



ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

Animal Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

4

VOLUME 42 (LXX)
PRAHA
DUBEN 1997
CS ISSN 0044-4847

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření České akademie zemědělských věd a s podporou Ministerstva zemědělství České republiky

An international journal published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and with the promotion of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic

REDAKČNÍ RADA – EDITORIAL BOARD

Předseda – Chairman

Ing. Vít Prokop, DrSc. (Výzkumný ústav výživy zvířat, Pohořelice, ČR)

Členové – Members

Prof. Ing. Jozef Bulla, DrSc. (Výzkumný ústav živočišnej výroby, Nitra, SR)

Doc. Ing. Josef Čeřovský, DrSc. (Výzkumný ústav živočišné výroby Praha, pracoviště Kostelec nad Orlicí, ČR)

Prof. Dr. hab. Andrzej Filistowicz (Akademia rolnicza, Wrocław, Polska)

Ing. Ján S. Gavora, DrSc. (Centre for Food and Animal Research, Ottawa, Ontario, Canada)

Dr. Alfons Gottschalk (Bayerische Landesanstalt für Tierzucht, Grub, BRD)

Ing. Július Chudý, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)

Dr. Ing. Michal Ivan, DrSc. (Centre for Food and Animal Research, Ottawa, Ontario, Canada)

Prof. Ing. MVDr. Pavel Jelínek, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Prof. Dr. Ing. Ivo Kolář, CSc. (Výzkumný ústav pro chov skotu, s. r. o., Rapotín, ČR)

Ing. Jan Kouřil (Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Jihočeské univerzity, Vodňany, ČR)

Prof. Ing. František Louda, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Prof. Ing. Josef Mácha, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

RNDr. Milan Margetin, CSc. (VÚŽV Nitra, Stanica chovu a šľachtenia oviec a kôz, Trenčín, SR)

Dr. Paul Millar (BRITBREED, Edinburgh, Scotland, Great Britain)

Ing. Ján Poltársky, DrSc. (Výzkumný ústav živočišnej výroby, Nitra, SR)

Ing. Antonín Stratil, DrSc. (Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR, Liběchov, ČR)

Ing. Pavel Trefil, CSc. (Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha-Uhřetěves, ČR)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

Ing. Marie Černá, CSc.

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce a studie typu review z oblasti genetiky, šlechtění, fyziologie, reprodukce, výživy a krmení, technologie, etologie a ekonomiky chovu skotu, prasat, ovcí, koz, drůbeže, ryb a dalších druhů hospodářských zvířat.

Časopis je citován v bibliografickém časopise Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences a v časopise Animal Breeding Abstracts. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 42 vychází v roce 1997.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Marie Černá, CSc., vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1997 je 672 Kč.

Aims and scope: The journal publishes scientific papers and reviews dealing with the study of genetics and breeding, physiology, reproduction, nutrition and feeds, technology, ethology and economics of cattle, pig, sheep, goat, poultry, fish and other farm animal management.

The journal is cited in the bibliographical journal Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences and abstracted in Animal Breeding Abstracts. Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 42 appearing in 1997.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Marie Černá, CSc., editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1997 is 170 USD (Europe), 177 USD (overseas).

NUTRITIVE VALUE OF EGGS IN LOW AND HIGH CHOLESTEROL GROUPS OF JAPANESE QUAIL – FATTY ACIDS, FAT-SOLUBLE VITAMINS, AMINO ACIDS

NUTRIČNÍ HODNOTA VAJEC JAPONSKÝCH KŘEPELEK ŠLECHTĚNÝCH NA NÍZKÝ A VYSOKÝ OBSAH ŽLOUTKOVÉHO CHOLESTEROLU – MASTNÉ KYSELINY, LIPOFILNÍ VITAMINY, AMINOKYSELINY

J. Simeonová¹, J. Baumgartner², K. Miková³

¹ Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

² Research Institute of Animal Production, Poultry Breeding Station, Ivanka pri Dunaji, Slovak Republic

³ Boneco, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: We evaluated the content of vitamins retinol (as retinol acetate), cholecalciferol and tocopherol, the content of fatty acids and amino acids in eggs of two groups of Japanese quail selected for low (LC) and high (HC) yolk cholesterol concentration.

1. Content of retinol (as retinol acetate) was in LC-group 228.7 and in HC-group 294.5 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ wet yolk (mean value) ($P \leq 0.05$).
2. Content of cholecalciferol was in LC-group 1.341 and in HC-group 1.667 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ wet yolk (mean value).
3. Content of tocopherol was in LC-group 2.89 mg and in HC-group 3.93 mg/100 g wet yolk (mean value).
4. By analysing yolk fatty acids we found in LC-group 11.2% myristic acid but none was found in HC-group. We found in HC-group 8.12% stearic acids but none was found in LC-group. The content of oleic acids was by 12% higher in LC-group. In HC-group the content of unsaturated fatty acids with longer chain $\text{C}_{22}\text{--}\text{C}_{30}$ (10.3%) was twice as high as in LC-group (4.5%).

Japanese quail eggs; group differences; vitamins; retinol; cholecalciferol; tocopherol; amino acids composition; yolk fatty acids

ABSTRAKT: Byl hodnocen obsah retinolu (ekvivalent retinolacetátu), cholekalciferolu, tokoferolu, mastných kyselin a aminokyselin ve vejcích dvou skupin japonských křepelky selektovaných na nízký (LC) a vysoký (HC) obsah cholesterolu ve žloutku.

1. Obsah retinolu byl u skupiny LC 228,7 a u skupiny HC 294,5 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ žloutku (průměrná hodnota) ($P \leq 0,05$).
2. Obsah cholekalciferolu byl u skupiny LC 1,341 a u skupiny HC 1,667 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ žloutku (průměrná hodnota).
3. Obsah tokoferolu byl u skupiny LC 2,89 mg a u skupiny HC 3,93 mg/100 g žloutku (průměrná hodnota).
4. Při analýze mastných kyselin bylo zjištěno u skupiny LC 11,2 % kyseliny myristové, u skupiny HC zjištěna nebyla. U skupiny HC byla zjištěna kyselina stearová v množství 8,12 % a naopak nebyla zjištěna u skupiny LC. Obsah kyseliny olejové byl o 12 % vyšší u skupiny LC. U skupiny HC byl obsah nenasyčených mastných kyselin s dlouhým řetězcem $\text{C}_{22}\text{--}\text{C}_{30}$ (10,3 %) dvakrát vyšší než u skupiny LC (4,5 %).

vejce japonské křepelky; skupinové rozdíly; retinol; cholekalciferol; tokoferol; aminokyseliny; mastné kyseliny

INTRODUCTION

The fatty acid composition of egg yolk is influenced by many factors. The influence of the composition of the food is well known in both domestic fowl and Japanese quail (Vilchez et al., 1990). Metabolism of lipids in domestic fowl was studied in detail by Noble (cit. Wells, Belyavin, 1987). Differences in fatty acid composition in yolk of various breeds of

domestic fowl were found by Edwards (1964) and particularly in palmitoleic acid (16:1), stearic acid (18:0), linoleic acid (18:2) and arachidonic acid (20:4). Ferreira et al. (1976) found significant differences between various breeds of domestic fowl in oleic acid (18:1), stearic acid (18:0) and palmitoleic acid (16:1). Demarne et al. (1984) found in bantam hens lower content of oleic acid and more linoleic acid in triacylglycerols of yolk in comparison with hens of normal

body size. Ferreira et al. (1976) found significant differences between various breeds of domestic fowl in oleic acid (18:1), stearic acid (18:0) and palmitoleic acid (16:1). Bitman and Wood (1980) found significant differences between various species of birds too. Adachi et al. (1978) found similar fatty acid composition in hens and quails. Farr et al. (1972) found a significant difference between the content of stearic acid (18:0) and oleic acid (18:1) in neutral yolk lipids of two lines of Japanese quail.

The variability of fat-soluble vitamins in yolk is considerable and is strongly influenced by the food. Brooks and Taylor (1953) indicated the wide range of retinol to be expected in yolk of hen eggs from 60 to 300 µg/100 g yolk and of cholecalciferol from 0.125 to 1.75 µg/100 g yolk. From later literature data Paul and Southgate (1978) reported about 400 µg of retinol and 5 µg of cholecalciferol/100 g yolk. In the quail eggs Kim and Rhee (1985) found 156.6 µg retinol/100 g yolk. The average value of tocopherol 3 mg in 100 g wet yolk of hen eggs was found by Izák et al. (1978).

MATERIAL AND METHODS

We evaluated the eggs of laboratory housed Japanese quail. The quail layers were fed on turkey layer-parent diet with 18% protein and 11.0 MJ/kg diet.

We have started a selection experiment to produce a group with the low (LC group) and high egg yolk cholesterol concentration (HC group) from random-bred, egg type, wild colour plumage stock (Baumgartner, 1990). Selection was based on low or high

concentration of yolk cholesterol (milligrams cholesterol per 100 grams wet yolk). The females were selected according to their individual records. Males were selected after records of their sisters. Number of females and also of males in the parental generation was 60 + 60. We have chosen 25 females with the lowest and 25 females with the highest yolk cholesterol concentration after yolk cholesterol estimate for producing the F1 generation. Egg yolk cholesterol content was estimated by a spectrophotometric method (Gissel, 1975). From the birds of F1 generation we have randomly chosen 31 females of the LC and 30 females of the HC groups at the age of 10–12 weeks. Yolk fat-soluble vitamins retinol, cholecalciferol and tocopherol were estimated as follows. Eggs were taken from 16 HC-group quails (5 eggs from each quail) as well as from 15 LC-group quails (5 eggs from each quail). Values of retinol, cholecalciferol and tocopherol content in each quail were assessed from mixed samples. Yolks were saponified in the ethanol solution KOH, the solution was extracted by diethyl ether, extracts were dried and evaporated *in vacuo*. Evaporation residue was dissolved in methanol. The quantification was by HPLC on an HPL chromatograph PU 8800/31 (Pye Unicam, GB).

Yolk fatty acids were evaluated in one mixed sample from the LC-group (168 eggs from 31 quails) and in one mixed sample from the HC-group (133 eggs from 30 quails). After yolk fat saponification in methanol solution NaOH, fatty acids were esterified (boron trifluoride). Methyl esters of fatty acids were assessed by gas chromatography and compared with standards of methyl esters of fatty acids (Supelco RM-6, mix of methyl esters of myristic, palmitic, palmitoleic, stearic, oleic, linoleic and linolenic acid. USA, AOAC Oil Re-

I. Comparison of yolk fatty acid composition in LC and HC group with literature data

Fatty acid		Fatty acid composition in %						
		Japanese quail egg					hen egg	
		1) LC	1) HC	2)	3)	4)	2)	5)
Myristic	14:0	11.20	–	0.6		0.9–1.1	0.4	0.1
Palmitic	16:0	19.62	26.40	25.2	24.2	24.5–29.2	25.3	25.2–26.0
Palmitoleic	16:1	4.23	6.45	6.3	5.2	5.9–8.6	3.9	4.2–5.5
Stearic	18:0	–	8.12	7.7	10.1	6.9–9.1	8.9	7.4–9.8
Oleic	18:1	54.15	42.49	44.0	45.0	41.2–52.1	42.9	46.8–48.2
Linoleic	18:2	6.04	5.87	10.2	5.5	6.8–15.2	14.2	11.5–13.7
Linolenic	18:3	0.23	0.35	0.7	–	0.2–0.9	1.0	–
Arachidonic	20:4			1.6		1.2–2.2	1.6	0.2–0.5
Others unsaturated	C > 22	4.53	10.3					

1) our own present results

2) Bitman and Wood (1980)

3) Adachi et al. (1978)

4) Vilchez (1990) (difference – food)

5) Edwards (1964) (difference – breed)

LC – group selected for yolk low cholesterol content

HC – group selected for yolk high cholesterol content

Line	Retinol		Cholecalciferol		Tocopherol
	I.U.	µg retinol acetate/100 g wet yolk	I.U.	µg cholecalciferol/100 g wet yolk	mg tocopherol/100 g wet yolk
LC	664.90 ⁺	228.70 ⁺	53.63	1.341	2.89
	±62.38	±18.71	±6.59	±0.165	±0.50
HC	856.00 ⁺	294.50 ⁺	66.70	1.667	3.93
	±65.69	±19.71	±7.61	±0.190	±0.41

⁺ P ≤ 0.05

ference Mix, catal.n.0-7631). The quantification was by gas chromatography (HP 5890 Hewlett-Packard, USA).

Amino acids were evaluated in a mixed random sample of 8 eggs from the LC-group and in a mixed random sample of 8 eggs from the HC-group. After homogenisation of egg contents and acid hydrolysis (20 hours in 6N HCl) samples were dried, evaporated, and dissolved in lithium-citrate buffer of pH 2.2. Quantification was by automatic amino-acid analyser (AAA T 399 M-Mikrotechna Praha, CR). Elution was carried out by a 5-buffer system with Li⁺ elution buffers. The integration of the reading was evaluated on an integrator (Shimadzu Chromatopac C-R3A).

RESULTS AND DISCUSSION

The yolk fatty acid composition of LC and HC groups are compared with published data in hens and quails in Tab. I. In the HC-group, the values are similar to those of other authors, for both quails and hens (Bitman, Wood, 1980; Adachi et al., 1978; Vilchez et al., 1990; Edwards, 1964). In the LC-group the relatively high yield of myristic acid (14:0) was impressive because it is usually only 1% in egg yolk (Bitman, Wood, 1980; Vilchez et al., 1990; Edwards, 1964) but the normally common stearic acid (18:0) was absent. We have not found any support in the literature for this surprising finding. In the LC-group the yield of oleic acid was higher and the yield of unsaturated fatty acids (C > 22) lower than in the HC-group. Our results parallel the data of Farr et al. (1972) so that in neutral yolk lipids the decrease in stearic acid was matched by the increase in oleic acid. The smallest difference between the LC and HC-group was in linoleic acid (18:2). Edwards (1964) in contrast found a significant difference between the breeds of hens in this fatty acid, and also in oleic, stearic and palmitoleic acid. Ferreira et al. (1967) also confirmed in hens the differences between quail lines found in our research. The saturated fatty acid value of 34.5% found in our HC-group corresponds to the value of 34.2% reported by Noble (cit. Wells, Belyavin, 1987), while the content of saturated fatty acids in the LC-group was 30.8%.

Mean values with standard errors of retinol, cholecalciferol and tocopherol in the wet yolk of LC and

HC-groups are shown in Tab. II. All fat soluble vitamins were higher in the HC-group but the difference was significant only for retinol. Our values of retinol were considerably higher (see Tab. II) than the data of Kim and Rhee (1985). Our findings are consistent with data reported by Brooks and Taylor (1953) more than with those of Paul and Southgate (1978) for hens' eggs. The tocopherol content agrees with the data of Izák et al. (1978).

The amino acid composition of Japanese quail eggs for LC and HC groups is shown in Tab. III. A rather larger difference was found only in lysine, valine, isoleucine and leucine (more in LC-group) and in cysteine (less in LC-group). These differences were not statistically processed because the analysis was only carried out by 1 mixed sample of LC-group eggs and by 1 mixed sample of HC-group eggs, that is why data in Tab. IV are not comparable with literature data. The importance of this table is complementary.

III. Comparison of amino acid composition of Japanese quail eggs between LC and HC groups

Amino acid	Japanese quail eggs g/100 g whole egg content	
	LC	HC
Lysine	0.955	0.869
Histidine	0.365	0.327
Aspartic acid	1.219	1.184
Arginine	0.713	0.654
Threonine	0.858	0.811
Serine	0.885	0.921
Glutamic acid	1.606	1.617
Proline	0.397	0.425
Glycine	0.445	0.423
Alanine	0.713	0.665
Valine	0.812	0.660
Cysteine	0.640	0.798
Methionine	0.349	0.306
Isoleucine	0.628	0.532
Leucine	1.153	1.054
Tyrosine	0.471	0.474
Phenylalanine	0.727	0.663

IV. Composition of experimental diet

Ingredients in grams/1 kg of diet	
Fish meal	10 g
Meat bone meal II	50 g
Torula	20 g
Soybean meal	150 g
Wheat feeding meal	20 g
Corn	170 g
Wheat	385 g
Oat	100 g
Vitamin premix I	50 g
Salt	3 g
Mindophcal	7 g
VITATEP KT	25 g
Supplement of biofactors KT	10 g
Total	1 000 g
Content of nutrients in 1 kg of diet	
ME _N	11.02 MJ
Crude protein	180.10 g
Methionine	3.72 g
Lysine	2.80 g
Calcium	23.32 g
Phosphorus	8.70 g
Composition of supplement of biofactors KT in 1 kg of diet	
Vitamin A	15 000 I.U.
Vitamin D ₃	1 500 I.U.
Vitamin B ₁	1.0 mg
Vitamin B ₂	6.0 mg
Vitamin B ₆	2.0 mg
Vitamin E	30.0 mg
Vitamin K ₃	2.0 mg
Niacin	15.0 mg
Ca pantothenate	10.0 mg
Biotin	0.3 mg
Folic acid	0.5 mg
Cholinechloride	1 000.0 mg

REFERENCES

- ADACHI, S. – SUYAMA, J. – SUGAWARA, H. – NAGAI, J.: Lipids in the egg yolk of Japanese quail (*Coturnix Coturnix Japonica*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 60, 1978: 117–120.
- BAUMGARTNER, J.: Japanese quail as laboratory animal. Bratislava, Agriculture Science, Veda 1990. 98 p. (in Slovak).
- BITMAN, J. – WOOD, D. L.: Cholesterol and cholesteryl esters of eggs from various avian species. *Poult. Sci.*, 59, 1980: 2014–2023.
- BROOKS, J. – TAYLOR, D. J.: Eggs and egg products. Scientific and technical surveys, No. 20. The British Food Manufacturing Industries Research Association, Leatherhead, Surrey, UK, 1953.
- DEMARNE, Y. – MERAT, P. – PIHET, A.: The composition of yolk lipids in eggs of normal and dwarf Leghorn hens. *Génét., Sélec., Evol.*, 16, 1984: 211–220.
- EDWARDS, H. M. Jr.: The influence of breed and or strain on the fatty acid composition of egg lipids. *Poult. Sci.*, 43, 1964: 751–754.
- FARR, F. M. – GARDNER, F. A. – COUCH, J. R.: The fatty acid composition of egg yolk lipids from two strains of Bobwhite quail. *Poult. Sci.*, 51, 1972: 1032–1035.
- FERREIRA, M. O. – CAMPOS, E. J. – SANTOS, E. C.: Fatty acid composition of egg yolk as influenced by the dietary energy level and strain of hen. *Poult. Sci.*, 55, 1976: 2035.
- GISSEL, C.: Eine modifizierte und abgekürzte Methode zur Cholesterinbestimmung im Eidotter mit der Liebermannschen Farbreaktion. *Arch. Lebensm.-Hyg.*, 26, 1975: 74–75.
- IZÁK, Š. et al.: Hygiena potravín III. Bratislava, Príroda 1978. 365 p.
- KIM, M. J. – RHEE, H. S.: Determination of retinol equivalent and identification of carotenoids in hen, quail and duck eggs. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 14, 1985: 391–395.
- PAUL, A. A. – SOUTHGATE, D. A. T.: The composition of Foods. London, HMSO 1978.
- VILCHEZ, C. – TOUCHBURN, S. P. – CHAVEZ, E. R. – CHAN, C. W.: The influence of supplemental corn oil free fatty acids on the reproductive performance of Japanese quail. *Poult. Sci.*, 69, 1990: 1533–1538.
- WELLS, R. G. – BELYAVIN, C. G.: Egg quality. In: 20th *Poult. Sci. Symp. Current Problems and Recent Advances*. Butterworths & Co 1987. 302 p.

Received for publication on October 4, 1996

Contact Address:

Doc. Ing. Jana Šimeonová, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 11 11, fax: 05/45 21 20 44

VPLYV GENOTYPU A FYZIOLOGICKÉHO STAVU NA OBSAH NIEKTORÝCH MINERÁLNYCH PRVKOV V SRSTI SAMÍC NUTRIÍ

THE EFFECT OF GENOTYPE AND PHYSIOLOGICAL CONDITION ON THE CONTENT OF SOME MINERALS IN THE FUR OF COYPU FEMALES

D. Mertin¹, K. Süvegová¹, P. Flak¹, P. Svatko², I. Točka³

¹Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

²Institute of Animal Physiology, Slovak Academy of Sciences, Košice, Slovak Republic

³University of Agriculture, Faculty of Agronomy, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Six female coypus of different mutations – standard, Greenland, silver and white – were included in a trial conducted in the Research Institute of Animal Production at Nitra. The animals were housed in halls, in one-storey cages with pools. They received granular feed mixture KK, and alfalfa and fodder beet as saturation supplement. Water from pools was used for drinking. The objective of the trial was to determine Ca, K, Na, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Co concentrations in the fur of female coypus in certain body regions, in the central dorsal and ventral regions, and in relation to the physiological condition (stage): 1. primiparas, age of 8 months – fur maturity stage, 2. females on the day of delivery, 3. females on the day of young weaning. Fur samples were taken by clipping under halothane anesthesia. One sample consisted of about 2 g of fur. Element contents were determined by the method of atom absorption spectral photometry. Three measurements of each sample were done. The results were subjected to mathematico-statistical processing by two-factor analysis of variance. Ca concentrations in the coypu fur were 1 220.45 in the dorsal region and 1 409.07 mg/kg dry matter in the ventral region. The concentration was highest in standard coypus. Maximum concentrations were observed after delivery. K concentrations amounted to 404.43 in the dorsal region and to 195.01 mg/kg dry matter in the ventral region. The concentration was highest in standard coypus. Maximum values were recorded in the dorsal region after delivery and in the ventral region after weaning. Na concentrations were 244.48 and 125.43 mg/kg dry matter in the dorsal and ventral regions, respectively. Maximum concentrations were observed in white coypus. Na concentration was highest in the dorsal region after delivery and in the ventral region after weaning. Mg concentrations were 584.50 in the dorsal region and 601.93 mg/kg dry matter in the ventral region. It is interesting that the highest concentration of this element was recorded at the age of 8 months while the lowest at the time of young weaning. Fe concentrations were 139.97 and 128.70 mg/kg dry matter in the dorsal and ventral regions, respectively, with the maximum value in standard coypus. Fe concentrations showed their increase in relation to the physiological condition. Zn concentrations were basically identical, 152.85 in the dorsal region and 152.93 mg/kg dry matter in the ventral region. The highest Zn concentration was observed in white coypus. Zn concentrations were also balanced with respect to comparison of physiological conditions. Cu concentrations were 6.29 in the dorsal region and 6.87 mg/kg dry matter in the ventral region, the highest concentration was observed in Greenland coypus. The lowest concentration was measured after delivery. Mn concentrations in the coypu fur were 2.46 and 3.90 mg/kg dry matter in the dorsal and ventral regions, respectively. A substantially lower Mn concentrations were observed at the age of 8 months. Co concentrations were 0.71 in the dorsal region and 0.65 mg/kg dry matter in the ventral region. These concentrations at the age of 8 months and at the time of delivery were basically identical with the higher values at weaning. It can be concluded from the results that mineral composition of the fur of adult female coypus varies in relation to age, genotype and physiological condition.

coypu; fur; mineral elements; physiological condition

ABSTRAKT: Pokus sa uskutočnil vo VÚŽV v Nitre. Do pokusu bolo zaradených šesť samíc nutrií rôznych mutácií – štandardná, grönlandská, strieborná a biela. Zvieratá boli v halovom ustajnení v jednopodlažných klietkach s bazénmi. Kŕmené boli granulovanou kŕmnu zmesou KK a ako sýťostný doplnok dostávali lucernu a kŕmnu repu. Na napájanie slúžila voda z bazénov. Cieľom pokusu bolo zistiť koncentráciu Ca, K, Na, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Co v srsti samíc nutrií vo vybraných krajinách tela (v strede chrbta a brucha) a v závislosti od fyziologického stavu (obdobie): 1. prvôtky, vek 8 mesiacov – obdobie kožušínovej zrelosti, 2. samice v deň pôrodu, 3. samice v deň odstavu mláďat. Vzorky srsti sa odoberali v halotanovej narkóze, vystrihovaním. Jedna vzorka obsahovala cca 2 g srsti. Obsah prvkov sa stanovoval metódou atómovej absorpcie

spektrálnej fotometrie. Z každej vzorky boli urobené tri merania. Výsledky boli matematicko-štatisticky spracované dvojfaktorovou analýzou rozptylu. Na základe výsledkov možno konštatovať, že minerálne zloženie srsti adultných samíc nutrií sa mení v závislosti od veku, genotypu a fyziologického stavu.

nutria; minerálne látky; srst; fyziologický stav

ÚVOD

Prezentovaná práca je príspevkom k riešeniu problematiky koncentrácie minerálnych látok v organizme bylinožravých kožušinových zvierat. V práci sa venujeme štúdiu minerálneho zloženia srsti samíc nutrií rôznych genotypov v závislosti od ich fyziologického stavu.

Jedným z hlavných činiteľov, ktoré vplývajú na chemické zloženie tela zvierat, je vek. V porovnaní s novouľiahnutými zvieratami sa koncentrácia vápnika, draslíka, fosforu, horčíka, zinku a mangánu v organizme dospelých zvierat zvyšuje, zatiaľ čo koncentrácia sodíka, chlóru, železa (nie u všetkých druhov), medi, jódu a molybdénu klesá. Málo sa mení obsah kobaltu. Na minerálne zloženie tela vplývajú okrem veku aj druhové a plemenné rozdiely, ročné obdobia, fyziologický stav – laktácia, gravidita (Georgievskij et al., 1982). Minerálne látky majú veľký vplyv na plodnosť a priebeh funkcií reprodukcie (Kliment a kol., 1983). V súvislosti s graviditou a laktáciou vznikajú v organizme samíc výrazné zmeny, predovšetkým v látkovej premene. Zvýšené nároky zvierat sa často odrážajú v zmenenej tvorbe rohovinových útvarov a srsti (Kudláč, Elečko a kol., 1987). Zmena metabolizmu v období rozmnožovania má vplyv na zmenu zloženia srsti a obyčajne sa negatívne prejaví na jej kvalite (Makar et al., 1982; Švec et al. 1982). Reis et al. (1988, 1991) sledovali zmeny koncentrácie zinku, medi, vápnika, horčíka v orgánoch myši gravidných a laktujúcich v porovnaní s negavidnými a nelaktujúcimi a zmeny koncentrácie zinku v celých telách samíc v obdobných fyziologických štádiách. Obsah minerálnych látok v orgánoch samíc bol v jednotlivých fyziologických štádiách štatisticky významne rozdielny.

Počas gravidity u žien klesá koncentrácia zinku (Briggs et al., 1972; Vir et al., 1981) a železa (Hambidge, Droegemueller, 1974) vo vlašoch. Osmanov a Ašurbekov (1974) zistili v srsti gravidných kráv a byvolíc vyšší obsah železa a mangánu, u kráv viac sodíka a u byvolíc viac sodíka a horčíka, v porovnaní s negavidnými kravami a byvolicami. Podľa autorov Gumz a Gager (1976) sa v štetinách gravidných prasníc zvyšuje obsah vápnika a klesá obsah horčíka, draslíka a sodíka, avšak po 42. dni laktácie sa opäť zvyšuje. Počas laktácie sa zvyšuje obsah medi a znižuje sa obsah zinku a železa.

