

Wpływ pory roku na kształtowanie się wskaźników hematologicznych i biochemicznych krwi koni

MAŁGORZATA DMOCH, ANTONI POLONIS, LEON SABA

Katedra Higieny Zwierząt i Środowiska Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt UP, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Dmoch M., Polonis A., Saba L.

Influence of seasons on the haematological and biochemical parameters of blood in horses

Summary

The study was performed on 20 horses of various breeds, age and physiological condition. Most of them were Polish Warmblood mares, the rest were mares, stallions and geldings of two Polish breeds: Malopolski Horse and Wielkopolski Horse. All the horses were kept in a stable, in individual boxes, on straw bedding, and with ad libitum access to water. The research covered spring, summer and winter feeding periods. The aim of the study was to determine the impact of seasons on the haematological and biochemical parameters of horse blood. Blood samples for analyses were collected from the external jugular vein in May, August and February. A statistically significant increase in leukocytes was ascertained in the spring feeding period, whereas an increase in neutrophils as well as in MCH and MCHC levels was obtained in summer. The levels of ALAT and LDH enzymes were the highest in spring. Cholesterol and glucose were the highest in the winter feeding period, and the maximum concentration of triglycerides was obtained in spring and summer. Also in summer, increased calcium and magnesium levels were observed.

Keywords: horses, blood indices, season

Określenie wskaźników hematologicznych i biochemicznych krwi koni pozwala na dokonanie oceny stanu zdrowia koni, zapotrzebowania na składniki pokarmowe, stopnia wytrenowania konia oraz jego przydatności do wykonywania określonej pracy (8). Na kształtowanie parametrów krwi ma wpływ wiele czynników, m.in. wiek, płeć, stan fizjologiczny, wysiłek fizyczny (11), rasa koni (9), a także zespół czynników składający się na pojęcie „pory roku” i stan zdrowotny konia (12). W piśmiennictwie coraz częściej pojawiają się informacje na temat zróżnicowania wartości parametrów hematologicznych, biochemicznych, a także składników mineralnych krwi koni w zależności od czynników środowiskowych, takich jak: ciśnienie, temperatura, światło, charakterystycznych dla danego sezonu (6, 12). Dużą rolę odgrywa także możliwość ruchu na pastwisku w ciepłych porach roku, wiążąca się z pobieraniem paszy o bardzo dobrym składzie i wystarczającej zawartości większości związków mineralnych, co wpływa na prawidłowy rozwój całego organizmu (5). Pobieranie i trawienie różnego rodzaju pokarmu wpływa znacząco na zmiany w zawartości niektórych wskaźników biochemicznych i hematologicznych krwi. W surowicy obserwuje się wówczas zwiększone stężenie glukozy, a także Ca, Mg, Fe i fosforu nieorganicznego. Długotrwałe głodzenie może spowodować natomiast zmniejszenie liczby RBC, WBC oraz spadek stężenia hemoglobiny. Zmiany we

krwi obwodowej mogą także wynikać z niedoboru wody lub nadmiernego pojenia, co wiąże się z warunkami klimatycznymi w danym sezonie (11).

Celem badań było określenie wpływu warunków środowiskowych, w tym żywienia, spowodowanych zmianą pory roku, na wartości wskaźników hematologicznych i biochemicznych krwi koni.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 20 koniach różnych ras, będących w wieku od 1 do 12 lat, w różnym stanie fizjologicznym, w prywatnej stajni hodowlanej w województwie lubelskim. Wśród badanych koni większość stanowiły klacze rasy polskie konie szlachetnej półkrwi. Pozostałe to: 3 klacze, 3 ogiery i 2 wałachy rasy wielkopolskiej i małopolskiej.

Badania obejmowały okres żywienia wiosennego, letniego i zimowego. Żywienie koni różniło się składem pasz podawanych w różnych okresach roku. Dawka żywienia wiosennego zawierała średnio na dobę dla jednego konia: 10 kg siana łąkowego, 3 kg owsa niegniecionego (w dwóch odpasach) oraz 60 g mineralnej witaminowo-aminokwasowej mieszanki uzupełniającej Dolfos K. Podstawą żywienia letniego było pastwisko. Konie przebywały na nim średnio 12 godzin dziennie. Jednocześnie dokarmiane były sianem łąkowym w ilości 5 kg. Klacze karmiące dodatkowo otrzymywały 6 kg owsa niegniecionego oraz suplementy mineralno-witaminowe (Dolfos K). Zimą koniom podawano: 12 kg siana, 5 kg marchwi i 4 kg owsa na dobę oraz

dodatki mineralno-witaminowe (Dolfos K). Wszystkie konie utrzymywane były w stajni w pojedynczych boksach na ściółce ze słomy i miały nieograniczony dostęp do wody.

