

EFFECT OF NICKEL AND ZINC PERORAL ADMINISTRATION ON MEAT QUALITY OF RABBITS

Anna Kalafová, Jaroslav Kováčik, Peter Massányi, Norbert Lukáč, Rastislav Jurčík, Monika Schneidgenová

ABSTRACT

The aim of our study was to determine the effect of single nickel administration as well as co-administration with zinc on meat quality parameters. In the experiment 45 [25 female (5 per group) and 20 male (4 per group)] rabbits of broiler line Californian were involved. Animals were divided to five groups: K (n=9) – control; P1 (n=9) – received 17.5 g NiCl₂.100 kg⁻¹ feeding dose (FD); P2 (n=9) – received 35 g NiCl₂.100 kg⁻¹ FD; P3 (n = 9) – received 17.5 g NiCl₂.100 kg⁻¹ FD and 30 g ZnCl₂.100 kg⁻¹ FD and finally groups P4 (n = 9) – received 35 g NiCl₂.100 kg⁻¹ FD and 30 g ZnCl₂.100 kg⁻¹ FD. Animals were fed *ad libitum* using KKV1 feeding mixture with or without nickel and zinc addition for 90 days. Meat quality was analyzed from a sample of *musculus biceps femoris* for the content of water in muscle, content of proteins, fat, energy, electric conductivity, pH, colour and content of bounded water. The value of pH was detected by injection analysis. The content of water, proteins and fat was analyzed using Infratech 1265 Meat Analyzer. Meat colour was detected by spectrophotometer (Specol 11) and the meat ability to bind water by pressure method. In meat quality any significant differences were found among all groups.

Keywords: nickel, zinc, rabbit, meat

ÚVOD

Spotreba králičieho mäsa, ako aj akékoľvek iného mäsa je ovplyvnená historickým, ekonomickým a tiež sociálnym vývojom. Králičie mäso je vysoko cenené pre svoju vysokú nutričnú hodnotu a diietetické vlastnosti: je chudé obsahuje nenasýtené mastné kyseliny (kyselina olejová a linolová; 60 % z celkového množstva mastných kyselín, je bohaté na proteíny (20-21 %) a aminokyseliny s vysokou biologickou hodnotou, má nízke koncentrácie cholesterolu a sodíka je bohaté na draslík, fosfor a horčík (Parigi Bini et al., 1992a; Bielanski et al., 2000; Dalle Zotte, 2002; Hermida et al., 2006). Králičie mäso je lepšie stráviteľné v porovnaní s inými druhmi mäsa (hovädzie, jahňacie alebo bravčové mäso; Enser et al., 1996) a je odporúčané na konzumáciu pre osoby s kardiovaskulárnymi ochoreniami (Hu and Willett, 2002). Z hľadiska kontaminácie potravín a krmív je potrebné venovať zvýšenú pozornosť obsahu rizikových chemických prvkov, ktoré sú významnými enviromentálnymi kontaminantami potravinového reťazca. Významnými anorganickými látkami vstupujúcimi do potravinového reťazca sú kadmium, ortuť, olovo, chróm a nikel. V posledných rokoch sa poznatky o toxicite a karcinogenite niklu výrazne zvýšili. Je to prvok, ktorý môže akumulovať v pôde na toxickú úroveň antropogénnymi aktivitami (Llamas and Sanz, 2008). Zinok, stopový prvok s antioxidantnými účinkami, je súčasťou enzýmu superoxidodismutázy, ktorá sa podieľa na zaistení antioxidantnej ochrany organizmu (Shils et al., 1999; Zadák, 2002).

Cieľom experimentu bolo zistenie účinku experimentálne podávaného samotného niklu a niklu v kombinácii so zinkom na vybrané kvalitatívne parametre mäsa králikov.