Štúdiu minerálneho zloženia srsti kožušinových zvierat sa venovali Berestov et al. (1984), Bialkowski, Saba (1985), Lohi, Jensen (1991) a Mertin et al. (1991, 1992a, b). Autori sledovali koncentráciu minerálnych prvkov v srsti a jej ovplyv-

nenie farbou, pohlavím, lokalitou odberu a kategóriou chlpov čeľade *Mustelidae* a *Canidae*. Minerálne zloženie srsti nutrií sledovali Hanusová et al. (1995), Mertin et al. (1994a, b, c, 1995) a Süvegová et al. (1996). Analyzovali obsah minerálnych látok srsti štandardných a grónlandských nutrií v priebehu ontogenézy v závislosti od pohlavia a krajiny tela.

MATERIÁL A METÓDA

Pokusné sledovanie sa uskutočnilo na Experimentálnej farme kožušinových zvierat Výskumného ústavu živočíšnej výroby v Nitre. Do pokusu bolo zaradených šesť samíc nutrií rôznych mutácií – štandardná (Š), grónlandská (GR), strieborná (S) a biela (B). Zvieratá boli v halovom ustajnení v jednopodlažných kliebkach s bazénmi. Kŕmené boli granulovanou kŕmnom zmesou KK (výrobca PD Čataj) a ako sytostný doplnok dostávali lucernu (v jarno-letnom období) a kŕmnu repu (v jesenno-zimnom období). Na napájanie slúžila voda z bazénov. Zvieratá zaradené do pokusu boli klinicky zdravé.

Cieľom pokusného sledovania bolo zistiť koncentráciu Ca, K, Na, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Co v srsti samíc nutrií rôznych genotypov vo vybraných krajinách tela (v strede chrbta a brucha) a v závislosti od fyziologického stavu (obdobie): 1. prvotky – pohlavná dospelosť, vek 8 mesiacov – obdobie kožušiny zrelosti, 2. samice v deň pôrodu, 3. samice v deň odstavy mláďat.

Vzorky srsti sa odoberali v halotanej narkóze, vystrihovaním. Táto metóda umožnila dobrú fixáciu zvierat, ktoré sú veľmi temperamentné, a neovplyvnila výsledky pokusu. Jedna vzorka obsahovala cca 2 g srsti. Koncentrácia sledovaných minerálnych látok sa stanovovala metódou atómovej absorpčnej spektrálnej fotometrie. Z každej vzorky boli urobené tri merania.

Získané pozorovania sme matematicko-štatisticky spracovali nasledovne:

- vzhľadom na opakované merania v čase na jednotlivých zvieratách, sme pre každé zviera stanovili aritmetické priemery troch meraní;
- získané priemery sme vyhodnotili pomocou dvojfaktorovej analýzy rozptylu s opakovanými pozorovaniami na totožných jedincoch podľa modelovej rovnice:

Pozorovania (priemery) $y_{ijk} = \mu + \text{genotyp } g_i + \text{zvieratá in genotyp } a_{j:i} + \text{obdobie } p_k + \text{interakcia genotyp x obdobie } (gp)_{ik} + \text{interakcia obdobie x zvieratá in genotyp } (pa)_{kj:i} + \text{chyba } e_{t:ijk}$,
kde μ celopopulačný priemer a vlastnú experimentálnu chybu pre posúdenie vplyvov období p_k a interakcie

(g_p)_{ik} tvorí súčet (pa)_{kj:i} + $e_{l:ijk}$. Ide teda o typickú analýzu rozptylu typu split-plot (Groffik, Flak, 1990). Elementárne kontrasty sme vyhodnotili pomocou F -kritéria (Winer, 1971).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Základné variačno-štatistické charakteristiky minerálnych látok v srsti nutrií uvádzame podľa genotypu, krajín tela a fyziologických štádií (období) v tab. I.

Priemerný obsah Ca v srsti nutrií v krajine chrbta spolu bol 1 220,45 mg/kg sušiny. Najvyšší obsah sme zistili u štandardných nutrií a najnižší u strieborných nutrií. Z hľadiska fyziologického štádia bola u prvôstok v období kožušínovej zrelosti vo veku 8 mesiacov najnižšia koncentrácia (575,67 mg/kg sušiny) a najvyššia pri pôrode (1 623,79 mg/kg sušiny). Obsah Ca v krajine brucha spolu bol 1 409,07 mg/kg sušiny, pričom aj tu sme najvyšší obsah zistili u štandardných nutrií a najnižší u grönlandských nutrií. Podobne ako aj v krajine chrbta sme najnižšiu koncentráciu zaznamenali u prvôstok v období kožušínovej zrelosti vo ve-

ku 8 mesiacov (554,32 mg/kg sušiny) a najvyššiu pri pôrode (1 940,51 mg/kg sušiny). Relatívna premenlivosť obsahu Ca podľa genotypov a krajín tela sa pohybovala od 39,60 do 72,26 %.

Priemerný obsah K v krajine chrbta spolu bol 404,43 mg/kg sušiny, pričom najvyššiu hodnotu sme zistili u štandardných nutrií a najnižšiu u strieborných nutrií. V období kožušínovej zrelosti vo veku 8 mesiacov bola koncentrácia K 115,19 mg/kg sušiny a pri pôrode 682,62 mg/kg sušiny. Obsah K v krajine brucha bol značne nižší a predstavoval spolu 195,01 mg/kg sušiny. Najvyššia koncentrácia K bola u štandardných nutrií a najnižšia u grönlandských nutrií. V období kožušínovej zrelosti vo veku 8 mesiacov v krajine brucha bol obsah K 46,51 mg/kg sušiny. Najvyšší obsah sme zistili pri odstave (317,04 mg/kg sušiny). Relatívna premenlivosť obsahu sledovaného prvku podľa genotypov a krajín tela sa pohybovala od 48,68 do 82,59 %.

Priemerný obsah Na v srsti nutrií spolu v krajine chrbta bol 244,48 mg/kg sušiny, pričom minimálne hodnoty sme zistili u grönlandských nutrií a maximálne u bielych nutrií. V období kožušínovej zrelosti vo veku 8 mesiacov v krajine chrbta bol obsah Na najnižší

I. Základné variačno-štatistické charakteristiky minerálnych prvkov v srsti nutrií (mg/kg sušiny) – Basic variation-statistical characteristics of mineral elements in coyup fur (mg/kg dry matter)

Genotyp ¹	Š	GR	S	B	G spolu ²
n	6	6	6	6	24
Vápnik ³ – chrbát ⁴					
$\bar{x}$	1 711,33	1 153,04	994,90	1 022,53	1 220,45
s	677,74	616,58	406,60	738,21	651,49
v%	39,60	53,47	40,87	72,19	53,38
P	8 mesiacov ⁵	pôrod ⁶	odstav ⁷		
	$\bar{x}$ = 575,67	$\bar{x}$ = 1 623,79	$\bar{x}$ = 1 461,90		
Spolu ²	s = 372,03	s = 615,11	s = 387,49		
Vápnik – brucho ⁸					
$\bar{x}$	1 761,73	1 196,03	1 253,58	1 424,94	1 409,07
s	1 005,81	576,09	818,84	1 029,63	848,35
v%	57,09	48,42	65,32	72,26	60,21
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x}$ = 554,32	$\bar{x}$ = 1 940,51	$\bar{x}$ = 1 732,37		
Spolu	s = 139,85	s = 774,04	s = 684,73		
Draslík ⁹ – chrbát					
$\bar{x}$	513,59	327,84	308,47	467,80	404,43
s	424,16	203,35	242,03	247,83	286,84
v%	82,59	62,03	78,46	52,98	70,92
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x}$ = 115,19	$\bar{x}$ = 682,62	$\bar{x}$ = 415,57		
Spolu	s = 40,73	s = 241,88	s = 161,36		
Draslík – brucho					
$\bar{x}$	223,56	168,88	203,54	184,08	195,01
s	162,84	82,22	191,33	126,96	138,34
v%	72,84	48,68	94,00	68,97	70,94
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x}$ = 46,51	$\bar{x}$ = 221,49	$\bar{x}$ = 317,04		
Spolu	s = 35,34	s = 56,58	s = 124,12		

Genotyp ¹	Š	GR	S	B	G spolu ²
n	6	6	6	6	24
Sodík ¹⁰ – chrbát					
$\bar{x}$	238,42	197,36	261,71	280,44	244,48
s	144,43	144,68	151,35	171,42	146,48
v%	60,58	73,30	57,83	61,13	59,91
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 110,60$	$\bar{x} = 402,89$	$\bar{x} = 219,97$		
Spolu	s = 30,31	s = 113,39s	= 82,91		
Sodík – brucho					
$\bar{x}$	135,08	69,97	140,28	156,37	125,43
s	95,12	47,38	102,32	89,70	81,26
v%	70,42	67,71	72,94	57,36	69,57
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 41,96$	$\bar{x} = 163,69$	$\bar{x} = 170,63$		
Spolu	s = 18,59	s = 38,14	s = 106,05		
Horčik ¹¹ – chrbát					
$\bar{x}$	677,88	452,41	543,60	664,11	584,50
s	350,00	265,70	396,86	370,31	339,03
v%	51,63	58,73	73,00	55,76	58,00
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 922,11$	$\bar{x} = 474,30$	$\bar{x} = 375,10$		
Spolu	s = 211,56	s = 352,32	s = 64,44		
Horčik – brucho					
$\bar{x}$	687,07	436,35	568,80	715,51	601,93
s	266,02	248,13	353,45	347,64	308,05
v%	38,72	56,86	62,14	48,59	51,18
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 943,80$	$\bar{x} = 468,36$	$\bar{x} = 393,63$		
Spolu	s = 134,64	s = 251,02	s = 164,63		
Železo ¹² – chrbát					
$\bar{x}$	168,69	108,22	132,02	150,97	139,97
s	123,26	31,42	62,00	102,26	84,57
v%	73,07	29,03	46,97	67,73	60,42
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 69,57$	$\bar{x} = 165,57$	$\bar{x} = 184,78$		
Spolu	s = 37,64	s = 78,44	s = 84,99		
Železo – brucho					
$\bar{x}$	152,00	134,60	123,27	104,92	128,70
s	124,08	45,39	68,60	25,07	72,53
v%	81,63	33,72	55,65	23,90	56,36
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 78,52$	$\bar{x} = 135,34$	$\bar{x} = 172,23$		
Spolu	s = 23,49	s = 34,45	s = 102,24		
Zinok ¹³ – chrbát					
$\bar{x}$	139,94	152,12	156,46	162,87	152,85
s	4,50	19,71	11,32	15,07	15,47
v%	3,21	12,96	7,23	9,25	10,12
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 153,60$	$\bar{x} = 155,39$	$\bar{x} = 149,55$		
Spolu	s = 9,30	s = 16,56	s = 20,13		

Genotyp ¹	Š	GR	S	B	G spolu ²
n	6	6	6	6	24
Zinok – brucho					
$\bar{x}$	143,44	158,83	140,21	169,23	152,93
s	9,44	20,47	39,16	8,11	24,54
v%	6,58	12,89	27,93	4,79	16,05
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 161,39$	$\bar{x} = 141,82$	$\bar{x} = 155,57$		
Spolu	s = 21,51	s = 29,66	s = 20,13		
Meď ¹⁴ – chrbát					
$\bar{x}$	5,98	6,88	6,15	6,13	6,29
s	1,66	2,16	1,27	0,98	1,51
v%	27,75	31,38	20,57	15,95	24,10
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 5,64$	$\bar{x} = 5,21$	$\bar{x} = 8,00$		
Spolu	s = 0,61	s = 0,48	s = 1,34		
Meď – brucho					
$\bar{x}$	6,51	8,12	6,03	6,81	6,87
s	1,84	1,94	1,72	1,45	1,81
v%	28,23	23,93	28,51	21,31	26,39
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 6,16$	$\bar{x} = 5,91$	$\bar{x} = 8,54$		
Spolu	s = 0,83	s = 1,81	s = 1,42		
Mangán ¹⁵ – chrbát					
$\bar{x}$	2,51	2,70	2,21	2,39	2,46
s	1,34	1,28	1,54	1,82	1,42
v%	53,30	47,23	69,48	75,87	57,71
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 0,87$	$\bar{x} = 3,32$	$\bar{x} = 3,18$		
Spolu	s = 0,29	s = 1,21	s = 0,85		
Mangán – brucho					
$\bar{x}$	4,67	6,67	3,14	4,10	3,90
s	2,51	1,62	1,85	2,42	2,07
v%	53,63	44,10	58,82	59,04	53,11
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 1,65$	$\bar{x} = 5,03$	$\bar{x} = 5,01$		
Spolu	s = 0,35	s = 1,58	s = 1,67		
Kobalt ¹⁶ – chrbát					
$\bar{x}$	0,73	0,67	0,65	0,81	0,71
s	0,20	0,14	0,24	0,24	0,20
v%	27,22	20,74	36,72	29,43	28,45
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 0,62$	$\bar{x} = 0,66$	$\bar{x} = 0,87$		
Spolu	s = 0,18	s = 0,14	s = 0,20		
Kobalt – brucho					
$\bar{x}$	0,63	0,70	0,69	0,56	0,65
s	0,24	0,12	0,19	0,26	0,20
v%	38,43	17,73	27,63	46,46	31,75
P	8 mesiacov	pôrod	odstav		
	$\bar{x} = 0,56$	$\bar{x} = 0,56$	$\bar{x} = 0,82$		
Spolu	s = 0,20	s = 0,15	s = 0,15		

 Š – štandardná¹⁷, S – strieborná¹⁸, GR – grönlandská¹⁹, B – biela²⁰, G – skupiny²¹, P – obdobie²²
¹ genotype, ² total, ³ calcium, ⁴ dorsal region, ⁵ 8 months, ⁶ delivery, ⁷ weaning, ⁸ ventral region, ⁹ potassium, ¹⁰ sodium, ¹¹ magnesium, ¹² iron, ¹³ zinc, ¹⁴ copper, ¹⁵ manganese, ¹⁶ cobalt, ¹⁷ standard, ¹⁸ silver, ¹⁹ Greenland, ²⁰ white, ²¹ groups, ²² stage

(110,60 mg/kg sušiny) a pri pôrode najvyšší (402,89 mg/kg sušiny). Koncentrácia Na v krajine brucha bola prakticky o polovicu nižšia ako v krajine chrbta, pričom spolu vykazovala 125,43 mg/kg sušiny s minimom u grönlandských nutrií a maximom u bielych nutrií. Vo veku 8 mesiacov v období kožušínovej zrelosti v krajine brucha sme zistili najnižší obsah Na 41,96 mg/kg sušiny a najvyššiu koncentráciu pri odstave mláďat 170,63 mg/kg sušiny. Relatívna premenlivosť koncentrácie Na podľa genotypov a krajín tela sa pohybovala od 57,36 do 73,30 %.

Priemerná koncentrácia Mg v krajine chrbta spolu bola 584,50 mg/kg sušiny s minimom u grönlandských nutrií a maximom u štandardných nutrií. Je zaujímavé, že najvyšší obsah tohto prvku bol zistený vo veku 8 mesiacov v období kožušínovej zrelosti (922,11 mg/kg sušiny) a najnižší obsah bol pri odstave mláďat 375,10 mg/kg sušiny. Podobne v srsti nutrií v krajine brucha spolu bol obsah Mg 601,93 mg/kg sušiny s minimom u grönlandských nutrií a s maximom u bielych nutrií. Analogicky i v krajine brucha bola najvyššia koncentrácia sledovaného prvku v období kožušínovej zrelosti (943,80 mg/kg sušiny) a najnižšia pri odstave mláďat (393,63 mg/kg sušiny). Relatívna premenlivosť obsahu Mg sa podľa genotypov a krajín tela pohybovala od 38,72 do 73,00 %.

Obsah Fe v krajine chrbta bol prakticky vyrovnaný, spolu sme zistili 139,97 mg/kg sušiny s najnižším obsahom u grönlandských nutrií a s najvyšším obsahom u štandardných nutrií. Vo veku 8 mesiacov v období kožušínovej zrelosti bola koncentrácia Fe 69,57 mg/kg sušiny, zatiaľ čo najvyšší obsah sme zistili pri odstave (184,78 mg/kg sušiny). V krajine brucha bol obsah Fe 128,70 mg/kg sušiny s minimálnym obsahom u bielych nutrií a s maximálnym u štandardných nutrií. Vo veku 8 mesiacov v období kožušínovej zrelosti v krajine chrbta bol obsah Fe 78,52 mg/kg sušiny a pri odstave 172,23 mg/kg sušiny. Relatívna premenlivosť sa podľa genotypov a krajín tela pohybovala v širšom intervale od 23,90 do 81,63 %.

Koncentrácia Zn v srsti nutrií v sledovaných krajinách tela bola prakticky rovnaká, a to spolu 152,85 mg/kg sušiny v krajine chrbta a 152,93 mg/kg sušiny v krajine brucha. Najnižší obsah Zn sme zistili v krajine chrbta u štandardných nutrií a najvyšší u bielych nutrií. Z hľadiska fyziologických štádií obsah Zn bol taktiež vyrovnaný a pohyboval sa v rozpätí od 141,82 mg/kg sušiny pri pôrode v krajine brucha do 161,39 mg/kg sušiny taktiež v krajine brucha. Relatívna premenlivosť obsahu Zn bola výrazne nižšia a pohybovala sa podľa genotypov a krajín tela od 3,21 do 27,93 %.

Obsah Cu bol nižší, pričom v krajine chrbta bol spolu 6,29 mg/kg sušiny a v krajine brucha 6,87 mg/kg sušiny. Pri porovnávaní genotypov sme zistili o niečo nižšie hodnoty v krajine chrbta ako v krajine brucha. Najnižšie koncentrácie sme zaznamenali v krajine chrbta u štandardných nutrií a najvyššie u grönlandských nutrií. V krajine brucha bol najnižší obsah Cu u strieborných nutrií a najvyšší u grönlandských nutrií. Z hla-

diska fyziologického štádia sme najnižšie obsahy zistili v oboch sledovaných krajinách tela pri pôrode, v krajine chrbta 5,21 mg/kg sušiny a v krajine brucha 5,91 mg/kg sušiny. Relatívna premenlivosť koncentrácie sledovaného prvku sa podľa genotypov a krajín tela pohybovala od 15,95 do 31,38 %.

Obsah Mn v srsti nutrií v krajine chrbta bol 2,46 mg/kg sušiny a v krajine brucha 3,90 mg/kg sušiny. Koncentrácia Mn podľa genotypov bola v krajine chrbta takmer vyrovnaná s minimálnym obsahom u strieborných nutrií a maximálnym u grönlandských nutrií. V krajine brucha sme obdobne zaznamenali najnižšiu koncentráciu u strieborných nutrií a najvyššiu u grönlandských nutrií, avšak s prakticky dvojnásobnou hodnotou ako u strieborných nutrií. Z hľadiska krajín tela bol výrazne nižší obsah Mn v období kožušínovej zrelosti vo veku 8 mesiacov, a to 0,87 mg/kg sušiny v krajine chrbta a 1,65 mg/kg sušiny v krajine brucha. Pri pôrode a po odstave mláďat sme zistili štyrikrát vyšší obsah Mn ako v období kožušínovej zrelosti vo veku 8 mesiacov v krajine chrbta a viac ako trojnásobný obsah v krajine brucha. Relatívna premenlivosť koncentrácie Mn podľa genotypov a krajín tela sa pohybovala od 44,10 do 75,87 %.

Obsah Co v srsti nutrií čo do absolútneho vyjadrenia bol najnižší. Priemerné hodnoty spolu boli v krajine chrbta 0,71 mg/kg sušiny a v krajine brucha 0,65 mg/kg sušiny. Z hľadiska porovnania genotypov bol obsah Co v krajine chrbta vyrovnaný s najnižším obsahom u strieborných nutrií a s najvyšším u bielych nutrií. V krajine brucha sme zistili minimálne hodnoty u bielych nutrií a maximálne u grönlandských nutrií. Z hľadiska fyziologického stavu bol obsah Co v období kožušínovej zrelosti vo veku 8 mesiacov a pri pôrode v oboch sledovaných krajinách tela prakticky rovnaký s vyššími hodnotami pri odstave, a to nad 0,80 mg/kg sušiny. Relatívna premenlivosť koncentrácie Co podľa genotypov a krajín tela sa pohybovala od 17,73 do 46,46 %.

V tab. II uvádzame dvojfaktorové analýzy rozptylu minerálnych látok v srsti nutrií s opakovanými pozorovaniami na totožných zvieratách. Zistili sme významné rozdiely medzi genotypmi v obsahu Ca v krajine chrbta a štatisticky vysoko preukazné rozdiely medzi fyziologickými štádiami (obdobiami) v krajinách tela – chrbta a brucha.

Obsah K bol vysoko významne ovplyvnený obdobiami bez významných ovplyvnení genotypom, pričom v krajine chrbta sme zaznamenali aj štatisticky vysoko významnú interakciu genotypu a období.

Koncentrácia Na nebola významne ovplyvnená genetickou príslušnosťou zvierat, pričom sme zistili vysoko významné ovplyvnenie sledovanými obdobiami.

Obsah Mg v krajine brucha bol štatisticky vysoko preukazne ovplyvnený genetickým založením a v oboch krajinách tela sledovanými obdobiami.

Rozdiely v obsahu Fe boli preukazné podľa sledovaných období v oboch krajinách tela.

V koncentracii Zn bolo štatisticky významné ovplyvnenie spôsobené genetickým založením zistené v krajine chrbta.

Zdroj premenlivosti ¹	f	Chrbát ⁷ MS	Brucho ⁸ MS	Chrbát MS	Brucho MS
	7	vápnik Ca		draslík K	
Genotypy ² G	3	671 092,37*	388 361,14	62 013,52	3 379,99
Zvieratá ³ A:G	4	63 559,84	681 803,71	10 086,43	6 678,30
	16				
Obdobia ⁴ P	2	2 546 890,82**	4 470 188,31**	644 469,25**	150 579,73**
Interakcia ⁵ GP	6	100 036,05	251 046,07	59 145,41**	4 786,25
Chyba ⁶ PA:G	8	225 086,96	276 783,27	2 770,18	9 178,95
	f	sodík Na		horčík Mg	
Genotypy G	3	7 693,05	8 692,93	68 358,77	97 322,03**
Zvieratá A:G	4	5 131,96	2 537,03	52 942,71	1 727,46
	16				
Obdobia P	2	174 473,54**	41 896,68**	711 343,52**	712 421,81**
Interakcia GP	6	3 035,94	4 086,48	67 434,52	18 424,28
Chyba PA:G	8	10 345,30	3 822,58	49 945,53	43 535,56
	f	železo Fe		zinok Zn	
Genotypy G	3	4 034,50	2 346,05	561,61*	1 105,33
Zvieratá A:G	4	3 805,83	5 040,38	99,48	675,88
	16				
Obdobia P	2	3 0481,47**	17 826,96*	71,75	807,86
Interakcia GP	6	5 246,41	4 012,74	130,57	606,31
Chyba PA:G	8	5 593,29	4 257,96	311,81	322,21
	f	meď Cu		mangán Mn	
Genotypy G	3	0,9970	4,8217	0,2558	2,5404
Zvieratá A:G	4	0,9743	1,6238	0,3240	2,6194
	16				
Obdobia P	2	17,9974**	16,7801**	15,1329**	30,3531**
Interakcia GP	6	1,0600	2,0037	0,4165	2,0610
Chyba PA:G	8	0,4490	1,1295	1,4182	0,9188
	f	kobalt Co			
Genotypy G	3	0,0302	0,0235		
Zvieratá A:G	4	0,0583	0,0187		
	16				
Obdobia P	2	0,1424*	0,1882**		
Interakcia GP	6	0,0328	0,0515		
Chyba PA:G	8	0,0175	0,0169		

G: $F_{0,05}(3,4) = 6,591$

$F_{0,01}(3,4) = 16,694$

P: $F_{0,05}(2,8) = 4,459$

$F_{0,01}(2,8) = 8,699$

GP: $F_{0,05}(6,8) = 3,581$

$F_{0,01}(6,8) = 6,371$

¹source of variability, ²genotype, ³animals, ⁴stage, ⁵interaction, ⁶error, ⁷dorsal region, ⁸ventral region

Obsah Cu a Mn v srsti nutrií nebol ovplyvnený genetickým založením zvierat. Zistili sme však štatisticky významné rozdiely v obsahu týchto prvkov medzi sledovanými obdobiami.

Obdobne by sme mohli usúdiť o koncentrácii Co, len s tým rozdielom, že štatisticky významné rozdiely sme zaznamenali iba v krajine chrbta.

Štatisticky zistené porovnania sledovaných genotypov a období, t.j. elementárne kontrasty minerálnych prvkov v srsti nutrií, uvádzame prehľadne v tab. III.

Na základe našich výsledkov môžeme konštatovať, že minerálne zloženie srsti adultných samíc nutrií sa mení v závislosti od veku, genotypu a fyziologického štádia, čo je v súlade so sledovaniami iných autorov

Minerálny prvok ¹	Krajina tela ²	Genotypy ⁵						Obdobia ⁶		
		1:2	1:3	1:4	2:3	2:4	3:4	1:2	1:3	2:3
Vápnik	chrbát ³	+	++	++	-	-	-	++	++	-
Ca	brucho ⁴	-	-	-	-	-	-	++	++	-
Draslík	chrbát	+	+	-	-	-	-	++	++	++
K	brucho	-	-	-	-	-	-	++	++	-
Sodík	chrbát	-	-	-	-	-	-	++	-	++
Na	brucho	-	-	-	-	+	-	++	++	-
Horčík	chrbát	-	-	-	-	-	-	++	++	-
Mg	brucho	++	++	-	++	++	++	++	++	-
Železo	chrbát	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Fe	brucho	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Zinok	chrbát	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Zn	brucho	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meď	chrbát	-	-	-	-	-	-	-	++	++
Cu	brucho	-	-	-	+	-	-	-	++	++
Mangán	chrbát	-	-	-	-	-	-	++	++	-
Mn	brucho	-	-	-	-	-	-	++	++	-
Kobalt	chrbát	-	-	-	-	-	-	-	++	+
Co	brucho	-	-	-	-	-	-	-	++	++

- $\alpha \geq 0,05$; + $\alpha \leq 0,05$; ++ $\alpha \leq 0,01$

Genotypy nutrií – coyup genotypes: 1 = štandardná – standard
2 = grönlandská – Greenland
3 = strieborná – silver
4 = biela – white

Obdobie – stage: 1 = 8 mesiacov – 8 months
2 = pôrod – delivery
3 = odstav – weaning

¹ mineral element, ² body region, ³ dorsal, ⁴ ventral, ⁵ genotypes, ⁶ stages

u rozličných druhov zvierat a u ľudí (Georgievskij et al., 1983; Kudláč, Elečko a kol., 1987; Makar et al., 1982; Švec et al., 1982; Reis et al., 1988, 1991; Berestov et al., 1984; Bialkowski, Saba, 1985; Lohi, Jensen, 1991; Mertin et al., 1991, 1992a, b).

V ukladani železa a zinku v srsti nutrií sme zistili opačný trend, ako zistili Briggs et al. (1972), Vir et al. (1981) a Hambidge, Droegemueller (1974) vo vlasoch žien, nakoľko obsah týchto prvkov stúpal s vekom aj počas gravidity a laktácie.

Výsledky sa zhodujú s výsledkami autorov Osmanov a Ašurbekov (1974), ktorí zistili v srsti gravidných kráv a byvolíc vyššiu koncentráciu železa, mangánu a sodíka. Na rozdiel od srsti byvolíc bolo v srsti gravidných nutrií menej horčíka.