W czasie doświadczenia rejestrowano warunki termiczne środowiska. Średnia dobową temperatura powietrza w maju 2006 r. w województwie lubelskim wynosiła 13°C, w sierpniu 2006 r. 18°C, natomiast temperatura w lutym 2007 kształtowała się średnio na poziomie -1°C.

Krew do badań pobierano z żyły szyjnej zewnętrznej do probówek z EDTA (do oznaczeń hematologicznych) oraz z heparyną (do badań biochemicznych) w trzech sezonach: w maju 2006 – okres przedpastwiskowy; w sierpniu 2006 – okres śródpastwiskowy i w lutym 2007 – okres alkierzowy.

W pełnej krwi za pomocą analizatora hematologicznego MS 4-5 oznaczono: ogólną liczbę leukocytów (WBC), obraz białokrwinkowy, liczbę erytrocytów (RBC), średnią objętość krwinek czerwonych (MCV), średnią masę hemoglobiny w krwince (MCH), średnie stężenie hemoglobiny w krwince (MCHC), wskaźnik zróżnicowania objętości czerwonych krwinek (RDW), wskaźnik hematokrytu (HT), stężenie hemoglobiny (HB), liczbę płytek krwi (PLT), średnią objętość płytek krwi (MPV), czas protrombinowy (Pt) oraz szerokość krzywej rozkładu płytek (PDW). W surowicy krwi oznaczono: aktywność transaminazy asparaginianowej (ASPART) i alaninowej (ALAT), dehydrogenazy mleczanowej (LDH), fosfatazy alkalicznej (ALP), poziom cholesterolu, kwasu moczowego, triglicerydów, glukozy i białka całkowitego oraz stężenie Ca, Mg, P i Fe przy użyciu analitycznego analizatora krwi HITACHI 704.

Uzyskane wyniki scharakteryzowano za pomocą średnich arytmetycznych (\bar{x}) i odchyłeń standardowych (SD). Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi w poszczególnych sezonach obliczono za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji i testu Duncana.

Wyniki i omówienie

Średnie wartości wskaźników hematologicznych krwi koni w trzech sezonach przedstawiono w tab. 1. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała różnice w poziomie niektórych analizowanych parametrów związane z porą roku, a co za tym idzie – zmianą w żywieniu. Liczba leukocytów w krwi badanych koni w sezonie wiosennym, letnim i zimowym mieściła się w zakresie norm fizjologicznych podawanych przez Krumrycha (11) i Winnicką (19). Zaobserwowano jednak znaczne obniżenie liczby białych krwinek latem i zimą. Gill i wsp. (7) najwyższą liczbę krwinek białych u koni arabskich odnotowali w czerwcu, a najniższą w styczniu. Natomiast Krumrych i Wiśniewski (12) wykazali, że u koników polskich maksymalne wartości leukocytów przypadają na sezon jesienny, a minimalne na zimowy. Analiza obrazu białych krwinek wykazała statystycznie istotną zmienność sezonową w liczbie neutrofilii i bazofili. Zaobserwowano

Tab. 1. Średnie wartości wskaźników hematologicznych koni w różnych porach roku (n = 20; $\bar{x} \pm SD$)

Analizowany wskaźnik	Wiosna		Lato		Zima	
WBC (G/l)	10,50 ^A	1,57	8,31 ^B	5,34	8,82 ^A	2,41
Limfocyty (%)	35,61	10,25	17,81	9,60	35,17	6,87
Monocyty (%)	3,58	0,52	2,86	1,26	3,09	0,42
Neutrofile (%)	59,33 ^A	10,46	76,33 ^B	13,42	58,94 ^A	6,42
Eozynofile (%)	1,22	0,75	2,04	2,41	2,36	0,95
Bazofile (%)	0,27	0,21	0,23 ^a	0,13	0,43 ^b	0,24
RBC (T/l)	10,11	0,69	9,39	0,92	11,09	3,49
MCV (fl)	41,37	4,20	41,12	4,30	41,17	2,94
Ht (l/l)	0,42	0,04	0,39	0,43	0,45	0,12
MCH (pg)	15,05	1,11	16,08 ^A	1,40	14,10 ^B	0,81
MCHC (g/dl)	36,61 ^A	1,23	39,31 ^B	1,22	34,42 ^C	1,16
RDW	13,25	0,79	13,61	0,41	13,51	0,24
Hb (mmol/l)	9,47	0,81	9,56	1,02	9,70	3,00
PLT (G/l)	288,80	125,80	242,44	67,77	302,11	58,38
MPV (fl)	6,09	0,26	5,96	0,18	6,16	0,34
Pt (%)	0,30	0,33	0,15	0,40	0,25	0,24
PDW	9,72	1,15	8,94	0,57	9,60	0,84

