

EFFECTS OF HEAT STRESS ON BLOOD ACID-BASE BALANCE AND MINERAL CONTENT IN GUINEA FOWLS WHEN DRINKING WATER TREATED WITH MAGNETIC FIELD WAS USED

WPŁYW STRESU TERMICZNEGO NA RÓWNOWAGĘ KWASOWO-ZASADOWĄ I SKŁADNIKI MINERALNE KRWI PERLIC POJONYCH WODĄ PODDANĄ DZIAŁANIU POLA MAGNETYCZNEGO

GŁOWIŃSKA Beata*, RAJS Romuald, ŁOŻYCA-KAPŁON Małgorzata

University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, Faculty of Animal Breeding and Biology
ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz, Poland
E-mail: bglow@utp.edu.pl, Tel. +48 52 374 97 25

ABSTRACT

The purpose of the study was to examine the effect of 24-hour heat stress on blood acid-base balance parameters and mineral content in guinea fowls when drinking water treated with magnetic field was used. The maximum environmental temperature at the end of the present experiment was 32°C. The relative humidity was maintained at 55% (± 2). Blood samples were collected from birds three times: in the 1st, 12th and 24th hour of stress. Exposure to heat stress significantly increased blood bicarbonate ion concentration (HCO_3^-), content of buffer alkali (BB) and decreased shortage of alkali (BE) but only in the 12th hour of stress. In the level of oxygen pressure (pO_2) and percentage of oxygen content (O_2sat) in the 12th and 24th hour of the experiment statistically high significant decrease occurred. In consequence of high environmental temperature the statistically significant decrease of sodium was found. No changes in the level of potassium and chlorine ions in guinea fowls watered magnetized water occurred.

KEY WORDS: guinea fowls, acid-base balance, minerals, heat stress, magnetized water

STRESZCZENIE

Celem badań było określenie wpływu 24-godzinnego stresu termicznego na parametry równowagi kwasowo-zasadowej i zawartość składników mineralnych w krwi perlic pojonych wodą poddaną działaniu pola magnetycznego. Maksymalna temperatura otoczenia na koniec trwania eksperymentu wyniosła 32°C a wilgotność 55% (± 2). Próbkę krwi do analiz pobrano od ptaków trzykrotnie: w 1-szej, 12-stej i 24-tej godzinie trwania doświadczenia. Ekspozycja ptaków na wysoką temperaturę spowodowała istotny wzrost koncentracji jonów wodorowęglanowych (HCO_3^-) i zasad buforowych (BB), jak również zmniejszenie niedoboru zasad (BE) lecz tylko w 12-stej godzinie działania stresu cieplnego. W zakresie ciśnienia parcjalnego tlenu (pO_2) oraz procentowego wysycenia tlenem (O_2sat) wystąpił wysoko istotny statystycznie spadek badanych parametrów zarówno w 12-stej jak i 24-tej godzinie trwania doświadczenia. W wyniku działania wysokiej temperatury otoczenia zanotowano istotny statystycznie spadek koncentracji sodu, natomiast poziom jonów potasu i chloru u perlic pojonych wodą magnetyzowaną nie uległ zmianie.

SŁOWA KLUCZOWE: perlice, równowaga kwasowo-zasadowa, składniki mineralne, stres termiczny, woda magnetyzowana

