

PRECEKALINIS PASISAVINAMO KALCIO IR FOSFORO KIEKIS LESINANT VIŠČIUKUS BROILERIUS MONOKALCIO FOSFATU

Virginija Jarulė¹, Romas Gružasuskas¹, Ligita Gukauskienė¹, Asta Racevičiūtė-Stupelienė¹, Vilma Šašytė¹,
Agila Semaškaitė¹, Romas Ruibys²

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*Lietuvos žemės ūkio universitetas, Noreikiškės, LT-4324 Kaunas-Akademija*

Santrauka. Analizuojant lesaluose esančio monokalcio fosfato poveikį viščiukų broilerių Ca ir P apykaitai, atliktas lesalų maisto medžiagų virškinamumo bandymas. Kontrolinės grupės viščiukai lesinti kombinuotaisiais lesalais, kuriuose buvo 1,4 proc. monokalcio fosfato; pasisavinamojo fosforo kiekis – 0,44 proc., Ca ir P santykis – 2:1. Tiriamųjų grupių viščiukų racionuose monokalcio fosfato buvo 0,6; 1,6 ir 2,6 proc., pasisavinamojo fosforo atitinkamai – 0,4; 0,6 ir 0,8 proc., Ca ir P santykis atitinkamai 2,3:1; 1,5:1 ir 1,2:1. Nustatyta, kad geriausiai kalcio ir fosforo pasisavinama (fosforo – 65–66 proc., kalcio – apie 48 proc.), kai šių mineralų santykis lesale yra 2–2,4:1, o pasisavinamojo fosforo kiekis 0,4–0,44 proc. lesale esant 2660 TV vitamino D₃ koncentracijai.

Raktažodžiai: viščiukai broileriai, monokalcio fosfatas, precekalinis fosforo ir kalcio pasisavinimas.

THE EFFECT OF MONOCALCIUM PHOSPHATE ON THE ILEAL AVAILABILITY OF CALCIUM AND PHOSPHORUS IN BROILER CHICKENS

Virginija Jarulė¹, Romas Gružasuskas¹, Ligita Gukauskienė¹, Asta Racevičiūtė-Stupelienė¹, Vilma Šašytė¹,
Agila Semaškaitė¹, Romas Ruibys²

¹*Department of Animal Husbandry, Lithuanian Veterinary Academy, Tilžės str. 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania, tel./fax.: +370 37363505, e-mail: bandzaite@lva.lt*

²*Lithuanian University of Agriculture, Noreikiškės, LT-4324, Kaunas-Akademija, Lithuania*

Summary. The metabolic experiment was conducted to analyze the effect of monocalcium phosphate on calcium (Ca) and phosphorus (P) availability in broiler chickens. Broiler chickens in control group (Group 1) were assigned to a diet supplemented with 1.4% of monocalcium phosphate (0.44 % of available P (aP); Ca:P ratio – 2:1), while the chickens in 3 remaining experimental groups (Groups 2, 3 and 4) were given a diets supplemented with 0.6%, 1.6% and 2.6% of monocalcium phosphate, respectively, aP comprised 0.4%, 0.6% and 0.8 % and Ca:P ratio was 2.3:1; 1.5:1 and 1.2:1. The results showed that the highest ileal P and Ca availability (P–65- 66 %; Ca - 48.0 %) was for Ca and P ratio of 2-2.4:1, and amount of aP – 0.4-0.44%, when concentration of vitamine D₃ in the feed comprised 2660 IU.

Key words: broiler chickens, monocalcium phosphate, ileal P and Ca, availability.