MATERIÁL A METÓDY

V experimente boli použité Králiky domáce brojlerovej línie Kalifornský, o hmotnosti 3,5 – 4,0 kg, vo veku 4 mesiace, ktoré boli umiestnené v priestoroch

Centra výskumu živočíšnej výroby v Lužiankach. Pokusné zvieratá boli po odstave, pohlavne dospelé a klinicky zdravé.

V pokuse sme použili 45 zvierat, samice v počte 25 kusov a samce v počte 20 kusov.

Zvieratá boli rozdelené do 5 skupín:

- pokusná skupina P1 17,5 g NiCl₂.100 kg⁻¹ krmnej zmesi (KZ)
- pokusná skupina P2 35 g NiCl₂.100 kg⁻¹ KZ
- pokusná skupina P3 17,5 g NiCl₂ + 30g ZnCl₂.100 kg⁻¹ KZ
- pokusná skupina P4 35 g NiCl₂ + 30g ZnCl₂.100 kg⁻¹ KZ
- kontrolná skupina K

Nikel (NiCl₂, Reachem, prášková forma) a zinok (ZnCl₂, Reachem, prášková forma) boli zapracované do krmnej zmesi a podávané vo forme granúl nasledovne:

Tabuľka 1 Schéma pokusu

Skupiny				
K n=9	P1 n=9	P2 n=9	P3 n=9	P4 n=9
KKV1 (KZ)	17,5 g NiCl ₂ 100 kg ⁻¹ (KZ)	35 g NiCl ₂ 100 kg ⁻¹ (KZ)	17,5 g NiCl ₂ + 30 g ZnCl ₂ 100 kg ⁻¹ (KZ)	35 g NiCl ₂ + 30 g ZnCl ₂ 100 kg ⁻¹ (KZ)

Krmivo bolo podávané počas 90 dní pokusu. Zvieratá boli ustajnené v klimatizovaných halách, v jednopodlažných individuálnych kovových kliečkach typizovaných rozmerov. Voda bola k dispozícii z automatických napájačiek a zvieratá boli kŕmené kompletnou kŕmnu zmesou KK V1 *ad libitum*.

Kvalita králičieho mäsa sa analyzovala zo vzorky dvojhľavého stehnového svalu *m. biceps femoris* (obsah vody vo svalovine, obsah bielkovín, obsah tuku, energia, elektrická vodivosť, pH, farba, obsah viazanej vody). Vzorka bola odobraná 1 hodinu po porážke, zabalená do alumínovej fólie a uskladnená pri teplote 4°C počas

24 hodín. Po tejto dobe bola zmeraná pH hodnota mäsa vpichovou elektródou (Radelkis OP-109, Radelkis, Hungary). Obsah vody, bielkovín a intramuskulárneho tuku bol stanovený prístrojom Infratec 1265 (Meat analyzer, USA Northcentral, Lab- Equipment) 48 hodín *post mortem*. Farba mäsa bola analyzovaná na prístroji Spekol 11 (Medson, Poľsko) ako podiel remisie pri vlnovej dĺžke 540 μm . Schopnosť mäsa viazať vodu bola zistená tlakovou metódou podľa Grav-Hamma na prístroji modifikovanom Hašekom a Pálanskou (1976).

Získané údaje sme vyhodnotili variačno - štatistickými metódami programom Office Excel 2003 a SAS. Vypočítali sme základné hodnoty (priemer, smerodajná odchýlka, variačný koeficient, minimum a maximum) a analyzovali sme rozptyl (ANOVA).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Expozícia zvierat xenobiotikami spôsobila zmeny v zootechnických parametroch (Arpášová et al., 2007; Kalafová et al., 2009a) ako aj zmeny v homeostáze

