

Efektywność różnych źródeł cynku i miedzi w żywieniu krów

RENATA KLEBANIUK, EUGENIUSZ R. GRELA

Instytut Żywienia Zwierząt Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt UP, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Klebaniuk R., Grela E. R.

Effectiveness of various dietary zinc and copper sources in cow nutrition

Summary

The objective of the present researches was to evaluate the effect of the varied percentage of zinc and copper protein chelate in a dietary unit on the chosen haematological, biochemical and productive parameters of cows. The experimental factor was the kind of zinc and copper compound in a supplementary mixture where 25% or 50% of zinc and copper in the form of sulfates was replaced with organic compounds (proteinates) of these elements. A total number of 36 HF cows were assigned into three groups, one control (K-0) and two treatment groups (K-25 and K-50), by an analogue method, considering age, lactation and body weight. Milk yield and composition as well as chosen haematological (RBC, Hb, MCV, MCH, MCHC) and biochemical parameters (glucose and total protein concentration) in cow blood were evaluated. The levels of copper and zinc in blood plasma and milk were determined.

The content of the organic forms of zinc and copper in dietary units had a beneficial impact on the red blood cell system and Zn and Cu levels in blood plasma. Milk yield was shown to rise by over 10%, and a 30% increase of the zinc level was noted in the milk of cows receiving the experimental mixtures with a 25% or 50% chelate content in the supplementary feed mixtures.

Keywords: cow, chelate, copper, zinc

Wysoki potencjał genetyczny krów mlecznych wymusza na hodowcy dążenia do optymalizacji potrzeb pokarmowych nie tylko na podstawowe składniki odżywcze, ale również na witaminy i składniki mineralne. Wysoka wydajność krów w zakresie 40-60 kg mleka dziennie wymaga dostarczenia w paszy łatwo przyswajalnych źródeł niektórych mikroelementów, zwłaszcza wobec ich ograniczonej rozporządzeniem 1334/2005 ilości w dawce pokarmowej (3). Spośród składników mineralnych istotną rolę w organizmie krów pełnią cynk i miedź. Cynk uczestniczy w przemianach białek, węglowodanów i kwasów nukleinowych, aktywuje enzymy niezbędne dla funkcjonowania systemu odpornościowego (8, 15). Odgrywa też istotną rolę przy odtwarzaniu warstwy keratyny w przewodzie strzykowym krów (16). Dobrze rozwinięty, wyścielony nieuszkodzonym nabłonkiem płaskim przewód strzykowy zapobiega wnikaniu bakterii chorobotwórczych do wymienia. Po każdym doju następuje jego odtwarzanie przez pokrycie warstwą keratyny, w czym niezbędny jest cynk. Niedobory cynku mogą więc pośrednio sprzyjać zwiększeniu liczby komórek somatycznych w mleku (16). Miedź natomiast w organizmie jest potrzebna nie tylko do uruchamiania rezerw żelaza niezbędnego do syntezy hemoglobiny i wytwarzania krwinek czerwonych, ale wchodzi również w skład wielu enzymów tkankowych oraz bierze udział w procesach przemiany materii (14). Cynk

i miedź, obok fosforu i magnezu są uważane również za jedno z głównych pierwiastków odpowiedzialnych za prawidłowy rozród krów (1, 14, 16). Niedobory tych pierwiastków mogą pojawić się zwłaszcza w okresie wczesnej laktacji, kiedy pobranie paszy przez zwierzęta jest mniejsze niż ilość składników wydzielana w mleku. Efektywność oddziaływania składników mineralnych zależy od wielu czynników, m.in. od ilości oraz formy tych pierwiastków w diecie krów. W dostępnym piśmiennictwie wskazuje się na wyższą użyteczność form organicznych niż mineralnych (5, 6, 9, 10).

Celem badań była ocena wpływu zróżnicowanego udziału cynku i miedzi w formie połączeń organicznych (chelaty) w dawkach pokarmowych na wydajność i skład mleka oraz wybrane wskaźniki hematologiczne i biochemiczne krwi krów w okresie 6 miesięcy laktacji.