V porovnaní s výsledkami autorov Gumz a Gager (1974), ktorí skúmali zmeny v štetinách gravidných a laktujúcich prasníc, aj u nutrií stúpal obsah vápnika a klesal obsah horčíka v období gravidity a laktácie. U sodíka a draslíka sme však zistili opačnú tendenciu, kedy obsah prvkov počas gravidity stúpal a klesal až počas laktácie. Meď, podobne ako u prasníc, sa v období laktácie ukladala vo väčšom množstve.

S prácami autorov Hanusová et al. (1995), Mertin et al. (1994a, b, c, 1995) a Süvegová et al. (1996), zaoberajúcimi sa minerálnym zložením srsti nutrií počas ontogenézy, sú výsledky ťažko porovnateľné, nakoľko je v nich sledované zloženie srsti mladých zvierat a analýzy sú robené inými metódami.

Výsledky získané v tejto práci, sú použiteľné pre ďalší výskum v oblasti metabolizmu minerálnych prvkov v organizme nutrií za podobných podmienok, umožňujú nadväznosť pri sledovaní fyziologických a patofyziologických stavov a pri nutričných pokusoch.

LITERATÚRA

- BERESTOV, V. A. – TJURNINA, N. V. – TJUTJUNNIK, K. N.: Minerálny sostav volosianogo pokrova norok i pes-cov, Karelia, Petrozavodsk, 1984. 158 s.
BIALKOWSKI, Z. – SABA, L.: Investigations over relationship between occurrence of mineral elements in blood serum and hair of black-silver foxes. Scientifur, 9, 1985: 21–23.
BRIGGS, M. H. – BRIGGS, M. – WAKATAMA, A.: Trace elements in human hair. Experientia, 28, 1972: 406–407.

- GEORGIEVSKIJ, V. I. – ANNENKOV, B. N. – SAMOCHIN, V. T.: Minerálna výživa zvierat. Bratislava, Príroda 1982. 431 s.
- GROFÍK, R. – FLAK, P.: Štatistické metódy v poľnohospodárstve. Bratislava, Príroda 1990. 344 s.
- GUMZ, W. – GAGERN, W.: Der Einfluss endogener Faktoren auf denn Asche, Kalzium, Magnesium, Kalium, Natrium, Phosphor, Zink, Eisen, Kupfer und Mangengehalt der Schweineborste. 5. Mitting Der Einfluss der Trächtigkeit und des Laktationsstadiums und den Mineralstoffgehalt der Schweineborste. Ibid, 26, 1976: 51–59.
- HAMBIDGE, K. M. – DROEGEMUELLER, W.: Changes in plasma and hair concentrations of zinc, copper, chromium and manganese during pregnancy. Obstet. and Gynecol., 44, 1974: 666–672.
- HANUSOVÁ, E. – MERTIN, D. – SÜVEGOVÁ, K. – STEPANOK, V.: Concentration of some macroelements in fur of Greenland nutria during ontogenesis. Scientifur, 19, 1995: 107–110.
- KLIMENT, J. a kol.: Reprodukcia hospodárskych zvierat. Bratislava, Príroda 1983: 213–219.
- KUDLÁČ, E. – ELEČKO, J. a kol.: Veterinárni porodnictví a gynekologie. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1987: 80–85.
- LOHI, O. – JENSEN, L.: Mineral composition of mink feed and hair. Rep. Nat. Inst. Anim. Sci., 688, 1991: 99–114.
- MAKAR, I. A. – ŠVEC, S. F. – GUMENJUK, V. V. – STEPANOK, P. V. – DANILJUK, V. I. – LUKAŠEVSKIJ, Z. F.: Vlivanie minerálnych veščeťv na rôt šersti, ee struktury, chimičeskij sostav i fizičeskíe svojstva. Tez. Dokl. Vsesojuz. Symp. po biochimii seľsko-chozj. životnyh, Moskva, 1982: 10–11.
- MERTIN, D. – STEPANOK, V. – BERESTOV, V.: Content of some mineral elements in hair cross foxes during ontogenesis. Scientifur, 16, 1992a: 103–110.
- MERTIN, D. – STEPANOK, V. – GEORGIEVSKIJ, V.: Effects of dietary zinc, silicium, selenium on mineral content of fur in silver foxes during fur maturity. Norw. J. Agric. Sci., Suppl. 9, 1992b: 620–625.
- MERTIN, D. – RAFAY, J. – BERESTOV, V. – STEPANOK, V.: Content of some mineral elements in hair of silver foxes during ontogenesis. Scientifur, 15, 1991: 183–189.
- MERTIN, D. – SÜVEGOVÁ, K. – ORAVCOVÁ, E. – STEPANOK, V.: Concentration of some trace elements in the fur of standard nutria during ontogenesis. Scientifur, 18, 1994a: 161–164.
- MERTIN, D. – SÜVEGOVÁ, K. – ORAVCOVÁ, E. – STEPANOK, V.: Concentration of some macroelements in the fur of standard nutria during ontogenesis. Scientifur, 18, 1994b: 165–168.
- MERTIN, D. – ORAVCOVÁ, E. – SÜVEGOVÁ, K. – STEPANOK, V.: Koncentrácia niektorých mikroelementov v srsti štandardných nutrií v priebehu ontogenézy. Živoč. Výr., 39, 1994c: 577–582.
- MERTIN, D. – HANUSOVÁ, E. – SÜVEGOVÁ, K. – STEPANOK, V.: Concentration of some trace elements in the fur of Greenland nutria during ontogenesis. Scientifur, 19, 1995: 277–280.
- OSMANOV, A. R. – AŠURBEKOV, T. R.: Uveličenie proizvodstva produkcie životnovodstva i povyšenie ich kačestva. Baku, 1974: 20–22.
- REIS, B. L. – KEEN, C. L. – LONNERDAL, B. – HURLEY, L. S.: Mineral composition and zinc metabolism in female mice of varying age and reproductive status. J. Nutr., 118, 1988: 349–361.
- REIS, B. L. – KEEN, C. L. – LONNERDAL, B. – HURLEY, L. S.: Longitudinal changes in the mineral composition of mouse milk and the relationship to zinc metabolism of the suckling neonate. J. Nutr., 121, 1991: 687–699.
- SÜVEGOVÁ, K. – MERTIN, D. – HANUSOVÁ, E. – STEPANOK, V.: Concentrations of chosen microelements in fur of various nutria genotypes during ontogenesis. Metal Ions in Biology and Medicine. 4th Proc. Fourth Int. Symp. on Metal Ions in Biology and Medicine, Barcelona, Spain, May 19–22, 1996, John Libbey Eurotext 1996: 169–171.
- ŠVEC, S. F. – MAKAR, I. A. – DANILOK, V. I.: Biochemičeskaja suščnost sezonnoj depressii processov šesteobrazovania. Tez. Dokl. Vsesojuz. Symp. po fiziologii i biochimii seľsko-chozj. životnyh, Moskva, 1982: 142.
- VIR, S. C. – LOVE, A. H. G. – THOMSON, W.: Serum and hair concentrations of copper during pregnancy. Ibid, 34, 1981: 2382–2388.
- WINER, B. J.: Statistical Principles in Experimental Design. 2nd ed. Tokyo, Düsseldorf, Johannesburg, London, Mexico, New Delhi, Panama, Rio de Janiero, Singapore, Sydney, McGraw-Hill, Kogakusha, Ltd., 1971: 907.

Došlo 19. 8. 1996

Kontaktná adresa:

Ing. Dušan Mertin, CSc., Výskumný ústav živočíšnej výroby, Experimentálna farma kožušinových zvierat, Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/51 52 40, fax: 087/51 90 32

Oznamujeme čtenářům a autorům našeho časopisu,

že v návaznosti na časopis Scientia agriculturae bohemoslovaca, který až do roku 1992 vycházel v Ústavu vědeckotechnických informací Praha, vydává od roku 1994

Česká zemědělská univerzita v Praze

časopis

SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMICA

Časopis si zachovává původní koncepci reprezentace naší vědy (zemědělství, lesnictví, potravinářství) v zahraničí a jeho obsahem jsou původní vědecké práce uveřejňované v angličtině s rozšířenými souhrny v češtině.

Časopis je otevřen nejširší vědecké veřejnosti a redakční rada nabízí možnost publikace pracovníkům vysokých škol, výzkumných ústavů a dalších institucí vědecké základny.

Příspěvky do časopisu (v angličtině, popř. v češtině či slovenštině) posílejte na adresu:

Česká zemědělská univerzita v Praze

Redakce časopisu Scientia agriculturae bohemica

165 21 Praha 6-Suchbát

HAEMATOLOGICAL PARAMETERS IN THE RAINBOW TROUT, *ONCORHYNCHUS MYKISS*, IN CAGE CULTURE

HEMATOLOGICKÉ UKAZATELE PSTRUHA DUHOVÉHO, *ONCORHYNCHUS MYKISS*, V PODMÍNKÁCH KLECOVÉHO ODCHOVU

J. Řehulka

Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology, University of South Bohemia,
Vodňany, Opava Station, Czech Republic

ABSTRACT: The dynamics of the red blood cell count (RBC), haemoglobin (Hb), haematocrit (PCV), mean cell volume (MCV), mean cell haemoglobin (MCH) and mean cell haemoglobin concentration (MCHC) were checked in 77 (1+) rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Richardson), of the Kamloops strain (18 months old) at an average total body length of 240 mm and weight of 230 g in fortnightly intervals during the period from June to September. All the parameters, except for the MCV, showed significant peaks during the first ten-day period of August; this was in correlation with the increase in water temperature (22 °C), dissolved oxygen content (9.9 mg/l), oxygen saturation (112%) and BOD₅ (4.4 mg/l). The dependences of Hb and MCH on oxygen saturation ($I_{yx} = 0.755$ and $I_{yx} = 0.770$) and of MCH and MCHC on the oxygen content ($I_{yx} = 0.870$ and $I_{yx} = 0.869$) were found to have a parabolic pattern. The physiological values of the red blood cells of the rainbow trout reared in floating net cages at temperatures between 17 and 23.5 °C were as follows (mean $\pm$ s.d.): RBC 1.08 ± 0.138 T/l, PCV 0.445 ± 0.0473 l/l, Hb 82 ± 11.6 g/l, MCV 413 ± 41.3 fl, MCH 76 ± 9.2 pg and MCHC 0.18 l/l.

rainbow trout; red blood count; dynamics of haematological parameters; cage culture

ABSTRAKT: Cílem práce bylo zjistit dynamiku změn červeného krevního obrazu pstruha duhového, *Oncorhynchus mykiss*, odchovávaného v plovoucích klecových odchovnách při známých parametrech některých fyzikálních a chemických vlastností vody, z nichž zejména teplota vody vybočovala z optimálních požadavků chovu pstruha duhového. Pokusy probíhaly v podmínkách Žermanické nádrže (291 m nad mořem, povodí Odry) od 12. června do 20. září v osmi klecích o rozměrech 4 x 4 x 3 m po 2 000 ks juvenilních pstruhů duhových formy Kamloops o průměrné délce těla 240 mm, hmotnosti 230 g a věku 18 měsíců. Ryby byly krmeny granulami pro tržního pstruha duhového tuzemské provenience, tvarovanými do velikosti 4 mm s tímto obsahem živin: sušina 90,4 %, NL (N x 6,25) 43,6 %, popeloviny 9,6 %, vláknina 3,1 % a tuk 9,8 %. Odběr krve byl prováděn ihned po vylovení ryb ve 14denních intervalech mezi 10. a 11. hodinou od 9 nebo 10 ryb odlovených metodou náhodného výběru. V krvi odebrané punkcí z ocasní žíly a stabilizované Chelatonem III byl stanoven počet erytrocytů (RBC v T/l), hematokrit (PCV v l/l), množství hemoglobinu (Hb v g/l), střední objem erytrocytu (MCV ve fl), hemoglobin erytrocytu (MCH v pg) a střední barevná koncentrace (MCHC v l/l). Teplota vody a ostatní hydrochemické parametry v okamžiku odběru krve, měřené v místě odchytu ryb, jsou uvedeny na obr. 1. Vertikální zonace teplotního a kyslíkového režimu, provedená při nárazovém měření uprostřed pokusného období, je dokumentována v tab. I. Dynamiku hematologických ukazatelů, vyjádřených v průměrných hodnotách spolu s rozpětím individuálních hodnot, vystihuje grafické znázornění na obr. 2. Z rozboru zkoumaného hematologického profilu zasluhuje pozornost srpnová kulminace téměř všech hodnot červené krvinky, s nimiž korespondují nejvyšší naměřené hodnoty teploty vody, obsahu kyslíku a jeho nasycenosti a biologické spotřeby kyslíku (BSK₅). Byla zjištěna závislost Hb a MCH na nasycenosti vody kyslíkem, vyjádřené indexy korelace $I_{yx} = 0,755$ a $I_{yx} = 0,770$, a závislost MCH a MCHC na množství O₂ rozpuštěného ve vodě ($I_{yx} = 0,870$ a $I_{yx} = 0,869$). Vztah mezi RBC a teplotou vody byl vyjádřen rovněž parabolickou závislostí kvadratické regrese a indexem korelace $I_{yx} = 0,690$. Z praktického hlediska je přínosem rozšíření znalostí o formování červeného krevního obrazu v prostředí klecového odchovu, zvláště pokud ho posuzujeme ve vztahu k teplotnímu režimu vody, občasné překračujícímu hranici doporučeného teplotního optima.

pstruh duhový; červený krevní obraz; sezonní dynamika hematologických ukazatelů; klecový odchov

INTRODUCTION

Salmonid culture in different rearing technologies has been intensified and the intensification processes

generate stress which affects the physiological functions of the fish. Successful management (reaching optimum performance at minimum losses) requires control of the physiological state of the fish. Its criteria and

reference standards should be based on the developed methods of haematological examination relating to each particular fish population, whose existence directly depends on the specific conditions of the local environment. It is shown by experience gathered over many years of practical use of haematological methods in (1+) rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Richardson), that the erythrocyte is a reliable indicator of the effect of exogenous and endogenous factors eliciting a haematological response. Under Czech conditions, this is shown in the papers by Bělík et al. (1978), Dobšínská et al. (1980), Jirásek et al. (1989), Pravda (1984), Pravda, Paláčková (1989), Příhoda, Příhodová (1986) and Řehulka (1984a, b, 1989, 1990, 1994a, b). As to the European authors, we would like to emphasize the pioneering work done by Haider (1970, 1971, 1973) and McCarthy et al. (1973, 1975).

Ichthyopathologically, objective assessment of erythrocyte parameters requires knowledge of the range of their physiologically normal values, which is necessary for distinguishing any variances indicative of the onset of pathological alterations. Hence, identification and definition of any dependence relationship between haematological parameters and environmental conditions – the latter being defined from the point of view of fish culture technology and/or physico-chemical parameters of water – will be a contribution to ichthyological research and practice, helping to improve the diagnosis of diseases. However, assessments of the physiological state should also be based on the knowledge of the seasonal change of haematological parameters. This requirement was respected in our paper.

The objective of this study was to find the haematological reaction of rainbow trout reared in floating net cages in which some of the physical and chemical parameters of water were known: among these, it was particularly the water temperature that did not meet the optimum requirements for the floating cage culture of rainbow trout. The investigation was then focused on the calculation of the confidence intervals for the base set and on complementing the data base of the indicators studied for use by our Diagnostic laboratory.

MATERIAL AND METHODS

The investigation was conducted in the Žermanice reservoir (291 m above sea level). The State Fish Farm of Ostrava is intended to commercially produce rainbow trout in the reservoir in the subsequent years. Figures on the physical and chemical characteristics of water, as recorded during the investigation (12 June to 20 September), are shown in Fig. 1. Eight cages 4 x 4 x 3 m in size were installed near the shore on the right side of the reservoir. Each cage was stocked with 2 000 juvenile rainbow trouts of the Kamloops strain (18 months old) at an average body length of 240 mm and weight of 230 g, all of the same origin, in a good

condition and at a good state of health. The findings recorded during the regular health checking, conducted during blood collection, included mild infections by *Trichodina* sp. on the skin and fins and a sporadic occurrence (2 to 4 specimens) of *Gyrodactylus truttae*. Twice daily the fish were given dry pellets (size 4 mm), containing fish meal (15%), meat-and-bone meal (27%), skin milk powder (3%), defatted soya-bean meal (23%), fodder wheat meal (16%), hay meal (5%) and a feed supplement (1%). The granules contained 90.4% of their volume as dry matter and 9.6% as water. The content of crude protein was 43.6%, ash 9.6%, fibre 3.1%, digestible nitrogen 26.6% and fat 9.8%.

To take the blood samples, 9 or 10 fish were caught by the random selection method between 10.00–11.00 h in 14-day intervals and their blood was collected immediately after catching and stunning. The samples were taken by puncturing the caudal veins. The blood was stabilized by means of EDTA and the following blood indices were determined: red blood cell count (RBC in T/l), haematocrit (PCV in l/l), haemoglobin (Hb in g/l), mean cell volume (MCV in fl), mean cell haemoglobin (MCH in pg) and mean cell haemoglobin concentration (MCHC in l/l). The Bürker haemocytometer was used to determine the RBC count. Hb was determined by the cyanhaemoglobin method, PCV was measured in heparinized microhaematocrit capillaries and determined immediately after taking blood samples from the whole group of fish caught: the remaining parameters were examined within 6 hours after blood sampling.

Water was examined for the dissolved oxygen content, level of oxygen saturation, ammonia nitrogen ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) level, biological oxygen demand (BOD_5) and chemical oxygen demand (COD_{Mn}). Water samples were taken for these tests from a depth of 1 m in the fish cages. This was done just before catching the fish for blood sampling. The water temperature and oxygen data are given in Tab. I, showing the vertical zonation of temperature and oxygen near the cages, as determined during an extra measurement in the middle of the experimental period. To complement the hydrochemical parameters, especially those relating to the toxic $\text{NH}_3\text{-N}$, it should be added that during the experimental period the water pH ranged from 7.1 to 7.8.

For the statistical processing of the results, each set was characterized by arithmetic mean and their absolute variances were expressed as standard deviations. Parabolic-type regression lines were used to assess the dependence of the haematological parameters of the fish on some chemical properties of water. Confidence intervals were determined at a significance level of $P = 0.01$. The normality of the selected sets was checked through the values of the skewness coefficients $\alpha_{x,3}$ and the values of the pointedness coefficient ($\beta_{x,4}$); in those checkings, the sets having a more or less normal frequency distribution were regarded as those in which the skewness coefficient value did not exceed the standard critical level of $\alpha_{x,3} = 1.4142$ and the $\beta_{x,4}$ value did not exceed $\beta_{x,4} = \pm 2$.

I. Vertical zonation of water temperature and dissolved oxygen level at the end of July at the investigation site

Time (hours)	Depth (m)	Temperature (°C)	Oxygen content (mg/l)
08.00	17	16	5.3
	16	16	4.6
	15	16.5	5.2
	14	16	5.0
	13	16.5	6.5
09.00	12	17	4.8
	11	17	5.8
	10	17	5.0
	9	17	6.0
10.00	8	17	5.6
	7	18	6.5
	6	18	7.6
	5	18.5	8.0
	4	18.5	10.1
11.00	3	19.0	10.5
	2	20	9.9
	1	20	10.7
	0	20	10.5

The haematological parameters are expressed in international units (IU).

RESULTS AND DISCUSSION

The figures relating to the haematological parameters studied are shown in Fig. 2. In June to September, the mean red blood count ranged from 0.97 to 1.23, the highest value of 1.56 being recorded in the first ten-day period of June. Haemoglobin was at its highest level (101) in the first ten-day period of August with the highest individual value of 113; the lowest average values were recorded at the turn of June and July (71 and 74). PCV showed the most uniform values (except a slight rise at the first August sampling) of all the parameters studied. Also the MCV values showed a high stability which slightly declined after the middle of the period.

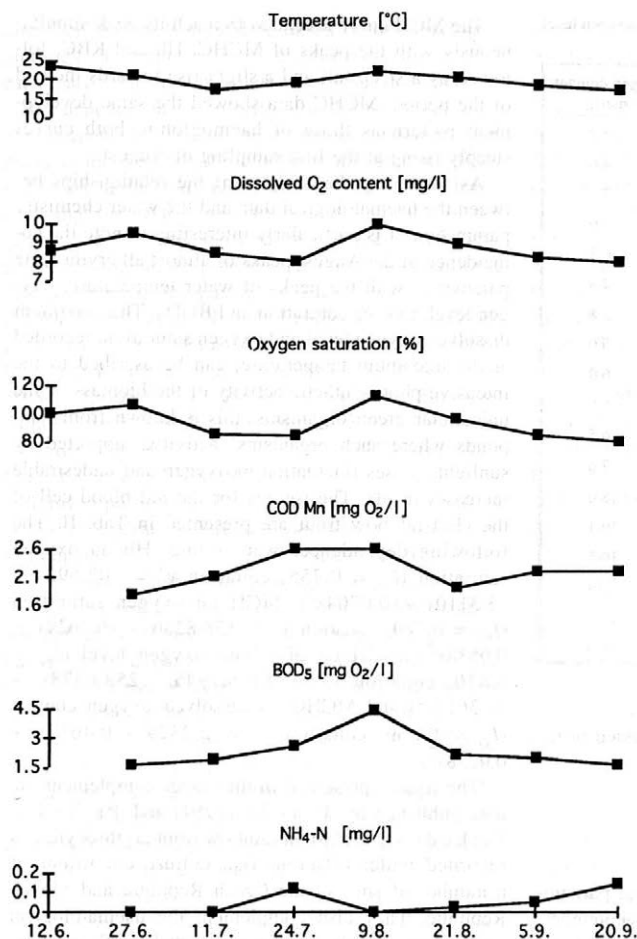
The MCH curve ascended to reach its peak simultaneously with the peaks of MCHC, Hb and RBC, followed by a steep fall and a slight rise towards the end of the period. MCHC data showed the same development pattern as those of haemoglobin, both curves steeply rising at the first sampling of August.

As shown by the analysis of the relationships between the haematological data and the water chemistry parameters, it is particularly interesting to note the coincidence of the August peaks of almost all erythrocyte parameters with the peaks of water temperature, oxygen level, oxygen saturation and BOD₅. The maximum dissolved oxygen level and oxygen saturation, recorded at the maximum temperature, can be ascribed to the intensive photosynthetic activity of the biomass of the unicellular green organisms: this is known from fishponds where such organisms' activity, supported by sunlight, causes fluctuation in oxygen and undesirable increases in pH. The figures for the red blood cell of the (1+) rainbow trout are presented in Tab. II. The following dependences were found: Hb on oxygen saturation ($I_{yx} = 0.755$, equation $y' = 702.6924 - 13.3110x + 0.0704x^2$), MCH on oxygen saturation ($I_{yx} = 0.770$, equation $y' = 558.8286 - 10.2624x + 0.0538x^2$), MCH on dissolved oxygen level ($I_{yx} = 0.870$, equation $y' = 1188.7945 - 253.6378x + 14.3618x^2$) and MCHC on dissolved oxygen content ($I_{yx} = 0.869$, equation $y' = 2.2329 - 0.4612x + 0.0258x^2$).

The figures presented in this paper complement the data published by Pravda (1984) and Přihoda, Přihodová (1985) on rainbow trout erythrocytes, as recorded under different fish culture conditions at a number of sites in the Czech Republic and Slovak Republic. They also complement the haematological conclusions drawn from feeding trials with rainbow trout which involved the testing of the production and biological safety of feed ingredients (Řehulka, 1984a, b, 1985) or substances of specific action (Dobšínská et al., 1980; Řehulka, Žák, 1986; Řehulka, 1989, 1994b). Though there are no consistently comparable figures on haematological profile that would refer to the cage culture of rainbow trout in the Czech Republic, the present data can be regarded as being of significant practical value, especially for investigation of rainbow trout haematological re-

II. The haematological profile of the (1+) rainbow trout for the whole period of investigation (VI-IX, $n = 77$)

Parameters	Mean	S.D.	Variance (%)	Variation range	$\alpha_{x,3}$	$\beta_{x,4}$	Confidential interval with 95% probability
RBC (T/l)	1.08	0.138	12.81	0.78-1.56	0.0851	-0.4140	1.05-1.11
PCV (l/l)	0.445	0.0473	10.63	0.329-0.579	0.1030	0.5520	0.434-0.456
Hb (g/l)	82	11.6	14.12	54-113	0.3761	0.3361	79-85
MCV (fl)	413	41.3	10.01	305-498	-0.4354	-0.3385	404-422
MCH (pg)	76	9.2	12.09	55-97	-0.0180	-0.2794	74-78
MCHC (l/l)	0.18	0.016	8.83	0.16-0.22	0.4012	-0.2851	0.176-0.180

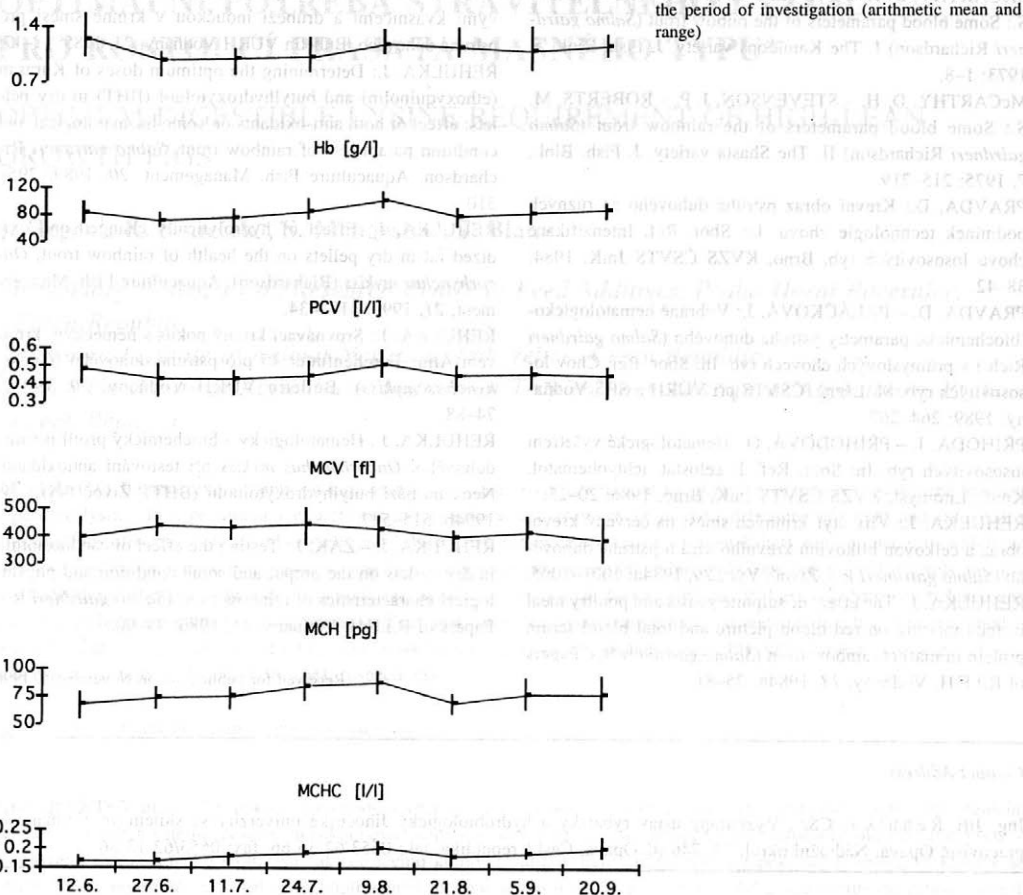


sponses to temperatures exceeding, in isolated cases, the optimum range. In this context it should be stressed that any haematological assessment should be performed carefully: the form and origin of the fish must be respected and, in particular, the environmental and nutrition factors must be specified in detail if any generalized conclusions are to be drawn from such assessments (most studies in the given area lack such a scrupulous approach).