organizmu (Capcarová et al., 2008; Capcarová et al., 2009; Capcarová et al., 2010; Kalafová et al., 2009; Kolesárová et al., 2008; Kolesárová et al., 2009; Kolesárová et al., 2010a; Kolesárová et al., 2010b; Kolesárová et al., 2011 Koréneková et al., 2009; Martiniaková et al., 2009; Skalická et al., 2009; Medved'ová et al., 2010; Medved'ová et al., 2011). V experimente sme zisťovali vplyv rôznych koncentrácií niklu (NiCl_2) a niklu v kombinácii so zinkom (ZnCl_2) na vybrané ukazovatele kvality mäsa králikov. Kvalitu králičieho mäsa sme analyzovali zo vzorky stehna (*m. biceps femoris*). Na základe predchádzajúcich štúdií sme zistili, že prídavok niklu a zinku do kŕmnej zmesi u samíc králikov signifikante zvýšil ($P < 0,05$) obsah vápnika v krvnom sére u sledovaných zvierat v pokusnej skupine P4, zaznamenali sme štatisticky preukazné rozdiely ($P < 0,05$) v hladinách hepatálnych enzýmov (AST a ALT) medzi jednotlivými odbermi (Kalafová et al., 2007; Kalafová et al., 2008; Kalafová 2009b).

V tabuľke 2 sú uvedené hodnoty vybraných kvalitatívnych ukazovateľov mäsa králikov.

Tabuľka 2 Základné štatistické ukazovatele parametrov mäsa králikov

		K	P1	P2	P3	P4
Obsah celkovej vody $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$	x	72,05	72,71	73,89	73,38	73,64
	SD	4,31	2,56	1,18	0,67	0,82
	CV	5,98	3,52	1,59	0,91	1,11
	min	61,80	66,40	72,20	72,60	72,70
	max	74,80	75,00	75,60	74,20	75,10
Celkové bielkoviny $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$	x	22,48	22,83	22,60	22,82	22,63
	SD	0,75	0,96	0,87	0,55	0,53
	CV	3,34	4,20	3,85	2,41	2,34
	min	21,50	21,70	21,70	22,10	22,00
	max	23,50	24,20	24,00	23,50	23,60
Celkový tuk $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$	x	4,49	3,42	2,48	2,78	2,69
	SD	4,12	2,03	0,87	0,87	0,54
	CV	91,75	59,36	35,08	31,29	20,07
	min	1,80	1,80	1,60	1,90	1,90
	max	14,00	8,40	4,40	4,00	3,50
Energetická hodnota $\text{KJ}\cdot 100\text{g}^{-1}$	x	544,13	511,72	471,81	487,06	480,43
	SD	155,84	84,32	34,01	27,90	23,37
	CV	28,64	16,48	7,21	5,73	4,86
	min	443,02	443,44	427,53	455,17	440,09
	max	909,84	721,86	539,32	520,90	508,76
pH 48	x	5,88	5,88	6,00	5,98	5,71
	SD	0,20	0,31	0,25	0,35	0,20
	CV	3,40	5,27	4,17	5,85	3,50
	min	5,61	5,43	5,75	5,55	5,51
	max	6,28	6,34	6,58	6,54	6,10
Elektrická vodivosť μS	x	3,40	2,30	3,00	2,75	3,98
	SD	1,23	0,79	0,96	1,18	1,36
	CV	36,18	34,35	32,00	42,91	34,17
	min	1,50	1,20	1,70	1,40	1,30
	max	4,70	3,90	4,60	4,40	5,50
Farba L	x	43,97	42,99	42,25	41,20	43,90
	SD	5,85	3,30	5,98	4,92	5,75
	CV	13,30	7,68	14,15	11,94	13,10
	min	32,80	35,89	34,63	31,763	33,04
	max	50,48	48,39	49,60	44,97	52,19
Voľne viazaná voda $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$	x	32,71	31,36	32,84	30,57	31,52
	SD	2,25	2,47	3,87	2,98	3,78
	CV	6,88	7,88	11,78	9,75	11,99
	min	29,95	27,23	23,54	27,98	24,76
	max	36,57	34,72	35,42	34,78	36,53

