

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Czech Journal of
ANIMAL SCIENCE

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

8

VOLUME 44
PRAGUE
AUGUST 1999
ISSN 1212-1819

CZECH JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

EDITORIAL BOARD – REDAKČNÍ RADA

Chairman – Předseda

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

Members – Členové

Prof. Ing. Jozef Bulla, DrSc. (Výskumný 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, Wroclaw, 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. (Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra, SR)

Dr. Ing. Michael Ivan, DSc. (Lethbridge Research Centre, Lethbridge, Alberta, Canada)

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

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

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

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

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

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

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

Doc. Ing. Jan Říha, DrSc. (Výzkumný ústav pro chov skotu, s. r. o., Rapotín, ČR)

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

Ing. Pavel Trefil, CSc. (BIOPHARM, Výzkumný ústav biofarmacie a veterinárních léčiv, a. s., Pohoří-Chotouň, ČR)

Editor-in-Chief – Vedoucí redaktorka

Ing. Marie Černá, CSc.

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 44 appearing in 1999.

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, Czech Republic, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz.

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 1999 is 195 USD (Europe), 214 USD (overseas).

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 44 vychází v roce 1999.

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, Česká republika, tel.: 02/24 25 34 89, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz.

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 1999 je 816 Kč.

THE EFFECT OF AGE AND BREED ON SELECTED PARAMETERS OF THE HEMATOLOGICAL AND IMMUNOLOGICAL PROFILE OF PIGS

VPLYV VEKU A PLEMENNEJ PRÍSLUŠNOSTI NA VYBRANÉ PARAMETRE HEMATOLOGICKÉHO A IMUNOLOGICKÉHO PROFILU U PRASÍAT

J. Mattová, J. Buleca

University of Veterinary Medicine, Košice, Slovak Republic

ABSTRACT: Selected characteristics of the hematological and immunological profile in the blood of pigs of various breeds and their crossbreeds were analyzed: Large White (LW), Vietnamese and Large White x Landrace (LW x L). The age dynamics was studied from day 14 to 56. The statistically significant differences were found ($P < 0.05$, $P < 0.01$) in the parameters of the hematological and immunological profile in favour of the LW breed and crossbreeds LW x L in comparison with Vietnamese breed. The values of the metabolic activity of the INT test are statistically significant ($P < 0.01$) on day 42 and 56 in favour of Vietnamese pigs (compared to the LW breeds and their crossbreeds).

Keywords: pigs; breeds; age; phagocytic activity; index of metabolic activity; leucogram

ABSTRAKT: Analyzovali sme vybrané charakteristiky hematologického a imunologického profilu krvi prasiat rôznych plemien a ich krížencov: biele ušľachtilé (BU), vietnamské (Vietnam) a biele ušľachtilé x landrase (BU x L). Vekovú dynamiku sme sledovali od 14. do 56. dňa. Zistili sme štatisticky preukazné ($P < 0,05$, $P < 0,01$) rozdiely u ukazovateľov hematologického a imunologického profilu v prospech plemena BU a krížencov BU x L v porovnaní s vietnamskými prasatami. Hodnoty metabolickej aktivity INT-testu boli štatisticky významné ($P < 0,01$) na 42. a 56. deň v prospech vietnamských prasiat (v porovnaní s plemenami BU a krížencami BU x L).

Kľúčová slová: prasatá; plemena; vek; fagocytárna aktivita; index metabolickej aktivity; leukogram

INTRODUCTION

In the previous works (Mattová *et al.*, 1997, 1998), the activity of lactate dehydrogenase and its isoenzymes in pig blood serum was studied and serum proteins and their fractions were analyzed in the pig blood. Examinations were carried out in various breeds and their crossbreeds at the age of 14 to 56 days. In this part, selected parameters of the hematological and immunological profile are analyzed in pigs of various breeds and their crossbreeds at the age of 14, 28, 42 and 56 days.

In countries with advanced breeding, the control of animal health, healthy harmless products and also the people health are emphasized. Buschman *et al.* (1975, 1985) analyzed the inter-breed differences in pigs in genetic markers of the health resistance and a relationship to immunological parameters and different environmental factors.

The literature data on the immunological profile in pigs and effect of immunomodulators on parasitoses are available (Šoltýs, 1992). Interdependences of the

immune system in pigs on conditions of environmental load are described by Raszyk *et al.* (1997).

The effect of different concentrations of T-2 toxin on the immune system and growth intensity in pigs is reported by Rafai *et al.* (1995). Araki *et al.* (1993) observed changes in the parameters of phagocytic activity of neutrophils in pigs after administration of AEWP (active egg white product). Tornero *et al.* (1995) investigated the immune response to administration of lactic acid bacteria in pigs of younger age categories. Results of some immunological parameters in pigs in dependence on the age dynamics after application of vitamin E are reported by Mudroň *et al.* (1996). Lyntinskii *et al.* (1993) observed the effects of peptidic bioregulators on the parameters of cellular immunity at bronchopneumonia in 3-5-month-old piglets. Kondracki (1988) evaluated the parameters of cellular immunity in pigs of various age categories under the effect of stimulating preparation Biovetadin. Granátová (1989) tested the optimal conditions for the INT-test in pig phagocytizing cells and found changes in the phagocytic activity in normal and stressed pigs.

The goal of the present paper was to study the interbreed differences in some parameters of the hematological and immunological profile in pigs of various age categories.

MATERIAL AND METHODS

The same breeding material as in our previous works, in which feed mixtures and breeding technology are reported (Mattořá *et al.*, 1997, 1998), was used for the examination of selected parameters of the hematological and immunological profile. Pigs of the following breeds were examined: Large White (LW) $n = 42$, Vietnamese $n = 15$ and crossbreeds of Large White x Landrace (LW x L) $n = 24$. The age dynamics was observed on days 14, 28, 42 and 56. The method of blood sampling from the ophthalmic venous sinus was used.

The values of leucogram were determined by the standard hematological methods. The phagocytic activity

of leucocytes (PA Le) and index of phagocytic activity (IPA Le), values of phagocytizing neutrophils (PA Ne, IPA Ne) were assayed in relation to the differential count of leucocytes. The modified method (Toman *et al.*, 1985; Toman, Pšikal, 1985) was used for the test of phagocytic activity. The index of metabolic activity (IMA) was calculated from the activity of stimulated and non-stimulated cells, which were found by the INT-test according to the modified method of Mareček and Procházková (1986).

The mean values and characteristics of variability were calculated. The significance of differences between the sets was tested by *F*-test and *t*-test.

RESULTS

The variational-statistical evaluation of the observed hematological and immunological examinations is presented in tables. In the observed period of 14 days old

I. Selected characteristics of hematological and cellular immunity of breeds and crossbreeds of 14 days old pigs

Parameters	LW $n = 42$			LW x L $n = 24$			Vietnamese $n = 15$			Differences <i>t</i> -test		
	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	1 : 2	1 : 3	2 : 3
Leucocyte ($10^9 \cdot l^{-1}$)	17.21	3.01	17.49	16.88	3.99	23.63	15.21	3.88	25.50	0.33	2.00	1.67
Lymphocyte (%)	60.03	7.11	11.84	59.71	6.32	10.98	51.60	4.00	7.75	0.32	8.43**	8.11**
Monocyte (%)	3.00	0.88	29.33	2.76	0.84	30.43	3.50	1.05	30.00	0.24	-0.50	-0.54
Neutrophil rod (%)	4.00	1.20	30.00	3.56	0.99	27.81	3.28	0.99	30.18	0.44	0.22	0.28
Neutrophil segment (%)	31.17	6.33	20.31	30.97	5.88	18.91	39.02	4.81	12.32	0.20	-7.85**	-8.05**
Eosinophil (%)	1.80	0.66	36.66	3.00	0.78	26.00	2.60	0.86	33.08	-1.20**	0.80**	0.40
Phagocytizing leucocyte (%)	21.14	2.67	12.63	20.18	3.88	19.22	16.85	3.12	18.52	0.96	4.29**	3.33**
Leucocyte phagoc. index	3.93	0.69	17.56	3.67	0.75	20.43	3.00	0.66	22.00	0.26	0.93**	0.67**
Phagocytizing neutrophil (%)	44.18	6.38	14.44	41.00	8.00	19.51	40.80	7.63	18.70	3.18	3.38	0.20
Neutrophil phagoc. index	4.18	0.78	14.55	4.02	0.90	22.39	3.60	0.61	10.34	0.16	0.58**	0.42*
Metabolic activity index	1.38	0.18	13.04	1.40	0.18	12.86	1.30	0.28	21.53	-0.02	0.08	0.10