Owing to the absence of reports on research in this or similar areas, it is very difficult to take a standpoint and discuss the data presented by other authors who studied the seasonal figures for the red blood cells of the rainbow trout in the traditional method of rearing. Like Haider (1973), who conducted his studies at a water temperature of 14–19 °C, we arrived at lower MCHC values – those which the author claims, for the one-year-old fish, to be exceptionally lower, compared with the figures ranging between 0.24 and 0.27 for the older fish. Within the same range of temperatures,

Haider (1971) indicated substantially lower average June and July PCV figures (0.340 vs 0.420 and 0.418). On the other hand, the Hb level recorded by Haider (1970) was at about the same level as in our investigation. The seasonal changes in the haematology of the rainbow trout (the age of the trout ranged from 11 to 14 months) under the conditions of the National Fish Hatchery was also investigated by Denton and Yousef (1975). Those authors found that although water temperature was maintained about the same throughout the study, the seasonal changes were evident in Hb, PCV, MCV, MCH and MCHC. The authors arrive at a conclusion that water temperature does not seem to be responsible for variations in the haematology of the rainbow trout. Within the set of haematological parameters studied by us, a relationship to water temperature was only recorded in the erythrocyte count: the relationship had the form of a parabolic dependence at a temperature range of 17–22 °C ($I_{yx} = 0.690$, $y' = 5.1153 - 0.4246x + 0.0110x^2$).

RBC [T/l]



Sample data

Acknowledgement

The author wishes to thank Mr. A. Madzia of the Jistebník Fish Culture Centre for the measurements of the vertical zonation of water temperature and oxygen levels.

REFERENCES

- BĚLÍK, E. – ŘEHULKA, J. – POTMĚŠIL, V.: Technický lysin ve výživě pstruha duhového. Biol. Chem. Veter. (Praha), 14, 1987: 421–427.
- DENTON, J. E. – YOUSEF, M. K.: Seasonal changes in hematology of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Comp. Biochem. Physiol., 51A, 1975: 151–153.
- DOBŠINSKÁ, E. – KÁLAL, L. – KRÁLOVÁ, D.: Hematologické hodnoty pstruha duhového (*Salmo gairdneri*) krme-

ného s přidavkem technického L-lysinu. Biol. Chem. Veter. (Praha), 16, 1980: 357–364.

HAIDER, G.: Hämatologische Beobachtungen an Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri* Rich.) I. Alters- und jahreszeitlich bedingte Schwankungen des Hämoglobingehaltes. Zool. Anzeiger, 185, 1970: 36–46.

HAIDER, G.: Hämatologische Untersuchungen an Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri* Richardson) IV. Erythrozytenzahl und Hämatokrit. Hydrobiologia, 37, 1971: 457–472.

HAIDER, G.: Hämatologische Beobachtungen an Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri* Rich.) VII. Färbeindex (FI), absoluter Hämoglobingehalt des Einzelerythrozyten (Hb_E) und mittlere Hämoglobinkonzentration des Einzelerythrozyten (MCHC). Hydrobiologia, 41, 1973: 57–76.

JIRÁSEK, J. – PALÁČKOVÁ, J. – KOHÚT, J.: Vliv kvality krmiva na produkční ukazatele u pstruha duhového. In: Sbor. Ref. Chov lososovitých ryb, M. Lázně, ČSVTS při VÚRH a SRŠ Vodňany, 1989: 163–171.

MCCARTHY, D. H. – STEVENSON, J. P. – ROBERTS, M. S.: Some blood parameters of the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) I. The Kamloops variety. J. Fish. Biol., 5, 1973: 1–8.

MCCARTHY, D. H. – STEVENSON, J. P. – ROBERTS, M. S.: Some blood parameters of the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) II. The Shasta variety. J. Fish. Biol., 7, 1975: 215–219.

PRAVDA, D.: Krevní obraz pstruha duhového za různých podmínek technologie chovu. In: Sbor. Ref. Intenzifikace chovu lososovitých ryb, Brno, KVZS ČSVTS JmK, 1984: 38–42.

PRAVDA, D. – PALÁČKOVÁ, J.: Vybrané hematologicko-biochemické parametry pstruha duhového (*Salmo gairdneri* Rich.) v průmyslových chovech ryb. In: Sbor. Ref. Chov lososovitých ryb, M. Lázně, ČSVTS při VÚRH a SRŠ Vodňany, 1989: 264–267.

PŘÍHODA, J. – PŘÍHODOVÁ, O.: Hematologické vyšetření lososovitých ryb. In: Sbor. Ref. 1. celostát. ichtyohematol. Konf., Litomyšl, KVZS ČSVTS JmK, Brno, 1986: 20–25.

ŘEHULKA, J.: Vliv čtyř krmných směsí na červený krevní obraz a celkovou bílkovinu krevního séra u pstruha duhového (*Salmo gairdneri* R.). Živoč. Výr., 29, 1984a: 1001–1005.

ŘEHULKA, J.: The effect of sulphite yeasts and poultry meal in feed mixture on red blood picture and total blood serum protein in market rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). Papers of R.I.F.H. Vodňany, 13, 1984b: 75–81.

ŘEHULKA, J.: Náhrada rybi a masokostní moučky sulfity-vými kvasnicemi a drůbeží moučkou v krmné směsi pro pstruha duhového. Bulletin VÚRH Vodňany, 21, 1985: 13–17.

ŘEHULKA, J.: Determining the optimum doses of Kurasan (ethoxyquinolin) and butylhydroxytoluol (BHT) in dry pellets: effect of both anti-oxidants on some haematological and condition parameters of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Aquaculture Fish. Management, 20, 1989: 295–310.

ŘEHULKA, J.: Effect of hydrolytically changed and oxidized fat in dry pellets on the health of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Richardson). Aquaculture Fish. Management, 21, 1990: 419–434.

ŘEHULKA, J.: Srovnávací krmný pokus s německým krmivem Alma Forellenfutter 45 pro pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*). Bulletin VÚRH Vodňany, 30, 1994a: 74–88.

ŘEHULKA, J.: Hematologický a biochemický profil pstruha duhového, *Oncorhynchus mykiss* při testování antioxidantu Neox na bázi butylhydroxytoluolu (BHT). Živoč. Výr., 39, 1994b: 515–537.

ŘEHULKA, J. – ŽÁK, J.: Testing the effect of canthaxanthin in dry pellets on the output and some condition and physiological characteristics of rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). Papers of R.I.F.H. Vodňany, 15, 1986: 79–90.

Received for publication on November 5, 1996

Contact Address:

Ing. Jiří Řehulka, CSc., Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Jihočeské univerzity se sídlem ve Vodňanech, pracoviště Opava, Nádražní okruh 33, 746 01 Opava, Česká republika, tel.: 0653/62 36 66, fax: 0653/62 13 56

OPTIMÁLNÍ POTŘEBA STRAVITELNÉHO LYZINU PRO ROSTOUCÍ PRASATA MASNÉHO TYPU*

OPTIMUM DIGESTIBLE LYSLINE REQUIREMENT OF HIGH-LEAN GROWTH PIGS

J. Heger¹, K. Šimeček², S. Mengesha³, J. Bláha³

¹ *Biofaktory Praha, s.r.o., Research Centre of Feed Additives, Praha-Horní Počernice, Czech Republic*

² *Research Institute of Animal Nutrition, Pohořelice, Czech Republic*

³ *Czech University of Agriculture, Institute of Tropical and Subtropical Agriculture, Praha, Czech Republic*

ABSTRACT: Balance experiments on high-lean growth pigs were carried out to study the optimum requirement for ileal digestible lysine. In a preliminary experiment, ileal-cannulated barrows were used to determine apparent and true lysine digestibilities of barley, wheat and soybean meal. Using these ingredients, six experimental diets were prepared in which the lysine concentration ranged from deficiency to excess while the other essential amino acids were maintained at levels meeting or exceeding the requirement. The diets were fed to gilts of two weight classes (50 and 80 kg BW). Nitrogen balance and plasma urea level were the criteria of response. True ileal digestible lysine requirement, estimated with a linear-plateau model, was 17.6 and 18.1 g/d for 50 and 80 kg pigs, respectively. Optimum digestible lysine : ME ratio for the two weight classes was estimated to be 0.72 and 0.58 g/MJ, respectively.

growing pigs; digestible lysine; optimum requirement

ABSTRAKT: V bilančních pokusech na rostoucích prasatech masného typu byla studována optimální potřeba stravitelného lyzinu. Na vepřích s ileo-caecálním můstkem byla nejprve stanovena zdánlivá a skutečná stravitelnost lyzinu ječmene, pšenice a sójového extrahovaného šrotu. Na základě těchto komponentů pak bylo připraveno šest pokusných směsí, ve kterých se obsah lyzinu postupně zvyšoval od suboptimálních hodnot až po hodnoty přesahující očekávané optimum, zatímco obsah ostatních esenciálních aminokyselin byl vyrovnán na úroveň odpovídající optimu potřeby. Směsi byly podávány prasátkům o hmotnosti 50 a 80 kg, sledovanými ukazateli byla bilance dusíku a hladina močoviny v plazmě. Optimální potřeba skutečně stravitelného lyzinu byla vypočtena pomocí rektilineárního modelu a činila 17,6 g/den pro hmotnost 50 kg a 18,1 g/den pro hmotnost 80 kg. Optimální poměr stravitelný lyzin : ME činil pro zmíněné kategorie 0,72 a 0,58 g/MJ.

rostoucí prasata; stravitelný lyzin; optimální potřeba

ÚVOD

Moderní genotypy prasat se vyznačují vysokou schopností ukládat v těle bílkoviny a mají tudíž vyšší požadavky na přívod dusíku a aminokyselin než prasata staršího typu (Campbell et al., 1988; Bikker et al., 1994; Friesen et al., 1995). Správné určení optimální potřeby aminokyselin je důležité jak pro plné využití genetického potenciálu prasete, tak pro dosažení maximální konverze přijatých bílkovin a minimální exkrece dusíku. Stanovením optimální potřeby aminokyselin se zabývalo mnoho prací. Jejich výsledky jsou shrnuty v několika přehledných statích z nedávné doby

(Fuller, 1994; Van Lunen, Cole, 1996; Kna-be, 1996). Hodnoty uváděné různými autory jsou velmi odlišné. Je to zřejmě důsledkem toho, že kromě genotypu ovlivňuje potřebu aminokyselin řada dalších faktorů, jako je pohlaví (Cromwell et al., 1993), příjem energie (Campbell et al., 1985), příjem bílkovin (Baker et al., 1975), frekvence krmení (Batterham, Murison, 1981), sledovaná odezva (Rao, McCracken, 1990), způsob vyhodnocení výsledků (Fuller, Garthwaite, 1993), vnější prostředí (ARC, 1981), složení pokusné diety (Baker, 1993) a využitelnost aminokyselin v použitých krmivech (ARC, 1981).

* Práce byla finančně podporována grantem č. 505/94/0303 Grantové agentury České republiky.

Právě posledně zmíněný faktor je hlavní příčinou toho, že platnost výsledků pokusů určujících optimální potřebu aminokyselin je omezena jen na stejné či podobné podmínky, za nichž byl pokus uspořádán. Proto vývoj hodnocení potřeby aminokyselin směřuje od celkových hodnot k hodnotám stravitelným, které dovolují objektivnější normování jejich potřeby i spolehlivější odhad produkční účinnosti krmiv. V poslední době bylo problematické stravitelnosti aminokyselin věnováno několik souhrnných studií (Low, 1990; Lenis, 1992; Batterham, 1994) a řada údajů o stravitelnosti aminokyselin jednotlivých krmiv byla publikována v různých tabulkách (RHÔNE-POULENC, 1993; DEGUSSA, 1993; Jondreville et al., 1995). Prakticky veškeré novější údaje se týkají stravitelnosti měřené na konci tenkého střeva, aby se vyloučily změny aminokyselinového složení výkalů způsobené syntetikou a degradační činností mikroorganismů žijících v tlustém střevě.

Účelem pokusů popsaných v tomto sdělení bylo stanovit skutečnou ileální stravitelnost lyzinu pšenice, ječmene a sójového extrahovaného šrotu a určit optimální potřebu stravitelného lyzinu pro rostoucí prasata dvou hmotnostních kategorií, kterým byla podávána směs obsahující výše zmíněné komponenty. V pokusech k určení optimální potřeby byla použita zvířata, u nichž byla prokázána vysoká schopnost ukládat v těle bílkoviny (Heger et al., 1997).

MATERIÁL A METODA

Pokus 1 – stanovení stravitelnosti lyzinu

V pokusu byli použiti vepři BU x L v rozmezí hmotnosti 40 až 70 kg s ileo-caecálním můstkem, který umožňoval kvantitativní sběr chymu. Zvířata byla umístěna v bilančních klecích a chymus byl odebírán ve dvou 24hodinových obdobích s přestávkou nejméně 24 hodin. Odebrané alikvotní vzorky chymu byly zmrazeny a usušeny lyofilizací.

Zkoumaná krmiva byla v pokusných dietách výhradním zdrojem proteinu, resp. aminokyselin. Obiloviny pšenice a ječmen tvořily celou krmnou dávku do-

plněnou mineráliemi a vitaminy, sójový extrahovaný šrot byl v dietě zastoupen v množství odpovídajícím obsahu 16 % Nx6,25 a do 100 % byly doplněny pšeničný škrob, sacharóza, minerálie a vitaminy. Pokusné diety byly podávány dvakrát denně ve formě husté kaše v množství odpovídajícím 3,2 % z živé hmotnosti. Každá dieta byla testována na čtyřech zvířatech.

Krmiva a chymus byly analyzovány na obsah organických živin a lyzinu. Složení zkoumaných krmiv je uvedeno v tab. I. Na základě získaných hodnot byla vypočtena zdánlivá stravitelnost N-látek a lyzinu a po korekci na metabolické ztráty na konci ilea stravitelnost skutečná. Metabolické ztráty dusíku a lyzinu byly stanoveny v separátním pokusu na šesti vepřích krmných bezdusíkatou dietou. Na 100 g přijaté sušiny činily metabolické ztráty dusíku 167 mg a lyzinu 33,1 mg.

Pokusy 2 a 3 – stanovení optimální potřeby lyzinu

K určení optimální potřeby lyzinu byly uskutečněny dva bilanční pokusy. Do každého z nich bylo zařazeno 12 prasniček-kříženek BU x L x H. Průměrná hmotnost zvířat v bilanční periodě byla 49,4 kg v pokusu 2 a 81,3 kg v pokusu 3. Na počátku pokusů byla prasata rozdělena do šesti dvojic o přibližně stejné hmotnosti. Během tří po sobě jdoucích období byly každé dvojici postupně podávány tři pokusné směsi tak, aby žádná dvojice nedostala tutéž směs dvakrát. Celkem byla každá směs testována na šesti zvířatech.

Prasata byla umístěna v bilančních klecích a v adaptační periodě před zahájením vlastní bilance byla krmna komerční směsí A2 (pokus 2), resp. CDP (pokus 3) *ad libitum*. Pět dnů před začátkem první pokusné periody započalo zkrmování pokusných diet v dávce ekvivalentní trojnásobku záchovné potřeby energie. Každá pokusná perioda pozůstávala z třídní předběžné periody a dvou po sobě následujících dvoudenních sběrných period, v nichž byla kvantitativně zachycována moč pomocí katetrů zavedených do močového měchýře. Na konci každé sběrné periody byly odebrány alikvoty moči a ihned analyzovány na obsah dusíku. Poslední den každé pokusné periody byla prasatům odebrána krev do heparinizovaných zkumavek a odstředěna při 5 000 g po dobu 15 minut. Získaná plazma byla zmrazena při -20 °C pro následné stanovení obsahu močovin. Krev byla odebírána přesně čtyři hodiny po začátku krmení, kdy je v ní koncentrace močoviny nejvyšší (Cai et al., 1994). Vzorky výkalů z posledního dne pokusné periody byly usušeny lyofilizací, jemně rozemlety a uschovány k analýzám na obsah N, Cr₂O₃ a energie.

Pro přípravu pokusných směsí pro oba pokusy byly použity základní suroviny pocházející z téže šarže, jaká byla použita ke stanovení stravitelnosti. Před zamícháním byly jednotlivé suroviny analyzovány na obsah dusíku, aminokyselin a energie. Na základě těchto hodnot a tabulkových údajů o obsahu ME byly sestaveny receptury izokalorických směsí s obsahem 13,3, resp. 13,4 MJ ME/kg. Aby byl vyloučen vliv nehomogenity

I. Složení zkoumaných krmiv (g/kg sušiny) – Composition of tested feeds (g/kg dry matter)

	Ječmen ¹	Pšenice ²	Sójový extrahovaný šrot ³
Nx6,25	126,3	144,6	521,6
Tuk ⁴	18,6	15,4	18,2
Vláknina ⁵	61,1	34,8	69,1
BNLV ⁶	765,9	782,5	324,5
Organická hmota ⁷	972,9	977,3	933,4
Lyzin ⁸	4,7	4,3	29,1

¹barley, ²wheat, ³soybean meal, ⁴fat, ⁵crude fiber, ⁶nitrogen-free extract, ⁷organic matter, ⁸lysine

směsí na příjem lyzinu a oxidu chromitého, byly pokusné směsi připraveny bez těchto doplňků, které byly navažovány pro každé zvíře a pro každé krmení zvlášť s přesností na 0,1 g a zamíchány do krmné dávky ručně.

Pokusné směsi byly sestaveny tak, aby jediným faktorem limitujícím užítkovost byl příjem lyzinu. Pro každý pokus bylo připraveno šest směsí, ve kterých se obsah lyzinu postupně zvyšoval od hodnot ležících hluboko pod optimem potřeby až po hodnoty přesahující očekávané optimum. Obsah ostatních potenciálně limitujících aminokyselin byl upraven přidávkou syntetických preparátů tak, aby jejich poměr k obsahu lyzinu odpovídal složení ideální bílkoviny (Š i m e č e k et al., 1995). Složení pokusných směsí je uvedeno v tab. II a III. Prasata byla krmena dvakrát denně, v 7.30 a 15.00 hodin. Krmná směs byla zvlhčena vodou v poměru 1 : 1, další voda byla podávána po nakrmení tak, aby výsledný poměr krmivo : voda byl 1 : 2.

Stravitelnost dusíku a energie byla stanovena indikátorovou metodou s použitím oxidu chromitého, který byl přidán do směsí v koncentraci 4 g/kg. Výpočet metabolizovatelné energie vycházel ze stravitelné energie, přičemž energetické ztráty močí byly odvozeny z obsahu dusíku močí s použitím regresní rovnice, kterou publikovali Just et al. (1983). Bilance dusíku byla stanovena jako rozdíl mezi stráveným množstvím a množstvím vyloučeným v moči.

Analýzy

Obsah aminokyselin v komponentech krmných směsí byl stanoven iontoměničovou chromatografií metodou, kterou popsali Llamas a Fontaine (1994). Ve vzorcích směsí a výkalů byl stanoven obsah energie v adiabatickém kalorimetru (IKA C 400) a obsah Cr_2O_3 metodou podle autorů Petry a Rapp

II. Složení pokusných směsí a kalkulovaný obsah živin (g/kg) – pokus 2 – Composition of diets and calculated nutrient contents (g/kg) – trial 2

Komponent ¹	Skupina ²⁰					
	LG1	LG2	LG3	LG4	LG5	LG6
Pšenice ²	410,0	410,0	410,0	410,0	410,0	410,0
Ječmen ³	410,0	410,0	410,0	410,0	410,0	410,0
Sójový extrahovaný šrot ⁴	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
Sójový olej ⁵	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6	18,6
Vápenec ⁶	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
Dikalciumfosfát ⁷	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4	11,4
Sůl ⁸	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
L-lyzín ⁹ HCl	–	1,4	2,8	4,2	5,6	7,0
L-treonin ¹⁰	–	–	0,6	1,3	2,0	2,8
DL-metionin ¹¹	–	–	–	0,7	1,3	2,0
L-tryptofan ¹²	–	–	–	0,2	0,4	0,6
Premix ^{a)}	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Pšeničný škrob ¹³	22,4	21,0	19,0	16,0	13,1	10,0
Obsah živin ^{14 b)}						
ME (MJ/kg) ^{c)}	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
N-látky ¹⁵	149,0	150,4	152,1	154,5	156,9	159,4
Lyzin ¹⁶	6,4	7,5	8,6	9,7	10,8	11,9
Treonin ¹⁷	4,9	4,9	5,5	6,2	6,9	7,7
Metionin + cystin ¹⁸	5,3	5,3	5,3	5,9	6,6	7,3
Tryptofan ¹⁹	1,8	1,8	1,8	2,0	2,2	2,4

a) obsah účinných látek v přepočtu na 1 kg diety: retinol 1,2 mg; cholecalciferol 25 mg; a-tokoferol 10 mg; menadion 0,2 mg; riboflavin 4 mg; pyridoxin 2,5 mg; kyselina d-pantotenová 10 mg; niacin 20 mg; biotin 0,1 mg; kobalamin 30 µg; cholin 500 mg; Fe 92 mg; Zn 103 mg; Mn 40 mg; Cu 19 mg; Co 0,5 mg; Se 0,16 mg

b) vypočteno na základě analýzy komponentů

c) tabulková hodnota

a) content of active ingredients recalculated per 1 kg of diet: retinol 1.2 mg; cholecalciferol 25 mg; a-tocopherol 10 mg; menadione 0.2 mg; riboflavin 4 mg; pyridoxine 2.5 mg; d-pantothenic acid 10 mg; niacin 20 mg; folic acid 0.5 mg; biotin 0.1 mg; cobalamin 30 µg; choline 500 mg; Fe 92 mg; Zn 103 mg; Mn 40 mg; Cu 19 mg; Co 0.5 mg; Se 0.16 mg

b) calculated on the basis of ingredient analysis

c) table value

¹ingredient, ²wheat, ³barley, ⁴soybean meal, ⁵soya oil, ⁶limestone, ⁷dicalcium phosphate, ⁸salt, ⁹L-lysine, ¹⁰L-threonine, ¹¹DL-methionine, ¹²L-tryptophan, ¹³wheat starch, ¹⁴nutrient content, ¹⁵crude protein, ¹⁶lysine, ¹⁷threonine, ¹⁸methionine + cystine, ¹⁹tryptophan, ²⁰group

(1970/1971). Obsah dusíku ve směsích, výkalech a moči byl stanoven Kjeldahlovou metodou, obsah močoviny v plazmě pomocí oxochromurea kitu (Urea 200, Lachema Brno).

Statistické vyhodnocení

Pokusná data byla podrobena analýze rozptylu (Steel, Torrie, 1980) a průkaznost rozdílů mezi průměry byla hodnocena Tukeyovým testem. Pro popis vztahů mezi sledovanými parametry a příjmem lyzinu byla použita dvouřezimová lineární regrese a optimální potřeba lyzinu byla určena jako hodnota odpovídající bodu zlomu sledované závislosti (Robbins et al., 1979).

VÝSLEDKY

Pokus 1

Výsledky stanovení stravitelnosti N-látek a lyzinu jsou shrnuty v tab. IV. Stravitelnost N-látek ječmene byla podstatně nižší než u pšenice či sójového šrotu. Rovněž stravitelnost lyzinu byla u ječmene nejnižší, i když rozdíly nebyly tak výrazné jako v případě N-látek. Koeficienty zdánlivé i skutečné stravitelnosti lyzinu ječmene a sójového šrotu byly velmi blízké koeficientům stravitelnosti N-látek, kdežto u pšenice byla stravitelnost lyzinu zhruba o 10 % nižší.

III. Složení pokusných směsí a kalkulovaný obsah živin (g/kg) – pokus 3 – Composition of diets and calculated nutrient contents (g/kg) – trial 3

Komponent ¹	Skupina ²⁰					
	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6
Pšenice ²	400,0	400,0	400,0	400,0	410,0	400,0
Ječmen ³	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0
Sójový extrahovaný šrot ⁴	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0
Sojový olej ⁵	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
Vápenec ⁶	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9
Dikalciumfosfát ⁷	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
Sůl ⁸	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
L-lysin ⁹ HCl	–	1,4	2,8	4,1	5,4	6,7
L-threonin ¹⁰	–	–	0,6	1,3	2,0	2,7
DL-methionin ¹¹	–	–	–	–	0,6	1,2
L-tryptofan ¹²	–	–	–	–	0,3	0,4
Premix ^{a)}	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Pšeničný škrob ¹³	68,9	67,5	65,5	63,5	60,0	57,9
Obsah živin ^{14 b)}						
ME (MJ/kg) ^{c)}	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
N-látky ¹⁵	133,9	135,2	136,9	138,7	140,4	143,2
Lyzin ¹⁶	5,7	6,8	7,9	8,9	10,0	10,9
Treonin ¹⁷	4,5	4,5	5,1	5,8	5,6	7,1
Metionin + cystin ¹⁸	4,9	4,9	4,9	4,9	5,5	6,0
Tryptofan ¹⁹	1,6	1,6	1,6	1,6	1,9	2,1

a), b), c) viz vysvětlivky k tab. II – see explanatory notes to Tab. II

For 1–20 see Tab. II

IV. Zdánlivá (ZS) a skutečná (SS) stravitelnost dusíkatých látek a lyzinu zkoumaných krmiv (%) – Apparent (ZS) and true (SS) digestibility of crude protein and lysine in tested feeds (%)

	N-látky ⁴		Lyzin ⁵	
	ZS	SS	ZS	SS
Ječmen ¹	70 ± 0,79*	79 ± 0,78	71 ± 2,56	77 ± 2,56
Pšenice ²	81 ± 0,83	88 ± 0,96	73 ± 3,46	80 ± 3,20
Sójový extrahovaný šrot ³	83 ± 0,72	86 ± 0,82	84 ± 0,84	88 ± 0,60

* střední chyba průměru – standard error of the mean

¹barley, ²wheat, ³soybean meal, ⁴crude protein, ⁵lysine

Pokus 2

Výsledky bilance dusíku a energie u prasat o nižší hmotnosti jsou uvedeny v tab. V. S rostoucím obsahem lyzinu ve směsi se postupně zvyšovala bilance dusíku až po maximum dosažené u skupiny LG5; další zvýšení koncentrace lyzinu již nemělo na ukládání dusíku vliv. Stravitelnost dusíku kolísala v poměrně úzkých mezích a nebyla hladinou lyzinu ve směsi ovlivněna. Koncentrace močoviny v plazmě se s růstem obsahu lyzinu ve směsi snižovala, nejnižší hodnoty bylo dosaženo u skupiny LG4 a dále se již výrazně neměnila. Obsah metabolizovatelné energie nebyl pokusnými zásahy významně ovlivněn, i když je možné pozorovat určitý trend zvyšování ME se zvyšujícím se obsahem lyzinu ve směsi.

Na základě získaných dat byly vypočteny regresní rovnice, popisující závislost bilance dusíku, resp. koncentrace močoviny v plazmě na denním příjmu celko-

vého a stravitelného lyzinu a poměru lyzin : ME. Tyto rovnice jsou uvedeny v tab. VI spolu s vypočtenými body zlomu, charakterizujícími optimální hodnotu nezávisle proměnné pro dané kritérium odezvy. Závislosti sledovaných hodnot na příjmu stravitelného lyzinu a poměru stravitelný lyzin : ME jsou znázorněny na obr. 1 a 3.