Materiał i metody

Stawkę 36 krów rasy hf, wybranych na zasadzie analogów pod względem wieku, laktacji i masy ciała, podzielono na trzy grupy: K-0 – kontrolna oraz dwie doświadczalne: K-25 i K-50. Badania prowadzono przez 180 dni począwszy od 3. tygodnia laktacji. Zwierzęta żywione były w systemie PMR (Partly Mix Ratio), gdzie podstawową dawkę pokarmową krów w tym okresie stanowiły: kiszonka z kukurydzy (22 kg), sianokiszonka (12 kg), siano łąkowe (1 kg), słoma jęczmienna (0,3 kg), młoto browarniane (10 kg) oraz mieszanka uzupełniająca (6 kg). Pasze w dawce pokarmowej PMR pokrywały potrze-

by bytowe i produkcyjne na 20 kg mleka. Krowy o wyższej wydajności otrzymywały dodatkowo, indywidualnie z automatów paszowych, mieszankę uzupełniającą w ilości 0,5 kg na każdy 1 kg mleka powyżej 20 litrów. Czynnikiem doświadczalnym była forma cynku i miedzi dodawanych do mieszanki uzupełniającej. Krowy grupy kontrolnej (K-0) otrzymywały mieszankę opartą na związkach nieorganicznych, w której 1 kg zawierał 223 mg cynku oraz 44 mg miedzi. W mieszankach dla krów grup doświadczalnych (K-25 i K-50) 25% lub 50% cynku i miedzi pochodzącego ze związków mineralnych (siarczany) zastąpiono chelatami aminokwasowymi tych pierwiastków.

W okresie 6 miesięcy doświadczenia raz w miesiącu przeprowadzano ocenę ilościową i jakościową produkowanego mleka oraz badania hematologiczne i biochemiczne krwi krów. W mleku oznaczono zawartość suchej masy, białka, tłuszczu i laktozy za pomocą aparatu Chemspec 150 firmy Bentley. W pełnej krwi, przy wykorzystaniu aparatu hematologicznego Abacus Junior Vet, oznaczono: liczbę krwinek czerwonych (RBC), stężenie hemoglobiny (Hb), hematokryt (Ht), wskaźniki czerwonych krwinek (MCV, MCH, MCHC). W osoczu krwi oznaczono stężenie glukozy oraz białka całkowitego metodą kolorymetryczną przy wykorzystaniu monotestów firmy Cormey. W osoczu oraz w mleku oznaczono zawartość wybranych mikroelementów: miedzi (Cu) i cynku (Zn) metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej ASA z zastosowaniem aparatu UNICAM 939/959. W paszach określono zawartość podstawowych składników pokarmowych według AOAC (2), a następnie wyliczono wartość pokarmową pasz JWK, JPM, BTJE i BTJN (4).

Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej dla danych ortogonalnych z wykorzystaniem programu Statistica 7.0, zaś istotność różnic między wartościami średnimi analizowanych cech oceniono testem Duncana.

Wyniki i omówienie

Zawartość podstawowych składników odżywczych oraz wartość pokarmowa skarmianych pasz (tab. 1) była zbliżona do typowych pasz stosowanych w żywieniu krów mlecznych (4). U krów żywionych paszą z udziałem doświadczalnych mieszanek uzupełniających stwierdzono wyższe wartości wskaźników hematologicznych w porównaniu do grupy kontrolnej. Istotnie większa okazała się średnia objętość krwinek czerwonych (MCV) oraz stężenie hemoglobiny w tych krwinkach (MCHC), odpowiednio, o 18,3% i 7,1% dla grupy K-25 oraz 24,1% i 8,0% dla grupy K-50 (tab. 2). Poziom glukozy w osoczu krwi krów był stabilny i zbliżony do wartości referencyjnych (17). Stwierdzono istotnie wyższy poziom białka całkowitego oraz cynku i miedzi w osoczu krwi krów otrzymujących mieszanki uzupełniające z 25% lub 50% udziałem form organicznych tych mikroelementów (tab. 2).

Najwyższą średnią wydajnością mleczną charakteryzowały się krowy grupy K-25 (tab. 3). W mleku krów tej grupy stwierdzono również najwyższy procent białka i laktozy. Poziom cynku okazał się istotnie wyższy w mleku krów obu grup doświadczalnych (K-25 i K-50) w porównaniu do mleka krów grupy kontrolnej, odpowiednio, o 30% i 32%. Zawartość miedzi w mleku krów objętych badaniami była zbliżona i kształtowała się na poziomie $0,51 \pm 0,03$ mg/l (tab. 3).