x – priemerná hodnota, SD – štandardná odchýlka, CV – variačný koeficient

Priemerné hodnoty obsahu celkovej vody a celkových bielkovín boli v pokusných skupinách vyššie v porovnaní s kontrolnou skupinou. V kontrolnej skupine pri celkovom tuku sme namerali najvyššiu priemernú hodnotu $4,49 \pm 4,12 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$. V pokusných skupinách sa priemerné hodnoty pohybovali od $2,48 \pm 0,87$ do $3,42 \pm 2,03 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Energetická hodnota bola najvyššia v kontrolnej skupine $544,13 \pm 155,84 \text{ KJ} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Priemerná hodnota pH 48 bola vyššia v skupine s dvojnásobnou dávkou $\text{NiCl}_2 - 6,0 \pm 0,25$. V ostatných skupinách boli hodnoty vyrovnané. Nameraná hodnota elektrickej vodivosti bola najnižšia v skupine P1 $2,30 \pm 0,79 \mu\text{S}$ a najvyššia v skupine P4 $3,98 \pm 1,36 \mu\text{S}$, medzi týmito pokusnými skupinami nebol zistený štatisticky preukazný rozdiel ($P > 0,05$). Priemerná hodnota farby bola najnižšia v skupine P3 $41,20 \pm 4,92$ v ostatných skupinách boli hodnoty pomerne vyrovnané. Obsah voľne viazanej vody bol vo všetkých skupinách vyrovnaný. Pri vzostupe voľnej vody klesá pH vo svalce a stúpa farba mäsa. Z hodnôt vyplýva, že po 90. dňoch pokusu nebol zistený štatisticky preukazný rozdiel ($P > 0,05$) v sledovaných ukazovateľoch.

Pri analýze kvality mäsa nebol zaznamenaný štatisticky preukazný rozdiel ($P > 0,05$) vplyvom podávania niklu a zinku. Variabilita môže byť zapríčinená rôznymi vplyvmi (plemeno, užitkový typ, kategória, pohlavie, vek, výživa). Hodnoty sledovaných ukazovateľov kvality mäsa možno porovnať aj s údajmi v zooteknickej literatúre (Skřivan et al., 2000; Skřivanová et al., 2001; Ludewig et al., 2003). Vo všeobecnosti sa kvalitatívne parametre mäsa zlepšujú s rastovou intenzitou. Obsah tuku sa zvyšuje na úkor obsahu vody (Pargini – Bini et al., 1992b; Bernardini Battaglini et al., 1994). Zmeny pozorované pri jednotlivých ukazovateľoch kvality mäsa sú pravdepodobne spojené so zmenou histologickej štruktúry a hladiny metabolických procesov.

ZÁVER

Prítomnosť ťažkých kovov je nutná pre priebeh rôznych biochemických procesov v živej prírode. Ak sa však ich koncentrácia zvyšuje v porovnaní s prirodzeným výskytom, dochádza k ich toxickému účinku. V priebehu pokusu sme sledovali vplyv samotného niklu a niklu v kombinácii so zinkom na vybrané ukazovatele kvality mäsa králikov. Pri hodnotení jednotlivých vybraných ukazovateľov sme nezistili medzi skupinami štatisticky preukazné rozdiely. Dosiahnuté výsledky ukázali, že uvedené koncentrácie niklu a zinku so zinkom nemali negatívny vplyv na vybrané ukazovatele chemickej skladby mäsa.

LITERATÚRA

ARPÁŠOVÁ, H., CAPCAROVÁ, M., KALAFOVÁ, A., LUKÁČ, N., KOVÁČIK, J., FORMICKI, G., MASSÁNYI, P. 2007. Nickel induced alteration of hen body weight, egg production and egg quality after an experimental peroral administration. In *Journal of environmental science and health, Part B*, vol. 42, 2007, p. 913-918.