Įvadas. Kalcio ir fosforo poreikiui patenkinti paukščių mitybai naudojami neorganinės kilmės mineraliniai pašarai. Kaip bus pasisavinti makroelementai, priklauso nuo lesale esančių cheminių junginių. Sudarant lesalų receptūras, reikia žinoti bendrojo kalcio ir fosforo, sujungto su fitino rūgštimi, kiekį. Įprastai jaunų viščiukų organizme apie 70 proc. kalcio absorbcijos priklauso nuo vitamino D (Hurwitz, 1992). Didelis kiekis kalcio arba fosforo trukdo vienas kito absorbcijai (Maynard et al., 1979), todėl augančių paukščių lesaluose ypač svarbu išlaikyti kalcio ir pasisavinamojo fosforo santykį (Schwartz, 1996). Kalcio perteklius pašalinamas kaip kalcio–fosforo kompleksas, o tai gali daryti įtaką fosforo nepakankamumui (Korver, 1999). Lesaluose esantis kalcio perteklius taip pat gali trukdyti pasisavinti maistą (Hubbard Feeds Inc., 2000). Fosforo perteklius lesaluose sudaro netirpų kalcio fosfatą, kuris padaro kalcį nepasisavinamą; organizmas toliau absorbuoja fosforą, o tai baigiasi hipokalcemija ir metaboline kaulų liga (Kaplan, 1995; Henry, 1999). Kalcio ir fosforo virškinamumas slopinamas esant pertekliui kurio nors vieno (Ca ar P) elemento, bet dažniausiai – esant kalcio pertekliui (Touchburn et al., 1999). Kalcio paukš-

čių organizmas pasisavina gana mažai – 29–75 proc. Fosforo palyginti su kalciumu pasisavina daugiau. Šiuolaikinėse lesalų receptūrose fosforo trūkumas pastebimas gana retai (Mitybos normos galvijams, kiaulėms ir paukščiams, 2002). Fosforas diferencijuojamas į fitatinį ir nefitatinį. Jei fitatinio fosforo paukščiai beveik nepasisavina, tai nefitatinio fosforo poveikis – apie 70 proc., nepriklausomai nuo šaltinio (GfE, 1999).

Daugiau kaip 85 proc. fosforo randama augalinės kilmės lesaluose, ypač grūduose, jų produktuose, fitino rūgšties pavidalu – aliejinėse išspaudose. Fitatinį fosforą paukščiai pasisavina blogai – pašalinamas su išmatomis. Taigi fosforo poreikis turi būti patenkinamas su paukščių lesalų priedais – neorganinio fosforo šaltiniu – defloruotu fosfatu, dikalcio arba monokalcio fosfatu (Waldroup, 1996). Pasisavint fosfatą didelę įtaką turi cheminė fosfato molekulė. Tyrimai parodė, kad viščiukai geriau pasisavina orto formos fosforą (PO₄⁻³) (Gillis et al., 1954; Gueguen and Rert, 1967). Lesalams daugiausia naudojamas dikalcio fosfatas, monokalcio fosfatas, monodikalcio fosfatas ir jų hidratuotos formos (Huyghebaert et al., 1980). Monokalcio fosfatas yra lengvai maišomas pašarinis prie-

das tiek paukščiams, tiek galvijams. Tai papildas, turintis pakankamai kalcio ir fosforo.

Darbo tikslas – iš lesaluose esančio monokalcio fosfato nustatyti precekalinį pasisavinamo Ca ir P kiekį viščių broilerių organizme.

Tyrimų metodika. Analizuojant precekalinį Ca ir P pasisavinimą iš lesaluose esančio monokalcio fosfato, su 21–35 dienų 32 ROSS 208 linijų derinio viščiukais broileriais atliktas lesalų maisto medžiagų virškinamumo bandymas. Jo metu paukščiai suskirstyti į keturias grupes po

8 paukščius. Viščiukai broileriai laikyti ant gilaus kraiko, girdyti iš stacionarių girdytuvių, lesinti iki soties (*ad libitum*). I grupė buvo kontrolinė, kitos trys – tiriamosios. Kontrolinės grupės viščiukai lesinti kombinuotaisiais lesalais, kuriuose buvo 1,4 proc. monokalcio fosfato, pasisavinamojo fosforo – 0,44 proc. Tiriamųjų grupių viščių racionuose monokalcio fosfato buvo 0,6; 1,6 ir 2,6 proc., o pasisavinamojo fosforo – 0,4; 0,6 ir 0,8 proc. (1 lentelė).