Objaśnienia: A, B, C – średnie oznaczone dużymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,01$; a, b, c – średnie oznaczone małymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$; WBC – liczba leukocytów; RBC – liczba erytrocytów; MCV – średnia objętość krwinek czerwonych; Ht – hematokryt; MCH – średnia masa hemoglobiny w krwince; MCHC – średnie stężenie hemoglobiny w krwince; RDW – wskaźnik zróżnicowania objętości czerwonych krwinek; Hb – hemoglobina; PLT – liczba trombocytów; MPV – średnia objętość płytek krwi; Pt – czas protrombinowy; PDW – szerokość krzywej rozkładu płytek

znacznie wyższą liczbę granulocytów obojętnochłonnych latem niż wiosną i zimą, natomiast liczba granulocytów zasadochłonnych była najwyższa zimą. Uzyskane rezultaty różnią się od wyników badań Krumrycha i Wiśniewskiego (12), którzy wykazali statystycznie istotne różnice w zakresie liczby granulocytów kwaso- i zasadochłonnych w obrazie WBC. Wyższe wartości zanotowano w okresie lata i jesieni aniżeli wiosną i zimą. Natomiast Grela i wsp. (8) nie stwierdzili znacznego wpływu sezonu żywieniowego i płci na zmianę liczby leukocytów w krwi koni. Ćebulj-Kadunc i wsp. (3), badając obraz białokrwinkowy w krwi koni rasy Lipizzan, stwierdzili wyższą liczbę WBC, neutrofilii, limfocytów, monocytów i bazofili w krwi źrebiąt niż u kłaczy i ogierów, zaś niższą wartość eozynofili. Nie odnotowali natomiast różnic między tymi wskaźnikami u kłaczy i ogierów.

Liczba erytrocytów badanych koni mieściła się w granicach wartości referencyjnych (11, 19) tylko w okresie letnim. W sezonie wiosennym i zimowym stwierdzono nieznaczny wzrost ich liczby, wykraczający poza granice wartości fizjologicznych (5,5-10 T/l). Różnice w ilościach RBC w trzech analizowanych

Tab. 2. Średnie wartości wskaźników biochemicznych krwi koni w różnych porach roku (n = 20; $\bar{x} \pm SD$)

Analizowany wskaźnik	Wiosna		Lato		Zima	
ASPAT (U/L)	276,20	71,97	266,11	48,14	266,89	62,10
ALAT (U/L)	16,00 ^A	8,43	6,33 ^B	2,24	8,33 ^B	2,45
LDH (U/L)	639,70 ^A	131,97	480,29 ^B	47,85	434,86 ^B	89,23
ALP (U/L)	157,30	20,65	154,89	42,09	174,22	104,05
Cholesterol (mmol/l)	2,48 ^A	0,17	1,99 ^B	0,32	2,53 ^A	0,35
Kwas moczowy (mmol/l)	0,05	0,02	0,05	0,03	0,04	0,006
TG (mmol/l)	0,40 ^A	0,11	0,41 ^A	0,14	0,15 ^B	0,10
Glukoza (mmol/l)	4,82 ^a	0,38	5,27	0,76	5,57 ^b	0,72
Białko całkowite (g/l)	62,7	4,40	61,70	10,80	64,30	9,30
Ca (mmol/l)	2,02 ^A	0,06	3,31 ^B	1,19	3,19 ^B	0,84
Mg (mmol/l)	0,15 ^A	0,11	0,72 ^B	0,13	0,40 ^A	0,31
P (mmol/l)	1,02	0,31	0,89	0,25	0,91	0,28
Fe (μmol/l)	12,03	0,55	18,19	4,47	18,29	12,81