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

II. Selected characteristics of hematological and cellular immunity of breeds and crossbreeds of 28 days old pigs

Parameters	LW $n = 42$			LW x L $n = 24$			Vietnamese $n = 15$			Differences <i>t</i> -test		
	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	1 : 2	1 : 3	2 : 3
Leucocytes ($10^9 \cdot l^{-1}$)	15.75	3.67	23.30	17.44	4.46	27.13	16.02	3.99	24.91	-1.69	-0.27	1.42
Lymphocyte (%)	54.60	5.49	10.05	52.88	6.99	13.22	48.80	6.65	13.63	1.72	5.80**	4.08
Monocyte (%)	2.87	0.87	30.31	3.10	0.90	29.03	3.64	1.05	28.84	-0.23	-0.77*	-0.54
Neutrophil rod (%)	3.54	0.81	25.70	3.00	0.88	29.33	3.80	1.12	29.47	0.54**	-0.26	0.80
Neutrophil segment (%)	39.99	5.54	13.85	38.85	5.60	14.41	39.76	4.88	12.27	1.144	0.23	-0.91
Eosinophil (%)	2.00	0.67	33.50	2.17	0.78	35.94	4.00	1.38	34.50	0.17	-2.00**	-1.83**
Phagocytizing leucocyte (%)	25.40	4.44	17.48	22.86	5.35	23.40	20.00	4.82	24.10	2.54	5.40**	2.86
Leucocyte phagoc. index	4.28	1.02	23.83	5.00	1.09	21.80	3.44	0.94	27.32	0.72*	0.84**	1.56**
Phagocytizing neutrophil (%)	58.80	10.22	17.38	60.52	12.81	21.16	50.46	11.02	21.83	-1.72	8.34*	10.06**
Neutrophil phagoc. index	4.86	0.85	17.48	4.94	0.88	17.81	3.85	0.80	20.77	-0.08	1.01**	1.09**
Metabolic activity index	1.44	0.20	13.84	1.38	0.16	11.59	1.50	0.22	14.67	0.06	-0.06	0.12

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

piglets (Table I), statistically significant differences ($P < 0.01$) were recorded in the differential count of leucocytes between the breeds and crossbreeds. Similar differences were also determined in selected immunological parameters (between the LW and Vietnamese breeds as well as crossbreeds LW x L and Vietnamese).

In the age category of 28 days (Table II) there was a statistical significance ($P < 0.05$, $P < 0.01$) of differences in the hematological and immunological parameters between the breeds. In the age category of 42 days (Table III), the values of some hematological parameters were relatively balanced. But there were also statistically different values ($P < 0.05$) between some breeds. Statistically significant differences ($P < 0.01$) were recorded in selected parameters of the cellular immunity (in favour of LW breed and its crossbreeds compared to Vietnamese). The values of INT-test were statistically significantly higher ($P < 0.01$) in favour of Vietnamese pigs.

Testing of inter-breed differences at the age of 56 days (Table IV) revealed statistically significant differences ($P < 0.05$, $P < 0.01$) in the differential count of lymphocytes, neutrophil granulocytes. Similar differences were observed in the immunological parameters (in favour of LW breed and crossbreeds LW x L versus Vietnamese pigs). The MA index values in this age category were also statistically highly significant ($P < 0.05$) in favour of Vietnamese pigs.

As it follows from Table V, differences between the age categories in selected hematological and immunological parameters were statistically evaluated in various breeds, and they were statistically significant in many cases ($P < 0.05$, $P < 0.01$).

DISCUSSION

The individual variation of the morphological composition of blood within the species regarding the de-

III. Selected characteristics of hematological and cellular immunity of breeds and crossbreeds of 42 days old pigs

Parameters	LW $n = 42$			LW x L $n = 24$			Vietnamese $n = 15$			Differences <i>t</i> -test		
	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	1 : 2	1 : 3	2 : 3
Leucocyte ($10^9 \cdot l^{-1}$)	15.90	3.11	19.56	16.20	3.78	23.33	17.00	4.01	23.59	-0.30	-1.10	0.80
Lymphocyte (%)	51.30	4.08	7.95	48.00	5.22	10.87	47.38	5.38	11.35	3.31*	3.92*	0.62
Monocyte (%)	3.00	0.92	30.67	3.10	1.01	32.58	4.00	1.56	39.00	-0.10	-1.00*	-0.90
Neutrophil rod (%)	2.00	0.86	43.00	2.20	0.98	44.54	3.00	1.01	33.69	-0.20	-1.00*	-0.80
Neutrophil segment (%)	41.20	4.66	11.31	44.70	5.06	11.32	42.12	5.13	12.18	-3.50**	0.92	2.58
Eosinophil (%)	2.50	0.81	32.40	2.00	0.51	25.50	3.50	1.20	34.28	0.50	-1.00**	-1.50**
Phagocytizing leucocyte (%)	26.48	3.98	15.03	23.64	4.88	20.64	21.62	5.42	25.07	2.84*	4.86**	2.02
Leucocyte phagoc. index	4.48	0.88	19.64	4.90	1.02	20.81	3.70	0.99	26.76	-0.42	0.78**	1.20**
Phagocytizing neutrophil (%)	68.35	11.60	16.97	70.91	12.18	17.20	60.20	13.01	21.61	-2.46	8.15*	10.61**
Neutrophil phagoc. index	4.98	1.02	20.48	5.08	1.11	21.85	4.02	1.00	24.87	-0.10	0.96**	1.06**
Metabolic activity index	1.45	0.15	10.34	1.50	0.17	11.33	1.58	0.18	11.39	-0.05	-0.13**	-0.08

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

IV. Selected characteristics of hematological and cellular immunity of breeds and crossbreeds of 56 days old pigs

Parameters	LW $n = 42$			LW x L $n = 24$			Vietnamese $n = 15$			Differences <i>t</i> -test		
	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	\bar{x}	<i>s</i>	<i>v</i>	1 : 2	1 : 3	2 : 3
Leucocyte ($10^9 \cdot l^{-1}$)	14.20	2.92	20.56	12.93	2.88	22.27	15.61	4.64	29.72	1.27	-1.41	-2.68
Lymphocyte (%)	45.62	5.12	11.28	47.80	5.48	11.46	42.80	4.33	10.12	-2.18	2.82*	5.00**
Monocyte (%)	2.55	1.05	41.17	2.60	1.02	39.23	1.94	0.80	41.24	-0.05	0.61*	0.66*
Neutrophil rod (%)	2.22	0.95	42.79	2.60	1.10	42.30	2.78	0.99	35.61	-0.38	-0.56	-0.18
Neutrophil segment (%)	46.33	5.60	12.09	44.10	6.32	14.33	49.10	6.88	14.01	2.23	-2.77	-5.00*
Eosinophil (%)	3.28	1.10	33.54	2.90	1.02	35.17	3.38	1.10	32.54	0.38	-0.10	-0.48
Phagocytizing leucocyte (%)	21.61	3.88	17.95	20.86	4.82	23.11	16.80	3.67	21.84	0.75	4.81**	4.06**
Leucocyte phagoc. index	4.58	0.87	18.99	4.89	1.14	23.31	3.26	0.88	26.99	-0.31	1.32**	1.63**
Phagocytizing neutrophil (%)	60.70	11.02	18.15	62.66	11.08	17.68	48.46	8.20	16.92	-1.96	12.24**	14.20**
Neutrophil phagoc. index	5.02	0.92	18.32	5.54	1.02	18.41	3.45	0.68	19.71	-0.52	1.57**	2.09**
Metabolic activity index	1.36	0.18	13.23	1.25	0.14	11.20	1.75	0.34	19.43	0.11	-0.39**	-0.50**