Badane wskaźniki czerwonych krwinek (tab. 2) mieściły się w granicach norm podawanych jako referencyjne dla krów mlecznych (12, 17). Wartości poszczególnych wskaźników czerwonych krwinek były wyższe

Tab. 1. Skład chemiczny i wartość pokarmowa poszczególnych pasz oraz dawki podstawowej stosowanych w żywieniu krów

Składniki	Kiszonka z kukurydzy	Kiszonka z traw	Siano łąkowe	Słoma jęczmienna	Odpady browarniane suszone	Mieszanka uzupełniająca	Dawka
Skład chemiczny							
Sucha masa, %	30,0	20,4	87,5	88,2	90,1	86,9	–
W 1 kg suchej masy:							
Białko ogólne, g	85,6	103,2	98,1	37,9	376,0	121,5	158,8
Tłuszcz surowy, g	24,2	40,3	21,5	18,4	85,6	29,1	42,3
Włókno surowe, g	205,0	322,6	338,2	422,6	102,8	52,4	209,5
Popiół surowy, g	58,0	89,1	79,5	81,0	51,7	24,3	63,0
Bez N związki wyciągowe	627,2	444,8	456,7	440,0	383,9	772,7	523,8
Zn, mg	23,7	32,4	37,2	17,3	82,4	223,2	64,1
Cu, mg	5,9	4,8	7,8	2,4	21,7	43,8	13,8
JWK*	1,13	1,32	1,16	1,49	–	–	1,20
JPM**	0,90	0,71	0,69	0,44	1,06	1,16	0,90
BTJN***, g	52	59	58	18	253	79	101,3
BTJE****, g	66	50	68	48	159	102	86,2

Objaśnienia: *JWK – jednostka wypełnieniowa dla krów; **JPM – jednostka paszowa produkcji mleka; ***BTJN – suma białka paszy nie rozłożonego w żwaczu oraz białka właściwego mikroorganizmów żwacza, rzeczywiście trawionego w jelicie cienkim, określonego na podstawie dostępnego w żwaczu azotu; ****BTJE – suma białka paszy nie rozłożonego w żwaczu oraz białka właściwego mikroorganizmów żwacza, rzeczywiście trawionego w jelicie cienkim, określonego na podstawie dostępnej w żwaczu energii

Tab. 2. Wybrane wskaźniki hematologiczne i biochemiczne krwi badanych krów (n = 12)

Wskaźniki	Grupa		
	K-0	K-25	K-50
RBC, $10^{12} l^{-1}$	6,15	6,52	6,57
HGB, g l^{-1}	87,9	90,3	90,7
HCT, %	24,5	26,1	25,9
MCV, fl	39,9 ^a	47,2 ^b	49,5 ^b
MCH, pg	14,3	13,9	13,8
MCHC, g/l	337,9 ^a	361,8 ^b	364,9 ^b
Glukoza, mmol/l	3,67	3,98	3,81
Białko całkowite, g/l	56,9 ^a	59,2 ^b	59,3 ^b
Cynk, $\mu mol/l$	14,8 ^a	17,2 ^b	17,3 ^b
Miedź, $\mu mol/l$	18,7 ^a	20,8 ^b	21,3 ^b

Objaśnienie: a, b – różnice statystycznie istotne pomiędzy grupami przy $p \leq 0,05$

dla krów grup doświadczalnych w porównaniu ze zwierzętami grupy kontrolnej. Jedynie średnia masa hemoglobiny w krwince czerwonej wykazywała odwrotną zależność. Średnie objętości krwinek czerwonych (MCV) u krów grupy kontrolnej były na granicy normy uważanej za fizjologiczną (12). Istotnie wyższe, w porównaniu do grupy kontrolnej, okazały się wartości MCV w krwi krów grup doświadczalnych, odpowiednio, o 7-10 punktów procentowych (tab. 2).

Średnie stężenie hemoglobiny w krwinkach (MCHC) – najbardziej dokładny wskaźnik czerwonekrwinkowy – w grupach doświadczalnych był również istotnie wyższy w porównaniu do grupy kontrolnej. Jednocześnie wartości tego wskaźnika w grupach doświadczalnych były o około 2 i 5 punktów procentowych wyższe od podawanych przez Winnicką (17) jako referencyjne. Uzyskane wyniki można uznać za efekt stosowania mieszanek mineralnych z udziałem form organicznych pierwiastków biorących udział w procesach krwiotwórczych.