DETAILED ABSTRACT

The research was conducted on 12 females of guinea fowl (*Numida meleagris*) in 12 month of life in the Biological Testing Laboratory, the Department of Animal Physiology, the University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz. The purpose of the study was to examine the effect of 24-hour heat stress on blood acid-base balance parameters and mineral content in birds when drinking water treated with magnetic field was used. During 24 hours of the adaptation period the environmental temperature was 28°C ($\pm 0,5$) and humidity 55% (± 2). During the heat stress, temperature increased about 1°C for every 3 hours. It reached 32°C in the 12th hour of stress and stayed at this level till the end of the experiment. The effect of magnetic water treatment has been achieved by letting drinking water through the magnetizer five times. Magnetizer used in the experiment was RWE model produced by MAGNETIZER GROUP Inc. USA. Blood samples were collected from birds three times: in the 1st, 12th and 24th hour of stress. The analyses of sodium (Na⁺), potassium (K⁺) and chlorine (Cl⁻) in the blood plasma were done by Epoll-20 photometer. Using AVL COMPACT 1 analyser the following parameters of acid-base balance were tested: hydrogen ions concentration (pH), pressure of blood carbon dioxide (pCO₂), bicarbonate ions concentration (HCO₃⁻), buffer alkali (BB), shortage of alkali (BE), oxygen pressure (pO₂) and percentage of oxygen content (O₂sat). All results were evaluated by Duncan test. In the present study, exposure to heat stress in the 12th hour of the experiment significantly increased HCO₃⁻ concentration and the content of BB, decreased BE, but in the 24th hour of the experiment all parameters returned to primary values. In the level of O₂ pressure and O₂sat content the statistically high significant decrease occurred in the 12th and 24th hour. In consequence of the high environmental temperature the statistically significant decrease of sodium was found. During heat stress, when drinking water treated with magnetic field was used, we noticed no changes in the level of K and Cl ions in the blood of guinea fowls.

WSTĘP

W obliczu występującego od kilku lat zarówno w Polsce jak i w innych krajach europejskich problemu letnich upałów, poszukiwane są skuteczne metody zapobiegania stratom hodowców wynikającym z podatności drobiu na stres termiczny. Pierwszymi symptomami hipertermii u ptaków są: osowiałość, zianie, chwiejny chód, biegunki i zwiększone pragnienie [17]. Rosnąca temperatura otoczenia zwiększa zapotrzebowanie ptaków na wodę

co jest spowodowane jej gwałtownym parowaniem z błon śluzowych górnych dróg oddechowych i płuc oraz wzmożonym wydalaniem przez nerki. Dochodzi wówczas u kur niosek i kurcząt brojlerów [11] do ostrych zaburzeń homeostazy ustroju, między innymi w zakresie równowagi kwasowo-zasadowej i mineralnej organizmu. W przeprowadzonych do tej pory badaniach na dorosłych perlicach [6,7], nie zaobserwowano wpływu stresu termicznego na poziom wapnia, fosforu, magnezu, chloru i sodu w surowicy krwi, natomiast pod wpływem wysokiej temperatury otoczenia wystąpił istotny statystycznie wzrost zawartości potasu. We wcześniejszych badaniach [5] określono również parametry równowagi kwasowo-zasadowej krwi i wykazano, że w przeciwieństwie do kurcząt brojlerów [1,2,3,22] organizmy perlic posiadają wyraźne tendencje do wyrównywania zaburzeń tzw. komponenty oddechowej występujących pod wpływem działania stresu termicznego.

Magnetyczne uzdatnianie wody stosowane jest z powodzeniem w eksploatacji różnorodnych instalacji wodnych już od ponad 60 lat [12]. Ta fizyczna metoda wykorzystania działania pola magnetycznego sprzyja nie tylko zapobieganiu wytrącania się osadów mineralnych, rozpuszczaniu już istniejących ale także powoduje obniżanie tzw. twardości węglanowej [12,23]. Woda poddana działaniu magnetyzera zmienia swoje właściwości fizykochemiczne [20]. Jej molekuly ulegają uporządkowaniu linearnemu i spolaryzowaniu. Przywrócony zostaje dodatni ładunek magnetyczny charakterystyczny dla wody źródłanej, co ułatwia rozpuszczanie się ujemnie naładowanych składników mineralnych. W wodzie tej wzrasta ilość krystalicznych cząstek CaCO₃, pozbawionych jednak tendencji do konglomeracji i cementowania się [4]. Uważa się również [20,21], że woda poprzez magnetyczne uzdatnianie zyskuje lepsze wysycenie tlenem, stabilizację pH, zmniejszenie zawartości dwutlenku węgla i chloru oraz nie traci składników mineralnych zachowując pełną ich przydatność dla organizmów żywych. W licznych badaniach naukowych stwierdzono bardzo korzystny wpływ pola magnetycznego na wzrost, rozwój i plonowanie szeregu gatunków roślin uprawnych [13,14,15,16]. Również od wielu lat analizuje się korzyści płynące z zastosowania magnetyzerów w hodowli zwierząt gospodarskich. Lin i Yotvat [10] zaobserwowali korzystny wpływ pola magnetycznego na przyrosty masy ciała cieląt (wzrost o 12%) oraz wydajność mleczną, długość laktacji i kondycję krów mlecznych pojonnych wodą poddaną działaniu pola magnetycznego. Z kolei Skrzyński i wsp. [18] zaobserwowali istotne obniżenie ogólnej liczby bakterii (OLB) w próbkach mleka krowiego poddanych działaniu pola magnetycznego.

