. Markusfield O., Nahari N., Adler N.: Traits associated with the fat cow syndrome in dairy cattle. A combined clinical epidemiological and biochemical study of a multifactorial disease syndrome. *Isr. J. Vet. Med.* 1988, 44, 176-182.
13. Senatore E. M., Butler W. R., Oltenacu P. A.: Relationship between energy balance and post partum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *Anim. Sci.* 1996, 62, 17-23.
14. Staples C. R., Thatcher W. W.: Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1990, 73, 938-947.
15. Wallenius R. W., Whitchurch R. E.: Changes in plasma triglyceride fatty acids during lactation. *J. Dairy Sci.* 1976, 59, 85-87.
16. Wright I. A., Rhind S. M., Whyte T. K., Smith A. J.: Effects of body condition of calving and feeding level after calving on LH profiles and the duration of the post partum anoestrus period in beef cows. *Anim. Prod.* 1992, 55, 41-46.