Objaśnienia: A, B, C – średnie oznaczone dużymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,01$; a, b, c – średnie oznaczone małymi literami różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$; ASPAT – transaminaza asparaginianowa; ALAT – transaminaza alaninowa; LDH – dehydrogenaza mleczanowa; ALP – fosfataza alkaliczna; TG – triglicerydy

porach roku nie były statystycznie istotne. Zgodne jest to z wynikami badań Greli i wsp. (8), którzy nie uzyskali istotnych różnic w poziomie analizowanych wskaźników hematologicznych krwi w tym poziomie RBC w zależności od sezonu żywieniowego. Z kolei Gill (6) w swoich badaniach stwierdził, że liczba erytrocytów była najwyższa we wrześniu, zaś najniższa w grudniu i styczniu. Zdaniem tego autora, istnieje zależność między zmianami ciśnienia atmosferycznego a liczbą erytrocytów, wskazująca, że niskie ciśnienie atmosferyczne występujące często we wrześniu i marcu powoduje wzrost wartości RBC, natomiast wysokiemu ciśnieniu w zimie towarzyszy spadek poziomu erytrocytów we krwi. Z kolei Krumrych i Wiśniewski (12) wykazali latem i jesienią większą liczbę RBC niż zimą i wiosną, co, ich zdaniem, może być związane z temperaturą zewnętrzną.

W badaniach własnych poziom hematokrytu (Ht) i stężenie hemoglobiny (Hb) u koni nie wykazały różnic w poszczególnych porach roku oraz mieściły się w granicach fizjologicznych wartości (11, 19). Według Krumrycha i Wiśniewskiego (12), wartość Ht odznacza się wyraźną zmiennością sezonową – najwyższą latem a najniższą zimą. Z kolei Gill (6) zarejestrował wyższe stężenie Hb wiosną, jesienią i zimą, a niższe latem, co utożsamia z wpływem wysokiej bądź niskiej temperatury w okresie poprzedzającym pobieranie krwi.

Z chwilą osiągnięcia dojrzałości płciowej przez konia szereg procesów fizjologicznych przebiega nieco inaczej u samca niż u samicy, co znajduje odzwierciedlenie w wartościach wielu wskaźników krwi. Wy-

daje się, że zasadniczą rolę odgrywają tu hormony sterydowe. Wykazano np., że stężenie testosteronu w osoczu krwi ogierów jest wyższe niż u kłaczy. Tymczasem jedną z funkcji tego hormonu jest stymulowanie produkcji erytropoetyny. Spostrzeżenia te zostały potwierdzone przez wielu autorów (1, 13) bowiem wielokrotnie rejestrowano wyższe wartości RBC, Hb, Ht a także wyższe wartości ceruloplazminy, białka całkowitego w surowicy ogierów, zaś u kłaczy większą liczbę WBC. Spośród wskaźników czerwono-krwinkowych statystycznie istotną zmienność zaobserwowano w przypadku średniej masy hemoglobiny w krwince (MCH) oraz średniego stężenia hemoglobiny w krwince (MCHC). Wyższe wartości obu tych wskaźników stwierdzono w miesiącach wiosennych i letnich, natomiast niższe zimą. Jednakże poziom MCHC w sezonie letnim wykraczał poza normy fizjologiczne (11, 19). Podobne wartości MCHC (39,96 g/dl) u koni w wieku 5-9 lat uzyskali Krumrych i Wiśniewski (12), którzy stwierdzili, że wraz z wiekiem

wyraźnie wzrastają wartości czerwono-krwinkowe: MCH, MCHC, MCV.

Sezonowe zmiany środowiskowe znajdują odzwierciedlenie przede wszystkim w erytropoezie. Czynności szpiku kostnego zostają pobudzone, wskutek czego wzrasta ilość hemoglobiny i zwiększa się liczba krwinek czerwonych. Szczególnie widoczne jest to na terenach górskich, gdzie niskie ciśnienie parcjalne tlenu wpływa na wytwarzanie większej ilości erytropoetyny, która uaktywnia czynności szpiku. Niedobór tlenu powoduje także zwiększenie ogólnej objętości krwi, liczby leukocytów wskaźnika Ht. Ponadto długość pory jasnej zmieniająca się w ciągu roku może stymulować przemianę materii, przyczyniając się do zwiększenia liczby krwinek.

Zmienność parametrów krwi związaną z porą roku stwierdzono także w przypadku kilku analizowanych wskaźników biochemicznych. Średnie ich wartości przedstawiono w tab. 2.