Tabela 1: Poziom parametrów równowagi kwasowo-zasadowej krwi perlic pod wpływem stresu termicznego
Table 1: Acid-base parameters of guinea fowls blood during heat stress

Parametr Parameter	Początek stresu- 10.00 Beginning of stress- 10 a.m.	12 godz. stresu- 22.00 12 th hour of stress- 10 p.m.	24 godz. stresu- 10.00 24 th hour of stress- 10 a.m.
pH	7,24 ¹⁾ ± 0,11 ²⁾	7,25 ± 0,07	7,22 ± 0,10
pCO ₂ (mmHg)	51,54 ± 9,65	57,43 ± 9,04	57,28 ± 7,30
HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	21,26 ± 2,79 ^a	24,25 ± 2,69 ^a	23,03 ± 3,55
BB (mmol/l)	42,40 ± 4,35 ^b	45,93 ± 3,51 ^b	44,63 ± 4,91
BE (mmol/l)	-6,98 ± 3,21 ^c	-2,64 ± 1,33 ^c	-5,83 ± 1,33
pO ₂ (mmHg)	41,83 ± 6,85 ^{d, e}	26,69 ± 10,56 ^d	14,51 ± 5,65 ^e
O ₂ sat (%)	65,78 ± 13,59 ^{f, g}	21,50 ± 9,29 ^f	13,55 ± 8,95 ^g

¹⁾ wartość średnia; ¹⁾ mean value

²⁾ odchylenie standardowe; ²⁾ standard deviation

^{a, b} wartości oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie statystycznie- ryzyko błędu 5%; ^{a, b} values followed by the same letter differ significantly- deviation risk 5%

^{c, d, e, f, g} wartości oznaczone tymi samymi literami różnią się wysoko istotnie statystycznie- ryzyko błędu 1%; ^{c, d, e, f, g} values followed by the same letter differ highly significant- deviation risk 1%

Tabela 2: Poziom składników mineralnych w surowicy krwi perlic pod wpływem stresu termicznego
Table 2: The level of minerals in blood serum of guinea fowls during heat stress

Składniki mineralne Minerals	Początek stresu- 10.00 Beginning of stress- 10 a. m.	12 godz. stresu- 22.00 12 th hour of stress- 10 p. m.	24 godz. stresu- 10.00 24 th hour of stress- 10 a. m.
Na ⁺ (mmol/l)	161,20 ¹⁾ ± 2,40 ^{2) a}	159,48 ± 2,64	158,86 ± 2,01 ^a
K ⁺ (mmol/l)	3,86 ± 0,52	3,78 ± 0,44	4,09 ± 0,29
Cl ⁻ (mmol/l)	122,68 ± 2,38	120,63 ± 2,73	121,58 ± 3,02

¹⁾ wartość średnia; ¹⁾ mean value

²⁾ odchylenie standardowe; ²⁾ standard deviation

^a wartości oznaczone tą samą literą różnią się istotnie statystycznie- ryzyko błędu 5%;

^a values followed by the same letter differ significantly- deviation risk 5%

We wcześniejszych badaniach prowadzonych przez 7 miesięcy na rosnących perlicach [24] pojonych wodą uzdatnianą magnetycznie, stwierdzono podwyższenie poziomu wskaźnika hematokrytowego i hemoglobiny u ptaków doświadczalnych w pierwszym miesiącu ich życia. Odnotowano także istotne zmiany stężenia fosforu i magnezu w surowicy krwi perlic w wieku czterech miesięcy.