Zarówno poziom glukozy, jak i białka ogólnego w osoczu krwi krów otrzymujących dodatek pasz mineralnych z 25% lub 50% udziałem form organicznych był wyższy w porównaniu do grupy kontrolnej. Dotyczyło to szczególnie zawartości białka ogólnego, gdyż odnotowano istotnie wyższy jego poziom o 4,05% i 4,20%, odpowiednio, dla grupy K-25 i K-50 (tab. 2). Wartości obu tych wskaźników świadczą przede wszystkim o odpowiednim zbilansowaniu dawki pokarmowej. Można jednak zauważyć wpływ nośnika białkowego chelatów mineralnych na poziom białka ogólnego w osoczu krwi krów grup doświadczalnych.

Obecnie coraz częściej stosowane są organiczne połączenia wielu mikroelementów, zwłaszcza mieszaniny Fe, Cu, Zn i Mn, które zwiększają odporność krów na kwasice i ketozę oraz poprawiają wydajność i jakość mleka. Redukują ilość komórek somatycznych w mleku, wpływają na optymalny rozwój i stymulację mikroorganizmów w żwaczu (10). Średni poziom badanych

Tab. 3. Średnia wydajność i skład chemiczny mleka badanych krów (n = 12)

Badane wskaźniki produkcyjne	Grupa		
	K-0	K-25	K-50
Wydajność mleka, kg/dzień	26,3 ^a	29,2 ^b	28,7 ^b
Sucha masa mleka, %	12,99	13,08	12,85
Zawartość tłuszczu, %	4,10	4,05	4,02
Zawartość białka, %	3,42	3,58	3,55
Zawartość laktozy, %	4,66	4,71	4,69
Zawartość popiołu, %	0,71	0,73	0,74
Cynk, mg/l	6,28 ^a	8,12 ^b	8,29 ^b
Miedź, mg/l	0,48	0,54	0,51

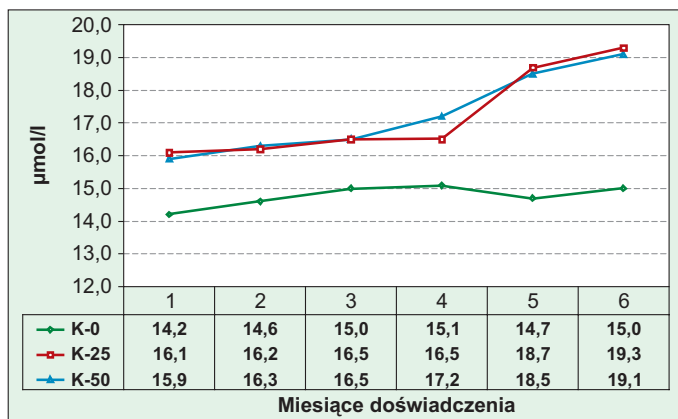
Objaśnienie: jak w tab. 2.

mikroelementów w osoczu krwi krów otrzymujących mieszanki z 25% lub 50% udziałem form organicznych tych pierwiastków był istotnie wyższy w porównaniu z grupą kontrolną (tab. 2). Wartości te oscylowały w górnych granicach podawanych przez innych autorów (5, 7). U krów wysokomlecznych można bowiem zwiększyć biodostępność składników mineralnych z dawki pokarmowej, przy jednoczesnym stosowaniu kultury drożdży, stymulujących procesy trawienne w żwaczu (13).

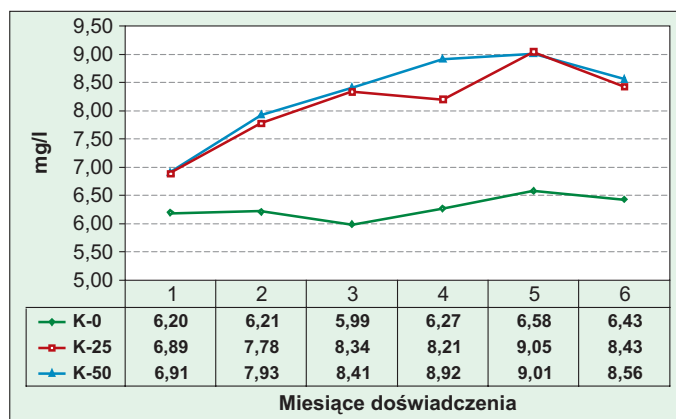
Wydajność krów w grupach doświadczalnych była istotnie wyższa w porównaniu ze średnią wydajnością z grupy kontrolnej, odpowiednio, o 11% i 10% dla grupy K-25 i K-50 (tab. 3). Nie stwierdzono takich zależności w podstawowym składzie chemicznym mleka. Poziom badanych mikroelementów w mleku krów był zbliżony do opisywanych w piśmiennictwie (7, 10). Poziom cynku w mleku krów otrzymujących mieszankę uzupełniającą z 25% lub 50% udziałem chelatu Zn i Cu był o 30% w grupie K-25 i o 32% w grupie K-50 wyższy od poziomu tego pierwiastka w grupie kontrolnej (K-0). Nie stwierdzono natomiast znaczących zmian w poziomie miedzi w mleku badanych krów (tab. 3).

