

ELEKTROLITŲ PUSIAUSVYROS SVARBA IR POVEIKIS VIŠČIUKŲ BROILERIŲ PRODUKTYVUMUI. LITERATŪROS APŽVALGA

Virginija Bandzaitė¹, Romas Gružasuskas¹, Asta Racevičiūtė-Stupelienė¹, Vilma Šašytė¹, Agila Semaškaitė¹, Gintautas Švirnickas²

¹*Paukščių lesalų ir paukštinkystės produktų laboratorija, Gyvulininkystės katedra,*

Lietuvos veterinarijos akademija, Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas; tel. (8-37) 36 35 05; el. paštas: bandzaite@lva.lt

²*LVA Gyvulininkystės institutas, R. Žebenkos g. 12, LT-82317 Baisogala, Radviliškio r.*

Santrauka. Literatūros apžvalgoje apibendrinta informacija apie dietinę elektrolitų pusiausvyrą – optimalų santykį tarp natrio, kalio ir chloro jonų, kuris labai svarbus organizmo vystymuisi ir optimaliam kraujo pH. Augančių broilerių optimali elektrolitų pusiausvyrą gali kisti priklausomai nuo aplinkos temperatūros, pavyzdžiui, 250 mEq/kg, kai aplinkos temperatūra yra 18–26°C, ir 350 mEq/kg, kai aplinkos temperatūra yra 25–35°C. Dauguma tyrėjų nurodo, kad, aukštoje temperatūroje padidinus dietinę elektrolitų pusiausvyrą (DEP) iki 340 mEq/kg, galima išvengti svorio kritimo ir palaikyti normalų kraujo pH. Esant netinkamam rūgščių ir šarmų santykiui sutrinka medžiagų apykaitos veikla, o elektrolitų šaltiniai naudojami ne organizmo vystymuisi, bet palaikyti homeostazės procesams, kurie turi didelę reikšmę viščiukų augimui ir lesalų sąnaudoms.

Raktažodžiai: dietinis elektrolitų balansas, natrias, kalis, chloras, viščiukai broileriai.

THE IMPORTANCE OF DIETARY ELECTROLYTE BALANCE AND EFFECT ON PRODUCTIVITY OF BROILER CHICKENS. REVIEW

Virginija Bandzaitė¹, Romas Gružasuskas¹, Asta Racevičiūtė-Stupelienė¹, Vilma Šašytė¹, Agila Semaškaitė¹, Gintautas Švirnickas²

¹*Laboratory of Poultry Feed and Poultry Products, Department of Animal Science, Lithuanian Veterinary Academy, Tilžės str. 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania. tel./fax. +370 37 36 35 05; e-mail: bandzaite@lva.lt*

²*The Institute of Animal Science of Lithuanian Veterinary Academy R. Žebenkos St. 12, LT – 82317, Baisogala, Radviliškis District, Lithuania*

Summary. In this review the information regarding dietary electrolyte balance (DEB), the optimum balance between Na, K and Cl ions and importance of individual ion requirements to maintain blood pH and to support optimal growth in chickens is summarized. The optimal DEB for growing broilers may vary depending on environment temperature, with DEB being 250 mEq/kg for moderate temperatures (18 to 35°C) and 350 mEq/kg for high temperatures (25 to 35°C). Several authors had pointed that enhancing of DEB value to 340 mEq/kg during heat stress allows to minimize weight loss and to maintain blood pH. The lack of proper acid-based balance leads to the metabolic disbalance, when sources of electrolyte are used for the homeostasis processes instead of growth activities.

Key words: dietary electrolyte balance, sodium, potassium, chlorine, broiler chickens.