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

V. Age dynamics of selected parameters of hematological and cellular immunity in blood of pigs of breeds and crossbreds

Breeds	Leucocyte Differential leucocyte Immunological parameters (%) ($10^9.l^{-1}$) (%)	Age of animals (days)					
		14 : 28	14 : 42	14 : 56	28 : 42	28 : 56	42 : 56
LW	leucocyte	*	n	*	n	n	n,
	lymphocyte	**	**	**	**	**	**
	monocyte	N	N	*	N	N	N
	neutrophil rod	N	**	**	N	**	N
	neutrophil segmentn	**	**	**	N	**	**
	eosinophil	N	**	**	*	**	**
	phagocytizing leucocyte	**	**	N	N	**	**
	leucoc. phagoc. index	N	**	*	N	N	N
	phagocytizing neutrophil	**	**	**	**	**	**
	neutrophil phagoc. index	**	**	N	N	N	N
metabolic activity index	N	N	N	N	N	N	
LW x L	leucocyte	N	N	**	N	**	*
	lymphocyte	**	**	**	**	**	**
	monocyte	N	N	N	N	N	N
	neutrophil rod	N	**	**	*	N	N
	neutrophil segment	**	**	**	**	**	**
	eosinophil	N	**	N	N	N	*
	phagocytizing leucocyte	**	**	N	N	N	N
	leucoc. phagoc. index	**	**	**	N	N	N
	phagocytizing neutrophile	**	**	**	**	N	**
	neutrophil phagoc. index	**	**	**	N	N	N
metabolic activity index	N	*	*	*	*	**	
Vietnamese	leucocyte	N	*	N	N	N	N
	lymphocyte	N	*	**	N	**	**
	monocyte	N	N	*	N	**	*
	neutrophil rod	N	N	N	N	*	N
	neutrophil segment	N	N	*	N	N	**
	eosinophil	**	*	*	N	*	N
	phagocytizing leucocyte	*	**	N	N	N	**
	leucoc. phagoc. index	N	*	N	N	N	N
	phagocytizing neutrophil	**	**	*	**	N	**
	neutrophil phagoc. index	N	N	N	N	N	N
metabolic activity index	*	*	**	N	**	**	

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

gree of ontogenetic development is considered physiological. Differences are caused by numerous factors, of which the most important is age, sex, breed, method of breeding, health status and so on (Sodomková, 1985). The age dynamics of leucogram confirms that the values of leucocytes and lymphocytes are higher in pigs of younger age categories. The differential blood count in older age categories is characterized by higher values of neutrophil granulocytes. This knowledge confirmed that the analogous changes in the differential count (as far as the numbers of lymphocytes and neutrophils are concerned) occur also in pigs during their growth like in other species. Our values are in agreement with the

data of other authors (Gabriš, 1973; Schalm *et al.*, 1975; Jagoš, Bouda, 1981).

Recently, the elements of the immune system have become a more frequent object of observation. Phagocytosis during the phylogenetic development has become an important part of the protective mechanisms of the organism. In addition to its basic function, i.e. destruction of antigens, phagocytizing cells play an important role also in the specific immune responses (Roitt, 1981).

Knowledge of the phagocytic activity in healthy pigs, regarding inter-breed differences and age dynamics, is very sporadic. It is very difficult to compare our data

with those of other authors, whose data are mostly aimed at the application of different preparations, immunomodulators, probiotics, vitamins and so on. Šutiaková *et al.* (1993) and Mattová *et al.* (1997, 1998) described a considerable variability of the values of components in serum proteins and isoenzymatic spectrum of LD in pigs (in relation to inter-breed differences and age dynamics in sheep and pigs). Buleca *et al.* (1994) found differences in selected parameters of the cellular immunity in sheep-dogs of European and Asian type.

We have found statistically significant differences in some parameters of the immunological profile in favour of the LW breed, and crossbreds LW x L in comparison with Vietnamese pigs in all age categories. It follows from the results that it is necessary to present also the breed and age categories of animals for correct interpretation of the reference values of the immunological parameters.

Up to now, only little attention has been paid to the inherent immunological mechanisms of animals in the disease prevention (Axford, Owen, 1991). Lojda (1987) drew our attention to this fact; he reported that the most substantial part should be genetic prevention in the health protection in farm animals.

During the observation of the age dynamics in relation to the phagocytic activity, its pronounced increase was found at the age of 28-42 days with a subsequent decrease on day 56 in the given breeds or crossbreds.

We have found that only neutrophil granulocytes and monocytes phagocytized. The cells with one phagocytizing hemaparticle were evaluated, which is in agreement with the observation described by Toman and Pšikal (1985). Šoltýs (1992), who tested the effect of glucan on selected parameters of the immunological profile in ascariasis-affected pigs, reported in the control group of 14-24 day-old LW pigs higher values of the phagocytic activity and PA index than those found by us. It follows from the findings of Toman *et al.* (1985) and Paulík *et al.* (1987) that different results were also provided by observation of the age dynamics of the immunological profile in calves.

The values of the metabolic activity index are balanced on days 14 and 28 in the groups presented, but on days 42 and 56 there was a statistical increase in favour of Vietnamese pigs in comparison with LW breed and crossbreds LW x L. Granátová (1989) tested the optimal conditions for the INT test in pig phagocytizing cells. Changes in the metabolic activity index were ascertained in normal and stressed pigs weighing about 60 kg. Comparison of her results of the MA index in the control pigs before stress (1.80) revealed that they are in agreement with ours at the age of 56 days in Vietnamese breed (1.75).

Based upon the performed analyses we may conclude that variability of the values of the hematological and immunological profile depends on the breed and age category of animals. The functional status of phagocytizing cells in the blood is one of the parameters of the organism immunocompetence. Application of the

obtained knowledge enables us to estimate the animal resistance in the given multifactorial action of agents. Results of examinations give a preliminary picture of the scale of the reference range for the categories presented. The effects on the phagocytic activity are necessary to be further observed or enlarged by other cellular and humoral factors of immunity.