Magnetyzery można instalować samodzielnie, na rurociągach o dowolnych średnicach w ciągu zaledwie kilku minut. Urządzenia te nie wymagają zasilania energią z zewnątrz. Znając więc mechanizmy oddziaływania pola magnetycznego na wodę, słuszne wydaje się podjęcie próby określenia wpływu stresu termicznego na równowagę kwasowo-zasadową i niektóre składniki mineralne krwi perlic pojonych wodą uzdatnianą magnetycznie i być może wykazanie łagodzenia przez wodę magnetyzowaną skutków hipertermii u ptaków.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 12 dorosłych samic perlicy domowej (*Numida meleagris*) w wieku 1 roku, umieszczonych w laboratorium wyposażonym w automatyczny system sterowania temperaturą i wilgotnością. Ptaki żywiono standardową mieszanką DJ dla kur niosek. Przez pierwsze 24 godziny obejmujące okres adaptacyjny, zwierzęta przebywały w pomieszczeniu o stałej temperaturze 28°C (±0,5) oraz wilgotności powietrza wynoszącej 55% (±2). Pierwsze próbki krwi do analiz pobrano o godzinie 10.00, po upływie okresu adaptacyjnego. Od tego momentu w pomieszczeniu co 3 godziny podwyższano temperaturę o 1°C, tak że o godzinie 22.00 osiągnęła ona wartość 32°C. Taką temperaturę oraz stałą wilgotność powietrza (55%) pozostawiono do końca 24-godzinnego okresu oddziaływania stresu termicznego tj. do godziny 10.00 dnia następnego. Po raz drugi krew do analiz pobrano o

Tabela 3: Poziom parametrów równowagi kwasowo-zasadowej krwi perlic pod wpływem stresu termicznego – ptaki pojone wodą nie uzdatnianą magnetycznie (wcześniejsze badania własne [5]).

Table 3: Acid – base parameters of guinea fowls blood during heat stress, when birds watered by non-treated water (previous authors' studies [5]).

Parametr Parameter	Początek stresu- 10.00 Beginning of stress- 10 a.m.	12. godz. stresu- 22.00 12 th hour of stress- 10 p.m.	24. godz. stresu- 10.00 24 th hour of stress- 10 a.m.
pH	7,22 ¹⁾ ± 0,05 ²⁾	7,19 ± 0,07	7,24 ± 0,06
pCO ₂ (mmHg)	51,64 ± 4,79 ^a	59,30 ± 8,92 ^a	51,20 ± 4,02
HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	20,83 ± 1,87	22,44 ± 2,95	21,55 ± 3,47
BB (mmol/l)	42,00 ± 2,68	43,51 ± 4,09	43,38 ± 4,30
BE (mmol/l)	-5,39 ± 2,36	-4,61 ± 1,70	-5,33 ± 2,08
pO ₂ (mmHg)	36,39 ± 7,46 ^{b, c}	13,71 ± 3,79 ^b	27,82 ± 9,33 ^c
O ₂ sat (%)	54,42 ± 15,59 ^d	10,10 ± 0,28 ^d	43,32 ± 13,90

¹⁾wartość średnia; ¹⁾ mean value

²⁾odchylenie standardowe; ²⁾ standard deviation

^{a, b, c, d} wartości oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie statystycznie- ryzyko błędu 5%;

^{a, b, c, d} values followed by the same letter differ significantly- deviation risk 5%