Dietinė elektrolitų pusiausvyrą – tai optimalus Na, K ir Cl jonų santykis, kuris labai svarbus organizmo vystymuisi ir geriausiam kraujo pH. Natrias, kalis ir chloras – monovalentiniai elektrolitai – gaunami iš natūralių medžiagų bei elektrolitinių druskų, yra labai svarbūs palaikant organizme rūgščių ir šarmų pusiausvyrą (Johnson, Karunajeewa, 1985; NRC, 1994; Leeson, Summers, 2001). Elektrolitais charakterizuojami vandenyje tirpūs junginiai, turintys katijonų ir anijonų, kurie įgalina tirpalą praleisti elektros srovę. Maisto priedai, turintys šių monovalentinių mineralinių junginių, vadinami elektrolitinėmis druskomis, arba papildais. Jei rūgščių ir šarmų santykis netinkamas, sutrinka medžiagų apykaitos veikla, ir elektrolitų šaltiniai naudojami ne organizmo vystymuisi, bet palaikyti homeostazės procesams, kurie svarbūs viščiukų augimui ir lesalų sąnaudoms (Nelson et al., 1981; Hulan et al., 1987). Pagrindinis elektrolitų vaidmuo yra palaikyti organizmo jonų ir vandens pusiausvyrą (Mongin, 1980; Mushtaq et al., 2005).

Dėl savo savybių reguliuoti rūgščių ir šarmų pusiaus-

vyrą vienvalečiai mineralai natrias (Na⁺), kalis (K⁺) ir chloras (Cl⁻) vadinami „tvirtais“ jonais. Natrias ir kalis yra šarminiai, jie didina organizmo audinių pH, o chloras yra rūgštinis, jis mažina organizmo audinių pH.

Kalis – trečias pagal gausą po kalcio ir fosforo – ypač svarbus organizmo mineralas. Kartu su natriu ir chloru jis organizme palaiko tinkamiausią rūgščių santykį. Organizme yra 0,3 proc. kalio, daugiausia – raumenyse (56 proc.), odoje (11 proc.) ir kauluose (10 proc.). Beveik visas kalis yra ląstelėse, ir tik 3 proc. – tarpląsteliniame skystyje. Kalis palaiko osmotinį slėgį organizmo skystuose, svarbus nervų ir raumenų jaudrumui, rūgščių ir šarmų pusiausvyrai palaikyti. Mažas jo kiekis gali susilpninti širdies susitraukimo amplitudę, o nesaikingas vartojimas – širdį sustabdyti. Kalis aktyvuoja fermentus, yra keletu fermentų sistemų kofaktorius, taip pat aktyvuoja ATF-azę, perneša aminorūgštis, dalyvauja proteinų sintezėje. Trūkstant kalio lėčiau pasisavinamas maistas, sulėtėja augimas, silpsta raumenys, sutrinka nervų sistemos veikla, degeneruoja gyvybiškai svarbūs organai.

Natris, skirtingai nei kalis, yra svarbiausias tarpplastelinių skysčių ir kraujo plazmos elektrolitas. Organizme yra apie 0,2 proc. natrio (75 proc. tarpplastelinuose skysčiuose ir 25 proc. kauluose). Šis mineralas dalyvauja palaikant osmotinį slėgį, organizmo skysčių pusiausvyrą, širdies veiklą, membraninį potencialą, t. y. perduodant ir praleidžiant nervinį impulsą, taip pat palaikant kraujo pH, pernešant aminorūgštis. Natrio reguliuoja ekskrecijos greitį, t. y. tiesiog padidina ekskreciją, kai suvartojama per daug natrio.

Svarbiausia chloro funkcija – užtikrinti tinkamą skysčių elektrolitų santykį, t. y. rūgščių ir šarmų pusiausvyrą bei osmotinį slėgį, jis taip pat yra svarbus skrandžio sekreto komponentas (HCl). Chloro jonai gali aktyvuoti fermentus, ypač alfa-amilazę. Natrio ir chloro trūkumas mažina apetitą, taigi mažėja ir paukščių produktyvumas. Chloro perteklius lėtina maisto pasisavinimą, augimą ir kiaušinių dėjimo dažnumą, didina ascitų tikimybę, kritimą. Dėl natrio ir chloro pertekliaus daugiau išgeriama vandens, sumažėja aktyvumas, blogėja skerdenos kokybė, padidėja kraiko drėgnis.