1 lentelė. **Kombinuotųjų lesalų sudėtis**

Komponentai	Lesalų sudėtis, proc.			
	I grupė (kontr.)	II tiriamoji grupė	III tiriamoji grupė	IV tiriamoji grupė
Kviečiai	60,09	53,09	52,96	52,44
Kvietiniai miltai	–	7,43	7,00	7,00
Sojų rupiniai	25,00	25,00	25,00	25,00
Rapsų rupiniai	3,00	3,00	3,00	3,00
Rapsų aliejus	6,00	6,00	6,00	6,00
Lydyti taukai	1,00	1,00	1,00	1,00
Druska	0,16	0,16	0,16	0,16
Monokalcio fosfatas	1,40	0,60	1,60	2,60
Pašarinis kalkakmenis	1,40	1,77	1,33	0,85
Natrio bikarbonatas	0,23	0,23	0,23	0,23
Vitaminas E	0,01	0,01	0,01	0,01
L-treoninas	0,05	0,05	0,05	0,05
DL-metioninas	0,37	0,37	0,37	0,37
L-lizinas HCl	0,31	0,31	0,31	0,31
Euroguard SV Liquid	0,30	0,30	0,30	0,30
Prem. br. Nr. 8 aug. 0,5% Capsoquin	0,60	0,60	0,60	0,60
Sacox	0,06	0,06	0,06	0,06
Rovabio Exel LC	0,02	0,02	0,02	0,02
<i>Kokybės rodikliai</i>				
Apykaitos energija, MJ/kg	13,18	13,21	13,14	13,07
Baltymingumas, proc.	21,16	21,25	21,18	21,11
Žali riebalai, proc.	8,80	8,89	8,87	8,86
Žalia ląsteliena, proc.	2,74	2,89	2,87	2,85
Lizinas, proc.	1,17	1,19	1,18	1,18
Metioninas + cistinas, proc.	0,97	0,97	0,97	0,96
Triptofanas, proc.	0,25	0,26	0,26	0,26
Linolinė rūgštis, proc.	2,14	2,08	2,08	2,08
Treoninas, proc.	0,75	0,76	0,76	0,75
Cistinas, proc.	0,38	0,38	0,38	0,37
Metioninas, proc.	0,60	0,60	0,60	0,59
Pasisavinamas lizinas, proc.	1,05	1,06	1,06	1,05
Kalcis, proc.	0,91	0,92	0,92	0,92
Fosforas, proc.	0,73	0,58	0,80	1,03
Pasisavinamas fosforas, proc.	0,44	0,40	0,60	0,80
Natrio chloridas, proc.	0,16	0,16	0,16	0,16
Natris, proc.	0,17	0,16	0,16	0,16
Chloras, proc.	0,20	0,20	0,20	0,20

Bandymo laikotarpis suskirstytas į tarpsnius: adaptacijos (21–25 amžiaus dieną); paruošiamąjį (26–30 amžiaus dieną); tiriamąjį (31–35 amžiaus dieną). Tiriamojo periodo metu į kiekvienos grupės kombinuotuosius lesalus

pridėta 0,5 proc. chromo oksido (Cr_2O_3). Chromo oksidas (Cr_2O_3) naudojamas kaip ženklintuvas, su kuriuo nustatomas Ca, P kiekis žarnų turinyje tarp Mekelio divertikulo (*Meckel's diverticulum*) ir 2 cm iki klubinės žarnos ir ak-

losios žarnos (*ileo-caeco-colonic*) jungties.

Bandymo pabaigoje paukščiai paskersti pagal eksperimentinių gyvūnų eutanazijos rekomendacijas naudojant CO₂ (Close et al., 1997). Paskerstiems paukščiams pašalintas virškinimo traktas tarp Mekelio divertikulo ir 2 cm tarp klubinės žarnos ir aklosios žarnos jungties, žarnų turinys liofilizuotas ir Laisvajame Berlyno universitete, Gyvūnų mitybos institute (Vokietija), atomo absorbcijos spektrofotometru „Perkin Elmer EDL System 2“ nustatytas chromo ir kalcio kiekis, o pagal vanadžio molibdato atlikimo metodiką (VDLUFA) – fosforo kiekis.