22.00, a trzeci raz na koniec doświadczenia o 10.00. Próbkę pobrano od wszystkich ptaków z żyły skrzydłowej. Po skrzepnięciu krew odwirowano, a w pozyskanej surowicy oznaczono zawartość sodu (Na⁺), potasu (K⁺) oraz chloru (Cl⁻). Do oznaczeń wymienionych parametrów użyto odczynników chemicznych firmy ALPHA-Diagnostic oraz fotometru Epoll-20. Z kolei krew do analiz parametrów równowagi kwasowo-zasadowej pobrano do heparynizowanych kapilar szklanych i za pomocą analizatora AVL COMPACT 1 oznaczono poziom następujących parametrów równowagi kwasowo-zasadowej: stężenia jonów wodorowych- pH, prężności dwutlenku węgla- pCO₂, zawartości wodorowęglanów- HCO₃⁻, stężenia zasad buforowych- BB, nadmiaru lub niedoboru zasad- BE, prężności tlenu- pO₂ oraz procentowego wysycenia tlenem- O₂sat. Od początku trwania okresu adaptacyjnego perlice pojone były wodą uzdatnianą magnetycznie w wyniku pięciokrotnego przejścia przez magnetyzery wodne typu RWE firmy MAGNETIZER GROUP Inc. USA, zamontowane na instalacji rozpraszającej wodę w pomieszczeniu doświadczalnym. Wodę w poidłach wymieniało ptakom trzykrotnie: rano, w południe i wieczorem.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej wyliczając wartości średnie i odchylenia standardowe. Istotność różnic w zakresie ocenianych cech między poszczególnymi okresami stresu termicznego określono przy użyciu analizy wariancji i testu Duncana z wykorzystaniem programu komputerowego Statistica 5.5 Pl [19].

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 przedstawiono wartości badanych parametrów równowagi kwasowo-zasadowej krwi. U perlic poddanych działaniu stresu termicznego stwierdzono istotny statystycznie wzrost zawartości HCO₃⁻ i BB w 12-stej godzinie działania podwyższonej temperatury, lecz poziom obu badanych parametrów w 24-tej godzinie doświadczenia powrócił do wartości wyjściowych. Podobnej kompensacji przy końcu eksperymentu uległa wartość BE, której poziom po 12 godzinach zmienił się wysoko istotnie statystycznie. W przypadku pO₂ wartość tego parametru bardzo istotnie obniżała się od początku do końca trwania eksperymentu. Z kolei malejące ciśnienie parcjale tlenu we krwi ptaków spowodowało gwałtowny, istotny statystycznie spadek wysycenia hemoglobiny tlenem (O₂sat) zarówno w 12-stej jak i 24-tej godzinie działania stresu termicznego.

We wcześniejszych badaniach [5] prowadzonych na perlicach utrzymywanych w takich samych warunkach termicznych, lecz pojonych zwykłą wodą, wyniki różniły się zasadniczo (tabela 3). W połowie trwania eksperymentu wystąpił istotny statystycznie wzrost pCO₂, ciśnienie parcjale O₂ uległo obniżeniu po 12 i 24 godzinach, a także spadła zawartość O₂sat po 12 godzinach trwania stresu cieplnego. Wartości pozostałych parametrów równowagi kwasowo-zasadowej nie zmieniły się istotnie. Z kolei w badaniach na kurczętach brojlerach stwierdzono, że pod wpływem rosnącej temperatury i wilgotności otoczenia u ptaków wystąpiła zasadowica oddechowa wyrównana, przejawiająca się spadkiem wartości pCO₂, HCO₃⁻ i BE

Tabela 4: Poziom składników mineralnych w surowicy krwi perlic pod wpływem stresu termicznego – ptaki pojone wodą nie uzdatnianą magnetycznie (wcześniejsze badania własne [6]).
 Table 4: The level of minerals in blood serum of guinea fowls during heat stress, when birds watered by non-treated water (previous authors' studies [6]).

Składniki mineralne Minerals	Początek stresu- 10.00 Beginning of stress- 10 a. m.	12. godz. stresu- 22.00 12 th hour of stress- 10 p. m.	24. godz. stresu- 10.00 24 th hour of stress- 10 a. m.
Na ⁺ (mmol/l)	161,56 ¹⁾ ± 3,35 ²⁾	161,93 ± 4,19	158,76 ± 2,19
K ⁺ (mmol/l)	2,96 ± 0,43 ^{a,b}	3,41 ± 0,31 ^a	3,83 ± 0,34 ^b
Cl ⁻ (mmol/l)	121,56 ± 3,14 ^c	118,42 ± 2,26 ^c	119,40 ± 2,19

¹⁾ wartość średnia; ¹⁾ mean value

²⁾ odchylenie standardowe; ²⁾ standard deviation

^{a,b,c} wartości oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie statystycznie- ryzyko błędu 5%;

^{a,b,c} values followed by the same letter differ significantly- deviation risk 5%

[8] lub niewyrównana, charakteryzująca się wzrostem pH oraz obniżeniem stężenia pCO₂ i HCO₃⁻ we krwi [9,22,25].