BERNARDINI BATTAGLINI, M., CASTELLINI, C. 1994. Rabbit carcass and meat quality: effect of strain,

rabbitry and age. In *Ital. J. Food Sci.*, vol. 2, 1994, p.157-166.

BIELANSKI, P., ZAJAC J., FIJAL, J. 2000. Effect of genetic variation of growth rate and meat quality in rabbits. In *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*, July 4–7, Valencia, Spain, 2000, p. 561–566.

CAPCAROVÁ, M., KOLESÁROVÁ, A., ARPÁŠOVÁ, H., MASSÁNYI, P., LUKÁČ, N., KOVÁČIK, J., KALAFOVÁ, A., SCHNEIDGENOVÁ, M. 2008. Blood biochemical dynamics and correlations in laying hens after experimental nickel administration. In *International Journal of Poultry Science*, vol. 7, 2008, no. 6, p.538-547.

CAPCAROVÁ, M., KOLESÁROVÁ, A., LUKÁČ, N., SIROTKIN, A., BÁRDOS, A., ROYCHOUDHURY, P. 2009. Antioxidant defence in porcine granulosa cells exposed to lead *in vitro*. In *Potravinárstvo*, vol. 3, 2009, no. 2, p. 15-18.

CAPCAROVÁ, M., PETROVOVÁ, E., FLEŠÁROVÁ, P., DANKOVÁ, M., MASSÁNYI, P., DANKO, J. 2010. Bendiocarbamate induced alterations in selected parameters of rabbit homeostasis after experimental peroral administration. In *Pesticide Biochemistry and Physiology*. vol. 98, 2010, no. 2, p. 231-218.

DALLE ZOTTE, A. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. In *Livestock Production Science*, vol. 75, 2002, p.11–32.

ENSER, M., HALLET, K., HEWITT, B., FURSEY, G. A. J., WOOD, J. D. 1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. In *Meat Science*, vol. 4, 1996, p. 443–456.

HÁSEK, O., PALANSKÁ, O. 1976. Determination of water holding capacity in meat by instruments at constant pressure. In *Poultry Industry*, vol. 18, 1996, p. 228–233.

HERMIDA, M., GONZALEZ, M., MIRANDA, M., RODRÍGUEZ-OTERO, J. L. 2006. Mineral analysis in rabbit meat from Galicia (NW Spain). In *Meat Science*, vol. 73, 2006, no. 4, p. 635–639.

HU, F. B., WILLETT, W. C. 2002. Optimal diets for prevention of coronary heart disease. In *Journal of the American Medical Association*, vol. 288, 2002, p. 2569–2578.

KALAFOVÁ, A., KOVÁČIK, J., JURČÍK, R., LUKÁČ, N., MASSÁNYI, P., CAPCAROVÁ, M., SCHNEIDGENOVÁ, M., ČUPKA, P. 2007. Minerálny profil králikov po experimentálnom podaní niklu a zinku. In *Zborník z VII. Celoslovenského seminára z fyziológie živočíchov*, 23. – 24. mája 2007. p. 124-129.

KALAFOVÁ, A., LUKÁČ, N., CAPCAROVÁ, M., SCHNEIDGENOVÁ, M., KOLESÁROVÁ, A., KOVÁČIK, J., ČUPKA, P., CHRENEK, P., MASSÁNYI, P. 2008. Účinok experimentálneho podania niklu a zinku na hladinu hepatálnych enzýmov králikov. In *Bezpečnosť a kvalita surovín a potravín zborník vedeckých prác z III. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou spojenou s 5. výročím vzniku FBP SPU v Nitre*, Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2008, p. 273-277, ISBN 978-80-8069-996-3.