Spośród analizowanych enzymów wykazano statystycznie istotną zmienność sezonową aminotransferazy alaninowej (ALAT) oraz dehydrogenazy mleczanowej (LDH). Zaobserwowano znacznie większą aktywność obu enzymów w sezonie wiosennym aniżeli letnim i zimowym. Średnie wartości ALAT z poszczególnych sezonów mieściły się w normach fizjologicznych (11, 19), natomiast aktywność LDH była niższa niż podaje Winnicka (19). W diagnostyce laboratoryjnej spadek aktywności dehydrogenazy mleczanowej nie ma większego znaczenia. Wyniki badań własnych odbiegają od wyników uzyskanych przez Bis-Wencel i wsp. (2), którzy stwierdzili, że aktywność ASPAT

wrosła statystycznie istotnie w kwietniu i lipcu w stosunku do sierpnia. Autorzy tłumaczą ten fakt wysiłkiem spowodowanym intensywnym użytkowaniem wierzchowym koni. W przypadku LDH i ALAT autorzy ci nie zanotowali statystycznie istotnych zmian w poszczególnych pobraniach krwi.

Wpływ sezonu wykazano ponadto w zawartości cholesterolu całkowitego. Wyższe jego wartości odnotowano w okresie wiosennym i zimowym w porównaniu do sezonu letniego. W badaniach Greppiego i wsp. (9) zawartość cholesterolu we krwi koni rasy pełnej krwi angielskiej wynosiła średnio 2,61 mmol/l, co jest wartością zbliżoną do uzyskanej w badaniach własnych w miesiącach zimowych. Natomiast Watson i wsp. (18) w badaniach nad hiperlipidemią u koni stwierdzili zawartość cholesterolu na poziomie 2,13 mmol/l. Zdaniem tych autorów poziom cholesterolu całkowitego może wzrastać u koni chorych na to schorzenie.

Zawartość triglicerydów (TG) we krwi badanych koni była prawie trzykrotnie wyższa wiosną i latem w porównaniu zimą, co można tłumaczyć mniejszym zapotrzebowaniem energetycznym organizmu związanym z termoregulacją w tych okresach. Wyższe wartości TG w okresie wiosna-lato niż w okresie zimowym odnotowali także Grela i wsp. (8). Watson i wsp. (18) określili zawartość triglicerydów na poziomie 0,52 mmol/l, co odbiega od wyników badań własnych.

Sezonową zmiennością charakteryzowała się także glukoza. Jej wartość była najwyższa w okresie zimowym w porównaniu z pozostałymi sezonami. Inni autorzy (15) również stwierdzili, że stężenie glukozy ulegało statystycznie istotnym zmianom we wszystkich porach roku, jednak w ich badaniach szczyt poziomu glukozy ujawnił się latem i jesienią.

W doświadczeniu odnotowano także statystycznie wysoce istotne różnice w poziomie wapnia i magnezu w poszczególnych sezonach. Najmniej tych składników mineralnych odnotowano wiosną, więcej zaś latem i zimą. Zauważono znaczny spadek poziomu Mg poniżej wartości referencyjnych (0,70-1,15 mmol/l) (19) wiosną (0,15 mmol/l) i w zimie (0,40 mmol/l). Z badań Gromadzkiej-Ostrowskiej i wsp. (10) wynika, że największe stężenie wapnia we krwi występuje w październiku, natomiast najniższe w czerwcu. Z kolei Earle i Cabell (4), przeprowadzając doświadczenia na koniach rasy Morgan, nie zanotowali istotnych różnic w poziomie Ca w ciągu roku. Wyższą koncentrację Ca i Mg (a także innych składników mineralnych, takich jak: sód, potas, fosfor, żelazo) w okresie wiosenno-letnim zaobserwowali u źrebiąt Grela i wsp. (8). Związane to jest z lepszą podażą składników mineralnych w zielonce pastwiskowej niż w sianie czy innych składnikach dawki pokarmowej w okresie zimy. Zaopatrzenie koni w magnez determinują warunki żywieniowe (17). Niedobory Mg są związane z niedoborami tego pierwiastka w sianie (16).

W sezonie letnim średnie stężenia wszystkich badanych pierwiastków mieściły się w granicach wartości referencyjnych (19). Można zatem stwierdzić, że pastwisko pokrywa zapotrzebowanie koni na badane składniki mineralne.

Mimo trwającej miliony lat ewolucji, a co za tym idzie – udomowienia, konie posiadają ścisły związek ze środowiskiem i przejawiają cechy zwierząt żyjących na wolności. Wielokrotnie rejestrowano u koni tej samej rasy, ale przebywających w różnych ośrodkach hodowlanych różnicowanie w zawartości wielu składników mineralnych, metabolitów i enzymów we krwi. Badane konie żywione były paszami miejscowymi i korzystały z pastwiska, a zatem kształtowanie się wielu parametrów krwi miało związek z zasobnością gleb i użytków zielonych w niektóre składniki pokarmowe.