Pokus 3

Tento pokus, uskutečněný na prasatech o vyšší hmotnosti, poskytl obdobné výsledky jako pokus 2. Zvyšování obsahu lyzinu ve směsi se projevilo průkazným růstem bilance dusíku až po hodnoty kolem 26 g/den dosažené u skupin LF4 až LF6 (tab. VII). Stravitelnost dusíku a obsah ME nebyly hladinou lyzinu ve směsi významně ovlivněny. Koncentrace močoviny v plazmě postupně klesala a dosáhla minima u skupiny LF5. V tab. VIII jsou uvedeny vypočtené

V. Vliv obsahu lyzinu ve směsi na bilanci dusíku a energie (pokus 2) – The effect of dietary lysine on protein and energy balance (trial 2)

		Skupina ⁹						Průměrná střední chyba ¹⁰
		LG1	LG2	LG3	LG4	LG5	LG6	
Obsah lyzinu ¹	(g/kg)	6,38	7,49	8,60	9,71	10,82	11,93	
Živá hmotnost ²	(kg)	48,5	49,6	48,6	51,1	49,4	49,6	0,84
Přijato N ³	(g/d)	42,9	42,9	44,0	44,9	45,3	45,8	0,39
N výkalů ⁴	(g/d)	7,6 ^a	8,0 ^a	7,6 ^a	8,3 ^a	7,5 ^a	8,2 ^a	0,16
N moči ⁵	(g/d)	19,2 ^a	17,4 ^{ab}	15,8 ^{bc}	14,8 ^{bc}	13,5 ^c	13,4 ^c	0,31
Bilance N ⁶	(g/d)	16,0 ^a	17,6 ^a	20,6 ^b	21,8 ^b	24,4 ^c	24,2 ^c	0,23
Stravitelnost N ⁷	(%)	82,3 ^a	81,4 ^a	82,8 ^a	81,5 ^a	83,5 ^a	81,9 ^a	0,38
Močovina v plazmě ⁸	(mM/l)	3,60 ^a	2,77 ^b	2,57 ^b	2,29 ^b	2,35 ^b	2,33 ^b	0,07
ME	(MJ/kg)	13,6 ^a	13,5 ^a	13,8 ^a	13,7 ^a	13,7 ^a	13,8 ^a	0,04

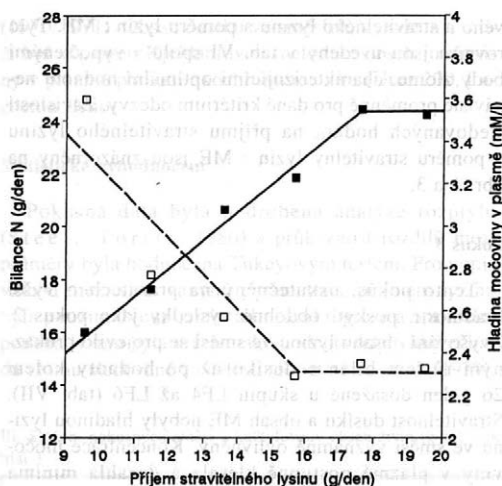
Rozdíly mezi průměry na téže řádce označené stejnými písmeny jsou statisticky nevýznamné ($P > 0,05$) – Differences between the means in the same row designated with identical letters are statistically insignificant ($P > 0,05$)

¹lysine content, ²live weight, ³N intake, ⁴faecal N, ⁵urinary N, ⁶N balance, ⁷N digestibility, ⁸urea in plasma, ⁹group, ¹⁰pooled SE

VI. Dvojice regresních rovnic popisujících vztahy mezi sledovanými ukazateli a vypočtené body zlomu (pokus 2) – Pairs of regression equations describing relations between the test parameters and calculated breakpoints (trial 2)

Závisle proměnná ¹	Nezávisle proměnná ⁴	Regresní rovnice ⁷	r	s	Bod zlomu ⁸
Bilance N ²	celkový lyzin ⁵	$y = 3,66 + 1,061x$	0,93	1,17	19,5
(g/d)	(g/den)	$y = 24,35$			
Bilance N	stravitelný lyzin ⁶	$y = 5,62 + 1,067x$	0,93	1,18	17,6
(g/d)	(g/den)	$y = 24,35$			
Močovina ³	celkový lyzin	$y = 5,16 - 0,159x$	-0,73	0,43	17,9
(mM/l)	(g/den)	$y = 2,32$			
Močovina	stravitelný lyzin	$y = 4,86 - 0,260x$	-0,72	0,43	15,9
(mM/l)	(g/den)	$y = 2,32$			
Bilance N	celkový lyzin : ME	$y = 3,98 + 25,53x$	0,88	1,58	0,80
(g/d)		$y = 24,27$			
Bilance N	stravitelný lyzin : ME	$y = 5,97 + 25,54x$	0,88	1,56	0,72
(g/d)		$y = 24,27$			

¹dependent variable, ²N balance, ³urea, ⁴independent variable, ⁵total lysine, ⁶digestible lysine, ⁷regression equation, ⁸breakpoint



1. Závislost bilance dusíku (černé body) a koncentrace močoviny v plazmě (bílé body) na příjmu stravitelného lyzinu (pokus 2) – Relation of nitrogen balance (solid points) and plasma urea concentration (open points) to digestible lysine intake (trial 2)

regresní rovnice a na obr. 2 a 3 jsou znázorněny průběhy závislosti bilance dusíku a koncentrace plazmatické močoviny na příjmu stravitelného lyzinu, resp. poměru stravitelný lyzin : ME.

DISKUSE

Hodnoty zdánlivé stravitelnosti N-látek a lyzinu zjištěné v pokusu 1 odpovídají údajům uvedeným v dosud publikovaných tabulkách (RHÔNE-POULENC, 1993; DEGUSSA, 1993; EUROLYSINE, 1998). U obou živin se koeficienty stravitelnosti zjištěné na různých pracovištích nelišily o více než 2 až 3 %, což lze považovat za velmi dobrou shodu. Jedinou výjim-

kou byla stravitelnost lyzinu ječmene, která kolísala od 64 % (RHÔNE-POULENC, 1993) přes 67 % (EUROLYSINE, 1998) až po 71 % (DEGUSSA, 1993 a naše výsledky). Pokud jde o skutečnou stravitelnost, souhlasí výsledky získané v pokusu 1 poměrně dobře s údaji tabulek RHÔNE-POULENC (1993), i když jsou hodnoty u ječmene poněkud nižší. V tomto případě mohla výsledné hodnoty ovlivnit výše metabolických ztrát aminokyselin v chymu prasat. Námi stanovené metabolické ztráty vyjádřené na 100 g přijaté sušiny jsou nižší, než uvádějí např. Wüschel et al. (1987), a tudíž je menší i difference mezi koeficienty zdánlivé a skutečné stravitelnosti.

Maximální hodnoty dusíkové bilance dosažené v pokusu 2 a 3 se pohybovaly kolem 24 až 26 g/den, což odpovídá 150 až 163 g denně uložených bílkovin. Jde o hodnoty poměrně vysoké, srovnatelné v daných hmotnostních kategoriích s výsledky u nadprůměrných zahraničních genotypů. Použitá bilanční technika, tj. klasická bilance založená na diferenčním principu, sice výsledky bilance dusíku v důsledku různých ztrát nadhodnocuje (Oslage et al., 1987; Quiniou et al., 1995), avšak v našich pokusech, kdy byly ztráty moči zcela eliminovány odběrem pomocí katetrů, nebyly dosažené výsledky tímto faktorem pravděpodobně významně ovlivněny.

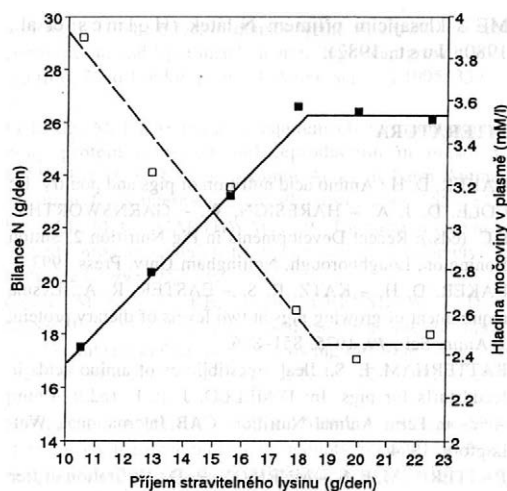
Vysoké schopnosti prasat ukládat v těle bílkoviny odpovídají i vypočtené optimální potřeby celkového lyzinu, které jsou vesměs vyšší než výsledky starších pokusů, na jejichž základě byly zpracovány např. normy ARC (1981) a NRC (1988). Při použití bilance dusíku jako kritéria odezvy byl jako optimální určen denní příjem celkového lyzinu 19,5 g pro prasata o hmotnosti 50 kg a 20,6 g pro prasata o hmotnosti 80 kg. Optimální potřeba stravitelného lyzinu činila 17,6, resp. 18,1 g/den. Určení optima na základě koncentrace močoviny v plazmě dalo poněkud odlišné výsledky, zejména u prasat o vyšší hmotnosti (tab. VIII). Močovina je poměrně často používaným indikátorem kvality bílkovin

VII. Vliv obsahu lyzinu ve směsi na bilanci dusíku a energie (pokus 3) – The effect of dietary lysine on protein and energy balance (trial 3)

		Skupina ⁹						Průměrná střední chyba ¹⁰
		LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6	
Obsah lyzinu ¹	(g/kg)	5,68	6,76	7,86	8,88	9,95	10,95	
Živá hmotnost ²	(kg)	82,6	78,9	83,0	81,7	81,7	79,8	0,95
Přijato N ³	(g/d)	49,2	49,1	50,0	50,3	50,0	51,2	0,13
N výkalů ⁴	(g/d)	7,5 ^a	6,4 ^a	7,0 ^a	6,6 ^a	6,7 ^a	5,8 ^a	0,14
N moči ⁵	(g/d)	24,3 ^a	22,4 ^a	19,8 ^b	17,1 ^c	16,8 ^c	19,3 ^b	0,19
Bilance N ⁶	(g/d)	17,5 ^a	20,3 ^b	23,2 ^c	26,6 ^d	26,4 ^d	26,1 ^d	0,20
Stravitelnost N ⁷	(%)	84,9 ^a	86,7 ^a	85,3 ^a	85,8 ^a	85,4 ^a	86,8 ^a	0,28
Močovina v plazmě ⁸	(mM/l)	3,90 ^a	3,26 ^{ab}	3,19 ^{ab}	2,61 ^b	2,38 ^b	2,50 ^b	0,09
ME	(MJ/kg)	13,7 ^a	13,7 ^a	13,7 ^a	13,9 ^a	13,8 ^a	13,9 ^a	0,03

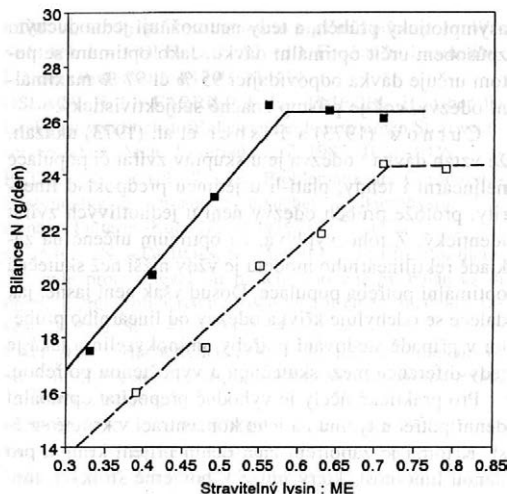
Rozdíly mezi průměry na téže řádce označené stejnými písmeny jsou statisticky nevýznamné ($P > 0,05$) – Differences between the means in the same row designated with identical letters are statistically insignificant ($P > 0,05$)

¹lysine content, ²live weight, ³N intake, ⁴faecal N, ⁵urinary N, ⁶N balance, ⁷N digestibility, ⁸urea in plasma, ⁹group, ¹⁰pooled SE



2. Závislost balance dusíku (černé body) a koncentrace močoviny v plazmě (bílé body) na příjmu stravitelného lysinu (pokus 3) – Relation of nitrogen balance (solid points) and plasma urea concentration (open points) to digestible lysine uptake (trial 2)

a potřeby aminokyselin (Eggum, 1970; Coma et al., 1995), neboť její hladina v krvi odráží množství degradovaného dusíku, který se vylučuje z těla. S růstem obsahu první limitující aminokyseliny tedy koncentrace močoviny klesá a dosahuje minima v okamžiku, kdy je potřeba limitující aminokyseliny kryta nebo je její obsah v rovnováze s druhou limitující aminokyselinou. Hladina močoviny může být ovlivněna některými vedlejšími faktory, jako je obsah N-látek ve směsi nebo denní doba (Heger et al., 1976), v jejichž důsledku se přesnost odhadu optimální potřeby zmenšuje. V našich pokusech byly korelační koeficienty regresních rovnic zahrnujících koncentraci močoviny ve všech případech nižší, než tomu bylo u dusíkové bilance, a proto lze odhad optima potřeby vycházející ze



3. Závislost balance dusíku na poměru stravitelný lysin : ME u prasat o hmotnosti 50 kg (bílé body) a 80 kg (černé body) – Relation of nitrogen balance to the digestible lysine : ME ratio in pigs of 50kg live weight (open points) and of 80kg live weight (solid points)

sledování změn dusíkové bilance považovat za spolehlivější.

Spolehlivost odhadu optimální potřeby ovšem závisí i na způsobu interpretace dosažených výsledků. Optimální potřeba se zpravidla definuje jako takové množství živiny, které je nutné k dosažení maxima či minima sledované odezvy. Tuto hodnotu není obtížné určit, pokud platí, že s rostoucím příjmem živiny se odezva lineárně zvyšuje až po bod, kdy je optima potřeby dosaženo, a dále se již nemění. Na tomto předpokladu je založena velká část prací zabývajících se odhadem optimální potřeby. V poslední době však převládá názor, že k popisu vztahů mezi dávkou a odezvou jsou vhodnější nelineární funkce (Gahl et al., 1991; Fuller, Garthwaite, 1993). Tyto funkce však mají většinou

VIII. Dvojice regresních rovnic popisujících vztahy mezi sledovanými ukazateli a vypočtené body zlomu (pokus 3) – Pairs of regression equations describing relations between the test parameters and calculated breakpoints (trial 3)

Závisle proměnná ¹	Nezávisle proměnná ⁴	Regresní rovnice ⁷	<i>r</i>	<i>s</i>	Bod zlomu ⁸
Balance N ² (g/d)	celkový lysin ⁵ (g/den)	$y = 2,50 + 1,156x$ $y = 26,35$	0,94	1,25	20,6
Balance N (g/d)	stravitelný lysin ⁶ (g/den)	$y = 5,24 + 1,165x$ $y = 26,35$	0,95	1,21	18,1
Močovina ³ (mM/l)	celkový lysin (g/den)	$y = 6,04 - 0,169x$ $y = 2,44$	-0,69	0,55	21,3
Močovina (mM/l)	stravitelný lysin (g/den)	$y = 5,70 - 0,174x$ $y = 2,44$	-0,71	0,53	18,7
Balance N (g/d)	celkový lysin : ME	$y = 3,15 + 34,98x$ $y = 26,36$	0,92	1,51	0,66
Balance N (g/d)	stravitelný lysin : ME	$y = 5,99 + 34,89x$ $y = 26,36$	0,92	1,50	0,58

¹dependent variable, ²N balance, ³urea, ⁴independent variable, ⁵total lysine, ⁶digestible lysine, ⁷regression equation, ⁸breakpoint

asymptotický průběh, a tedy neumožňují jednoduchým způsobem určit optimální dávku. Jako optimum se potom určuje dávka odpovídající 95 % či 97 % maximální odezvy, což je přístup značně subjektivistický.

Curnow (1973) a Fisher et al. (1973) ukázali, že vztah dávka : odezva je u skupiny zvířat či populace nelineární i tehdy, platí-li u jedinců předpoklad linearity, protože průběh odezvy není u jednotlivých zvířat identický. Z toho vyplývá, že optimum určené na základě rektilineárního modelu je vždy nižší než skutečná optimální potřeba populace. Dosud však není jasné, jak dalece se odchyluje křivka odezvy od lineárního průběhu v případě sledování potřeby aminokyselin a jaká je tedy difference mezi skutečnou a vypočtenou potřebou.

Pro praktické účely je výhodné přepočítat optimální denní potřebu lyzinu na jeho koncentraci v krmné směsi. K tomu je zapotřebí znát denní příjem krmiva pro danou hmotnost, který může v poměrně širokých mezích kolísat. Doporučený obsah lyzinu v krmné směsi tedy není příliš objektivním ukazatelem optimální potřeby. Všeobecně platí, že příjem krmiva je u moderních genotypů prasat nižší než u prasat staršího typu (Cole, Chadd, 1989; Chadd et al., 1993). Doporučení komise výživy (Šimeček et al., 1995) k tomu přihlíží a pro prasata masného typu uvádí upravenou regresní rovnici pro výpočet denního příjmu krmné směsi. Na základě těchto hodnot pak lze odvodit, že optimální koncentrace celkového lyzinu ve směsi pro prasata o hmotnosti 50 kg a 80 kg činí 8,95, resp. 7,49 g/kg a optimální koncentrace skutečně stravitelného lyzinu je 8,07, resp. 6,58 g/kg směsi.

Přesnější relativním vyjádřením potřeby lyzinu je jeho množství na jednotku metabolizovatelné energie. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulkách VI a VIII. Vypočtený optimální poměr obsahu celkového lyzinu k obsahu ME je v dobré shodě jak s doporučením komise výživy pro masný typ prasete (Šimeček et al., 1995), tak s hodnotami, které pro prasnici schopné ukládat denně 150 g bílkovin uvádějí Van Lunen a Cole (1996). O optimální potřebě stravitelného lyzinu pro moderní genotypy není zatím dostatek informací. Bikker et al. (1994) zjistili u prasat o hmotnosti 20 až 40 kg jako optimum 0,6 g zdánlivě stravitelného lyzinu na MJ stravitelné energie, což je přibližně 0,67 g skutečně stravitelného lyzinu na MJ ME, tedy hodnota asi o 7 % nižší, než je potřeba pro 50 kg prase zjištěná v našem pokusu.

Pro výpočet optimálního poměru lyzin : ME byly použity hodnoty metabolizovatelné energie zjištěné experimentálně. Tyto hodnoty se v obou pokusech lišily od tabulkových hodnot a rozdílly se postupně zvětšovaly s růstem obsahu lyzinu ve směsi. U skupin s nejvyšším obsahem lyzinu činily tyto rozdíly 3 až 4,5 %. Hlavní příčinou tohoto jevu byla pravděpodobně skutečnost, že s rostoucím obsahem lyzinu se snižovalo odbourávání aminokyselin, což se odrazilo ve snížené exkreci močovin, která je hlavní energetickou složkou moči. Podobně je tomu i při zkrmování směsí s různým obsahem dusíku, kdy byl rovněž pozorován vzestup

ME s klesajícím příjmem N-látek (Holmes et al., 1980; Just, 1982).

LITERATURA

- BAKER, D. H.: Amino acid nutrition of pigs and poultry. In: COLE, D. J. A. – HARESIGN, W. – GARNSWORTHY, P. C. (eds.): Recent Developments in Pig Nutrition 2. Sutton Bonington, Loughborough, Nottingham Univ. Press 1993.
- BAKER, D. H. – KATZ, R. S. – EASTER, R. A.: Lysine requirement of growing pigs at two levels of dietary protein. *J. Anim. Sci.*, **40**, 1975: 851–856.
- BATTERHAM, E. S.: Ileal digestibilities of amino acids in feedstuffs for pigs. In: D'MELLO, J. P. F. (ed.): Amino Acids in Farm Animal Nutrition. CAB International, Wallingford, 1994.
- BATTERHAM, E. S. – MURISON, R. D.: Utilization of free lysine by growing pigs. *Brit. J. Nutr.*, **46**, 1981: 87–92.
- BIKKER, P. – VERSTEGEN, M. V. A. – TAMMINGA, S.: Partitioning of dietary nitrogen between body components and waste in young growing pigs. *Netherl. J. Agr. Sci.*, **42**, 1994: 37–45.
- CAI, Y. – ZIMMERMAN, D. R. – EWAN, R. C.: Diurnal variation in concentrations of plasma urea nitrogen and amino acids in pigs given free access to feed or fed twice daily. *J. Nutr.*, **123**, 1994: 1088–1093.
- CAMPBELL, R. G. – TAVERNER, M. R. – CURIC, D. M.: The influence of feeding level on the protein requirement of pigs between 20 and 45 kg live weight. *Anim. Prod.*, **40**, 1985: 489–496.
- CAMPBELL, R. G. – TAVERNER, M. R. – CURIC, D. M.: The effects of sex and live weight on the growing pig's response to dietary protein. *Anim. Prod.*, **46**, 1988: 123–130.
- COLE, D. J. A. – CHADD, S. A.: Voluntary food intake of growing pigs. In: FORBES, J. M. – VARLEY, M. A. – LAWRENCE, T. L. J. (eds.): The Voluntary Food Intake of Pigs British Society of Animal Production. Occasional Publ. No. 13, 1989: 61–70.
- COMA, J. – CARRION, D. – ZIMMERMAN, D. R.: Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine the lysine requirement of pigs. *J. Anim. Sci.*, **73**, 1995: 472–481.
- CROMWELL, G. L. – CLINE, T. R. – CRENSHAW, J. D. – CRENSHAW, T. D. – EWAN, R. C. – HAMILTON, C. R. – LEWIS, A. J. – MAHAN, D. C. – MILLER, E. R. – PETTIGREW, J. E. – TRIBBLE, L. F. – VEUM, T. L.: The dietary protein and/or lysine requirements of barrows and gilts. *J. Anim. Sci.*, **71**, 1993: 1510–1519.
- CURNOW, R. N.: A smooth population response curve based on an abrupt threshold and plateau model for individuals. *Biometrics*, **29**, 1973: 1–10.
- EGGUM, B. O.: Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. *Brit. J. Nutr.*, **24**, 1970: 983–988.
- FISHER, C. – MORRIS, T. R. – JENNINGS, R. C.: A model for the description and prediction of the response of laying hens to amino acid intake. *Brit. Poult. Sci.*, **14**, 1973: 469–483.
- FRIESE, K. G. – NELSEN, J. L. – GOODBAND, R. D. – TOKACH, M. D. – UNRUH, J. A. – KROPP, D. H. –

- KERR, B. J.: The effect of dietary lysine on growth, carcass composition, and lipid metabolism in high-lean growth gilts fed from 72 to 136 kilograms. *J. Anim. Sci.*, 73, 1995: 3392-3401.
- FULLER, M. F.: Amino acid requirements for maintenance, body protein accretion and reproduction in pigs. In: D'MELLO, J. P. F. (ed.): *Amino Acids in Farm Animal Nutrition*. CAB International, Wallingford, 1994: 155-184.
- FULLER, M. F. - GARTHWAITE, P.: The form of response of body protein accretion to dietary amino acid supply. *J. Nutr.*, 123, 1993: 957-963.
- GAHL, M. K. - FINKE, M. D. - CRENSHAW, T. D. - BENEVENGA, N. J.: Use of a four-parameter logistic equation to evaluate the response of growing rats to ten levels of each indispensable amino acid. *J. Nutr.*, 121, 1991: 1720-1729.
- HEGER, J. - KEJMAR, J. - BROŽOVÁ, E.: Studium biochemických ukazatelů biologické hodnoty bílkovin. IV. Denní rytmy hladiny močoviny v plasmě a aktivity arginázy v játrech krys při různé úrovni proteinové výživy. *Biol. Chem. Výž. Zvířat*, 12, 1976: 255-261.
- HEGER, J. - MENGESHA, S. - BLÁHA, J. - KOCH, F.: Estimation of minimum crude protein level in diets for high-lean growth pigs. *Agribiol. Res.*, 1997 (v tisku).
- HOLMES, C. W. - CARR, J. R. - PEARSON, G.: Some aspects of the energy and nitrogen metabolism of boars, gilts and barrows given diets containing different concentrations of protein. *Anim. Prod.*, 31, 1980: 279-289.
- CHADD, S. A. - COLE, D. J. A. - WALTERS, J. R.: The food intake, performance and carcass characteristics of two pig genotypes grown to 120 kg live weight. *Anim. Prod.*, 57, 1993: 473-481.
- JONDREVILLE, C. - VAN DEN BROECKE, J. - GATEL, F. - VAN CAUWENBERGHE, S.: Ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs. ITCF Technical Institute for Cereals and Forages, Paris, 1995.
- JUST, A.: The net energy value of crude (catabolized) protein for growth in pigs. *Livestock Prod. Sci.*, 9, 1982: 349-360.
- JUST, A. - JORGENSEN, H. - FERNÁNDEZ, J. A. - BECH-ANDERSEN, S. - ENGAARD HANSEN, N.: The chemical composition, digestibility, energy and protein value of different feedstuffs for pigs. Report No. 556, National Institute of Animal Science, Copenhagen, Denmark, 1983 (in Danish).
- KNABE, D. A.: Optimizing the protein nutrition of growing-finishing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 60, 1996: 331-341.
- LENIS, N. P.: Digestible amino acids for pigs: assessment of requirements on ileal digestible basis. *Pig News Inform.*, 13, 1992: 31N-39N.
- LLAMES, C. - FONTAINE, J.: Determination of amino acids in feeds: collaborative study. *J. AOAC Int.*, 77, 1994: 1362-1402.
- LOW, A. G.: Protein evaluation in pigs and poultry. In: WISEMAN, J. - COLE, D. J. A. (ed.): *Feedstuffs Evaluation*. London, Butterworths 1990: 91-114.
- OSLAGE, H. J. - FARRIES, F. E. - FLIEGEL, H.: Über die Exaktheit von Stickstoffbilanzen bei langfristigen Stoffwechselversuchen. *Arch. Tierernähr.*, 37, 1987: 1021-1028.
- PETRY, M. - RAPP, W.: Zur Problematik der Chromoxid-Bestimmung in Verdauungsversuchen. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futterm.-Kde.*, 27, 1970/1971: 171-189.
- QUINIOU, N. - DUBOIS, S. - NOBLET, J.: Effect of dietary crude protein level on protein and energy balances in growing pigs: comparison of two measurement methods. *Livestock Prod. Sci.*, 41, 1995: 51-61.
- RAO, D.S. - MCCracken, K. J.: Protein requirements of boars of high genetic potential for lean growth. *Anim. Prod.*, 51, 1990: 179-186.
- ROBBINS, K. R. - NORTON, H. W. - BAKER, D. H.: Estimation of nutrient requirements from growth data. *J. Nutr.*, 109, 1979: 1710-1714.
- ŠIMEČEK, K. - ZEMAN, L. - HEGER, J.: Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro prasata. VÚVZ Pohořelice, 1995.
- STAHLY, T. S. - CROMWELL, G. L. - TERHUNE, D.: Responses of pigs from high and low lean growth genotypes to dietary lysine levels. *J. Anim. Sci.*, 66 (Suppl. 1), 1988: 137.
- STEEL, R. G. D. - TORRIE, J. H.: *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 2nd ed. New York, McGraw-Hill Book Co. 1980.
- VAN LUNEN, T. A. - COLE, D. J. A.: Energy-amino acid interactions in modern pig genotypes. In: GARNSWORTHY, P. C. - WISEMAN, J. - HARESIGN, W. (eds.): *Recent Advances in Animal Nutrition 1996*. Nottingham, Nottingham Univ. Press 1996: 233-261.
- WÜNSCHE, J. - HERRMANN, U. - MEINL, M. - HENNIG, U. - KREIENBRING, F. - ZWIERZ, P.: Einfluss exogener Faktoren auf die präzäkale Nährstoff- und Aminosäurenresorption, ermittelt an Schweinen mit Ileo-Rektal-Anastomosen. *Arch. Anim. Nutr.*, 37, 1987: 745-764.
- ARC. The Nutrient Requirements of Pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, 1981.
- DEGUSSA. Amino Acid Recommendations for Pigs. Degussa AG, Frankfurt am Main, 1993.
- EUROLYSINE. Apparent Ileal Digestibility of Essential Amino Acids in Feedstuffs for Pigs. Eurolysine Information No. 15, Paris, 1988.
- NRC. Nutrient Requirements of Swine (9th ed.). Washington, D.C., National Academy Press 1979.
- RHÔNE-POULENC. Nutrition Guide. Feed Formulation with Digestible Amino Acids. Rhône-Poulenc Animal Nutrition, Antony Cedex, 1993.