LUFU – ITL GmbH, Kylio mieste (Vokietijoje) pagal HPLC-VDLUFA Bd. III, Kap. 13.8.1 metodiką viščių

$$VK_{Ca/P \text{ racione}} = \left(1 - \frac{Cr_2O_3_{\text{racione}} \times Ca/P_{\text{chimuse}}}{Cr_2O_3_{\text{chimuse}} \times Ca/P_{\text{racione-fitatai}}} \right) \times 100$$

kur: VK_{Ca/P racione} – Ca/P precekalinis pasisavinimas.

Mineralizacijos laipsnis kaule *tibia* nustatytas pagal G. Huyghebaert (1996) nurodymus.

Rezultatai apdoroti statistiniu paketu „Statistica for Windows“ (StatSoft Inc., 1995).

2 lentelė. Precekalinis kalcio ir fosforo kiekio pasisavinimas, proc.

Rodikliai	I (kontr.) grupė	II grupė	III grupė	IV grupė
P	66 ± 1,72	65 ± 1,76	49 ± 1,66*	52 ± 3,86**
Ca	48 ± 1,61	48 ± 2,43	44 ± 2,18	45 ± 1,92

* – duomenys statistiškai patikimi, p<0,001

** – duomenys statistiškai patikimi, p<0,025

Analizuojant 2 lentelės duomenis pastebima, kad didžiausias precekalinis pasisavinamo fosforo kiekis yra kontrolinėje ir II grupėje, tarp kurių patikimo statistinio skirtumo nebuvo (p>0,05), o mažiausias – III ir IV grupėse, kur buvo atitinkamai 17 ir 14 proc. statistiškai patikimai mažesnis skirtumas už kontrolinės grupės (p<0,05). Kontrolinės ir II grupės precekalinis pasisavinamo kalcio kiekis buvo vienodas, o III ir IV grupių – atitinkamai 4 ir 3 proc. mažesnis, tačiau patikimai statistiškai nesiskyrė (p>0,05).

Fosforo perteklius lesaluose sudaro netirpų kalcio fosfatą, kuris kalcį daro nepasisavinamu, o organizmas toliau absorbuoja fosforą. Tai gali baigtis hipokalcemija ir metaboline kaulų liga (Kaplan, 1995; Henry, 1999). Didelis kiekis kalcio arba fosforo trukdo vienas kito absorbcijai (Maynard et al., 1979), t. y. kalcio ir fosforo virškinamumas slopinamas esant kurio nors vieno elemento pertekliui (Touchburn et al., 1999), todėl augančių paukščių lesaluose ypač svarbu išlaikyti kalcio ir pasisavinamo fosforo santykį (Schwartz, 1996). Didelis fosforo kiekis lesale skatina didesnę vandens ir lesalo suvartojimą bei didesnę ekskreciją.

Apibendrinant galima daryti išvadą, kad geriausiai fosforo ir kalcio pasisavinama (fosforo – 65–66 proc., kalcio – 48 proc.), kai kalcio ir fosforo santykis lesale yra 2–2,4:1, o pasisavinamo fosforo kiekis – 0,4–0,44 proc. Kai kalcio ir fosforo santykis lesale yra 1,2–1,6:1, o pasisavinamo fosforo kiekis – 0,6–0,8 proc., precekalinis

broilerių lesaluose nustatytas vitamino D₃ kiekis.

Laisvajame Berlyno universitete, Gyvūnų mitybos institute (Vokietija), atomo absorbcijos spektrofotometru „Perkin Elmer EDL System 2“ nustatytas chromo ir kalcio kiekis lesaluose, fosforo kiekis nustatytas pagal vanadžio molibdato atlikimo metodiką (VDLUFA).

Vokietijos (Štutgarto mieste), Hohenheimo universiteto Gyvūnų mitybos institute, pagal AOAC fitatų nustatymo metodiką (1990) nustatytas fitatų kiekis viščių broilerių lesaluose.