REFERENCES

- Araki S., Kimura M., Suzuki M., Fujimoto M. (1993): Effect of active egg white product on neutrophil function in weanling piglets. *J. Vet. Med. Sci.*, 55: 899-900.
- Axford R. F. E., Owen J. B. (1991): Strategies for disease control. In: *Breeding for disease resistance in farm animals*. C.A.B. International: 3-9.
- Buleca J., Mattová J., Bajová V., Hipíková V., Mojžišová J. (1994): Evaluation of some biochemical parameters of blood and cellular immunity in sheep-dogs of different genotype. *Stočarstvo*: 391-393.
- Buschmann H., Radzikowski A., Krausslich H., Schmid O., Cwik S. (1975): Studies on the immune response to DNP-hapten in different breeds of pigs. *Genet. Abstr.*, 7: 70.
- Buschmann H., Krausslich H., Herrmann H., Meyer J., Kleinschmidt A. (1985): Quantitative immunological parameters in pigs - experiences with the evaluation of an immunocompetence profile. *Z. Tierzücht. Zücht.-Biol.*, 102: 189.
- Gabriš J. (1973): Vztahy mezi krvným obrazem rodičov a potomkov na modele ošípaných. [Dissertation.]
- Granátová M. (1989): Použití testu redukce tetrazoliové soli k průkazu fagocytární aktivity u prasat. *Vet. Med. (Praha)*, 34: 231-238.
- Jagoš P., Bouda J. (1981): Základní biochemické a hematologické hodnoty u domácích zvířat a nové způsoby vyjadřování výsledků laboratorních vyšetření. *Metodická příručka VŠV Brno*. 29 p.
- Kondracki M. (1988): Attempts to stimulate cellular immunity in newborn piglets through their mothers. *Bull. Vet. Inst. Pulaw.*, 30-31: 78-83.
- Lojda L. (1987): Současné poznatky z genetiky zdraví a rezistence hospodářských zvířat a možnost jejich využití v selekci. In: *Proc. Conf. XIII. Dny genetiky hospodářských zvířat*, Brno: 79-87.
- Lyntinskii S. I., Kryatko O. V., Khavinson V. K., Kozhemyakin A. L. (1993): Influence of peptide bioregulators or local immunity in bronchopneumonia. *Veterinarija (Moskva)*: 44-77.
- Mareček P., Procházková J. (1986): Mikro INT-test. In: Procházková J., John C. (eds.): *Vybrané diagnostické metody lékařské imunologie*. Praha, Avicenum: 219-222.
- Mattová J., Buleca J., Šutiaková I. (1997): Variability of lactate dehydrogenase isoenzyme spectrum in phylogenetically different pig breeds and crossbreds. *Živoč. Vyr.*, 42: 299-302.
- Mattová J., Buleca J., Šutiaková I. (1998): Interbreed differences and age dynamics of serum proteins and their fractions in the blood of pigs up to the age of 56 days. *Czech J. Anim. Sci.*, 43: 119-123.

- Mudroň P., Baumgartner W., Kováč G., Bartko P., Rosival I., Žežula I. (1996): Effects of iron and vitamin E administration on some immunological parameters in pigs. *Dtsch. tierärztl. Wschr.*, 103: 131–133.
- Paulík Š., Slanina L., Dubaj J., Skotnický J., Gedeon V. (1987): Fagocytóza teliat a jej dynamika po experimentálnom zásahu. *Vet. Med. (Praha)*, 32: 93–104.
- Rafai P., Tuboli S., Bata A., Tolly P., Vanyi A., Papp Z., Jakab L., Tury E. (1995): Effect of various levels of T-2 toxin in the immune system of growing pigs. *Vet. Rec.*, 136: 511–514.
- Raszyk J., Toman N., Gajdušková V., Nezveda K., Ulřich L., Jarošová A., Dočekalová H., Salava J., Palac J. (1997): Effects of environmental pollutants on the porcine and bovine immune systems. *Vet. Med. – Czech*, 42: 313–317.
- Roitt I. N. (1981): *Základy imunologie*. 4. ed. Martin, Osve-ta. 351 p.
- Schalm O. W., Jain N. G., Carrol E. J. (1975): *Veterinary hematology*. Philadelphia, Lea a Fegibar. 807 p.
- Sodomková D. (1985): Základní hematologické hodnoty u prasniček bílého ušlechtilého plemene a jejich kříženců s plemenem landrase. *Vet. Med. (Praha)*, 30: 669–674.
- Šoltýs J. (1992): Effect of glucan preparation on the phagocytic ability of blood leucocytes in experimental ascari-dosis of pigs. *Folia Vet.*, 36: 67–77.
- Šutiaková I., Daliová K., Šutiak V., Pijaková N. (1993): Iso-enzymes of lactatedehydrogenase in breeding sheep and ram lambs. *Vet. Med. – Czech*, 38: 609–617.
- Toman N., Pšikal I. (1985): Test fagocytární aktivity krev-ních leukocytů telat. *Vet. Med. (Praha)*, 30: 393–400.
- Toman N., Pšikal I., Menšík J. (1985): Fagocytární aktivita krevních leukocytů telat od narození do věku 3 měsíce. *Vet. Med. (Praha)*, 30: 401–408.
- Tornero F., Rioperes J., Fernandez E., Rodzignes M. L. (1995): Response of piglets to oral administration of lactic acid bacteria. *J. Food Protect.*, 58: 1369–1374.

Received for publication on April 10, 1998

Accepted for publication on May 4, 1999

Contact Address:

Ing. Jolana Matto-vá, Univerzita veterinárskeho lekárstva, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, tel.: 095/622 99 24, fax: 095/63 236 66

VLIV OBDOBÍ OTELENÍ NA MLÉČNOU UŽITKOVOST DOJNIC ČESKÉHO STRAKATÉHO SKOTU*

THE INFLUENCE OF THE SEASON OF PARTURITION ON MILK PERFORMANCE IN THE CZECH PIED CATTLE

J. Kučera¹, J. Hyánek², J. Mikšík¹, V. Čermák³

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

² Research Institute of Animal Production, Prague-Uhřetěves, Czech Republic

³ Czech Union of Beef Cattle Breeders, s.r.o., Prague, Czech Republic

ABSTRACT: The data on 376 076 lactations of Czech Pied cattle were analysed and the production of milk, milk protein, milk fat and percentage of milk protein and fat were calculated. First ($n = 166\ 739$), second ($n = 117\ 071$) and third ($n = 92\ 269$) lactations were included. Average production in the first lactation was 3 642 ($s = 807.3$) kg of milk, 119.3 ($s = 27.52$) kg of protein, 3.31 ($s = 0.194$) % of protein, 4.22 ($s = 0.389$) % of fat and 153.48 ($s = 36.64$) kg of fat. Cows in their second lactation produced on average 4 106 ($s = 911.7$) kg of milk, 135.6 ($s = 30.23$) kg of protein, 3.34 ($s = 0.192$) % of protein, 4.24 ($s = 0.419$) % of fat and 173.68 ($s = 41.86$) kg of fat. Average production in the third lactation was 4 328 ($s = 954.7$) kg of milk, 142.3 ($s = 32.9$) kg of protein, 3.31 ($s = 0.187$) % of protein, 4.23 ($s = 0.426$) % of fat and 184.78 ($s = 44.37$) kg of fat. The average age at first calving was 28 months and 22 days ($s = 3$ months and 9 days). The month of calving had a significant effect on milk production per lactation. The maximum production of milk was found in cows which calved in winter months (December–March), the lowest production was found in cows which calved from June to September. The milk production of cows which calved in these two groups of months was similar, the most of the differences was not statistically significant. A similar trend was found in the second and third lactations. However, the maximum and minimum production per lactation was reached by cows which calved in slightly different groups of months. Therefore it is suggested that months should be grouped into seasons (for the purpose of estimation of breeding values) on different basis for cows in the first lactation and for cows in the second and third lactation.

Keywords: milk production; effect of month of calving

ABSTRAKT: Na souboru 376 076 laktací českého strakatého plemene byla sledována produkce mléka, kg bílkovin, kg tuku a procentuální obsah bílkovin a tuku v závislosti na kalendářním měsíci otelení. Celkem bylo na prvních laktacích hodnoceno 166 739 dojnic, na druhých 117 071 dojnic a na třetích 92 269 dojnic. Průměrná produkce na první laktaci dosáhla 3 642 ($s = 807,3$) kg mléka, 119,3 ($s = 27,52$) kg bílkovin, 3,31 ($s = 0,194$) % bílkovin, 4,22 ($s = 0,389$) % tuku a 153,48 ($s = 36,64$) kg tuku. Na druhé laktaci bylo dosaženo 4 106 ($s = 911,7$) kg mléka, 135,6 ($s = 30,23$) kg bílkovin, 3,34 ($s = 0,192$) % bílkovin, 4,24 ($s = 0,419$) % tuku a 173,68 ($s = 41,86$) kg tuku. Průměrné hodnoty třetích laktací byly: 4 328 ($s = 954,7$) kg mléka, 142,3 ($s = 32,9$) kg bílkovin, 3,31 ($s = 0,187$) % bílkovin, 4,23 ($s = 0,426$) % tuku a 184,78 ($s = 44,37$) kg tuku. Věk při prvním otelení dosáhl průměrné hodnoty 28 měsíců 22 dnů ($s = 3$ měsíce 9 dnů). Na produkci za celou laktaci se významně podílí měsíc otelení. Maximální produkce mléka na první laktaci byla dosažena u zvířata otelených v zimních měsících – prosinci až březnu, nejnižší v měsících červen až září. Uvnitř těchto skupin byly nejčastěji nalezeny statisticky neprůkazné rozdíly v produkci. U druhých a třetích laktací dochází k posunu maximální produkce mléka mléčných složek v závislosti na měsíci otelení oproti laktacím prvním. Při seskupování měsíců do sezon bude vhodnější použít jiného modelu pro první laktace a jiného pro laktace druhé a třetí.