KALAFOVÁ, A., KOVÁČIK, J., MASSÁNYI, P., SCHNEIDGENOVÁ, M., FILIPEJOVÁ, T., CAPCAROVÁ, M., CHRASTINOVÁ, E., JURČÍK, R., LUKÁČ, N., CHRENEK, P., ČUPKA, P. 2009a. Účinok experimentálneho podania niklu a zinku na jatočné zloženie králikov. In *Acta fytotechnica et zootechnica* (mimoriadne číslo). Článok zo zborníka: Bezpečnosť a kvalita surovín a potravín, IV. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou, Nitra: SPU, 27. – 28. január 2009a, p. 268-272.

KALAFOVÁ, A., MASSÁNYI, P., CHRENEK, P., KOVÁČIK, J., LUKÁČ, N., CHRASTINOVÁ, E.,

SCHNEIDGENOVÁ, M., ČUPKA, P., JURČÍK, R. 2009b. The effect of single nickel and combined nickel and zinc peroral administration on selected mineral blood parameters in female rabbits, In *Potravinárstvo*, vol. 3, 2009b, no. 4, p. 26-29.

KOLESÁROVÁ, A., CAPCAROVÁ, M., ARPÁŠOVÁ, H., KALAFOVÁ, A., MASSÁNYI, P., LUKÁČ, N., KOVÁČIK, J., SCHNEIDGENOVÁ, M. 2008. Nickel-induced blood biochemistry alterations in hens after an experimental peroral administration. In *Journal of Environmental Science and Health, part B*, vol. 43, 2008, no. 7, p. 625-632.

KOLESÁROVÁ, A., ROYCHOUDHURY, P., SLIVKOVÁ, J., MASSÁNYI, P., SIROTKIN, A., CAPCAROVÁ, M., MEDVEĎOVÁ, M., KOVÁČIK, J. 2009. Olovom indukované zmeny v sekrécii hormonálnych látok ovariálnymi granulóznymi bunkami prasničiek *in vitro*, In *Potravinárstvo*, vol. 3, 2009, no. 2, p. 30-34.

KOLESÁROVÁ, A., CAPCAROVÁ, M., ROYCHOUDHURY, P. 2010a. Metal induced ovarian signaling. Nitra : Slovak Agricultural University, 2010a, 135 p. ISBN 978-80-552-0456-7.

KOLESÁROVÁ, A., ROYCHOUDHURY, P., SLIVKOVÁ, J., SIROTKIN, A., CAPCAROVÁ, M., MASSÁNYI, P. 2010b. In vitro study on the effects of lead and mercury on porcine ovarian granulosa cells. In *Journal of environmental science and health, Part A*, vol. 45, 2010b, no. 3, p. 320-331.

KOLESÁROVÁ, A., CAPCAROVÁ, M., MEDVEĎOVÁ, M., SIROTKIN, A., KOVÁČIK, J. 2011. *In vitro* Assessment of Iron on Porcine Ovarian Granulosa Cells: secretory activity, markers of proliferation and apoptosis. In *Physiological Research*, 2011, in press.

KORÉNEKOVÁ, B., SKALICKÁ, M., KOŽÁROVÁ, I., MAČANGA, J., KORÉNEK, M. 2009. Sledovanie rizikových chemických prvkov u kačíc divých (*Anas platyrhynchos*), In *Potravinárstvo*, vol. 3, 2009, no. 2, p. 35-37.

LLAMAS, A., SANZ, A. 2008. Organ – distinctive changes in respiration rates of rise plants under nickel stress. In *Plant Growth Regul.*, vol. 54, 2008, p. 63-69.

LUDEWIG, M., TREEL, VAN N. 2003. Schlachtausbeute und Fleischqualität von Mastkaninchen in Abhängigkeit vom Alter. In *Fleischwirtschaft*, 2003, p.101-103.

MARTINIAKOVÁ, M., OMELKA, R., JANČOVÁ, A., FORMICKI, G., STAWARZ, R. 2009. Koncentrácia vybraných rizikových prvkov v stehnových kostiach hrdziaka hôrneho (*Clethrionomys glareolus*), In *Potravinárstvo*, vol. 3, 2009, no. 2, p. 54-57.