Iš gautų duomenų apskaičiuotas precekalinis kalcio ir fosforo kiekio pasisavinimas pagal šią formulę:

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas. Pagal maisto medžiagų virškinamumo bandymo su viščių broileriais tirtus parametrus apskaičiuoti vidutiniai bandymų rezultatai (2, 3 lentelė).

pasisavinamo fosforo kiekis yra 49–52 proc., o kalcio – 44–45 proc.

Vitaminas D yra svarbus pasisavinant kalcį, kalcio homeostazei ir medžiagų apykaitos funkcijoms paukščio organizme palaikyti (Fraser, 1988; Lopez, 2000). Jaunų viščių organizme paprastai apie 70 proc. kalcio absorbcijos priklauso nuo vitamino D (Hurwitz, 1992). Jis skatina kalcio absorbciją žarnose, ypač dvylikapirštėje (Roche, 2000). Vitaminas D₃ (1,25(OH)₂D₃) sustiprina kalcio ir fosforo absorbciją žarnose, veikia inkstus stimuliuodamas kalcio ir fosforo absorbciją iš inkstų bei kaulų. Kad būtų pasisavinamas Ca ir P, minimalus vitamino D₃ kiekis turi sudaryti ne mažiau kaip 1000 TV/kg lesalo, o pagal Europos pašarų teisę (Sulflohn, 2004) vitaminui D₃ taikomas apribojimas ne daugiau kaip 5000 TV/kg, mat jis gali skatinti oksalatų kaupimąsi inkstuose. Mūsų tyrimo atveju gautas vitamino D₃ kiekis – 2660 TV/kg (deklarotas kiekis – 3000 TV/kg) – atitiko viščių broilerių lesinimo rekomendacijas (NRC, 1994; GfE, 1999).

Mineralizacijos laipsnio tyrimai parodė, kad fosforo II ir III grupių viščių broilerių kauluose *tibia* buvo atitinkamai 3,3 ir 3,8 proc. mažiau, o IV grupės – 2 proc. daugiau nei kontrolinės grupės, tačiau statistiškai patikimo skirtumo nebuvo (p>0,05). Vadinasi, skirtingas pasisavinamo fosforo kiekis ir skirtingas Ca bei P santykis racione viščių broilerių kaulinio audinio mineralizacijai įtakos neturėjo.

3 lentelė. Mineralizacijos laipsnis kaule *tibia*, proc.

Grupės	I (kontr.) grupė	II grupė	III grupė	IV grupė
Mineralizacijos laipsnis kaule <i>tibia</i>	39,27 ± 0,66	36,01 ± 2,63	35,52 ± 2,06	41,19 ± 2,05

Išvados.

1. Daugiausia kalcio ir fosforo pasisavinama (fosforo – 65–66 proc., kalcio – apie 48 proc.), kai kalcio ir fosforo santykis lesale yra 2–2,3:1, o pasisavinamojo fosforo kiekis – 0,4–0,44 proc. esant lesale 2660 TV vitamino D₃ koncentracijai. Kai kalcio ir fosforo santykis lesale 1,2–1,5:1, o pasisavinamojo fosforo kiekis 0,6–0,8 proc., precekalinis pasisavinamo fosforo kiekis yra 49–52 proc., kalcio – 44–45 proc. esant tai pačiai vitamino D₃ koncentracijai lesale.

2. Mineralizacijos laipsnio tyrimai parodė, kad fosforo kiekis II ir III grupių viščių broilerių kauluose *tibia* buvo atitinkamai 36,01 ir 35,52 proc., t. y. 3,3 ir 3,8 proc. mažesnis, o IV grupės – 41,19, t. y. 2 proc. didesnis nei kontrolinės grupės (39,27 proc.), tačiau statistiškai patikimo skirtumo nebuvo ($p > 0,05$) – skirtingas monokalčio fosfato kiekis viščių broilerių mineralizacijos laipsniui kaule *tibia* įtakos nedarė.