Klíčová slova: mléčná užitkovost; vliv měsíce otelení

ÚVOD

Na užitkovosti zvířat se podílí celá řada vnějších a vnitřních faktorů. Systematické vlivy prostředí ovlivňují užitkovost silněji než samotné genetické založení

zvířat. Z tohoto důvodu je nutné pečlivě volit efekty modelové rovnice pro odhad plemenné hodnoty.

Cílem práce bylo ověřit vliv měsíce otelení na následnou produkci mléka a mléčných složek za laktaci u dojníc českého strakatého skotu na jednotlivých laktacích.

* Práce byla řešena jako součást grantových úkolů EP 7166 a 8PD230.

Roční období, resp. měsíc otelení se výrazně podílí na dosažené užitkovosti jak masných, tak i dojených krav. Vlivem faktorů výživy a v neposlední řadě i extrémních hodnot klimatických ukazatelů se užitkovost zvířat otelených v různých měsících roku výrazně liší (Burfening *et al.*, 1987; Do *et al.*, 1994; Fimland *et al.*, 1972; Jakubec, 1990; Kadlečík *et al.*, 1992; Zhang, 1994; Žižlavský *et al.*, 1989). Pro odhady plemenné hodnoty je třeba zajistit dostatečné množství zvířat, které produkují ve stejných nebo alespoň podobných podmínkách.

Při odhadu plemenné hodnoty jsou užitkovosti zvířat porovnávány uvnitř skupin, u kterých předpokládáme stejné podmínky vnějšího prostředí – SRO – stádo x rok x období (HYS – herd x year x season). Rok je rozdělen do sezon, které jsou většinou založeny na datu otelení hodnocené skupiny tak, že měsíce s obdobnou užitkovostí jsou spojeny do sezon. Definování sezony je pokusem o dosažení maximálního počtu podobných pozorování pro každou sezonu uvnitř stáda a roku.

Ve většině modelů pro odhad plemenné hodnoty je sezona uvnitř efektu HYS formována jako seskupení po sobě následujících měsíců (Chauhan, Thompson, 1986; Chauhan, 1987; Chauhan, Hayes, 1992). Problém seskupování sezon otelení studoval také Zhang (1994), který potvrzuje vliv různého seskupení na následnou velikost reziduální variance odhadované plemenné hodnoty.

Chauhan (1987) uvádí, že pokud je sezona dlouhá 5 až 7 měsíců, setkáváme se s velkým počtem zvířat, která produkují ve zcela odlišných podmínkách. Kratší sezony (2 až 4 měsíce) proto považuje za vhodnější. Výsledky dokazují, že seskupování do velmi krátkých úseků (po jednom měsíci) není vhodné, je-li efekt stádo x rok x období v modelu definován jako pevný.

Dojivostí, úrovní obsahových složek a vztahů mezi nimi se zabývali Chládek (1993) a Mácha (1986).

MATERIÁL A METODA

Materiál tvořily údaje o 376 076 laktacích dojnic po 1 895 otčích s podílem genotypu českého strakatého skotu 51 % a více (podle řádu plemenné knihy označován jako C1 a C2). Jednalo se o plémence otelené v letech 1991 až 1993.

Počty hodnocených zvířat v jednotlivých měsících se pohybovaly v rozmezí 11 410 až 16 383, celkem 166 739 prvních laktací, od 8 384 do 11 315 kusů, celkem 117 071 druhých laktací, a 92 269 třetích laktací s minimální četností 6 405 kusů a maximem 8 799 kusů v jednotlivých měsících.

Byly zjištěny základní statistické hodnoty produkce mléka v kg, bílkovin v kg, tuku v kg, tuku v % a bílkovin v % v závislosti na měsíci otelení odděleně pro I., II. a III. laktaci. Pomocí *t*-testu byly stanoveny statisticky průkazné rozdíly mezi produkcí dojnic otelených v různých měsících. Testován byl vždy každý měsíc s každým, odděleně pro jednotlivé laktace.

Průměrná produkce na první laktaci dosáhla 3 642 kg ($s = 807,3$ kg) mléka, 119,3 kg ($s = 27,52$ kg) bílkovin a 3,31 % ($s = 0,194$ %) bílkovin. Na druhé laktaci bylo dosaženo: 4 106 kg ($s = 911,7$ kg) mléka, 135,6 kg ($s = 30,23$ kg) bílkovin a 3,34 % ($s = 0,192$ %) bílkovin. Průměrné hodnoty třetích laktací byly: 4 328 kg ($s = 954,7$ kg) mléka, 142,3 kg ($s = 32,9$ kg) bílkovin a 3,31 % ($s = 0,187$ %) bílkovin. Věk při prvním otelení dosáhl průměrné hodnoty 28 měsíců 22 dnů ($s = 3$ měsíce 9 dnů).

I. laktace

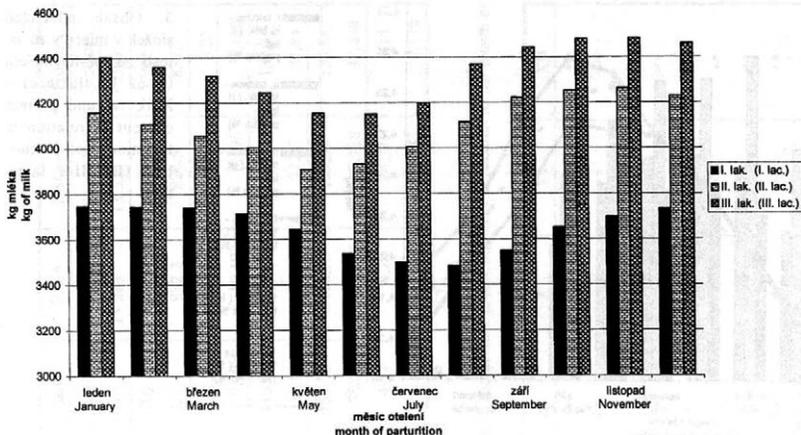
U produkce mléka v závislosti na měsíci otelení je patrný trend, kdy zvířata otelená v letních měsících dosahovala nižší užitkovosti oproti zvířatům oteleným v zimním období. Maximální produkce mléka na první laktaci byla dosažena u zvířat otelených v měsíci lednu ($\bar{x} = 3 746$ kg, $s = 813,9$). Nejnižší produkce mléka byla zjištěna u zvířata otelených v měsíci srpnu ($\bar{x} = 3 483$ kg, $s = 807,5$ kg – tab. I). Variační koeficient se pohyboval v rozmezí 21,49 do 23,25 %. K podobným závěrům dospěl u prvních laktací dojených plemen i Candrák (1995).

Z výsledků *t*-testu je patrné, že statisticky neprůkazné rozdíly lze u produkce mléka na prvních laktacích najít mezi měsíci leden – únor, leden – březen, únor – březen, červen – srpen, červenec – srpen, červen – září, leden – prosinec, únor – prosinec, březen – prosinec (tab. II).