Piśmiennictwo

1. Allen B. V.: Comparison of the haemogram between three-year-old Thoroughbred stayers and sprinters. *Vet. Rec.* 1986, 118, 555-556.
2. Bis-Wencel H., Saba L., Wnuk W., Nowakowicz-Dębek B., Krzyszycha J.: Ocena stanu zaopatrzenia mineralnego z uwzględnieniem aktywności wybranych enzymów w surowicy koni, w zależności od intensywności użytkowania. *Medycyna Wet.* 2002, 58, 881-883.
3. Cebulj-Kadunc N., Kosec M., Cestink V.: The Variations of White Blood Cell Count in Lipizzan Horses. *J. Vet. Med.* 2003, 50, 251-253.
4. Earle J. P., Cabell C. A.: Blood Chemistry of Equidae – Some Variations in Inorganic Phosphorus, Alkaline Phosphatase Activity, Calcium and Magnesium in Blood Serum of Horses. *Am. J. Vet. Res.* 1952, 13, 330-337.
5. Fiedorowicz G., Lojek J., Clausem E.: Nowoczesne technologie utrzymania koni (cz. I). *Prz. Hod.* 2004, 72, 21-25.
6. Gill J.: Dwuletnie badania sezonowych zmian wskaźników hematologicznych i białkowych krwi koni arabskich. *Medycyna Wet.* 1982, 38, 309-312.
7. Gill J., Szwarocka-Priebe T., Krupska U., Peplowska Z.: Seasonal changes in hematological indices, protein and glycoprotein levels and in activity of some enzymes in Arabian horses. *Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. Biol.* 1978, 27, 719-724.
8. Grela R., Pastuszak J., Czech A., Kempa J.: Wpływ płci, okresu żywienia na wskaźniki hematologiczne i biochemiczne krwi źrebiąt rasy pełnej krwi angielskiej. *Annales UMCS, sec. EE* 2003, 21, 199-205.
9. Greppi G. F., Cassini L., Gatta D., Orlandi M.: Daily Fluctuations of Hematology and Blood Biochemistry in Horses Fed Varying Levels of Protein. *Equine Vet. J.* 1996, 28, 350-353.
10. Gromadzka-Ostrowska J., Zalewska B., Jakubów K., Goźliński H.: Three-years study on trace mineral concentration in the blood plasma of shetland pony mares. *Comp. Biochem. Physiol.* 1985, 82A, 651-655.
11. Krumrych W.: Wskaźniki laboratoryjne krwi koni – wartości referencyjne i interpretacja. Państwowy Instytut Weterynarii, Puławy 2003.
12. Krumrych W., Wiśniewski E.: Wiek a wartości wskaźników hematologicznych koników polskich. *Medycyna Wet.* 1992, 48, 423-425.
13. Krumrych W., Wiśniewski E.: Wpływ płci na wartość biochemicznych wskaźników krwi u koni. *Medycyna Wet.* 1993, 49, 327-328.
14. Krumrych W., Wiśniewski E.: Zmienność wskaźników hematologicznych koników polskich w różnych porach roku. *Medycyna Wet.* 1992, 48, 373-374.
15. Krumrych W., Wiśniewski E., Danek J., Dąbrowska J.: Sezonowa zmienność składników mineralnych, glukozy i białka we krwi koników polskich. *Medycyna Wet.* 1995, 51, 168-169.
16. Szarska E.: Praktyczne wykorzystanie wyników badań krwi koni sportowych. *Poradnik jeźdźca i hodowcy. Jeździectwo* 2000, 19-22.
17. Unkel M.: Die Konzentration von Kalium, Magnesium, Atrium und anorganischem Phosphat im Blutserum von Islandpferden. *Tierärztl. Umschau.* 1984, 39, 989-994.
18. Watson T. D. G., Burns L., Love S., Pachard C. J., Shepherd J.: Plasma Lipids, Lipoproteins and Post-heparin Lipases in Ponies with Hyperlipaemia. *Equine Vet. J.* 1992, 24, 341-246.
19. Winnicka A.: Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. *Wyd. SGGW Warszawa* 1997.

Adres autora: mgr inż. Małgorzata Dmoch, ul. Gospodarcza 12/32, 20-217 Lublin; e-mail: małgorzata.dmoch@ar.lublin.pl