Literatūra

1. AOAC (Association of official Analytical Chemists). Off. Meth. Anal. Of AOAC: Helrich K. (Ed). 15¹⁵ Ed. Arlington. 1990. Vol. 2. P. 800.
2. Close B., Banister K., Baumans V., Bernoth E. M., Bromage N., Bunyan J., Erhardt W., Flecknell P., Gregory N., Hackbarth H., Morton D., Warwick C. Recommendations for euthanasia of experimental animals. Part 2. Highbridge. Somerset TA9 4DS. UK. 1997. P. 10–14.
3. Fraser F. R. Bone minerals and fat-soluble vitamins. In, K. Blaxter & I. Macdonald (Eds.). Comparative Nutrition. John Libbey & Company Ltd. London. UK. 1988. P. 105–112.
4. GfE. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. 7. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler), DLG-Verlag, Frankfurt a. M. 1999.
5. Gillis M. B., Norris L. C. and Heuser G. F.. Studies on the biological value of inorganic phosphates. Poult. Sci. 1954. Vol. 52. P. 115.
6. Gueguen L. and Rert A. Intestinal absorption of phosphorus in pigs. Ann. Bio. Anim. Biochem. Biophys. 1967. Vol. 7. P. 39.
7. Henry C. W. Feeding for optimum performance in breeders and broilers. International Bulletin (1). Avian Farms International, INC. 1999.
8. Hurwitz S. The role of vitamin D in poultry bone biology. In, C.C. Whitehead (Ed.). Bone Biology and Skeletal Disorders in Poultry: Poultry Science Symposium 23. Carfax Publishing Company. Abington. Oxfordshire. UK. 1992. P. 19–35.
9. Huyghebaert G., De Groote G., Keppens L. The relative biological availability of phosphorus in feed phosphates for broilers. Ann. Zootech. 1980. Vol. 29. P. 245–263.
10. Huyghebaert G. The response of broiler chicks to phase feeding for P, Ca and phytase. 1996.
11. Korver D. 1999. Prevention and treatment of tetany in broiler breeder hens. Ross Tech. Ross Breeders.
12. Kurt Sulflohn. Das geltende Futtermittelrecht. Allround Media Service e.K. Rheinbach. 2004. P. 91–93.

13. Lopez G. Vitamin D – nutrient companion of calcium and phosphorus in layers. Babcock News. N.1. 2000.
14. Maynard L. A., Loosli J. K., Hintz H. F., Warner R. G. Animal Nutrition. 7th Ed. McGraw – Hill Book Company. New York. USA. 1979. P. 220–238.
15. Mitybos normos galvijams, kiaulėms ir paukščiams. 2002. P. 52–59.
16. NRC. Nutrient Requirements of Poultry. 9 th ed. National Academy of Sciences. Washington, D. C. 1994.
17. Schwartz R. W. Practical aspects of calcium and phosphorus nutrition. Avians Farms Technical Newsletter April. Avian Farms, INC. 1996.
18. StatSoft Inc. Tulsa OK: Statistica for Windows™ (Version 5.0).
19. Touchburn S. P., Sebastian S., Chavez E. R. Phytase in poultry nutrition. In, P. C. Garnsworthy & J. Wiseman (Eds.). Recent Advances in Animal Nutrition. Nottingham University Press. 1999. P. 147–157.
20. Waldroup P. W. Calcium and phosphorus for poultry feeds. Technical Bulletin of American Soybean Association, MITA (P) No. 195/11/95. 1996. Vol. PO27.
21. Hubbard Feeds Inc. Calcium uniformity check for laying hens. 2000. http://hubbardfeeds.com/nmg/commercial/commercial_1.shtml.
22. Kaplan M. 1995. Calcium metabolism and metabolic bone disease. 2nd Nov. 2001. <http://www.sonic.net/~melissk/mbd2.html>

Padėka

Dėkojame Laisvojo Berlyno universiteto Gyvūnų mitybos instituto prof. dr. K. Männer už metodinę pagalbą nustatant chromo, kalcio ir fosforo kiekį bei teikiant pas-tabas dėl atliekamo bandymo eigos. Dėkojame Hohenheimo universiteto Gyvūnų mitybos instituto direktoriui prof. dr. R. Mosenthin už metodinę pagalbą nustatant fita-tus.

Gauta 08 04 22

Priimta publikuoti 08 06 22