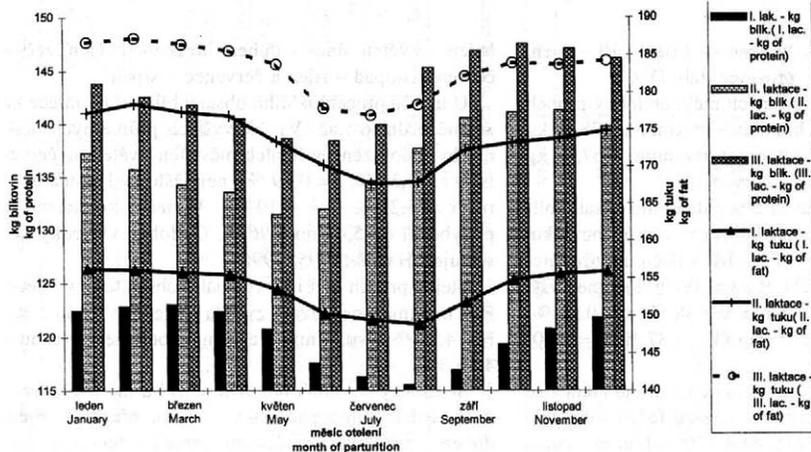
Statisticky neprůkazné rozdíly v produkci dojnic otelených v měsících prosinec až březen a červen až září ukazují, že dojnice otelené v těchto měsících produkují v podobných podmínkách. Tato skutečnost by měla být zohledněna při sestavování sezon pro potřeby odhadu plemenné hodnoty. Jak vyplývá i z dalších výsledků, byly podobné trendy prokázány i na druhé a třetí laktaci. Produkce mléka u dojnic na první laktaci je znázorněna na obr. 1.

U produkce bílkovin v kg byl zjištěn obdobný trend, pouze došlo k mírnému posunu maximální produkce do měsíce března ($\bar{x} = 123,0$ kg, $s = 27,39$ kg), minimální produkce bylo dosaženo v srpnu ($\bar{x} = 115,5$ kg, $s = 27,63$ kg). Variační koeficient se pohyboval od 22,06 do 24,05 %. Produkce bílkovin se nelišila v měsících leden – únor, leden – březen, únor – březen, leden – duben, březen – duben, únor – duben a dále pak říjen – červen, listopad – květen.

Obsah bílkovin vykazoval opačný trend s minimem v zimních měsících a maximálními hodnotami v létě a v závislosti na měsíci otelení v průběhu roku kolísala jenom nepatrně. Nejnižší průměrné hodnoty 3,27 % ($s = 0,19$ %) bylo dosaženo u zvířat otelených v prosinci, nejvyšší u zvířat otelených v letních měsících – červen, červenec a srpen (shodně $\bar{x} = 3,33$ %, $s = 0,19$). Statisticky neprůkazné rozdíly byly zjištěny mezi měsíci květen – srpen, červen – červenec, leden – říjen, březen – září, listopad – prosinec. Vyrovnanost souboru byla potvrzena variačním koeficientem, který nepřesáhl 6,00 %.



1. Produkce mléka v kg v závislosti na měsíci otelení (I. až III. laktace) – Milk yield (kg) in relation to the month of parturition (Ist–IIIrd lactation)



2. Produkce tuku a mléčných bílkovin v kg v závislosti na měsíci otelení (I. až III. laktace) – Milk fat and protein production (kg) in relation to the month of parturition (Ist–IIIrd lactation)

Procentuální obsah tuku v závislosti na měsíci otelení měl obdobný průběh jako v případě obsahu bílkovin v mléce, kdy nejnižší tučnosti bylo dosahováno v zimních měsících leden až březen – 4,17 %, a maxima v červenci až září – 4,27 % (tab. 1).

Produkce tuku byla nejnižší u zvířat otelených v srpnu – 148,84 kg tuku, a nejvyšší u krav otelených v lednu – 156,18 kg (obr. 2).

Candrák (1995) popisuje u slovenské populace dojených plemen shodný trend, kdy zvířata otelená v červenci až září dosahovala statisticky průkazně vyššího obsahu bílkovin v mléce. Také Reyes (1998) potvrzuje průkazný vliv měsíce otelení na užitkovost u skupiny dojníc holštýnského skotu. Vysoce průkazný rozdíl zjistil v produkci mléka u dojníc otelených v letních měsících (7 999 kg) oproti plemenicím oteleným na podzim (8 429 kg).

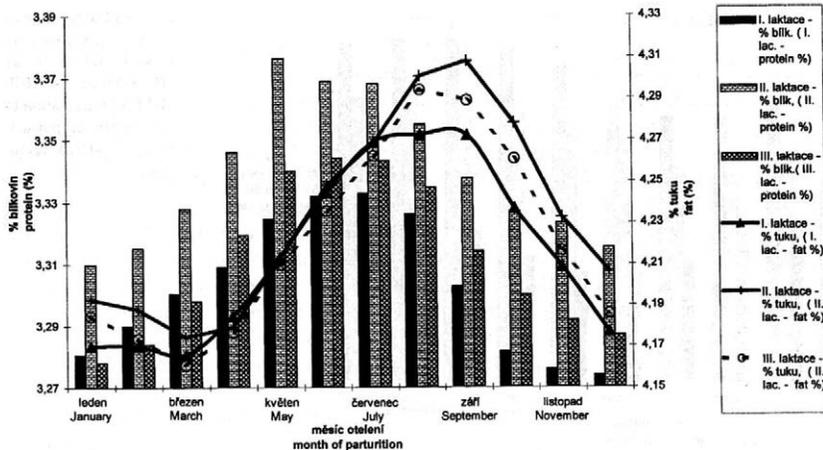
U skupiny dojníc pincgavského plemene zjistili obdobné výsledky Uhlár *et al.* (1995) – nejvyšší užitkovost měla zvířata otelená v říjnu až březnu. Vysoce průkazný vliv měsíce otelení uvádějí i Abdel-Bary *et al.* (1992).

II. laktace

Na druhé laktaci byla nejvyšší produkce zjištěna u krav otelených v listopadu, a to jak pro produkci mléka ($\bar{x} = 4\,263$ kg, $s = 904,9$ kg mléka), tak pro produkci bílkovin ($\bar{x} = 141,3$ kg, $s = 30,78$ kg bílkovin). Nejnižší produkce mléka dosahovala zvířata otelená v květnu ($\bar{x} = 3\,905$ kg, $s = 924,0$ kg) a nejnižší produkce bílkovin zvířata otelená v červnu ($\bar{x} = 131,5$ kg, $s = 31,71$ kg – tab. III). Variační koeficient dosahoval hodnot 21,23 až 23,66 % pro produkci mléka v kg. Vliv období otelení na produkci mléka a jeho složek potvrdili i Dědková a Bellér (1992), kteří analyzovali vlivy působící na užitkovost dojníc.

Při testování průkaznosti rozdílů mezi jednotlivými měsíci došlo u produkce mléka ke změnám a neprůkazné rozdíly byly zjištěny mezi měsíci leden – březen, leden – duben, únor – březen, červenec – srpen, květen – říjen (tab. IV).

Ještě patrnější byl tento trend u kg bílkovin, kde byly neprůkazné rozdíly mezi měsíci leden – únor, leden – březen, leden – duben, únor – březen, únor –



3. Obsah mléčných složek v mléce v závislosti na měsíci otelení (I. až III. laktace) – Milk fat and protein content in relation to the month of parturition (Ist–IIIrd lactation)

duben, březen – duben, červenec – srpen, září – říjen, červen – říjen, květen – prosinec (tab. IV).

Produkce tuku v kilogramech měla obdobný průběh jako v případě produkce bílkovin – maximum (178,44 kg tuku) u krav otelených v únoru a minimum (167,58 kg tuku) u dojnic otelených v červenci.

Potvrdila se vyrovnanost procentuálního obsahu bílkovin v mléce na druhých laktacích v průběhu roku. Nejnížší průměrný roční obsah byl zjištěn u zvířat otelených v lednu ($\bar{x} = 3,31 \%$, $s = 0,19 \%$) a nejvyšší u zvířat otelených v květnu ($\bar{x} = 3,38 \%$, $s = 0,20 \%$) a dále pak v červnu a červenci ($\bar{x} = 3,37 \%$, $s = 0,20 \%$) (tab. III).