MEDVEĎOVÁ, M., KOLESÁROVÁ, A., CAPCAROVÁ, M., SIROTKIN, A., KOVÁČIK, J. 2010. The release of progesterone by ovarian granulosa cells following cobalt experimental administration. In *Potravinárstvo*, vol. 4, p. 330-336.

MEDVEĎOVÁ, M., KOLESÁROVÁ, A., CAPCAROVÁ, M., LABUDA, R., SIROTKIN, A., KOVÁČIK, J., BULLA, J. 2011. The effect of deoxynivalenol on the secretory activity, proliferation and apoptosis of porcine ovarian granulosa cells *in vitro*. In *Journal of Environmental Science and Health Part B*. in press.

PARIGI-BINI, R., XICCATO, G., CINETTO, M., DALLE ZOTTE, A. 1992a. Effetto dell'età e peso di macellazione e del sesso sulla qualità della carcassa e della

carne cunicola. 2. Composizione chimica e qualità della carne, In *Zoot. Nutr. Anim.*, vol.18, 1992b, p. 173-190.

PARIGI-BINI, R., XICCATO, G., CINETTO, M. 1992b. Effect of slaughter age and weight on carcass and meat quality of the commercial rabbit. In *Proc. 5th World rabbits congress*, Oregon, 1992, vol.2, p. 819-826.

SKALICKÁ, M., KORÉNEKOVÁ, B., KOŽÁROVÁ, I. 2009. Porovnávanie hladín zinku a medi u strelených a zabitých bažantov, In *Potravinárstvo*, vol. 3, 2009, no. 2, p. 64-66.

SHILS, M. E., OLSON, J. A., SHIKE, M., ROSS, A C. 1999. Modern Nutrition in Health and Disease: King, C.J., Keen, C.L.: Zinc. 9th edition, Williams & Wilkins, 1999, p. 223-239.

SKŘIVAN, M., SKŘIVANOVÁ, V., MAROUNEK, M., TŮMOVÁ, E., WOLF, J. 2000. Influence of dietary fat source and copper supplementation on broiler performance, fatty acid profile of meat and depot fat, and on cholesterol content in meat. In *British Poultry Science*, vol. 41, 2000, p. 608-614.

SKŘIVANOVÁ, V., SKŘIVAN, M., MAROUNEK, M., BARAN, M. 2001. Effect of feeding supplemental copper on performance, fatty acid profile and on cholesterol contents and oxidative stability of meat of rabbits. In *Arch. Anim. Nutr. – Arch. Tierernahr.*, vol. 54, 2001, p. 329-339.

ZADÁK, Z. 2002. Výživa v intenzivní péči. In *Grada Publishing a.s.*, 2002, p. 488.

Acknowledgments:

This work was supported by grant APVV SK-PL-0007-09.

Contact address:

Ing. Anna Kalafová PhD. Department of Animal Physiology, Slovak University of Agriculture, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, E-mail: anna.kalafova@uniag.sk

prof. Ing. Jaroslav Kováčik PhD Department of Animal Physiology, Slovak University of Agriculture, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, E-mail: jaroslav.kovacik@uniag.sk

doc. MVDr. Peter Massányi, PhD. Department of Animal Physiology, Slovak University of Agriculture, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, E-mail: peter.massanyi@uniag.sk

doc. Ing. Norbert Lukáč PhD. Department of Animal Physiology, Slovak University of Agriculture, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, E-mail: norolukac@gmail.com

MVDr. Rastislav Jurčík PhD. Institute of Nutrition, Animal Production Research Centre, Hlohovecka 2, Nitra, Slovakia, E-mail: jurcik@cvzv.sk

Ing. Monika Schneidgenová. Department of Animal Physiology, Slovak University of Agriculture, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, E-mail: monika.schneidgenova@uniag.sk