Dietinė elektrolitų pusiausvyrą paukščių racionuose

apskaičiuojama pagal suminį natrio, kalio ir chloro kiekį. Natrio ir kalio gebėjimas neutralizuoti hidroksilo grupes (OH^-), o chloro – vandenilio jonus (H^+), išreiškiamas terminu „miliekvivalentai“ (mEq), kurie apima elemento atominę ar molekulinę masę kartu su atitinkamu valentingumu ar krūviu. Paukščių mityboje elektrolitų pusiausvyrą išreiškama kaip $\text{Na} + \text{K} - \text{Cl}$ mEq/kg arba mEq/100 g lesalų. Broilerių mityboje elektrolitų pusiausvyrą dažniausiai kinta nuo 200 iki 250 mEq/kg arba nuo 20 iki 25 mEq/100 g. Dietinę elektrolitų pusiausvyrą (mEq/kg pašaro) galima apskaičiuoti pagal formulę, kur reikalingas kiekvieno elemento kiekis, išreikštas g/kg, ir atitinkama atominė masė.

$$DEB = (\text{Na}^+) \times \frac{1000}{23} + (\text{K}^+) \times \frac{1000}{39} - (\text{Cl}^-) \times \frac{1000}{35,5} \text{ mEq/kg}$$

arba

$$DEB = 1000 \times \left(\frac{\text{Na}}{23} + \frac{\text{K}}{39} - \frac{\text{Cl}}{35,5} \right) \text{ mEq/kg}$$

(Mongin, 1981; Murakami, 2001; Borges et al., 2003b)

1 lentelė. Elektrolitų pusiausvyros apskaičiavimo koeficientai (Hooge, 1995)

Makroelementai	Cheminis simbolis	Valentingumas (krūvis)	Atominė masė	mEq/0,01% lesale	mEq/kg=% lesale x faktorius	Absorb. koef.
Chloras	Cl	1^-	35,453	-2,8206	-282,06	0,99
Kalis	K	1^+	39,102	2,5574	255,74	0,72–0,80
Natris	Na	1^+	22,990	4,3498	434,98	0,80–0,90

Kad būtų išlaikytas normalus augimas ir reprodukcija, natrio, kalio ir chloro bendras kiekis turi būti ne per mažas ir ne per didelis (Hurwitz et al., 1973; Murakami et al., 1997; Hooge, 2003). Natrio ir kalio elektrolitų pusiausvyrą lesaluose gali skirtis, o chloro gali būti ta pati, nes rodiklis turi du katijoninius ir vieną anijoninį komponentą. Norint užtikrinti minimalų chloro kiekį, dažniausiai pašaruose naudojamas natrio chloridas (NaCl). Tačiau naudojant vien tik NaCl , dažnai atsiranda chloro perteklius. Kad natrio poreikis būtų užtikrintas, o elektrolitų

pusiausvyrą optimizuota, būtina naudoti natrio druskas be chloro – natrio sulfatą (Na_2SO_4), natrio bikarbonatą (NaHCO_3), amonio chloridą (NH_4Cl), kalcio chloridą (CaCl_2), kalio chloridą (KCl), kalio karbonatą (K_2CO_3) (Teeter, Smith, 1985; Branton et al., 1986; Balnave, Gorman, 1993; Kermanshahi et al., 1999; Ahmad et al., 2005). Šiomis druskomis galima efektyviai subalansuoti natrio poreikį be chloro ir taip palaikyti geriausią elektrolitų pusiausvyrą lesaluose.