Obsah bílkovin v mléce u dojnic na druhé laktaci se statisticky významně nelišil u měsíců leden – březen, leden – říjen, únor – březen, únor – říjen, březen – říjen, červen – červenec, listopad – prosinec. Toto zjištění koresponduje s výsledky, které zjistili Kadlečík *et al.* (1992) u slovenského strakatého plemene – nejvyšší obsah bílkovin uvádějí v intervalu červen až říjen.

Obsah tuku se u dojnic na druhých laktacích nepatrně zvýšil a nejvyšších hodnot dosahovala zvířata otelená v srpnu – 4,30 %, a nejnižších pak dojnice otelené v březnu – 4,17 % (obr. 3).

III. laktace

Obdobných výsledků bylo dosaženo i na laktaci třetí – maximální produkce mléka u zvířat otelených v listopadu ($\bar{x} = 4\,484$ kg, $s = 976,6$ kg), minimální v červnu ($\bar{x} = 4\,150$ kg, $s = 951,6$ kg), u kg bílkovin pak maximum v říjnu ($\bar{x} = 147,5$ kg, $s = 32,51$ kg) a minimum v červnu ($\bar{x} = 138,4$ kg, $s = 32,50$ kg) (tab. V).

Výsledky testování rozdílů v produkci na třetích laktacích potvrdily neprůkazné rozdíly v užitkovosti u zvířat otelených v měsících leden – únor, leden – březen, leden – duben, únor – březen, květen – listopad a červenec – srpen pro produkci mléka v kg (tab. VI). U produkce bílkovin pak byly neprůkazné rozdíly mezi měsíci leden – únor, leden – březen, leden – duben,

leden – květen, únor – duben, březen – květen, září – červen, listopad – říjen a červenec – srpen.

U trendu procentuálního obsahu bílkovin v mléce ke změně nedošlo (tab. V). Nejvyšších průměrných hodnot bylo dosaženo v letních měsících květen až červenec ($\bar{x} = 3,34 \%$, $s = 0,19 \%$), nejnižších v lednu a únoru ($\bar{x} = 3,28 \%$, $s = 0,19 \%$). Variční koeficient se pohyboval od 5,43 do 5,96 %. Obdobné výsledky potvrzuje i Hanuš (1995, 1996).

Stejný průběh měl i procentuální obsah tuku v mléce, kdy maxima dosahovala zvířata otelená v srpnu a září – 4,29 % tuku, a minima dojnice otelené v březnu – 4,16 %.

Statisticky se obsah bílkovin nelišil u měsíců leden – únor, leden – listopad, únor – říjen, březen – říjen, duben – září, květen – červen, červen – červenec, červen – srpen, červenec – srpen a listopad – prosinec.

Produkce tuku na třetích laktacích byla nejvyšší a dosáhla maxima u krav otelených v únoru – 178,44 kg tuku. Nejnížší užitkovost měla zvířata otelená v červenci – 176,88 kg tuku (obr. 2).

Zatímco průměrná produkce mléka i bílkovin v kilogramech vykazovala se zvyšujícím se pořadím laktace nárůst, u procentuálního obsahu bílkovin došlo na třetí laktaci ke snížení průměrných hodnot oproti laktaci druhé – téměř na úroveň laktace první. V některých měsících bylo dosaženo dokonce nižších hodnot než u laktace první. Szucs *et al.* (1997) a Screemannarayana, Rao (1994) shodně potvrzují zjištěný trend pro obsahové složky mléka, jejichž hodnoty jsou vyšší u dojnic otelených v letních měsících než u dojnic otelených v průběhu zimy.

V tab. II, IV a VI jsou uvedeny pouze statistické průkaznosti rozdílů u produkce mléka a bílkovin v kg. U dalších proměnných nebyly zjištěné závažnější odchylky v rozdílech mezi jednotlivými měsíci.

Czister *et al.* (1997) dospěli k závěru, že u prvních laktací není průkazný rozdíl mezi užitkovostí zvířat v závislosti na měsíci otelení. Rozdíly zjistili až u druhých a dalších laktací.

I. Produkce mléka a mléčných složek v závislosti na měsíci otelení (I. laktace) – Milk production in relation to the month of parturition (Ist lactation)

		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
		January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
	n	15 904	15 667	13 413	13 102	13 691	12 659	11 410	12 318	13 379	15 287	13 523	16383
Milk (kg)	\bar{x}	3 746	3 742	3 738	3 713	3 642	3 538	3 498	3 483	3 550	3 652	3 697	3 732
kg mléka	$s_{\bar{x}}$	813,9	816,4	807,9	811,6	782,7	794,1	788,9	807,5	825,3	832,3	824,5	832,2
Protein (%)	\bar{x}	3,28	3,29	3,30	3,31	3,32	3,33	3,33	3,33	3,30	3,28	3,28	3,27
% bílkovin	$s_{\bar{x}}$	0,191	0,189	0,187	0,187	0,188	0,190	0,195	0,195	0,198	0,197	0,196	0,192
Protein (kg)	\bar{x}	122,5	122,8	123,0	122,4	120,7	117,6	116,3	115,5	116,9	119,3	120,7	121,8
kg bílkovin	$s_{\bar{x}}$	27,75	27,65	27,39	27,71	26,63	27,14	27,04	27,63	28,12	28,45	27,85	27,84
Fat (kg)	\bar{x}	156,18	156,03	155,71	155,37	153,40	150,27	149,42	148,84	151,73	154,70	155,55	155,84
kg tuku	$s_{\bar{x}}$	36,680	36,779	36,209	36,698	35,478	36,564	36,613	36,950	38,081	37,685	37,128	37,248
Fat (%)	\bar{x}	4,17	4,17	4,17	4,19	4,21	4,25	4,27	4,27	4,27	4,24	4,21	4,18
% tuku	$s_{\bar{x}}$	0,377	0,382	0,379	0,392	0,390	0,389	0,396	0,386	0,391	0,384	0,387	0,376

II. Vyjádření průkaznosti rozdílů v produkci mléka a bílkovin za laktaci (kg) v závislosti na měsíci otelení (I. laktace) – Significance of differences in milk and protein production (kg) in relation to the month of parturition (Ist lactation)

Měsíc otelení ¹	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I		-	-	-	**	**	**	**	**	**	**	**
II	-		-	-	**	**	**	**	**	**	**	**
III	-	-		-	**	**	**	**	**	**	**	**
IV	**	**	*		**	**	**	**	**	**	**	**
V	**	**	**	**		**	**	**	*	**	-	**
VI	**	**	**	**	**		**	**	-	**	**	**
VII	**	**	**	**	**	*		**	**	**	**	**
VIII	**	**	**	**	**	-	-		**	**	**	**
IX	**	**	**	**	**	-	**	**		**	**	**
X	**	**	**	**	-	**	**	**	**		**	**
XI	**	**	**	-	**	**	**	**	**	**		**
XII	-	-	-	**	**	**	**	**	**	**	**	

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$ pod diagonálou kg mléka, nad diagonálou kg bílkovin
milk production (kg) below diagonal, protein (kg) production above diagonal¹month of parturition

III. Produkce mléka a mléčných složek v závislosti na měsíci otelení (II. laktace) – Milk production in relation to the month of parturition (IInd lactation)