Analizując zmiany poziomu cynku i miedzi w osoczu krwi i mleku krów w ciągu całego sześciomiesięcznego okresu, daje się zauważyć wyższy poziom Zn oraz systematyczny wzrost jego udziału w tych płynach u krów grup doświadczalnych (ryc. 1 i 2). Poziom cynku w mleku wzrastał gwałtownie w kolejnych miesiącach badawczych, zwłaszcza u krów otrzymujących mieszankę z 50% udziałem organicznych form cynku i miedzi (ryc. 2). Poziom Zn w mleku krów grupy K-25 i K-50 był też od kilku do kilkunastu procent wyższy od podawanych w piśmiennictwie (7, 11).

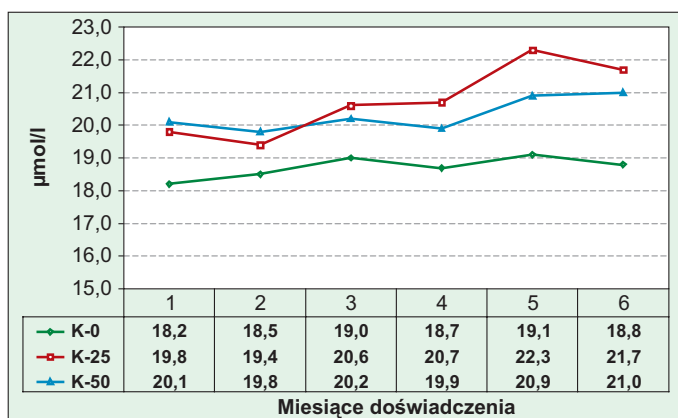
Nie stwierdzono tak wyraźnych zależności w analizie poziomu miedzi w osoczu i mleku badanych krów (ryc. 3 i 4). Poziom Cu w osoczu krwi krów grup doświadczalnych był jednak nieco wyższy na przestrzeni całego okresu badawczego od poziomu tego pierwiastka w osoczu krwi krów grupy kontrolnej (ryc. 3). Poziom miedzi w mleku był w zasadzie wyrównany we wszystkich grupach (ryc. 4). Najwyższą zawartość Cu stwierdzono w mleku krów otrzymujących mieszankę



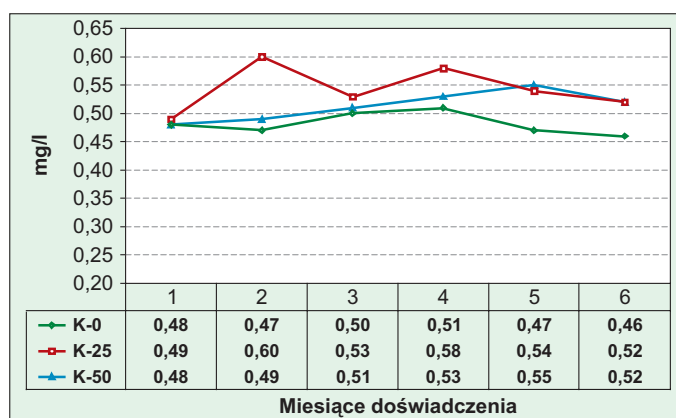
Ryc. 1. Zmiany zawartości cynku w osoczu krwi krów



Ryc. 2. Zmiany zawartości cynku w mleku krów



Ryc. 3. Zmiany zawartości miedzi w osoczu krwi krów



Ryc. 4. Zmiany zawartości miedzi w mleku krów

z 25% udziałem chelatu, zwłaszcza w drugim i czwartym miesiącu badań (ryc. 4).