2 lentelė. DEP skirtingose Na druskose (Nutrition Bulletin, 2004)

Natrio druskos	Na^+ , g/kg	K^+ , g/kg	Cl^- , g/kg	DEP, mEq/kg
Natrio chloridas	394,4	0	606,6	17
Natrio bikarbonatas	277	0	0	12050
Natrio sulfatas	324	0	0	14150

3 lentelė. Broilerių poreikis Na ir Cl priklausomai nuo amžiaus (Nutrition Bulletin, 2004)

	1–21 dienos	21–42 dienos	42–56 dienos
Natris, %	0,28	0,20–0,25	0,15
Chloras, %	0,25	0,20–0,25	0,20

Iprastai Na ir Cl broileriams rekomenduojama apie 0,2 proc. (3 lentelė), bet svarbiausias parametras, į kurį reikia atsižvelgti, yra Na/Cl santykis – tarp 0,8 ir 1. Natrio chloride Na/Cl santykis yra 0,65 ir 1. Vadinasi, reikia aprūpin-

ti papildomu Na kiekiu be Cl, kad būtų pasiektas reikalingas santykis. Taigi būtina naudoti ir neturinčias chloro natrio druskas, kad būtų pasiektas elektrolitų pusiausvyrą atitinkantis Na kiekis.

Esant skirtingoms aplinkos sąlygoms šių elektrolitų druskų naudojama tam tikras kiekis ir santykis, kad broilerių vystymuisi būtų tinkama elektrolitų pusiausvyra (Adekunmisi et al., 1987; Maiorka et al., 1998; Ahmad, Sarwar, 2006). Jai įtakos gali turėti aplinkos temperatūra ir raciono sudėtis (Belay et al., 1990; Nillipour, Melog, 1999). Vyresniems nei 14 dienų broileriams tinkamiausia aplinkos temperatūra yra 20–25°C, o santykinė drėgmė – 50–70 proc. (Macari et al., 1994). Organizmo skysčių pH paukščiai reguliuoja per medžiagų apykaitą. Galutiniai medžiagų apykaitos produktai yra rūgštys, todėl sutrikus reguliacijai jos gali kauptis organizme ir pakeisti įprastą santykį. Rūgštys iš organizmo gali būti pašalinamos per inkstus ir plaučius. Rūgščių perteklius kraujyje (H^+) gali jungtis su bikarbonato jonais (HCO_3^-) ir sudaryti anglia-rūgštę (H_2CO_3), kuri veikiant anglies anhidrazei virsta į CO_2 ir H_2O . Šios reakcijos metu susidaręs CO_2 pašalinamas per plaučius, o H^+ jonai pašalinami per inkstus su HCO_3^- , kad būtų palaikomas tinkamas rūgščių ir šarmų santykis. Rūgščių ir šarmų santykiui išlaikyti paukščių organizmas turi reguliuoti rūgščių vartojimą ir išskyrimą (Ruiz-Lopez, Austic, 1993; Belay, Teeter, 1996). Jei organizme yra rūgščių perteklius ar trūkumas, naudojami šarmų rezervai.

Didžiausią įtaką rūgščių ir šarmų pusiausvyrai turi Na, K ir Cl. Šilumos streso metu dažnai sumažėja K^+ ir Na^+ kiekis kraujo plazmoje. Veikiausiai taip atsitinka dėl atskiedusio kraujo daugiau suvartojus vandens (Deyhim et al., 1990; Belay, Teeter, 1993; Ait-Boulahsen et al., 1995). Geriausia elektrolitų pusiausvyra apytikriai yra tarp 200 ir 350 mEq/kg (Mukarami et al. 2001; Rondon et al., 2000). Broileriams tinkamiausia DEP – nuo 220 mEq/kg. Augantiems broileriams tinkamiausias elektrolitų santykis gali kisti priklausomai nuo aplinkos temperatūros (Borges et al., 2002; 2004a), pavyzdžiui, 250 mEq/kg, kai aplinkos temperatūra yra 18–26°C, ir 350 mEq/kg, kai aplinkos temperatūra yra 25–35°C (Fixter et al., 1987). Atsakas į elektrolitų pusiausvyrą priklauso nuo aplinkos temperatūros, paukščio amžiaus ir buvimo aukštoje temperatūroje laiko (Ahmad, 2004; Borgatti, 2004; Flemming et al., 2001). Dauguma tyrėjų nurodo, kad, aukštoje temperatūroje, padidinus DEP iki 340 mEq/kg,