Wzrost zawartości wodorowęglanów (HCO₃⁻), sumy zasad buforowych (BB) oraz zmniejszenie niedoboru zasad (BE) w przeprowadzonym doświadczeniu okazały się przejściowe i nie znalazły potwierdzenia w końcowym okresie działania stresu cieplnego. Może to świadczyć o zdolnościach adaptacyjnych organizmów perlic do zmiennych warunków otoczenia. Trudny do interpretacji jest otrzymany w prezentowanym eksperymencie gwałtowny, wysoko istotny statystycznie spadek pO₂ i O₂sat. Takiej reakcji ptaków na stres termiczny nie obserwowano we wcześniejszych badaniach [5,8,9,22]. Zastanawia fakt, że obniżające się wysycenie hemoglobiny tlenem (O₂sat)- jako oczywista konsekwencja spadającej prężności tlenu (pO₂), nie spowodowało zmniejszenia, lecz zwiększenie wartości BE po 12 godzinach stresu (zmniejszył się niedobór zasad czyli wzrosła ich zawartość we krwi). Poziom O₂sat obrazuje bowiem stopień zużycia zasad buforowych w organizmie. Wyższe wysycenie hemoglobiny tlenem zwiększa ich zużycie (czyli rośnie niedobór zasad) i odwrotnie: niższe wysycenie obniża zużycie zasad buforowych.

Wartości badanych składników mineralnych surowicy krwi perlic przedstawiono w tabeli 2. U ptaków poddanych działaniu stresu termicznego poziom potasu i chloru był bardzo wyrównany w czasie trwania całego doświadczenia. Zawartość sodu natomiast malała systematycznie i po 24 godzinach różnica okazała się istotna statystycznie. Kołacz i wsp. [9] również zaobserwowali spadek stężenia jonów sodu w miarę podwyższania temperatury brojlerom kurzym. Z kolei Yahav i wsp. [25] w doświadczeniu nad wpływem stresu termicznego na wskaźniki krwi u kurcząt brojlerów nie

stwierdzili istotnego wpływu temperatury na zawartość żadnego z badanych składników mineralnych. Natomiast Szymeczko i wsp. [22] wykazali istotny statystycznie spadek koncentracji kationów K⁺. Różnorodność wyników badań w tym zakresie jest więc bardzo duża. Również w prowadzonych wcześniej badaniach własnych na perlicach [6] poddanych stresowi cieplnemu lecz pojonych surową wodą, wystąpił istotny statystycznie wzrost zawartości K⁺ oraz spadek poziomu Cl⁻ do połowy trwania doświadczenia (tabela 4).

WNIOSEK

Uzyskane wyniki badań nie pozwalają na jednoznaczne określenie wpływu stresu termicznego na równowagę kwasowo-zasadową i wybrane składniki mineralne krwi perlic otrzymujących magnetyzowaną wodę pitną. Zaobserwowane zmiany wartości badanych parametrów różnią się zarówno kierunkiem jak i intensywnością w porównaniu ze zmianami prezentowanymi we wcześniejszych badaniach. Konieczne jest więc podjęcie dalszych badań w tym zakresie.

PIŚMIENNICTWO

[1] Ait-Boulahsen A., Garlich J. D., Edens F. W. Effect of fasting and acute heat stress on body temperature, blood acid-base and electrolyte status in chickens. *Comp. Biochem. Physiol.* (1989) 94, 4: 683-687.

[2] Ait-Boulahsen A., Garlich J. D., Edens F. W. Calcium deficiency and food deprivation improve the response if chickens to acute stress. *J. Nutr.* (1993) 123, 1: 98-105.

[3] Balnave D., Gorman I. A role for bicarbonate supplements for growing broilers at high temperatures.

World's Poult. Sci. J. (1993) 49: 236-240.

[4] Baskin V. V., Rokhinson E. E. Magnetic treatment of irrigation water. Zesz. Probl. Nauk Roln. (1996) 436: 135-141.