Podsumowując można stwierdzić, że udział w dawkach mieszanek mineralnych zawierających formy organiczne cynku i miedzi wpłynął pozytywnie na wskaźniki układu czerwokrwinkowego oraz na wzrost poziomu cynku i miedzi w osoczu badanych krów. Wydajność krów w grupach otrzymujących uzupełniającą mieszankę doświadczalną z 25% lub 50% udziałem chelatów Zn i Cu była istotnie wyższa (o ponad 10%) w porównaniu ze średnią wydajnością krów grupy kontrolnej. Poziom cynku w mleku krów grup doświadczalnych był wyraźnie zdeterminowany rodzajem połączeń tego pierwiastka w żywieniu krów mlecznych. Nie stwierdzono takiej zależności w przypadku miedzi. Dodatek składników mineralnych w formie połączeń organicznych już na poziomie 25% udziału mieszanki uzupełniającej wpływa pozytywnie na niektóre wskaźniki krwi oraz produkcyjne krów.

Piśmiennictwo

- Ahola J. K., Baker D. S., Burns P. D., Mortimer R. G., Enns R. M., Whittier J. C., Geary T. W., Engle T. E.: Effect of copper, zinc, and manganese supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-year period. *J. Anim. Sci.* 2004, 82, 2375-2383.
- Anon.: AOAC: Official Methods of Analysis. International. AOAC Inter., Gaithersburg, MD, USA 2000.
- Anon.: Commission Regulation (EC) No 1334/2003 of 25 July 2003 amending the conditions for authorisation of a number of additives in feeding-stuffs belonging to the group of trace elements. *Off. J. Eur. Union*, L 187, 11-12.

- Anon.: Normy Żywienia Bydła, Owiec i Kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy. Praca zbiorowa. IZ Kraków 2001.
- Baranow-Baranowski S., Klata W.: Wpływ zawartości wybranych składników mineralnych (Ca, P, Mg, Cu, Zn i Co) w paszy na poziom w surowicy i mleku krów. *Magazyn Wet.* 1998, 7, 198-201.
- Bednarek D.: Rola cynku w procesach odpornościowych u zwierząt. *Medycyna Wet.* 1998, 44, 92-95.
- Bujanowicz B., Matras J., Wojtasik J.: Wpływ bilansowania mineralnego żywienia krów mlecznych w okresie letnim na wydajność oraz wybrane składniki mineralne krwi i mleka. *Rocz. Nauk. Zoot.* 2004, 31, 251-264.
- Grela E. R., Pastuszek J.: Żywniowe i profilaktyczne znaczenie cynku w chowie świń. *Medycyna Wet.* 2004, 60, 1254-1258.
- Holwerda R. A., Albin R. C., Madsen F. C.: Chelation effectiveness of zinc proteinates demonstrated. *Feedstuffs* 1995, 67, 12-13.
- Kinal S., Jamroz D., Korniewicz D., Ziemiński R., Słupczyńska M., Bodarski R.: Wpływ stosowania biopieksów cynku, miedzi i manganu na wydajność i skład mleka krów. *Rocz. Nauk. Zoot.* 2004, 20, 31-34.
- Klebaniuk R., Matras J., Czech A.: Wpływ skarmiania zielonki z pastwisk o zróżnicowanej zawartości Cu, Zn, Pb i Cd w glebie na poziom tych pierwiastków w surowicy krwi i mleku krów. *Rocz. Nauk. PTZ* 2005, 1, 497-505.
- Kuleta Z.: Wartości wskaźników hematologicznych i biochemicznych zwierząt w stanach zdrowia i choroby. Wyd. ART Olsztyn 1993.
- Strusińska D., Mierzejewska J., Skok A.: Zawartość składników mineralnych, witaminy A i E w sianie i mleku przy stosowaniu dodatków mineralno-witaminowych. *Medycyna Wet.* 2004, 60, 28-31.
- Studzinski T., Matras J., Grela E. R., Valverde Piedra J. L., Truchliński J., Tatara M. R.: Minerals: functions, requirements, excessive intake and toxicity, [w:] Mosenthin R., Zentek J., Zebrowska T.: *Biology of Nutrition in Growing Animals*. Elsevier, Edinburgh 2006, 467-509.
- Valee B. L., Falchuk K. H.: The biochemical basis of zinc physiology. *Physiol. Rev.* 1993, 73, 79-118.
- Whitaker D. A., Eayres H. F., Aitchison K., Kelly J. M.: No effect of the dietary zinc proteinate on clinical mastitis, infection rate, recovery rate and somatic cell count in dairy cows. *Vet. J.* 1997, 153, 197-204.
- Winnicka A.: Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wyd. SGGW, Warszawa 2004.

Adres autora: dr inż. Renata Klebaniuk, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; e-mail: rklebaniuk@poczta.fm