galima išlaikyti svorį ir palaikyti normalų kraujo pH (Rahimi et al., 2003; Belay et al., 1990). Žalingam šilumos streso poveikiui sumažinti viščiukams broileriams rekomenduojami elektrolitinių druskų priedai (Ahmad et al., 2005; Borges et al., 2003a, Sandercock et al., 2001). Esant aukštai aplinkos temperatūrai organizmas turi pašalinti šilumos perteklių, dėl to pakyla kūno temperatūra, padažnėja ir apsunksta kvėpavimas. Dėl šios hiperventiliacijos prarandama pernelyg daug anglies dioksido, dėl to kraujo plazmoje sumažėja CO_2 slėgis. Bikarbonatinės buferinės sistemos sumažina karboninės rūgšties (H_2CO_3) ir vandenilio (H^+) jonų koncentraciją, dėl to didėja plazmos pH ir daugėja bikarbonatų. Tai vadinama respiratorine alkaloze.

Kraujo pH nuo 7,2 gali padidėti iki 7,5–7,7. Reaguodami į tai inkstai padidina HCO_3^- ekskreciją ir sumažina H^+ ekskreciją ir taip palaiko rūgščių ir šarmų santykį. Neigiamai įkrautas bikarbonatas šlapime jungiasi su teigiamai įkrautais natrio ir kalio jonais. Taip respiratorinė alkalozė susijusi su neigiamu K^+ ir Na^+ santykiu. Kraujo pH pasikeitimas kartu su bikarbonatų jonų praradimu gali daryti įtaką kiaušinio lukšto kokybei ir bendrai paukščio sveikatai bei medžiagų apykaitai (Balnave et al., 1989; Austic, Keshavarz, 1998; Butcher, Miles, 2003; Nassiri et al., 2005).

Apsunkęs kvėpavimas susijęs su suaktyvėjusia raumenų veikla, dėl to didėja energijos poreikis. Žarnų ir inkstų homeostatinė reguliacija palaiko normalų organizmo elektrolitų turinį, žarnos per elektrolitų priedus absorbuoja daugiau vienvalenčių jonų nei divalenčių (Teeter, 1997). Na^+ , K^+ ir Cl^- jonai daro labai didelę įtaką rūgščių ir šarmų santykiui, kraujo ir audinių pH, todėl ypač svarbu atitaikyti šių monovalentinių mineralų kiekį pagal paukščių mitybos reikalavimus (Rondon et al., 2001).

Pakilus oro temperatūrai sulėtėja visos su maisto pasisavinimu susijusios funkcijos. Paukščių organizmas mitybos išteklius nukreipia kūno temperatūrai palaikyti pagreitindamas kvėpavimą ir taip pašalindamas vandenį. Dėl to mažėja kūno masė, lėčiau auga raumenys, lėčiau pasisavinamas maistas (Murakami et al., 2001). Kraujo serume sumažėja Na^+ ir K^+ jonų koncentracija, o Cl^- padidėja (Ahmad, 2004).

4 lentelė. Mineralų kiekis kai kuriose žaliavose ir mineraliniuose prieduose, jų poveikis elektrolitų pusiausvyrai (Sauvant et al., 2002)

	Na^+ (g/kg)	K^+ (g/kg)	Cl^- (g/kg)	DEB(mEq/kg)
Kukurūzai	0,04	3,2	0,5	68
Miežiai	0,1	4,8	1,1	98
Kviečiai	0,1	4,6	1,3	86
Žirniai	0,1	9,8	0,8	229
Saulėgrąžų išspaudos	0,2	15,1	1,4	355
Sojų pupelių išspaudos	0,3	21,1	0,9	523
Rapsų sėklų išspaudos	0,4	12,3	0,7	315
Cholino chloridas	–	–	25,43	-7163
L-lizinas HCl	–	–	19,44	-5476