Došlo 26. 11. 1996

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Jaroslav Heger, CSc., Biofaktory Praha, s.r.o., Na Chvalce 2049, 193 00 Praha 9-Horní Počernice, Česká republika, tel.: doplnit, fax: doplnit

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic

Fax: (00422) 24 25 39 38

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with long summaries in English or in English language with summaries in Czech or Slovak.

Subscription to these journals should be sent to the above-mentioned address.

Periodical	Number of issues per year
Rostlinná výroba (Plant Production)	12
Živočišná výroba (Animal Production)	12
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12
Lesnictví – Forestry	12
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4
Zahradnictví (Horticultural Science)	4
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6

TESTOVANIE ENZYMATICKÉHO PREPARÁTU VO VZŤAHU K ÚŽITKOVOSTI A HOSPODÁRSKEMU VYUŽITIU KRMÍV U BROJLEROVÝCH KURČIAT

A TEST OF ENZYMIC PREPARATION IN RELATION TO PERFORMANCE AND COMMERCIAL UTILIZATION OF FEEDS IN BROILER CHICKENS

M. Angelovičová, I. Michalík

University of Agriculture, Faculty of Agronomy, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: A group feeding trial was conducted on the broiler type of chickens Lochman in farming conditions with Big Dutchman technology. The trial lasted 42 days, i.e. starter stage took 21 days, growth stage 16 days and finisher stage 5 days. The objective of the trial was to test a new enzymic preparation Multizým used in wheat-based feed rations, the formulation of which is shown in Tab. I. Multizým is an enzymic preparation containing *Aspergillus niger* and *Bacillus licheniformis* with an addition of lyophilized barley germs showing protease, amylolytic and phosphatase activities. The trial consisted of a control group receiving commercial feed mixtures in form of starter, growth ration and finisher, and of an experimental group that received feed rations with 0.2% Multizým addition replacing wheat. Evaluation of chicken performance and commercial utilization of feeds in the separate stages of fattening (Tab. II) showed that Multizým application increased live weight by 3.31% in the starter stage, by 16.41% in the growth stage and by 13.17% in the finisher stage. As a result of Multizým use live weight gain increased by 169.34% in the growth stage in comparison with the starter stage, and by 139.04 % in the control group. Average daily weight gain in the growth stage was higher by 25.81% after Multizým application, and higher by 19.65% in the finisher stage in comparison with the control group. On the other hand, higher feed intake was recorded in Multizým group in all stages of broiler production except the starter stage if compared with the control group. Feed conversion was more effective in Multizým group than in the control group, by 0.5 in the growth stage and by 0.2 in the finisher stage. Comparison of performance and commercial utilization of feeds in broiler chickens over the whole production period (Tab. III) showed that live weight increased by 13.17% and feed intake by 3.14%, or by 8.87% in feed consumption per 1 kg live weight. The ratio of feed consumption in the particular stages of broiler production was 1.02 : 2.97 : 1 in the control group and 1 : 3.7 : 1.19 in Multizým group. Multizým application decreased the feed cost by 8.81 to 9.73% for production of 1 kg broiler meat.

enzymic preparation; broiler chickens; feed mixtures; feed utilization; performance

ABSTRAKT: V prevádzkových podmienkach pri technológii Big Dutchman sme uskutočnili skupinový kŕmny pokus s výkrmovým typom kurčiat Lohmann. Cieľom pokusu bolo overiť a porovnať kŕmnu zmes s doplnkom enzymatického preparátu (Multizým) pripraveného na Katedre biochémie a rádiobiológie Vysokej školy poľnohospodárskej v Nitre. Z výsledkov biologickej testácie, ktorá trvala 42 dní, vyplýva, že prídavkom Multizýmu do kŕmnych zmesí brojlerových kurčiat sa zvýšila živá hmotnosť o 13,17 % a spotreba krmiva o 3,14 % v porovnaní s kontrolnou skupinou. Pomer spotreby krmiva medzi jednotlivými fázami výkrmu bol v kontrolnej skupine 1,03 : 2,97 : 1 a s Multizýmom 1 : 3,7 : 1,19. Náklady na krmivá pri výrobe brojlerového mäsa sa Multizýmom zefektívnilo o 8,81 až 9,73 %.

enzymatický preparát; brojlerové kurčatá; kŕmne zmesi; využitie krmív; úžitkovosť

ÚVOD

Využívanie špecificky účinných látok stimulujúcich retenciu živín, rast a úžitkovosť hydiny, najmä vo výkrmu, predstavuje už niekoľko desaťročí jeden z rozhodujúcich činiteľov zvyšovania úžitkovosti a rentability hydinárskej výroby. V súčasnom období sa venuje zvy-

šená pozornosť doplnkom kŕmnych zmesí, enzymatickým preparátom, najmä proteázam, amylázam, fosfátázam a celulázam. Enzymy ako aditíva do krmiva prispievajú k optimalizácii výživy tým, že zvyšujú podiel stráviteľných látok. Zákon o krmivách č. 184/93 požaduje, aby kŕmne enzymy spĺňali základné kritéria, ako je zachovanie a zlepšenie úžitkovosti chovaných zvie-

rat, zdravotná neškodnosť pre zvieratá a pre ľudí, ako aj pre životné prostredie.

Pri sójovo-obilninovom type kŕmnych zmesí pre výkrmové kurčatá tvoria základ kukurica a pšenica. V posledných rokoch je kukurica v kŕmnych zmesiach nahrádzaná pšenicou. V tomto smere je potrebné zohľadniť rozdiely vo frakčnej skladbe bielkovinového komplexu a neškrobových polysacharidov v zrne jednotlivých druhov obilnín. Nízka aktivita proteáz a amyláz v zrne priaznivo vplyva na akumuláciu bielkovín a škrobu počas tvorby zrna. Naproti tomu má nepriaznivý vplyv na hydrolyzovateľnosť bielkovín a tým aj na ich využitie vo výžive zvierat (Urminská, Michalík, 1991).

Je známe, že bielkovinový komplex obilnín je v priemere z 30 až 40 % tvorený prolaminovou frakciou, ktorá sa vyznačuje nízkym obsahom a nevyrovnaným zastúpením esenciálnych aminokyselín, najmä lyzínu, treonínu, metionínu a tryptofánu. Naproti tomu obsahuje vysoký podiel neesenciálnych aminokyselín (prolín, kyselina glutamová a glutamín). Nízka frekvencia väzieb lyzín-arginín spôsobuje nedostatočnú hydrolyzovateľnosť bielkovín typu prolaminov. Uvedené a ďalšie skutočnosti (prítomnosť inhibítorov proteáz a i.) spôsobujú nízku stráviteľnosť zásobných bielkovín obilnín vo výžive monogastričných zvierat (Michalík et al., 1991). Snaha riešiť tento problém, ktorý smeruje ku zvýšeniu využiteľnosti cereálnych bielkovín, viedla k vývoju a zavedeniu v krmivárskej praxi najrôznejších enzymatických preparátov s obsahom viacerých hydrolytických enzýmov (proteáz, amyláz, fosfatáz, celulóz a ďalších).

Problematika používania enzymatických preparátov u hydiny bola predmetom štúdií autorov Koňanová (1995), Zedník (1995), Brož (1994, 1993), Brož, Völker (1990 – cit. Brož, 1995), Campbell, Bedford (1992), Chesson (1993), Jerroch (1991), Jackish, Jerroch (1990), Kejmar (1989) a Varvažovský (1985).

Ako uvádzajú Holub a Svobodová (1989), je pri používaní enzýmov pre kŕmne účely potrebné správne voliť ich koncentráciu, aby boli účinné a ekonomicky efektívne, a aplikáciu pre vhodný druh a kategóriu zvierat. Priamou aplikáciou enzymatických preparátov, ako súčasťou kŕmnej zmesi, t.j. komponentov, sa účinky prejavajú až v tráviacej sústave. Ak podmienky pre skrmovanie kŕmnych enzýmov zohľadníme tieto faktory, môže sa vo výkrme kurčiat dosiahnuť (Brož, 1991) nasledovný efekt: zvýšenie metabolizovateľnej energie, zlepšenie retencie živín, napr. tuky, organickej hmoty, zlepšenie konverzie krmiva, zvýšenie prírastkov živej hmotnosti, zníženie viskozity chýmusu, zrýchlenie prechodu krmiva, zvýšenie príjmu krmiva (iba v niektorých prípadoch), zníženie výskytu lepkavého trusu a zlepšenie celkového stavu podstielky.

Doteraz sa vykonalo mnoho experimentov s jednotlivými enzýmami, ako sú proteázy, celulózy, amylázy, lipázy, resp. multipreparátmi s cieľom zvýšiť využitie živín z krmiva. Dosiahnuté výsledky boli priaznivé

a v niektorých štátoch sa enzýmové preparáty vo výžive zvierat bežne používajú (USA, Kanada, Fínsko, Švédsko, Veľká Británia a i.).

MATERIÁL A METÓDA

V prevádzkových podmienkach s výkrmovým typom kurčiat Lohmann sa uskutočnil skupinový kŕmny pokus, ktorý trval 42 dní. Boli dodržané všetky podmienky chovu a výživy technológie Big Dutchman. Pre testovanie sa použilo 26 831 jednodňových kurčiat. V pokusoch boli sledované tieto ukazovatele:

- a) úžitkovosť
 - živá hmotnosť kurčiat
 - prírastok živej hmotnosti
 - priemerný denný prírastok živej hmotnosti
- b) hospodárske využitie kŕmív
 - celková spotreba krmiva
 - spotreba krmiva na 1 kg živej hmotnosti
 - spotreba krmiva na 1 kg prírastku živej hmotnosti
 - kŕmna dávka
 - produkčná účinnosť kŕmnej dávky
 - produkčná účinnosť 1 kg kŕmnej zmesi
 - konverzia krmiva.

Pokus sa skladal z dvoch skupín: kontrolnej, v ktorej sa skrmovali bežne používané kŕmne zmesi určené pre výkrmové kurčatá, a pokusnej, v ktorej sa použili podobné kŕmne zmesi ako v kontrolnej skupine s tým rozdielom, že tieto kŕmne zmesi sa doplnili enzymatickým preparátom Multizým 0,2 % na úkor pšenice (tab. I).

Multizým je určený pre výkrm hydiny. Vyrobený je na báze *Aspergillus niger* a *Bacillus licheniformis* s prídavkom vykliečeného lyofilizovaného jačmeňa v pomere 1 : 1 : 1. Je to vlastne proteáza obohatená alfa-amylázou a fosfatázou.

Charakteristika výrobku

Aktivita: celková proteázová 176 U/g, alfa-amylázy 29 μ kat/l, fosfatázy 188 nkat/l.

Stanovenie proteolytickej aktivity: Exoproteázy sa extrahujú z 1 g celozrnného šrotu (0,025 mol/l acetátového pufru, pH = 4,0) intenzívnym trepaním po dobu 60 minút pri teplote 4 °C podľa Prestona (1978). Extrakt sa odstreďuje 15 minút pri 34 000 G a teplote 4 °C. Takto získaný supernatant sa použije súčasne na stanovenie aktivity exoproteáz a bielkovín podľa Bredforda (cit. Peťovský a Michalík, 1986). Jednotka exoproteolytickej aktivity zodpovedá množstvu proteínáz, ktoré spôsobujú (za definovaných podmienok) zvýšenie absorbancie pri 280 nm o 0,001 A₂₈₀/min, endoproteázy sa stanovujú podľa Prestona (1978). Enzým sa extrahuje z 1 g celozrnného šrotu 5 ml 0,02 mol/l roztokom acetátového pufru (pH = 5,6) trepaním po dobu 60 minút pri 5 °C. Zrazenina sa odstredí pri 20 000 G (15 minút pri 5 °C). K 1 ml super-

		Fáza výkrmu ¹⁵		
		štartérová ¹⁶	rastová ¹⁷	finálna ¹⁸
Kukurica ¹		31,0	10,0	12,0
Pšenica ²		33,7	38,0	37,0
Sójový extrahovaný šrot ³		25,0	21,0	22,9
Mäsovkostná múčka ⁴ MKT II		3,7	4,8	2,0
Rybacia múčka ⁵		3,0	1,2	–
MKP 2		1,8	1,9	1,9
Sof kŕmna ⁶		0,2	0,3	0,3
PX metionínu ⁷		0,3	0,8	0,8
PX lyzínu ⁸		0,3	1,0	0,9
PX BR 1 (BR 2, BR 3)		1,0	1,0	1,0
TKK 1		–	20,0	20,0
Kukuricičný gluten ⁹ 60		–	–	1,0
Dusíkaté látky ¹⁰	(g/kg)	203,10	183,00	189,30
ME _N	(MJ/kg)	11,17	11,84	11,55
Lyzín ¹¹	(g/kg)	11,50	10,99	11,73
Metionín ¹²	(g/kg)	4,66	5,09	4,64
Vápnik ¹³	(g/kg)	10,35	10,52	9,59
Nefytátový fosfor ¹⁴	(g/kg)	5,46	5,09	3,38

MKP 2 = minerálna kŕmna prísada – mineral feed additive

PX = premix

TKK 1 = tukový kukuričný koncentrát – fat corn concentrate

ME_N = metabolizovateľná energia – metabolizable energy

Zloženie MKP 2 (%): kŕmny vápenc – 58, dikalciumfosfát – 41, minerálny doplnok MD 2 – 1

Zloženie MD 2: síran železnatý 80 000 mg, síran meďnatý 30 000 mg, oxid zinočnatý 220 000 mg, uhličitan manganatý 550 000 mg, jodid draselný 5 000 mg, síran kobaltnatý 100 mg, kŕmna múka 30 000 mg, sádra do 1 kg

Zloženie PX SK: vitamín A 5 000 000 m.j., vitamín D₃ 1 000 000 m.j., vitamín E 5 000 mg, vitamín K₃ 500 mg, vitamín B₁ 250 mg, vitamín B₂ 2 000 mg, vitamín B₆ 250 mg

Zloženie TKK (%): kukurica – 87, živočišný kŕmny tuk – 13

MKP 2 composition (%): fodder limestone - 58, dicalcium phosphate - 41, mineral supplement MD 2 - 1

MD 2 composition: ferrous sulfate 80,000 mg, copper sulfate 30,000 mg, zinc oxide 220,000 mg, manganese carbonate 550,000 mg, potassium iodide 5,000 mg, cobalt sulfate 100 mg, feeding meal 30,000 mg, plaster ad 1 kg

PX SK composition: vitamin A 5,000,000 i.u., vitamin D₃ 1,000,000 i.u., vitamin E 5,000 mg, vitamin K₃ 500 mg, vitamin B₁ 250 mg, vitamin B₂ 2,000 mg, vitamin B₆ 250 mg

TKK composition (%): corn - 87, animal feed fat - 13

¹corn, ²wheat, ³soybean meal, ⁴meat-bone meal, ⁵fish meal, ⁶fodder salt, ⁷methionine PX, ⁸lysine PX, ⁹corn gluten, ¹⁰crude protein, ¹¹lysine, ¹²methionine, ¹³calcium, ¹⁴nonphytate phosphorus, ¹⁵production stage, ¹⁶starter, ¹⁷growth, ¹⁸finisher

natantu sa pridá 1 ml azoalbumínu a reakčná zmes sa inkubuje 3,5 hodiny pri 37 °C. Po tejto expozícii sa reakcia zastaví 2 ml 0,3 mol/l kyseliny trichlóroctovej a obsah sa odstrdí. K supernatantu sa pridajú 2 ml 0,3 mol/l Na₂CO₃ a zmeria sa densita pri 440 nm. Jedna jednotka proteolytickej aktivity zodpovedá množstvu proteináz, ktoré spôsobujú zvýšenie absorbancie o 0,001 A₄₄₀/min pri vlnovej dĺžke 440 nm.

Stanovenie aktivity alfa-amylázy (alfa-1,4-glykan-glukanohydroláza): Amylolytická aktivita sa stanovuje pomocou Spofa-testu, ktorý obsahuje nerozpustný sieťovaný škrob s kovalentne viazaným farbivom. Prítomný enzým hydrolyzuje škrob, pričom intenzita sfarbenia roztoku meraná pri 620 nm je úmerná aktivite alfa-amylázy. Stanovenie sa uskutočňuje v 2 g celozrn-

ného šrotu, z ktorého sa enzým extrahuje trepaním po dobu 5 minút v 10 ml 0,2 mol/l acetátového pufru (pH = 5,5) podľa Krugera (1972). V supernatante (0,5 ml) sa pomocou Spofa-testu (podľa postupu výrobcu) stanoví aktivita alfa-amylázy.

Stanovenie aktivity kyslej fosfatázy: podľa Bio-La-testu. Obsah živín a iných látok: dusíkaté látky 200 g/kg, bielkoviny 120 g/kg, sacharidy rozpustné 45 g/kg, minerálne látky 100 g/kg, vláknina 60 g/kg, škrob 160 g/kg, fosfor 4,62 g/kg, draslík 11,57 g/kg, vápnik 6,65 g/kg, horčík 1,60 g/kg, sodík 2,28 g/kg, železo 570,0 mg/kg, meď 10,0 mg/kg, kadmium 0,028 mg/kg, olovo 0,64 mg/kg, dusičnany (SO₃) 0,501 g/kg, aflatoxín B₁ 0,1 µg/kg (screeningová rádioimuno-analytická metóda).

Obsah aminokyselín:

Aminokyseliny	g/kg	%
Asp	9,37	6,44
Thr	6,98	4,80
Ser	7,37	5,06
Glu	24,98	17,18
Pro	7,91	5,44
Gly	7,23	4,97
Ala	10,58	7,27
Val	10,37	7,13
Met	1,72	1,18
Ilu	6,45	4,43
Leu	10,38	7,14
Tyr	7,57	5,20
Phe	10,44	7,17
His	7,74	5,32
Lys	7,78	5,35
Arg	8,58	5,90

Pokusy s výkrmovými kurčatami v prevádzkových podmienkach sa uskutočnili po testácii uvedeného preparátu s nosivým typom sliepok v modelových krmno-bilančných pokusoch.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úžitkovosť a hospodárske využitie krmív u kurčiat počas štartérovej, rastovej a finálnej fázy výkrmu (tab. II)

Pri sledovaní živej hmotnosti sa zistilo, že použitím Multizýmu sa zvýšila živá hmotnosť počas štartérovej fázy v priemere o 3,31 %, počas rastovej fázy o 16,41 % a počas finálnej fázy o 13,17 %. Podľa zákona o krmivách sa pri použití enzymatických preparátov do krmných zmesí má zachovať, resp. zvýšiť úžitkovosť zvierat. Naše výsledky testovania nie sú v rozpore s týmto ustanovením a potvrdzujú výsledky iných autorov (Adams, 1993; Varvažovský, 1985; Jackish, Jeroch, 1990). Prírastok živej hmotnosti počas rastovej fázy bol pri použití Multizýmu vyšší o 169,34 % v porovnaní so štartérovou fázou výkrmu. V kontrolnej skupine predstavuje zvýšenie 139,04 %. Počas finálnej fázy výkrmu bol prírastok živej hmotnosti vyšší pri použití Multizýmu o 19,65 % v porovnaní s kontrolnou skupinou. Vyhodnotením priemerného denného prírastku sa zistilo, že počas rastovej fázy výkrmu jeho hodnoty boli 47,2 g v kontrolnej skupine a o 12,2 g, t.j. o 25,81 %, vyššie vo variante s prídavkom Multizýmu. Počas finálnej fázy výkrmu sa zaznamenal priemerný denný prírastok živej hmotnosti 80,4 g v kontrolnej skupine a o 15,8 g (19,65 %) vyšší v skupine s doplnkom Multizýmu. Pri spotrebe krmiva sa zaznamenali vyššie hodnoty v kontrolnej skupine počas štartérovej fázy výkrmu o 103,5 g, t.j. o 15,33 %, a v ďalších fázach výkrmu bola opačná ten-

dencia, t.j. brojlerové kurčatá prijali viac krmiva s doplnkom Multizýmu, a to počas rastovej fázy o 8,5 % a počas finálnej fázy o 3,71 %. Krmná dávka bola počas štartérovej fázy 37,1 g v kontrolnej skupine a o 13,3 % nižšia pri použití Multizýmu. V ostatných fázach výkrmu boli hodnoty krmnej dávky vyššie v skupine s doplnkom Multizýmu, a to počas rastovej fázy o 8,5 % a počas finálnej fázy o 3,7 %.

Produkčná účinnosť krmnej dávky s doplnkom Multizýmu bola vyššia, a to počas rastovej fázy o 20,51 % a počas finálnej fázy o 19,65 %. Tieto výsledky sú pozoruhodné a poukazujú na reálne možnosti aplikácie enzýmov vo forme vyfermentovaného produktu, vrátane mikrobiálnej kultúry, pre priame použitie do krmiva. Spotreba krmiva na 1 kg živej hmotnosti a na 1 kg prírastku živej hmotnosti na konci výkrmu bola nižšia vo variante s Multizýmom. Počas štartérovej fázy sa znížila spotreba krmiva na 1 kg živej hmotnosti o 16,07 %, počas rastovej fázy o 11,52 % a spotreba krmiva na 1 kg prírastku živej hmotnosti o 13,77 % a počas finálnej fázy o 8,86 %, resp. o 13,33 %. Na výrobu 1 kg brojlerového mäsa sa spotrebovalo počas rastovej fázy v kontrolnej skupine 3,05 kg krmnej zmesi a v skupine s Multizýmom o 0,5 kg menej a počas finálnej fázy v kontrolnej skupine 1,93 kg krmnej zmesi a pri použití Multizýmu o 0,2 kg menej. Z 1 kg krmnej zmesi sa vyprodukovalo počas rastovej fázy v kontrolnej skupine 327,7 g brojlerového mäsa a s Multizýmom o 52,3 g viac a počas finálnej fázy výkrmu sa v kontrolnej skupine vyrobilo 518,5 g brojlerového mäsa a pri použití Multizýmu o 79,7 g viac. Analyzované výsledky rozširujú poznatky a informácie o účinnosti enzymatických aditív vo výžive výkrmových kurčiat.

Porovnanie úžitkovosti a hospodárskeho využitia krmív u kurčiat počas celého výkrmového obdobia (tab. III)

Z výsledkov uvedených v tab. III vyplýva, že aplikácia enzymatického preparátu Multizým sa prejavila vo zvýšení živej hmotnosti kurčiat v priemere o 13,17 %, čo je porovnateľné i s údajmi autorov Jackish a Jeroch (1990), ktorí zaznamenali zvýšenie živej hmotnosti u výkrmových kurčiat o 13 % pri použití enzymatického preparátu ZYMINEPB v dávke 0,2 g/kg krmnej zmesi s náhradou polovičného podielu kukurice ražou. V našom pokuse sa zvýšil príjem krmiva v skupine s Multizýmom o 3,14 % (celková spotreba a krmná dávka) a na 1 kg živej hmotnosti o 8,87 %, čo sa zhoduje s výsledkami, ktoré uvádzajú Brož (1991), Varvažovský (1985) a Jackish, Jeroch (1990). Pomer spotrebovaného krmiva v jednotlivých fázach výkrmu (štartérová, rastová, finálna) bol v kontrolnej skupine 1,03 : 2,97 : 1 a s Multizýmom 1 : 3,7 : 1,19. Staršie literárne pramene uvádzajú optimálny pomer spotreby krmiva medzi jednotlivými fázami výkrmu 1 : 2 : 1. Tento ukazovateľ môže byť ovplyvnený dĺžkou výkrmu (v minulom období 49 dní a v súčasnom období 42 dní) a stimulátormi úžitkovos-

II. Úžitkovosť a hospodárske využitie krmív u kurčiat počas štartérovej, rastovej a finálnej fázy výkrmu – Performance of chickens and commercial utilization of feed in the starter, growth and finisher stage of chicken production

		Skupina ¹⁰					
		kontrolná ¹¹			pokusná ¹²		
		1.–21. deň ¹³	22.–37. deň	38.–42. deň	1.–21. deň	22.–37. deň	38.–42. deň
Živá hmotnosť ¹	(g/ks)	543,0 ^a	1 298,0 ^b	1 700,0 ^c	561,0 ^a	1 511,0 ^b	1 923,8 ^c
Prírastok živej hmotnosti ²	(g/ks)	–	755,0	402,0	–	950,0	481,0
Priemerný denný prírastok živej hmotnosti ³	(g)	–	47,2	80,4	–	59,4	96,2
Spotreba krmiva ⁴	(g/ks)	778,5	2 304,1	775,3	675,0	2 500,0	804,0
Krmná dávka ⁵	(g)	37,1	144,0	155,1	32,1	156,3	160,8
Produkčná účinnosť krmnej dávky ⁶	(g)	–	47,2	80,4	–	59,4	96,2
Produkčná účinnosť 1 kg krmnej zmesi ⁷	(g)	–	327,7	518,5	–	380,0	598,2
Spotreba krmiva na 1 kg živej hmotnosti ⁸	(g)	1 433,7	2 374,9	2 269,3	1 203,2	2 101,3	2 068,3
Konverzia krmiva ⁹		–	3,1	1,9	–	2,6	1,7
F-test		*P < 0,05					

Scheffeho test – Scheffe's test:

a : a *P > 0,05

b : b **P < 0,01

c : c **P < 0,01

¹live weight, ²live weight gain, ³average daily live weight gain, ⁴feed consumption, ⁵feed ration, ⁶productive efficiency of feed ration, ⁷productive efficiency of 1 kg feed mixture, ⁸feed consumption per 1 kg live weight, ⁹feed conversion, ¹⁰group, ¹¹control, ¹²experimental, ¹³1st–21st day

III. Porovnanie úžitkovosti a hospodárskeho využitia krmív u kurčiat počas celého výkrmového obdobia – Comparison of performance and commercial utilization of feeds in chickens over the whole production period

		Skupina ⁹		Rozdiel ¹³ ± a
		kontrolná ¹⁰	pokusná ¹¹	
		1.–42. deň ¹²	1.–42. deň ¹²	
Živá hmotnosť ¹	(g/ks)	1 700,0 ^a	1 923,8	+223,8
Spotreba krmiva ²	(g/ks)	3 857,9 ^a	3 979,0	+121,1
Pomer spotreby krmiva v jednotlivých fázach výkrmu ³		1,03 : 2,97 : 1,00	1,00 : 3,70 : 1,19	
Krmná dávka ⁴	(g)	91,8 ^a	94,7	+2,9
Produkčná účinnosť krmnej dávky ⁵	(g)	40,5 ^a	45,8	+5,3
Produkčná účinnosť 1 kg krmnej zmesi ⁶	(g)	440,7 ^a	483,5	+42,8
Spotreba krmiva na 1 kg živej hmotnosti ⁷	(g)	2 269,3 ^a	2 068,1	–201,2
Konverzia krmiva ⁸		2,3 ^a	2,1	–0,2

¹live weight, ²feed consumption, ³feed consumption ratios in production stages, ⁴feed ration, ⁵productive efficiency of feed ration, ⁶productive efficiency of 1 kg feed mixture, ⁷feed consumption per 1 kg live weight, ⁸feed conversion, ⁹group, ¹⁰control, ¹¹experimental, ¹²1st–42nd day, ¹³difference

ti, medzi ktoré môžeme zaradiť enzymatické preparáty. Na výrobu 1 kg brojlerového mäsa sa použitím Multizýmu znížili náklady na krmivá o 8,81 %. Podobné údaje uvádzajú aj Jackish, Jeroch (1990) a Brož (1991). Z 1 kg krmnej zmesi sa vyrobilo viac brojlerového mäsa o 9,73 %.