[5] Głowińska B., Rajs R. Zmienność parametrów równowagi kwasowo-zasadowej u perlic pod wpływem stresu termicznego. BTN. Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol. (2006) B, 61: 27-31.

[6] Głowińska B., Rajs R. Zmienność poziomu sodu, potasu i chloru w surowicy krwi perlic pod wpływem stresu termicznego. BTN. Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol. (2007) B, 62: 25-29.

[7] Głowińska B., Rajs R., Bogusławska-Tryk M. Wpływ stresu termicznego na poziom wapnia, fosforu i magnezu w surowicy krwi perlic. BTN. Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol. (2005) B, 56: 43-46.

[8] Głowińska B., Szymeczko R., Rydellek A. Zmienność parametrów równowagi kwasowo-zasadowej u kurcząt brojlerów pod wpływem wysokiej temperatury i wilgotności otoczenia. BTN. Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol. (2004) B, 53: 99-102.

[9] Kołacz R., Bodak-Koszałka E., Dobrzański Z., Matar S. Physiological response of broiler hens to heat stress. Roczn. Nauk. Zoot. (1995) 22, 2: 335-345.

[10] Lin L., Yotvat J. Exposure of irrigation and drinking water to a magnetic field with controlled power and direction. J. Magnet. Magnet. Mat. (1990) 83: 525.

[11] Pawlak M. Równowaga kwasowo-zasadowa u drobiu. Polskie Drob. (2000) 6: 7-9.

[12] Piechurski F., Kuś K. Badania skuteczności działania magnetyzerów. Ochrona Środow. (1995) 4: 59-61.

[13] Pietruszewski S. Modelowanie krzywą logistyczną kiełkowania nasion pszenicy odmiany Henika w polu magnetycznym. Acta Agrophys. (2001) 58: 143-152.

[14] Pietruszewski S. Wpływ pól magnetycznych i elektrycznych na kiełkowanie nasion wybranych roślin uprawnych. Technica Agraria (2002) 1: 75-81.

[15] Podleśny J., Gendacz M. Wpływ wody uzdatnionej magnetycznie na wzrost, rozwój i plonowanie dwóch odmian genotypów grochu siewnego. Acta Agrophys. (2008) 12: 767-776.

[16] Podsiadło C., Leśniak E. Wpływ wody uzdatnionej magnetycznie na kiełkowanie i początkowy wzrost wybranych gatunków roślin. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. PAN. (2009) 3: 213-221.

[17] Rychlik I., Herbut E. Niebezpieczeństwo upałów w okresie letnim. Polskie Drob. (2000) 5: 7-8.

[18] Skrzyński G., Sowula-Skrzyńska E., Zapletal P., Adamczyk K., Łątka P. Wpływ magnetyzerów na wartość higieniczną mleka krów. Roczn. Nauk. Zoot. Supl. (2003) 17: 791-794.

[19] Stanisław A. Przystępny kurs statystyki z wykorzystaniem programu STATISTICA PL na przykładach z medycyny. T. II. StatSoft Polska Sp. z o. o., Kraków, 2000.

[20] Szczypiorowski A. Magnetyzer- nowoczesne narzędzie ekologiczne. Gaz. Woda i Tech. Sanit. (1993) 10: 258-260.

[21] Szymańska K. Problem żelaza i kamienia w wodzie stosowanej w hodowli drobiu. Polskie Drob. (1996) 8: 24-25.

[22] Szymeczko R., Piotrowska A., Bogusławska-Tryk M., Kuskowska K. Wpływ stresu termicznego na równowagę kwasowo-zasadową i skład mineralny krwi u kurcząt brojlerów. BTN. Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol. (2004) B, 53: 235-240.

[23] Świerszcz A. Magnetyzery nowej generacji. Magazyn Instalat. (2006) 6: 52-53.

[24] Wojciechowska A., Rajs R., Bogusławska M. Badanie niektórych składników morfologicznych i mineralnych krwi rosnących perlic domowych pojonych wodą uzdatnianą magnetycznie. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz (2000) 33: 19-24.

[25] Yahav S., Straschnow A., Plavnik I., Hurwitz S. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. Poul. Sci. (1997) 76: 627-633.