Elektrolitų santykį lemia Na^+ , K^+ ir Cl^- normos lesaluose (Teeter, 1997). Anijonais pagausinti racionai daro įtaką acidemijai, o katijonais – alkemijai (Keshavarz, 2001). Didelis chloro kiekis slopina kraujo pH ir bikarbonatų koncentraciją kraujyje, dėl to dažniau pasitaiko blauzdikaulio dischondroplazijų ir kojų anomalijų (Ruiz-Lopez, Austic, 1993). Lesaluose padidėjus sulfatų ir Cl koncentracijai susilpnėja viščiukų augimas, kuris gali būti neutralizuojamas tokiais Na ir K kiekiais, kad atitiktų anijonų kiekį. Ir atvirkščiai, daug K ir Na lėtina augimą. Jį paskatinti galima pridėdant Cl (Hooge, 2003).

Elektrolitų santykio keitimas lesaluose natrio bikarbonatu, amonio chloridu, kalio chloridu ir kalio karbonatu naudingas nuo šilumos streso kenčiantiems paukščiams, didina ne tik toleranciją šilumai, bet ir kelia produktyvumą (Amandeep, 2000; Teeter, Smith, 1986).

Literatūra

1. Adekunmisi A. A., Robbins K. R. Effects of dietary crude protein, electrolyte balance, and photoperiod on growth of broiler chickens. 1987. *Poult. Sci.* Vol. 66. P. 299–305.
2. Ahmad T. Effect of different dietary electrolyte balance on performance and blood parameters of broilers reared in heat stress environments. 2004. Institute of animal nutrition and feed technology. Faisalabad.
3. Ahmad T., Sarwar M., Nisa M. U., Haq A. U., Hasan Z. U. Influence of varying sources of dietary electrolytes on the performance of broilers reared in a high temperature environment. 2005. *Anim. Feed Sci. Technol.* Vol.120. P. 277–298.
4. Ait-Boulahsen A., Garlich J.D., Edens F.W. Potassium chloride improves the thermotolerance of chickens exposed to acute heat stress. 1995. *Poult. Sci.* Vol. 74. P. 75–87.
5. Ahmad T., Sarwar M. Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. 2006. *World's Poultry Science Journal.* Vol. 62. P. 638–653.
6. Amandeep S. Effect of dietary potassium chloride and sodium bicarbonate in combating heat stress in broiler chickens. 2000. XXI World's Poult. Cong. Montreal. Canada.
7. Austic R. E., Keshavarz K. Interaction of dietary calcium and chloride and the influence of monovalent minerals on egg shell quality. 1998. *Poult. Sci.* Vol. 67. P. 750–759.
8. Balnave D., Yoselewitz I., Dixon R. J. Physiological changes associated with the production of defective egg-shells by hens receiving sodium chloride in the drinking water. *Brit. J. Nutr.* 1989. Vol. 61. P. 35–43.
9. Balnave D., Gorman I. A role for sodium bicarbonate supplements for growing broilers at high temperatures. *World's Poult. Sci. J.* 1993. Vol. 49. P. 236–241.
10. Belay T., Wiernusz C. J., Teeter R. G. Mineral balance of heat distressed broilers. Oklahoma Agricultural Experiment. Station (Stillwater, OK) and research Report MP. 1990. Vol. 129. P. 189–194.
11. Belay T., Teeter R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. 1993. *Poult. Sci.* Vol. 72. P. 116–124.
12. Belay T., Teeter R. G. Effects of environmental temperature on broiler mineral balance partitioned into urinary and fecal loss. *Brit. Poult. Sci.* 1996. Vol. 37. P. 423–433.
13. Borgatti L. M. O., Albuquerque R., Meister N. C., Souza L. W. O., Lima F. R., Trindade M. A. Performance of broilers fed diets with different dietary electrolyte balance under summer conditions. 2004. *Brazilian Journal of Poultry Science.* Vol. 6. N. 3. P. 153–157.