Analýzované výsledky testovania účinnosti enzymatického preparátu Multizým potvrdili jeho vhodnosť ako aditíva do krmných zmesí zostavených na báze pšenice. Získané výsledky sa zhodujú so závermi autorok Koňanová (1995), podľa ktorej je pre použitie enzymatického preparátu dôležité zloženie krmnej zmesi. Preto by odberateľ enzymatického preparátu mal

poznať nielen zloženie tohto preparátu, ale aj receptúrne zloženie krmnej zmesi, s ktorou môže zefektívniť výrobné náklady. Technologická nenáročnosť výroby Multizýmu prioritizuje i jeho aplikáciu vo výžive výkrmových kurčiat.

LITERATÚRA

ADAMS, C.: Strategie používání Kenzylu dry v multienzymových produktech v krmivu pro zvířata. In: Sbor. Ref. Význam krmných doplňků a premixů ve výživě zvířat, České Budějovice, 1993: 139–148.

- BROŽ, J.: Použití nové generace enzymů ve výživě drůbeže. In: Zbor. Ref. Výroba a využitie krmív, krmných zmesí a krmných aditív v podmienkach trhovej ekonomiky, Ivanka pri Dunaji 12.–13. 11. 1991: 39–43.
- BROŽ, J.: Enzymes as feed additives in poultry nutrition. Current applications and future trends. Mh. Vet. Med., 48, 1993: 213–217.
- BROŽ, J.: Stimulace užitkovosti hospodářských zvířat použitím krmných aditiv. In: Sbor. Ref. Současné problémy ve výživě hospodářských zvířat, Brno, 1994: 13–21.
- CAMPBELL, G. L. – BEDFORD, M. R.: Enzyme applications for monogastric feeds: A review. Can. J. Anim. Sci., 72, 1992: 449–466.
- HOLUB, K. – SVOBODOVÁ, J.: Racionální využití enzymů v krmných dávkách hospodářských zvířat. In: Zbor. Ref. Technologie výroby a využitia krmív, krmných zmesí a krmných doplnkov vo výživě hospodářských zvířat, Štrbské Pleso, 10.–15. 11. 1989: 302–307.
- CHESSON, A.: Feed enzymes. Anim. Feed Sci. Technol., 45, 1993: 65–79.
- JACKISH, B. – JEROCH, H.: Untersuchungen zur Verbesserung des Futterwertes von roggenreichem Broilermastfutter durch Enzymzusatz. Arch. Tierernähr., 40, 1990: 1109–1118.
- JEROCH, H.: Enzyme in der Geflügelernährung. In: 3. Symp. Vitamine und weitere Zusatzstoffe bei Mensch und Tier, Stadtroda bei Jena, 1991: 334–341.
- KARLUBÍK, M. – KAMOČAJOVÁ, K. – MARAI, G. – MICHALÍK, I.: Vplyv prídavku zásaditých proteináz na retenciu bielkovín vo výživě ošípaných. In: Zbor. Ref. Biotechnologické postupy intenzifikácie rastlinnej výroby, Nitra, 1991: 121–130.
- KEJMAR, J.: Výsledky výzkumu při úpravě surovin pro krmivářský průmysl a možnosti jejich racionálního využití. In: Zbor. Ref. Technologie výroby a využitia krmív, krmných zmesí a krmných doplnkov vo výživě hospodářských zvířat, Štrbské Pleso, 14.–15. 11. 1989: 37–43.
- KOŇANOVÁ, A.: Výsledky testácie produkčnej účinnosti krmných zmesí s enzymatickými prípravkami. In: Zbor. Ref. Najnovšie biotechnologické a technické hľadiská na výrobu a využitie krmív, krmných zmesí a krmných aditív vo výživě zvierat, Ivanka pri Dunaji, 14.–15. 11. 1995: 286–292.
- KRUGER, J. E.: Changes in the amylases of hard red spring wheat during growth and maturation. Cereal Chem., 49, 1972: 379–390.
- MICHALÍK, I. – MATUŠ, T. – SAYGÓ, M. – KARLUBÍK, M.: Biotechnológia výroby proteolytických enzýmov využitím *Bacillus licheniformis*. In: Zbor. Ref. Biotechnologické postupy intenzifikácie rastlinnej výroby, Nitra, 1991: 110–112.
- PETOVSKÝ, P. – MICHALÍK, I.: Vplyv pestovateľských podmienok na amylázovú a proteinázovú aktivitu zrna ozimnej pšenice. Rostl. Výr., 32, 1986: 537–542.
- PRESTON, K. R.: Note on separation and partial purification of wheat proteases by affinity chromatography. Cereal Chem., 55, 1978: 793–798.
- URMINSKÁ, D. – MICHALÍK, I.: Enzymatická a inhibičná charakteristika bielkovín zrna obilnín. In: Zbor. Ref. Biotechnologické postupy intenzifikácie rastlinnej výroby, Nitra, 1991: 88–94.
- VARVAŽOVSKÝ, V.: Ověření produkční účinnosti krmných směsí se zařazením přípravku Proteázým. In: Zbor. Ref. Biotechnologická racionalizácia výroby krmív a krmných zmesí a ich využitie vo výživě hospodářských zvířat (II. diel), Štrbské Pleso, 1985: 295–298.
- ZEDNÍK, J.: Výsledky a poznatky z ověření vlivu enzymatických přípravků na produkční účinnost krmných směsí pro výkrm brojlerů. In: Zbor. Ref. Najnovšie biotechnologické a technické hľadiská na výrobu a využitie krmív, krmných zmesí a krmných aditív vo výživě zvierat, Ivanka pri Dunaji, 1995: 269–277.

Došlo 16. 9. 1996

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Mária Angelovičová, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/60 11 11, fax: 087/51 15 93

SOFTWARE PRO HYBRIDIZACI HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT*

SOFTWARE FOR CROSSBREEDING IN FARM ANIMALS

J. Wolf¹, E. Groeneveld², J. Savický³, J. Sölkner⁴, G. Nitter³, W. Fuchs⁴

¹Research Institute of Animal Production, Praha-Uhřetěves, Czech Republic

²Institute of Animal Husbandry and Animal Behaviour, Mariensee, Germany

³Institute of Animal Breeding and Animal Production, University of Hohenheim, Germany

⁴Department of Livestock Science, University of Agriculture, Vienna, Austria

ABSTRACT: Four computer programs for crossbreeding in farm animals (*ODCE*, *CBE*, *CS*, *PEST*) are presented. *ODCE* was written to optimize designs for crossbreeding experiments. *CBE* is a general package for estimating crossbreeding effects from different data structures using a great number of genetic models. The prediction of the performance of non-tested genetic groups is possible. *CS* calculates the efficiency of a wide variety of breed utilization systems for meat production with pigs and sheep. *PEST* is mainly orientated to breeding value estimation, but can be also used for calculating the least squares means of the individual genetic groups using an animal model. An approximative covariance matrix for the group means is calculated as well. These data are input parameters for *CBE*. The interrelationships between the individual programs are discussed. The importance of an experimental design based on sound statistical methods is stressed.

crossbreeding; farm animals; software; experimental design; crossbreeding effects; profit function; animal model

ABSTRAKT: Jsou prezentovány čtyři počítačové programy pro hybridizaci hospodářských zvířat. Program *ODCE* je určen k optimalizaci plánování experimentů pro efekty křížení. Program *CBE* je obecný balík na odhad efektů křížení z různých datových struktur s použitím velkého počtu modelů. Umožňuje také předpověď užitkovosti netestovaných genetických skupin. Program *CS* počítá ekonomickou efektivnost širokého spektra produkčních systémů s použitím hybridizace na produkci masa u prasat a ovcí. Program *PEST* je orientován především na odhad plemenné hodnoty, lze jej však také používat na výpočet „očištěných“ průměrů genetických skupin a jejich kovarianční matice. Tyto údaje jsou vstupními parametry pro program *CBE*. Jsou diskutovány vzájemné vztahy programů a je zdůrazněn význam statistických metod pro plánování pokusů.

hybridizace; hospodářská zvířata; software; plánování pokusů; efekty křížení; zisková funkce; animal model

ÚVOD

V moderních šlechtitelských programech se křížení mezi populacemi a selekce uvnitř populací navzájem doplňují. Pro optimalizaci komplexních šlechtitelských programů jsou proto nezbytné také znalosti o efektech křížení jednotlivých populací (jedinců) a jejich kombinací. Tyto efekty by se měly odhadovat s nejvyšší přesností při minimálních nákladech. Lze je pak využít v ziskových funkcích, které slouží k porovnání ekonomické efektivnosti různých systémů křížení.

V posledních letech vzniklo několik počítačových programů, které lze při řešení uvedených problémů efektivně používat. Sölkner a Fuchs (1994) vy-

vinuli program na plánování pokusů pro odhad efektů křížení. Wolf (1995) prezentoval programový balík na odhad efektů křížení podle velkého počtu modelů a pro prakticky libovolné struktury dat. Savický a Nitter (1995) napsali simulační program na hodnocení ekonomické efektivnosti různých systémů křížení v živočišné výrobě. Program *PEST* (Groeneveld et al., 1990) byl původně vytvořen pro odhad plemenné hodnoty multitrait animal modelem, lze jej však také používat na výpočet vstupních parametrů pro program autora Wolf (1995).

Cílem této práce je podat krátký přehled těchto čtyř programů a demonstrovat, jak se programy navzájem doplňují.

* Práce na programu *CBE* byla finančně podporována Grantovou agenturou České republiky (grant č. 514/94/1302).

PROGRAM ODCE (OPTIMAL DESIGN OF CROSSBREEDING EXPERIMENTS)

Program ODCE (Sölkner a Fuchs, 1994) byl napsán pro plánování hybridizačních experimentů. Teoretické základy jsou publikovány v sérii článků autorů Sölkner a James (1990a, b, c) a Sölkner (1991). Kritériem optimality je determinant celkové variančně-kovarianční matice odhadů parametrů křížení nebo determinant submatice této matice. Cílem optimalizace je obdržet maximální informaci o sadě odhadovaných efektů křížení.

Odhad parametrů (= efektů) křížení je z hlediska statistiky problémem mnohonásobné lineární regrese. Všichni jedinci jedné genetické skupiny mají stejné koeficienty těchto efektů a tvoří proto jeden „bod“ v pokusném plánu. Často je nutné brát ohled na efekt času (generace). Například v prvním časovém úseku se testují rodičovské populace P_1 a P_2 a jejich kříženci F_1 ($P_1 \times P_2$) a F_{1rec} ($P_2 \times P_1$), v druhém časovém úseku se kromě těchto populací testují další generace kříženců (F_2) a produktů zpětného křížení.

Pro optimalizaci hybridizačních experimentů byl přizpůsoben jednoduchý výměnný algoritmus, který poprvé použil Mitchell (1974). Je popsán ve výše citovaných pracích.

Program pracuje v dialogovém režimu. Do vstupního souboru je nutné vložit tyto informace:

- celkový počet jedinců
- počet úrovní časového faktoru
- počet a jména genetických skupin
- rozdělení genetických skupin podle časového faktoru
- minimální počet pozorování v jednotlivých genetických skupinách a časových úsecích
- počet a jména efektů křížení
- popis genetického modelu (koeficienty efektů křížení v jednotlivých genetických skupinách)
- stop kritérium pro optimalizační algoritmus.

Výsledky jsou tištěny do textového souboru. Obsahují kontrolní výpis vstupních údajů, optimální plán pokusu (rozdělení jedinců přes jednotlivé genetické skupiny a časové úseky), relativní standardní chyby odhadů efektů křížení a jejich korelační matice.

PROGRAM CBE (CROSSBREEDING EFFECTS)

CBE (Wolf, 1995, 1996) je univerzální balík programů pro PC, který slouží k odhadu efektů křížení z nejrozumnějších datových struktur použitím velkého množství genetických modelů. Celkový balík se skládá z osmi programů a jednoho řídicího programu. Všechny programy pracují v dialogovém režimu a jsou spouštěny z hlavního (řídicího) programu CBE.

Programy CBE0-MIF, CBE2-MIF a CBE4-MIF

Tyto programy umožňují v dialogovém režimu připravovat vstupní soubory pro další programy. K vstupním údajům patří jména základních a případně i odvo-

zených genetických skupin (populací, generací), průměry jednotlivých genetických skupin a údaje o variancích (průměrná variance uvnitř genetických skupin, standardní chyby průměrů genetických skupin nebo kompletní kovarianční matice) a u datových struktur se sekundárními kříženími (F_2 , zpětné křížení apod.) rodokmen genetických skupin.

Program CBE0

Program CBE0 počítá podle obecného algoritmu uvedeného v práci autorů Wolf et al. (1995) z rodokmenu genetických skupin pro všechny tyto skupiny koeficienty α_i a δ_{ij} . Tyto koeficienty charakterizují genetickou strukturu genetických skupin. α_i je podíl genů z i -té výchozí populace v dané genetické skupině a δ_{ij} je pravděpodobnost, že na libovolném lokusu libovolného jedince z dané genetické skupiny je jedna alela z i -té a druhá alela z j -té výchozí populace. Dále program počítá stejné veličiny pro mateřskou, otcovskou a pramaternální populaci dané genetické skupiny. Jako další parametr počítá koeficient cytoplazmatického efektu rovněž pro každou genetickou skupinu.

Programy CBE1 a CBE3

Tyto programy slouží k analýze prakticky libovolných datových struktur. Program CBE1 byl vyvinut pro speciální případ dvou výchozích populací, program CBE3 je určen pro analýzu pokusných plánů s třemi a více výchozími populacemi. Odpovídající teorie je popsána v práci autorů Wolf et al. (1995). Programem CBE1 lze počítat 14 různých modelů. Základní modely obsahují jako efekty genetický základ, aditivní efekt (přímý genetický efekt), efekt dominance (heterozyg) a jeden až tři epistatické efekty. Stejně efekty, s výjimkou genetického základu, lze začlenit do modelu jako maternální, otcovské nebo pramaternální. Kromě toho lze také zohlednit cytoplazmatický efekt.

Program CBE3 připouští volbu z celkem 18 modelů. Těmito modely je poprvé možné podrobněji analyzovat epistatické efekty u datových struktur s více než dvěma výchozími populacemi. Podobně jako u programu CBE1 i zde lze do všech modelů zahrnovat maternální, paternální, pramaternální a cytoplazmatické efekty.

U obou programů je možné v rámci jednotlivých modelů volně vybírat efekty, které mají být odhadnuty v konkrétním výpočtu. Počítá se test dobré shody. Efekty lze odhadnout metodou obyčejných, vážených nebo zobecněných nejmenších čtverců nebo jako lineární kontrasty. Programy vytisknou pro každý model matici modelu (X) a kompletní kovarianční matici odhadů efektů. Lze odhadnout užitečnost netestovaných genetických skupin včetně intervalu spolehlivosti.

Programy CBE2 a CBE4

Program CBE2 analyzuje úplné dialelní křížení. Počítá základní statistické údaje, jako pořadí genotypů,

průměry všech kříženců s danou linií nebo populací v otcovské nebo v mateřské pozici a heterozí a reciproké difference pro všechny kombinace. Efekty křížení lze odhadovat podle šesti modelů. Vždy se počítá model autorů Eisen et al. (1983), obsahující přímé genetické, maternální a reziduální reciproké efekty a průměrnou, liniovou a specifickou heterozí. Metody odhadu jsou obyčejné, vážené a zobecněné nejmenší čtverce. Počítají se také variance a kovariance odhadů efektů.

Program *CBE4* byl vyvinut pro analýzu speciálních parciálních dialelů se dvěma skupinami rodičovských populací. V takových pokusných plánech se počítá pouze s realizací křížení mezi těmito skupinami, takže lze celkem rozlišovat čtyři skupiny genotypů:

- první skupina čistokrevných populací (I)
- druhá skupina čistokrevných populací (II)
- skupina kříženců (C) s otci ze skupiny I a matkami ze skupiny II
- skupina kříženců (R) s otci ze skupiny II a matkami ze skupiny I.

Z toho vyplývají tyto pokusné plány:

- typ 1: všechny čtyři skupiny (I + II + C + R)
- typ 2: čistokrevné populace a jedna skupina kříženců (I + II + C nebo I + II + R)
- typ 3: obě skupiny kříženců (C + R)
- typ 4: jedna skupina kříženců (C nebo R).

Podrobná teorie a odpovídající modely jsou popsány v práci autorů Wolf et al. (1991) a v manuálu programu (Wolf, 1996). Matematické modely jsou podobné modelům autorů Eisen et al. (1983) a Griffing (1956). Program pracuje podobně jako *CBE2*. Maximální počet modelů je tři.

PROGRAM CS (CROSSBREEDING SYSTEMS)

CS (Savický a Nitter, 1995) je počítačový program na výpočet efektivnosti širokého spektra produkčních systémů s použitím hybridizace na produkci masa u prasat a ovcí. Je možné jeho rozšíření na masný skot. Program pracuje v dialogovém režimu.

Používá se deterministický model. Předpokládá se, že počet zvířat je velký a všechny výrobní systémy se nacházejí v rovnováze. Nepředpokládá se změna velikosti systému nebo selekce.

Maximální počet plemen nebo linií (výchozích populací pro křížení) je čtyři. Výchozí populace a všechna odvozená křížení tvoří genetické skupiny, jejichž genetické efekty jsou popsány modelem autora Dickerson (1969, 1973). Jsou zahrnuty efekty: aditivní (přímý genetický) a heterozní efekt a rekombinační ztráta. Všechny tyto efekty lze zahrnout do modelu na individuální, maternální, paternální a pramaternální úrovni. Jejich odhady jsou vstupními parametry pro program CS.

Maximální počet znaků je 14. Dalšími vstupními parametry jsou různé provozní a ekonomické ukazatele. Vedle systému čistokrevné plemenitby se hodnotí syntetické populace, terminální křížení (s dvou-, tří-

nebo čtyřliniovými kříženci nebo i komplexní systémy) a rozmanitá rotační křížení. Vedle klasických „vyrovnaných“ systémů rotace jsou brány v úvahu rotace s upřednostněním jednotlivých plemen nebo generací, rotaterminální a jiné systémy.

Základem ekonomického hodnocení je zisková funkce, která se počítá pro každý subsystém a pak pro celý systém. Protože program používá úplnou ziskovou funkci, lze také nepřímou počítat ekonomické (neúrokované) váhy jednotlivých znaků.

Program vyžaduje dva soubory vstupních parametrů (soubor genetických parametrů a soubor ekonomických a provozních parametrů). Výstupem programu je ekonomická efektivnost daných provozních systémů.

PROGRAM PEST (PREDICTION AND ESTIMATION)

PEST (Groeneveld et al., 1990, 1992) je balík programů pro odhad plemenné hodnoty metodou BLUP. Používá se především pro vícerozměrný animal model. Ve většině evropských zemích se stal standardem pro odhad plemenné hodnoty u prasat a počítá se také s jeho zavedením k tomuto účelu v ČR. Základní práce k teoretickým základům programu jsou Groeneveld et al. (1990, 1992) a Groeneveld, Kovac (1990, 1992).

Program se používá v prvé řadě pro čistokrevné populace. V tomto článku se o něm zmiňujeme proto, že rovnice pro animal model zpravidla obsahují také faktory s pevnými efekty. Takovými faktory mohou být genetické skupiny (jednotlivé typy křížení). Nejnovější verze programu *PEST* umožňuje vypočítat pro pevné faktory odhady a jejich aproximativní kovarianční matice. Tyto veličiny jsou vstupními parametry pro program *CBE*.

Ve srovnání s třemi výše uvedenými programy je *PEST* rozsáhlý programový balík a má vysoké nároky na kapacitu počítače. Vstupní soubor má podobný tvar jako program v jazyce SAS®. Program je velice pružný. Lze zformulovat prakticky libovolné lineární modely pro jednotlivé znaky a jsou přípustné různé modely pro různé znaky.

DISKUSE

Hybridizace hraje ve šlechtění a chovu hospodářských zvířat důležitou roli. K jejímu efektivnímu použití jsou nutné informace o jednotlivých efektech křížení, o působení těchto efektů v jednotlivých šlechtitelských a chovatelských programech a o jejich ekonomickém dopadu. Soubor představených programů může poskytnout efektivní pomoc při řešení těchto otázek.

Nejllepší způsob, jak získat přesné odhady efektů křížení, je dobře plánovat experiment. K tomuto účelu se nabízí program *ODCE*. Program byl původně napsán pro plánování pokusů se dvěma výchozími populacemi, lze jej však úspěšně použít i k plánování obecných re-

gresních problémů. Plánování pokusu ve smyslu matematické statistiky přináší dvojnásobný užitek: náklady na pokus jsou minimální a přesnost odhadů je maximální. Bohužel praxe funguje často tak, že experimentátor jde za statistikem po ukončení pokusu s žádostí, aby mu z jeho údajů něco spočítal. Bylo by dobré, kdyby se taková praxe stala co nejdříve minulostí, protože se pak jedná o neefektivní využití (většinou státních) peněz.

Předpokládáme nyní, že máme k dispozici datové soubory. Nej kvalitnější jsou samozřejmě data z dobře naplánovaného experimentu. Může se však jednat i o data polní, např. z kontroly užitekosti, která mají oproti datům prvním tu nevýhodu, že jejich struktura je zpravidla podstatně nepříznivější, na druhé straně jsou však prakticky zadarmo a celkový počet pozorování může být podstatně větší než u experimentálních údajů. Abychom z těchto údajů mohli počítat efekty křížení programem *CBE*, je nejdříve nutné vypočítat „očistěné“ průměry jednotlivých genetických skupin, variance těchto skupin a popřípadě kovariance mezi nimi. Neznáme-li příbuzenské struktury, lze používat např. proceduru *GLM* z programového systému *SAS*[®] (*SAS Institute Inc.*, 1988). Naproti tomu program *PEST* poskytuje možnost zohlednit příbuznost mezi zvířaty.

Jsou-li průměry jednotlivých genetických skupin k dispozici, lze používat program *CBE* na výpočet efektů křížení. Počet nezávislých efektů nemůže být větší než počet genetických skupin. Doporučuje se zvolit menší počet efektů než genetických skupin, aby se dala testovat dobrá shoda modelu. Základní rozhodnutí o výběru modelu by mělo být jasné již při plánování pokusu. Modely, které mají stejný počet parametrů a poskytnou stejnou hodnotu χ^2 , jsou rovnocenné a dají se prakticky navzájem zaměnit.

Program *CBE* lze také použít na sestavení matice modelu, která je vstupní veličinou do programu *ODCE*. Pro průměry a variance genetických skupin lze pro tento účel vložit fiktivní hodnoty (např. jedničky) a program vytiskne jako část výsledků matici modelu.

Odhady efektů křížení, které jsou výstupními veličinami programu *CBE*, jsou zároveň vstupními parametry programu *CS*. Význam programu *CS* spočívá v tom, že spojuje různé poznatky do komplexního ekonomického hodnocení celých systémů chovu hospodářských zvířat. Je žádoucí, aby tento program byl v budoucnu rozšířen také na masný skot.

PŘÍSTUPNOST PROGRAMŮ

Programy *ODCE*, *CBE* a *CS* jsou autory distribuovány zdarma. Kontaktní adresy:

ODCE: Dr. Johann Sölkner, Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Strasse 33, A-1180 Wien, Österreich, e-mail: soelkner@mail.boku.ac.at

CBE: Dr. Jochen Wolf, VÚŽV, 104 00 Praha 10-Uhřetěves, Česká republika, e-mail: wolf@novell.vuzv.cz

CS: Dr. Gerhard Nitter, Universität Hohenheim, Institut 470, D-70593 Stuttgart, Deutschland, e-mail: nitterpg@ds0ruh11.bitnet.d400.de

Program *PEST* je licencovaný software. Kontaktní adresa pro další informace:

Prof. Dr. Eildert Groeneveld, Am Klosterbach 7, D-31535 Neustadt, Deutschland, e-mail: eg@tzv.fal.de

LITERATURA

- DICKERSON, G. E.: Experimental approaches in utilizing breed resources. *Anim. Breed. Abstr.*, 37, 1969: 191–202.
- DICKERSON, G. E.: Inbreeding and heterosis in animals. In: *Proc. Animal Breeding and Genetics Symp. in Honor of Dr. Jay L. Lush*. American Soc. Anim. Sci., 1973: 54–77.
- EISEN, E. J. – HOERSTGEN-SCHWARK, G. – SAXTON, A. M. – BANDY, T. R.: Genetic interpretation and analysis of diallel crosses with animals. *Theor. Appl. Genet.*, 65, 1983: 17–23.
- GRIFFING, B.: Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.*, 9, 1956: 463–493.
- GROENEVELD, E. – KOVAC, M.: A generalized computing procedure for setting up and solving mixed linear models. *J. Dairy Sci.*, 73, 1990: 513–531.
- GROENEVELD, E. – KOVAC, M.: Performance characteristics of different solving strategies in multivariate mixed models. *Livestock Prod. Sci.*, 30, 1992: 319–331.
- GROENEVELD, E. – KOVAC, M. – WANG, T.: *PEST*, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. In: *Proc. 4th World Congr. on Genetics Applied to Livestock Production*, Edinburgh, 23–27 July 1990: 488–491.
- GROENEVELD, E. – KOVAC, M. – WANG, T. L. – FERNANDO, R. L.: Computing algorithms in a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. *Arch. Tierz.*, 35, 1992: 399–412.
- MITCHELL, T. J.: An algorithm for the construction of „D-optimal“ experimental designs. *Technometrics*, 16, 1974: 203–210.
- SAVICKÝ, J. – NITTER, G.: *CS* – a computer simulation program for evaluating the efficiency of crossbreeding systems in animal production. In: *3rd Prague Workshop on Crossbreeding in Farm Animals*, Praha-Uhřetěves, 5–8 October 1995.
- SÖLKNER, J.: The impact of different genetic models on the optimum design of crossbreeding experiments. *Anim. Prod.*, 52, 1991: 255–262.
- SÖLKNER, J. – FUCHS, W.: *ODCE*: a computer program for the optimum design of crossbreeding experiments. In: SMITH, C. et al. (eds.): *Proc. 5th World Congr. on Genetics Applied to Livestock Production*, Vol. 22: *Computing Strategies and Software*. University of Guelph, August 7–12, 1994: 83–84.
- SÖLKNER, J. – JAMES, J. W.: Optimum design of crossbreeding experiments. I. A basic sequential procedure. *J. Anim. Breed. Genet.*, 107, 1990a: 61–67.