14. Borges S. A., Maiorka A., Laurentiz A. C., Fischer da Silva A. V., Santin E., Ariki J. Electrolytic balance in broiler chicks during the first week of age. 2002. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola.* Vol. 4. P. 149–153.
15. Borges S. A., Fisher da Silva A. V., Ariki J., Hooge D. M., Cummings K. R. Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. *Poultry Science.* 2003a. Vol. 82. P. 308–314.
16. Borges S.A., Fisher da Silva A.V., Ariki J., Hooge D.M., Cummings K.R. Dietary electrolyte balance for broiler chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. *Poultry Science.* 2003b. Vol. 82. P. 301–308.
17. Borges S. A., Fisher da Silva A. V., Maiorka A., Hooge D. M., Cummings K. R. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance. *Poultry science.* 2004a. Vol. 83. P. 1551–1558.
18. Branton S. I., Reece F. N., Deaton J. W. Use of ammonium chloride and sodium bicarbonate in acute heat exposure of broilers. 1986. *Poultry Science.* Vol. 65. P. 1659–1663.
19. Butcher Gary D. V. M., R. Miles. 2003. Heat stress management in broilers. Internet: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
20. Deyhim F., Belay T., Teeter R. G. The effect of heat distress on blood gas, plasma and urine concentration of Na, K, Cl of broiler chicks. 1990. *Poult. Sci.* Vol. 69. P. 42.
21. Fixter M., Balnave D., Johnson R. J. The influence of dietary electrolyte balance on broiler growth at high temperatures. 1987. *Proceedings of Foundation Symposium.* University of Sydney. P. 34–48.
22. Flemming J. S., Arruda J. S., Souza G. A., Fedalta L. M., France S. G., Fleming R., Almeida R., Peron I. Influence of dietary electrolyte balance on the performance traits of broilers. 2001. *Archives of Vet. Sci.* Vol. 6. P. 89–96.
23. Hooge D. M. Dietary electrolytes influence metabolic processes of poultry. *Feedstuffs.* 1995. Vol. 67. N. 50. P. 14–15.
24. Hooge D. M. Practicalities of using dietary sodium and potassium supplements to improve poultry performance. 2003. *Proc. Arkansas Nutr. Conf., Fayetteville, Arkansas, USA.* P. 18.
25. Hulan H. W., Simons P. C. M., Van Schagen P. J. W. Effect of altering the cation anion (Na+K-Cl) and calcium content of the diet on general performance and incidence of tibial dyschondroplasia of broiler chickens housed in batteries. *Nut. Reports Intl.* 1987. Vol. 33. P. 397–408.
26. Hurwitz S., Cohen I., Bar A. Sodium and chloride requirements of chick: relationship to acid-base balance. *Poult. Sci.* 1973. Vol. 52. P. 903–909.
27. Johnson R. J., Karunajeewa H. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growth and physiology of the young chick. *J. Nutr.* 1985. Vol. 115. P. 1680–1690.
28. Kermanshahi H., Arshami J., Nameghi A. H. Effects of NH_4Cl , KCl and $\text{NH}_4\text{Cl}+\text{KCl}$ on serum blood electrolytes and performance of broilers under chronic heat stress. 88th Annual Meeting Abstracts. *Poult. Sci.* 1999. Vol. 78 (Suppl 1). P. 57.
29. Keshavarz K. Developments in Research: The Effect of excess sodium, potassium, calcium, and phosphorus on excreta moisture on laying hens. 2001. *Cornell Poultry Pointers (Cornell Cooperative Extension).* Vol. 51. P. 10–14.
30. Leeson S., Summers J. D. *Nutrition of the chicken.* 4th edition. 2001. University books. Guelph, Ontario, Canada.
31. Macari M., Furlan L. R., Gonzales E. *Fisiologia Aviaria Aplicada a Frangos de Corte.* Jaboticabal: FUNEP/UNESP. 1994. P. 187–197, 269–270.
32. Macari M. *Agua na avicultura industrial.* 1996. FUNEP, Jaboticabal, Brazil.