- SÖLKNER, J. – JAMES, J. W.: Optimum design of crossbreeding experiments. II. Optimum relationship structures of animals within and between genetic groups. *J. Anim. Breed. Genet.*, 107, 1990b: 411–420.
- SÖLKNER, J. – JAMES, J.W.: Optimum design of crossbreeding experiments. III. Efficiency of designs without all purebreds. *J. Anim. Breed. Genet.* 107, 1990c: 421–430.
- WOLF, J.: CBE – a general PC program for estimating crossbreeding parameters. In: 46th Annual Meeting of the EAAP, Praha, 4–7 September 1995.
- WOLF, J.: User's Manual for the Software Package CBE, Version 4.0 (A Universal Program for Estimating Crossbreeding Effects). Praha-Uhřetěves, Research Institute of Animal Production 1996. 75 s.
- WOLF, J. – DISTL, O. – HYÁNEK, J. – GROSSHANS, T. – SEELAND, G.: Crossbreeding in farm animals. V. Analysis of crossbreeding plans with secondary crossbred generations. *J. Anim. Breed. Genet.*, 112, 1995: 81–94.
- WOLF, J. – NITTER, G. – FEWSON, D. – JAKUBEC, V. – SOUKUPOVÁ, Z.: Crossbreeding in farm animals. IV. Analysis of partial diallels with two sets of parental populations. *J. Anim. Breed. Genet.*, 108, 1991: 23–34.
- SAS Institute Inc.: The GLM Procedure. In: SAS/STAT® User's Guide, Release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1988: 549–640.

Došlo 9. 8. 1996

Kontaktní adresa:

Dr. Jochen Wolf, Výzkumný ústav živočišné výroby, Oddělení genetiky a biometrie, 104 00 Praha-Uhřetěves, Česká republika, tel.: 02/67 71 07 78, 02/67 71 17 47, fax: 02/67 71 07 79, e-mail: wolf@novell.vuzv.cz

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zasílali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF (tento formát je nejkvalitnější)

Redakce časopisu

INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ

TYOLOGIE NORICKÝCH KLISEN MURÁŇSKÉHO CHOVU

TYOLOGY OF NORIC MARES FROM MURÁŇ STUD FARM

J. Dušek, V. Šmelko, J. Navrátil, A. Ježková

Czech University of Agriculture, Faculty of Agronomy, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: Analysis of Noric stud farm in the Muráň area was focused on evaluation of type, body frame and blood make-up in the process of dam differentiation in relation to studs and on herd age structure. Herd analysis (59 mares) followed the extent allowed by pedigree records on the stud farm. Taking into account the length of its existence and conditions of its buildup, the herd of Noric mares shows positive results and prerequisites for quality improvement. The Muráň type of Noric horse represents an effort to achieve maximum robustness, but appropriate robustness allows for constitution hardness and mobility. Analysis of the Muráň stud herd provides a basis of comparison to make a similar analysis of the Noric herd at Klokočov since both stud farms are among the largest ones with Noric horses at an international scale.

Noric horse; typology

ABSTRAKT: Analýza norického chovu na Muráni byla zaměřena na hodnocení typu, tělesné stavby a krevní struktury při diferenciaci matek podle otců a na věkovou strukturu stáda. Rozbor stáda (59 klisen) byl proveden v rozsahu, který umožnila plemenářská dokumentace v chovu. Stádo norických klisen se vzhledem k trvání jeho existence a možnosti jeho výstavby prezentuje příznivě a má předpoklady pro další zkvalitňování. Muráňský typ norika reprezentuje snahu o maximální robustnost, ale při úměrné mohutnosti je akceptována konstituční tvrdost a pohyblivost. Rozbor muráňského chovného stáda vytváří srovnávací bázi pro obdobnou analýzu norického chovu v Klokočově, neboť oba chovy patří v mezinárodním měřítku k největším hřebčínům norických koní.

norický kůň; typologie

ÚVOD

Při zušlechťování teplokrevných plemen docházelo v posledních 40 letech k výrazné funkční přestavbě, která se promítla v jejich typových a tvarových změnách, jako nezbytnému předpokladu k zvyšování výkonnosti. Obdobně, i když v podstatně menší intenzitě, docházelo v důsledku působení komplexu ekonomických faktorů ke změnám v chovu chladnokrevných koní. Tyto změny byly podmíněny specifickými motivacemi, a proto nebyly u všech chladnokrevných plemen stejné. Zvláště složitý byl vývoj chovu chladnokrevníků v našich podmínkách, který probíhal v určitých proměnách a procházel i určitými peripetiemi. Potřeba chladnokrevných koní pro přibližování dřeva v lesní těžbě si vynucovala vytváření vlastních chovů v rámci lesního hospodářství. Jedním z nich byl i chladnokrevný chov na Muráni, ke kterému přihlížíme v následujícím rozboru; mimo jiné i proto, že v hipologických kruzích se tyto koně označují jako „chladnokrevníci muráňského typu“. Dosaženými výsledky tak chceme přispět ke specifikaci tohoto typu a získat příklady ke srovnání

s ostatními našimi i zahraničními chovy. Podkladem našeho rozboru jsou údaje, které jsou v chovu muráňského chladnokrevníka k dispozici; vyvozování závěrů je tedy úměrné těmto získaným charakteristikám.

K sledované problematice poznamenáváme, že noričtí koně jsou chováni v oblastech majících charakter lokálních chovů, a tudíž vznikly některé rázy s typovými specifiky. I v jejich alpské domovině vznikly typy, a sice korutanský, štyrský, tyrolský a pinzgavský, který je vždy považován za nejtypičtější. Typově se odchyluje bavorský norik (jihoněmecký chladnokrevník).

CHARAKTERISTIKA CHOVU

Noričtí koně jsou považováni za nejtypičtější představitel koní okcidentálního typu. Jejich chov se z alpských oblastí rozšířil do více zemí, nevymáhaje země naše. Tato etapa vývoje je v naší literatuře dostatečně popsána. V 70. letech byl velký chov norických koní vybudován na Muráni a byl rozmístěn do více objektů. Po určitých organizačních změnách byl základní hřeb-

čín nově vybudován v Dobšíně. Odchovny jsou dislokovány na Velké Lúce na Muráni. Dobšínský hřebčín je v nadmořské výšce okolo 600 m, odchovny ještě výše. Tamní přírodní podmínky jsou velmi tvrdé a promítají se ve zvyšování konstituční tvrdosti chovaných klisen. Tento proces je i z fyziologického hlediska dlouhodobější a z těchto aspektů musíme hodnotit i současnou populaci. Nyní jsou ve stavu 3 plemenní hřebci, 59 chovných klisen a 6 klisen mladých po absolvování výkonnostních zkoušek.

ROZBOR CHOVNÉHO STÁDA

Řešenou problematiku řadíme do jednotlivých statí v intencích sledovaných charakteristik.

Hodnocení tělesné stavby

Tělesná stavba je hodnocena podle základních tří rozměrů (kohoutkové výšky páskové, obvodu hrudi a obvodu holeně), které jsou v tomto chovu k dispozici. Tyto rozměry jsou měřeny při zařazování klisen do chovu. Statistické charakteristiky těchto rozměrů jsou uvedeny v tab. I.

Z uvedených rozměrů vyplývá, že muránský norik je v rámci norického plemene poněkud menšího tělesného rámce, je velmi robustní s velmi kostnatým fundamentem. U kohoutkové výšky je variabilita na úrov-

ni 1,98 %, tedy na horní hranici variability tohoto rozměru v hřebčinských chovech; v kohoutkové výšce je tedy chovné stádo velmi homogenní. Diference mezi parametry střední polohy jsou zanedbatelné, takže $\bar{x} = \bar{\bar{x}} = \bar{\bar{x}}$. Větší variační šíře je podmíněna jednou klisnou-minus variantou, která neodpovídá standardu. Koeficient šikmosti ukazuje na levostranné posunutí, koeficient špičatosti není rovněž vysoký a charakterizuje rozložení frekvencí.

Při hodnocení obvodu hrudi jsou zjištěné hodnoty obdobné jako u rozměru předchozího. Průměrné hodnoty jsou velmi vysoké a potvrzují robustnost těchto klisen. Variabilita obvodu hrudi je obdobná jako v jiných chovech větší než u výškových rozměrů; mírně překračuje horní hranici variability v prochovaných chovech. Rozdíly mezi parametry střední polohy jsou nepatrné, nevýznamné. Koeficienty šikmosti i špičatosti jsou nízké.

Obvod holeně je úměrný chovanému typu; jeho variabilita mírně překračuje úroveň u hřebčinských prochovaných plemen. Zvyšování homogenity tohoto znaku je proces dlouhodobého šlechtění stabilizovaných chovů. Koeficient špičatosti a standardizovaná šikmost jsou již vyšší a jsou výrazněji pravostranně posunuty. Rovněž koeficient špičatosti je i při jeho nižší hodnotě již ve srovnání s předchozími tělesnými znaky poněkud vyšší.

Jednotlivé matematicko-statistické charakteristiky dále nerozvádíme. Přesnější typologie by vyžadovala

I. Základní matematicko-statistické charakteristiky tělesných rozměrů chovných norických klisen ($n = 59$) – Basic mathematico-statistical data on body measures of Noric breeding mares ($n = 59$)

Charakteristiky ¹	Kohoutková výška pásková ¹⁸ (cm)	Obvod hrudi ¹⁹ (cm)	Obvod holeně ²⁰ (cm)
Průměr ²	166,15	215,20	23,22
Medián ³	166,00	214,00	23,00
Modus ⁴	167,00	210,00	23,00
Geometrický průměr ⁵	166,12	215,09	23,21
Rozptyl ⁶	10,86	49,37	0,69
Směrodatná odchylka ⁷	3,29	7,03	0,83
Standardní chyba ⁸	0,43	0,91	0,11
Variační koeficient ⁹ (%)	1,98	3,27	3,59
Minimum	158,00	198,00	21,00
Maximum	172,00	233,00	25,00
Variační rozpětí ¹⁰	14,00	35,00	4,00
Dolní kvartil ¹¹	164,00	211,00	23,00
Horní kvartil ¹²	169,00	220,00	24,00
Kvartilové rozpětí ¹³	5,00	9,00	1,00
Šikmost ¹⁴	-0,41	0,03	0,01
Standardní šikmost ¹⁵	-1,27	0,09	0,01
Špičatost ¹⁶	-0,31	0,20	0,63
Standardní špičatost ¹⁷	-0,48	0,32	0,98

¹characteristics, ²average, ³median, ⁴mode, ⁵geometric mean, ⁶variance, ⁷standard deviation, ⁸standard error, ⁹coefficient of variation, ¹⁰variation range, ¹¹lower quartile, ¹²upper quartile, ¹³quartile range, ¹⁴skewness, ¹⁵standard skewness, ¹⁶peakedness, ¹⁷standard peakedness, ¹⁸tape height at withers, ¹⁹chest girth, ²⁰cannon bone girth

jednak větší počet tělesných rozměrů a jednak přesnější popisy exteriéru, přičemž by byla možnost specifikovat tělesný rámec a konkretizovat tělesnou souměrnost.

K doplnění hodnocení jsme přihlíželi také k jejím vztahům, tedy kohoutkové výšce (x), obvodu hrudi (y) a obvodu holeně (z). Dosažené výsledky jsou následující:

Jednoduché korelace	Parciální korelace
$r_{xy} = 0,46$	$r_{xy,z} = 0,51$
$r_{xz} = 0,37$	$r_{xz,y} = 0,43$
$r_{yz} = -0,03$	$r_{yz,x} = -0,24$

Dosažené výsledky potvrzují výsoce signifikantní vztahy mezi kohoutkovou výškou a obvodem hrudi, zatímco vztah obvodu hrudi a obvodu holeně signifikantní není; tento vztah při stabilizaci výšky (parciální korelace) však již hladiny 5% signifikance téměř dosahuje. Zajímavý je negativní charakter tohoto vztahu, který je v rozporu s trendem očekávaným. Výsledky těchto korelací potvrzují, že i tento soubor klisen se chová v podstatě ve stejných intencích jako jiné soubory matek starších kmenových chovů. K takovému šetření je nutné ještě podotknout, že při zvyšování homogenity tělesných rozměrů se snižuje variabilita a mo-

hou částečně poklesnou hodnoty korelačních koeficientů.

Výsledky rozboru tří základních rozměrů a následné korelační analýzy a subjektivního hodnocení zevnějšku klisen ukazují, že při sestavování chovného stáda a jeho šlechtění jsou respektovány požadavky na exteriérovou vyváženost. Dosažení optimálního stavu je přirozeně procesem dlouhodobým. Značným přínosem pro upřesnění typu muráňského norika i z hlediska utváření tělesné stavby by byla širší báze údajů umožňující také výpočet tělesné harmoničnosti jako základu ke srovnání s jinými chovy.

Pokud hodnotíme proměnlivost sledovaných tří charakteristik, je nutné přihlídnout i ke skutečnosti, že chovné stádo bylo vytvářeno postupně nákupem klisen, jejichž výběr byl vzhledem k dřívějšímu dlouhodobému omezování chladnokrevného chovu jistě více než obtížný. Při délce generačního intervalu u chladnokrevných koní v trvání cca sedmi let se v chovu objevuje teprve třetí generace. Z těchto aspektů je tedy homogenita stáda matek podle variability sledovaných tří tělesných charakteristik uspokojující.

V návaznosti na hodnocení chovných klisen přihlížíme i k souboru mladých klisen zařazených do chovu

II. Matematicko-statistické charakteristiky tělesných rozměrů klisních potomstev vybraných hřebců ve srovnání s ostatními klisnami chovného stáda – Mathematico-statistical data on body measures of mare progenies after some studs in comparison with the other mares in the herd

Znak ¹	Hřebec ⁵	Četnost ⁶	Charakteristiky ⁷								
			a	b	c	d	e	f	g	h	i
Kohoutková výška pásková ² (cm)	1	4	165,25	165,00	165,00	165,20	1,58	1,26	0,63	164,00	167,00
	2	11	167,64	168,00	165,00	167,60	5,65	2,38	0,72	164,00	171,00
	3	7	166,87	170,00	171,00	166,70	28,81	5,37	2,03	160,00	172,00
	4	7	166,00	166,00	167,00	165,90	4,00	2,00	0,76	163,00	169,00
	5	6	163,17	163,00	163,00	163,10	7,37	2,71	1,11	159,00	167,00
	6	24	166,21	167,00	168,00	166,10	10,87	3,30	0,67	158,00	171,00
Obvod hrudi ³ (cm)	1	4	217,00	216,50	210,00	216,90	46,00	6,78	3,39	210,00	225,00
	2	11	214,64	213,00	213,00	214,50	27,65	5,26	1,59	205,00	224,00
	3	7	219,57	219,00	218,00	219,30	105,62	10,28	3,88	202,00	233,00
	4	7	212,29	213,00	208,00	212,10	52,90	7,27	2,75	202,00	222,00
	5	6	212,00	211,00	210,00	211,80	92,80	9,63	3,93	198,00	228,00
	6	24	215,54	215,50	212,00	215,40	33,04	5,75	1,17	202,00	225,00
Obvod holeně ⁴ (cm)	1	4	22,63	22,75	23,00	22,62	0,23	0,48	0,24	22,00	23,00
	2	11	23,77	24,00	24,00	23,76	0,37	0,61	0,18	23,00	25,00
	3	7	23,21	23,00	23,00	23,19	1,07	1,04	0,39	21,50	25,00
	4	7	23,07	23,00	23,00	23,05	0,87	0,93	0,35	22,00	25,00
	5	6	23,75	24,00	24,00	23,73	0,78	0,88	0,36	22,50	25,00
	6	24	22,98	23,00	23,00	22,96	0,53	0,73	0,15	21,00	24,00

Vysvětlivky:

Číslo hřebců: 1 – Streiter Zdislavský, 2 – Štart, 3 – Brankovic, 4 – Neugot z Lán, 5 – Kisgyalán, 6 – ostatní klisny stáda

Charakteristiky: a – průměr, b – medián, c – modus, d – geometrický průměr, e – rozptyl, f – směrodatná odchylka, g – standardní chyba, h – minimum, i – maximum

Explanatory notes:

Stud numbers: 1 – Streiter Zdislavský, 2 – Štart, 3 – Brankovic, 4 – Neugot z Lán, 5 – Kisgyalán, 6 – other mares in the herd

Characteristics: a – average, b – median, c – mode, d – geometric mean, e – variance, f – standard deviation, g – standard error, h – minimum, i – maximum

¹trait, ²tape height at withers, ³chest girth, ⁴cannon bone girth, ⁵stud, ⁶frequency, ⁷characteristics

po absolvování výkonnostních zkoušek. U těchto šesti mladých klisen se ukazuje vyrovnanost tělesných znaků, což vyplývá i z následujících rozměrů a hmotností, jejichž variabilita je velmi malá, úměrná pro hřebčinský chov.

Kohoutková výška hůlková (cm): $\bar{x} = 157$; $s^2 = 5,2$; $s = 2,28$; $s_x = 0,93$; $v = 1,45$ %

Kohoutková výška pásková (cm): $\bar{x} = 166$; $s^2 = 11,2$; $s = 3,3$; $s_x = 1,37$; $v = 1,98$ %

Obvod hrudi (cm): $\bar{x} = 221,3$; $s^2 = 29,5$; $s = 5,4$; $s_x = 2,21$; $v = 2,43$ %

Obvod holeně (cm): $\bar{x} = 23,3$; $s^2 = 0,08$; $s = 0,27$; $s_x = 0,11$; $v = 1,16$ %

Hmotnost (kg): $\bar{x} = 641$; $s^2 = 1\,777$; $s = 42,2$; $s_x = 17,2$; $v = 6,58$ %.

Uvedené výsledky ukazují na intenzivní selekci a realizování šlechtitelského programu v zadaných intencích; chovatelsky jsou velmi příznivé.

Hodnocení typu

Muráňský norik, jehož výstavba bude delším procesem, se v současné době prezentuje tímto typem: hlava je úměrně těžká v intencích plemenného typu, krk je svalnatý, poněkud kratší, hřbetní linie je pevná a stejně tak i bederní vazba, zad je typická, „norická“ přerostlost v kříži byla v muráňském chovu téměř potlačena. Utváření hrudníku je i v intencích plemenného standardu s výrazným zlepšením jeho hloubky, která byla tradičně u norických koní nedostačující. Lopatka je strmější, což je u těchto koní normální. Fundament je velmi kostnatý, lymfatická kloubů je úměrná, spíše nižší, osvalení je dobré a je v intencích technologie chovu v muráňských drsných klimatických podmínkách. Tělesná stavba je robustní.

Krevní struktura stáda

Chovné stádo 59 klisen je sestaveno z dcer 19 otců. V této počáteční fázi nelze očekávat rychlé vytvoření rodin, neboť ty budou vznikat v dalších generacích. Větší počet otců klisen může být v současné době přínosem z hlediska vyloučení příbuzenské plemenitby v chovu, neboť možnost genové imigrace ze zahraniční je minimální. Vlastní chovná základna norického chovu v našich podmínkách je malá a možnost inbrední deprese nelze tedy v budoucnu v našich izolovaných chovech podcenit.

Při krevním rozboru stáda jsme přihlíželi k možným diferencím v tělesné stavbě u klisen jednotlivých otců. Srovnáváme tedy jen potomstvo otců s četností dcer v tomto chovu $n \geq 4$. Po hřebci 4273 Streiter Zdislavský jsou tedy ve stádě 4 dcery, po hřebci 444 Štart je to 11 dcer, po 4113 Brankovic je to 7 dcer, po 4445 Neugot z Lán 7 dcer a po hřebci 1119 Kisgyalán 6 dcer (tab. II).

Z výsledků vyplývá, že mezi parametry střední polohy jsou u srovnávaných potomstev vybraných hřebců rozdíly; největší jsou u potomstva pleménika Branko-

III. Analýza statistické významnosti – homogenity skupin (Scheffeho metoda, $P \leq 0,05$) – Analysis of statistical significance – group homogeneity (Scheffe's method, $P \leq 0.05$)

Znak ¹	Hřebec ⁵	Četnost ⁶	Průměr ⁷	Homogenita skupin ⁸
Kohoutková výška pásková ² (cm)	5	6	163,17	*
	1	4	165,25	*
	4	7	166,00	*
	6	24	166,21	*
	3	7	166,86	*
Obvod hrudi ³ (cm)	2	11	167,64	*
	5	6	212,00	*
	4	7	212,29	*
	2	11	214,64	*
	6	24	215,54	*
Obvod holeně ⁴ (cm)	1	4	217,00	*
	3	7	219,57	*
	1	4	22,63	*
	6	24	22,98	*
	4	7	23,07	*
Obvod holeně ⁴ (cm)	3	7	23,21	*
	5	6	23,75	*
	2	11	23,77	*

¹trait, ²tape height at withers, ³chest girth, ⁴cannon bone girth, ⁵stud, ⁶frequency, ⁷average, ⁸group homogeneity

IV. Matematicko-statistické charakteristiky věku chovných norických klisen v hřebčíně Dobšíná – Mathematico-statistical data on the age of Noric breeding mares on Dobšíná stud farm

Charakteristiky ¹	Věk klisen (roky) ¹⁰
Průměr ²	11,40
Medián ³	11,50
Geometrický průměr ⁴	10,72
Rozptyl ⁵	14,95
Variační koeficient ⁶ (%)	33,95
Směrodatná odchylka ⁷	3,87
Standardní chyba ⁸	0,51
Minimum	6,00
Maximum	20,00
Variační rozpětí ⁹	14,00

¹characteristics, ²average, ³median, ⁴geometric mean, ⁵variance, ⁶coefficient of variance, ⁷standard deviation, ⁸standard error, ⁹variation range, ¹⁰mare age (years)

vice, jehož variance je také nejvyšší, a rovněž, i když již výrazně menší, jsou tyto difference u potomstva hřebce Štart. Ze srovnávaných plemenů je nejmenší potomstvo Kisgyalána. U výsledků obvodu hrudi a rovněž obvodu holeně je neobyčejně vysoká variance potomstva Brankovice.

Analýza všech tří rozměrů dcer hodnocených plemenů je obsažena v tab. III. Numerické hodnoty uvede-

né v této tabulce jsou výrazné a není nutné je textově interpretovat.

Poznatky nabízí tedy pro další šlechtění informaci o současné skladbě stáda a o charakteru tělesných rozměrů potomstev vybraných plemenů.

Věková struktura chovného stáda

Věkovou strukturu stáda charakterizujeme údaji uvedenými v tab. IV. Výsledky ukazují na poněkud vyšší stádový průměr s větší variabilitou. Při roční ob-

nově na úrovni cca 10 % bude věková struktura výrazně lepší, přičemž bude možné při stabilním počtu chovných klisen postupně vyřazovat klisny nevyhovující chovnému cíli. Nyní po zařazení šesti klisen by se při vyřazení nejstarších jedinců snížil věkový průměr na cca 10 let, což je již hodnota z chovatelského hlediska příznivá. Je přirozené, že výběrovým kritériem není jen věk, ale celý komplex faktorů biologického i výkonnostního charakteru.

Došlo 29. 10. 1996

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Jaromír Dušek, DrSc., Na Hroudě 1277, 100 00 Praha 10, Česká republika

**Nejčerstvější informace o časopiseckých článcích
poskytuje automatizovaný systém**

Current Contents

na disketách

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna odebírá časopis „**Current Contents**“ řadu „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ a řadu „**Life Sciences**“ na disketách. Řada „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ je od roku 1994 k dispozici i s abstrakty. Obě tyto řady vycházejí 52krát ročně a zahrnují všechny významné časopisy a pokračovací sborníky z uvedených oborů.

Uložení informací z **Current Contents** na disketách umožňuje nejrozmanitější referenční služby z prakticky nejčerstvějších literárních pramenů, neboť báze dat je **doplňována každý týden** a neprodleně expedována odběratelům. V systému si lze nejen prohlížet jednotlivá čísla **Current Contents**, ale po přesném nadefinování sledovaného profilu je možné adresně vyhledávat informace, tisknout je nebo kopírovat na disketu s možností dalšího zpracování na vlastním počítači. Systém umožňuje i tisk žadanek o separát apod. Kumulované vyhledávání v šesti číslech **Current Contents** najednou velice urychluje rešeršní práci.

Přístup k informacím Current Contents je umožněn dvojím způsobem:

- 1) Zakázkový přístup** – po vyplnění příslušného zakázkového listu (objednávky) je vhodný především pro mimopražské zájemce.

Finanční podmínky: – použití PC – 15 Kč za každou započatou půlhodinu

– odborná obsluha – 10 Kč za 10 minut práce

– vytištění rešerše – 1 Kč za 1 stranu A4

– žadanky o separát – 1 Kč za 1 kus

– poštovné + režijní poplatek 15 %

- 2) „Self-service“** – samoobslužná práce na osobním počítači v ÚZLK.

Finanční podmínky jsou obdobné. Vzhledem k tomu, že si uživatel zpracovává rešerši sám, je to maximálně úsporné. (Do kalkulace cen nezapočítáváme cenu programu a databáze **Current Contents**.)

V případě Vašeho zájmu o tyto služby se obraťte na adresu:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna

Dr. Bartošová

Slezská 7

120 56 Praha 2

Tel.: 02/24 25 79 39, l. 520, fax: 02/24 25 39 38

Na této adrese obdržíte bližší informace a získáte formuláře pro objednávku zakázkové služby. V případě „self-servisu“ je vhodné se předem telefonicky objednat. V případě zájmu je možné si objednat i průběžné sledování profilu (cena se podle složitosti zadání pohybuje čtvrtletně kolem 100 až 150 Kč).

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nemá přesáhnout 15 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné použít jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu s výsledky.

Literatura musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including the key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). A PC diskette should be provided with the paper, written in an editor program, preferably T602, and with graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

The **title** of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the contents and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise base numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telefon and fax number or e-mail.

OBSAH – CONTENTS

Fyziologie a reprodukce – Physiology and Reproduction

- Simeonová J.: Nutritive value of eggs in low and high cholesterol groups of Japanese quail – fatty acids, fat-soluble vitamins, amino acids – Nutriční hodnota vajec japonských křepelek šlechtěných na nízký a vysoký obsah žloutkového cholesterolu – mastné kyseliny, lipofilní vitaminy, aminokyseliny 145

- Mertin D., Süvegová K., Flak P., Svatko P., Točka I.: Vplyv genotypu a fyziologického stavu na obsah niektorých minerálnych prvkov v srsti samíc nutrií – The effect of genotype and physiological condition on the content of some minerals in the fur of coypu females 149

- Řehulka J.: Haematological parameters in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, in cage culture – Hematologické ukazatele pstruha duhového, *Oncorhynchus mykiss*, v podmínkách klecového odchovu 159

Výživa a krmení – Nutrition and Feeding

- Heger J., Šimeček K., Mengesha S., Bláha J.: Optimální potřeba stravitelného lyzinu pro rostoucí prasata masného typu – Optimum digestible lysine requirement of high-lean growth pigs 165

- Angelovičová M., Michalík I.: Testovanie enzymatického preparátu vo vzťahu k užitočnosti a hospodárskemu využitiu krmív u brojlerových kurčiat – A test of enzymic preparation in relation to performance and commercial utilization of feeds in broiler chickens 175

INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ – INFORMATION – STUDIES – REPORTS

- Wolf J., Groeneveld E., Savický J., Sölkner J., Nitter G., Fuchs W.: Software pro hybridizaci hospodářských zvířat – Software for crossbreeding in farm animals 181

- Dušek J., Šmelko V., Navrátil J., Ježková A.: Typologie norických klisen muráňského chovu – Typology of Noric mares from Muráň stud farm 187