33. Maiorka A., Magro N., Bartels H. A., Penz Jr. A. M. Effect of sodium level and different relations between sodium, potassium and chloride in pre-initial diets on broiler chickenn performance. *Anais da XXXV Reuniao Annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, SBZ, botucatu, SP., Brazil.* 1998. P. 478–480.
34. Mongin P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications. In: *Poultry Proceedings Nutrition Society.* Cambridge. 1981. Vol. 40. P. 285–294.
35. Mongin P. Role of sodium, potassium and chloride in egg shell quality. In: *Proceedings of Nutrition Conf. Florida.* Gainesville, FL. 1980. P. 213–233.
36. Murakami A.E., Saleh E.A., England J.A., Dickey D.A., Watkins S.E., Waldroup P.W. Effect of level and source of sodium on performance of male broilers to 56 days. *J.Appl.Poult.Res.* 1997. Vol. 6. P. 128–136.
37. Mukarami A. E., Rondon E. O., Martins E. N., Pereira M. S., Scapinello C. Sodium and chloride requirements of growing broiler chickens (twenty-one to forty-two days of age) fed corn-soybean diets. 2001. *Poult. Sci.* Vol. 80. P. 289–294.
38. Mushtaq T., Sarwar M., Navaz H., Aslam Mirza M., Ahmad T. Effect and Interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (Hatching to twenty-eight days of age) under subtropical summer conditions. *Poultry Science.* 2005. Vol. 84. P. 1716–1722.
39. Nassiri Moghaddam H., Janmohammadi H., Jahanian Najafabadi H. The Effect of Dietary Electrolyte Balance on Growth, Tibia Ash and Some Blood Serum Electrolytes in Yong Pullets. *International Journal of Poultry Science* 2005. Vol. 4. N. 7. P. 493–496.
40. National Research Council. *Nutrient Requirements of Poultry.* 9th rev. ed. 1994. National Academy of Sciences. Washington, D. C.
41. Nelson T. S., Kirbey L. K., Johnson Z. B., Beasley J. N. Effect of altering the dietary cation and anion contents with magnesium and phosphorus on chick performance. *Poult. Sci.* 1981. Vol. 60. P. 1030–1035.
42. Nillipour A., Melog H. Feeding techniques during heat stress. *Poultry Digest.* 1999. Vol. 58. P. 3–30.
43. *Nutrition Bulletin.* Sodium sulphate: a source of sodium for monogastrics. 2004. Adisseo France SAS. Antony. France. N. 5.
44. Rahimi G. et al. 14th. *Eur. Symp. Poult. Nutr.* 2003. P. 310–311.
45. Rondon E. O. O., Murakami A. E., Furlan A. C. Exigências nutricionais de sodio e de cloro e estimacao do melhor balanço eletrolítico da racao para frangos de corte na fase preinicial. *Conferencia apinco de ciencia e tecnologia avicolas.* Campinas. 2000. *Facta.* P. 43.
46. Rondon E. O. O., Mukarami E. A., Furlan A. C., Moreira I., Macari M. Sodium and chloride requirements of growing broiler chickens fed corn-soybeans diets (One to Twenty-One days of age). 2001. *Poult. Sci.* Vol. 80. P. 592–598.
47. Ruiz-Lopez B., Austic R. E. The effect of selected minerals on the acid base balance of growing chicks. 1993. *Poult. Sci.* Vol. 72. P. 1054–1062.
48. Sandercock D. A., Hunter R. R., Nute G. R., Mitchell M. A., Hocking P. M. Acute heat stress-induced alterations in blood acid base status and skeletal muscle membrane integrity in broilers chickens at two ages: implications for meat quality. 2001. *Poult. Sci.* Vol. 80. P. 418–425.
49. Teeter R. G., Smith M. O., Owens F. N. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence ant treatment in broiler chicks. 1985. *Poultry Science.* Vol. 64. P. 1060–1064.
50. Teeter R. G., Smith M. O. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid based balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. 1986. *Poult. Sci.* Vol. 65. P. 1777–1781.
51. Teeter R. G. Balancing the electrolyte equation. 1997. *Feed Mix.* Vol. 5. P. 22–26.

Gauta 2007 05 23

Priimta publikuoti 2008 01 14