		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
		January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
	n	10 948	10 036	8 790	8 384	9 319	9 575	8 864	9 216	9 737	10 933	9 954	11 315
Milk (kg)	\bar{x}	4 158	4 106	4 053	4 003	3 905	3 929	4 005	4 116	4 222	4 252	4 263	4 228
kg mléka	$s_{\bar{x}}$	921,9	916,7	923,5	926,5	924,0	897,3	889,2	895,6	918,8	910,5	905,0	932,6
Protein (%)	\bar{x}	3,31	3,32	3,33	3,35	3,38	3,37	3,37	3,35	3,34	3,33	3,32	3,32
% bílkovin	$s_{\bar{x}}$	0,193	0,197	0,198	0,199	0,199	0,200	0,192	0,189	0,191	0,190	0,192	0,194
Protein (kg)	\bar{x}	137,3	135,7	134,2	133,6	131,5	132,0	134,6	137,6	140,5	141,1	141,3	139,7
kg bílkovin	$s_{\bar{x}}$	31,11	31,31	31,91	31,84	31,71	30,79	30,43	30,77	31,15	31,10	30,78	31,84
Fat (kg)	\bar{x}	177,22	178,44	177,38	176,83	173,35	170,10	167,58	167,84	172,27	173,20	173,77	174,84
kg tuku	$s_{\bar{x}}$	42,462	40,940	41,357	41,719	41,105	41,250	40,809	42,337	42,652	41,985	42,121	41,758
Fat (%)	\bar{x}	4,19	4,19	4,17	4,18	4,21	4,25	4,27	4,30	4,31	4,28	4,23	4,21
% tuku	$s_{\bar{x}}$	0,406	0,401	0,409	0,418	0,418	0,422	0,416	0,419	0,418	0,411	0,413	0,406

IV. Vyjádření průkaznosti rozdílů v produkci mléka a bílkovin za laktaci (kg) v závislosti na měsíci otelení (II. laktace) – Significance of differences in milk and protein production (kg) in relation to the month of parturition (IInd lactation)

Měsíc otelení ¹	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I		-	-	-	**	**	**	**	**	**	**	**
II	-		-	-	**	**	**	**	**	**	**	**
III	-	-		**	**	**	**	**	**	**	**	**
IV	**	**	*		**	**	**	**	**	**	**	**
V	**	**	**	**		**	**	**	**	**	**	-
VI	**	**	**	**	**		**	**	*	-	*	**
VII	**	**	**	**	**	*		-	**	**	**	**
VIII	**	**	**	**	**	-	-		**	**	**	**
IX	**	**	**	**	**	**	**	**		-	**	**
X	**	**	**	**	-	**	**	**	**		**	**
XI	**	**	**	-	**	**	**	**	**	**		**
XII	-	-	-	**	**	**	**	**	**	**	**	

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$

pod diagonálou kg mléka, nad diagonálou kg bílkovin
milk production (kg) below diagonal, protein (kg) production above diagonal

¹month of parturition

V. Produkce mléka a mléčných složek v závislosti na měsíci otelení (III. laktace) – Milk production in relation to the month of parturition (IIIrd lactation)

		Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
		January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
	n	8 389	7 699	6 822	6 405	7 398	7 775	7 438	7 342	7 886	8 799	7 705	8 611
Milk (kg)	\bar{x}	4 400	4 357	4 316	4 245	4 152	4 150	4 198	4 366	4 443	4 480	4 484	4 461
kg mléka	$s_{\bar{x}}$	973,7	981,5	974,7	1 005,7	965,3	951,6	937,0	953,3	959,4	962,6	977,0	983,8
Protein (%)	\bar{x}	3,28	3,28	3,30	3,32	3,34	3,34	3,34	3,33	3,31	3,30	3,29	3,29
% bílkovin	$s_{\bar{x}}$	0,189	0,191	0,194	0,198	0,198	0,193	0,191	0,182	0,180	0,184	0,183	0,186
Protein (kg)	\bar{x}	143,8	142,6	141,8	140,5	138,6	138,4	139,9	145,3	146,8	147,5	147,1	146,1
kg bílkovin	$s_{\bar{x}}$	33,06	33,13	33,42	34,25	33,16	32,50	32,16	32,36	32,42	32,51	33,73	33,44
Fat (kg)	\bar{x}	186,67	187,21	186,40	185,52	183,74	177,85	176,88	178,33	182,15	183,91	183,73	184,25
kg tuku	$s_{\bar{x}}$	44,775	45,128	44,069	44,043	43,761	43,388	44,101	44,918	46,685	45,046	44,940	44,571
Fat (%)	\bar{x}	4,18	4,17	4,16	4,18	4,21	4,24	4,26	4,29	4,29	4,26	4,22	4,19
% tuku	$s_{\bar{x}}$	0,405	0,415	0,417	0,428	0,426	0,425	0,427	0,426	0,419	0,410	0,407	0,410

VI. Vyjádření průkaznosti rozdílů v produkci mléka a bílkovin za laktaci (kg) v závislosti na měsíci otelení (III. laktace) – Significance of differences in milk and protein production (kg) in relation to the month of parturition (IIIrd lactation)

Měsíc otelení ¹	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I		–	–	–	–	**	**	**	**	**	**	**
II	–		–	**	**	**	**	**	**	**	**	**
III	–	–		*	**	**	**	**	**	**	**	**
IV	–	**	*		**	**	**	**	**	**	**	**
V	**	**	**	**		**	**	**	**	**	–	**
VI	**	**	**	**	**		**	**	**	**	**	**
VII	**	**	**	**	**	**		–	**	**	**	**
VIII	**	**	**	**	**	**	–		**	**	**	**
IX	**	**	**	**	**	**	**	**		**	**	**
X	**	**	**	**	**	**	**	**	**		*	**
XI	**	**	**	**	–	**	**	**	**	*		**
XII	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$

pod diagonálou kg mléka, nad diagonálou kg bílkovin

milk production (kg) below diagonal, protein (kg) production above diagonal

¹month of parturition

Z uvedených výsledků je tedy patrné, že měsíc otelení se na další produkci v průběhu laktace významně podílí, ale že u dojnic na druhé a třetí laktaci došlo ke změně. Zatímco na první laktaci bylo nejnižší produkce mléka dosaženo u dojnic otelených v srpnu, na druhých a třetích laktacích došlo k posunu a minimální užítkovosti dosahovala zvířata otelená v měsíci květnu. Stejně tomu bylo i v případě produkce bílkovin.

Měsíce s neprůkazným rozdílem v produkci byly posunuty a období s obdobnou produkcí bylo u dalších laktací tvořeno jinými měsíci než v případě první laktace. Na základě této skutečnosti bude při seskupování měsíců do sezon vhodnější použít jiného modelu pro první laktace a jiného pro laktace druhé a třetí.

LITERATURA

Abdel-Bary H. T., Mahmoud M. M., Zaky H. I., Mohamed A. A. (1992): Effect of season and month of calving on estrous performance, services per conception and milk yield of Friesian cows in Egypt. *Egypt. J. Anim. Prod.*, 29: 229-253.

Burfenig B. J., Kress D. D., Hanford K. (1987): Effect of region of the United States and age of dam on birth weight and 205-d weight of Simmental calves. *J. Anim. Sci.*, 64: 955-962.

Candrák J. (1995): Použitie animal modelu pre odhad plemennej hodnoty dobytku mliekového úžitkového typu na Slovensku. [Kandidátská dizertačná práca.] Nitra, VŠP. 106 s.

Czister L. T., Dorner C., Tran A. T., Szucs E. (1997): Influence of season of calving, parity, herd and sire on the shape of lactation curve in dairy cows. *Állatten. Takarm.*, 46: 391-408.

Dědková L., Bellér I. (1992): Mléčná užítkovost krav-kříženek plemen slovenské strataté a černostrataté nížinné. *Živoč. Vyr.*, 37: 331-339.

Do C., Jeon G., Lee H., Lee J. G. (1994): A study on estimation of herd, calving year and season effects. *Korean J. Anim. Sci.*, 36: 439-445.

Fimland E. A., Bar-Anan R., Harwey W. R. (1972): Studies on dairy records from Israeli-Friesian cattle. I. Influence of some environmental effects. *Acta Agric. Scand.*, 22: 34-47.

Hanuš O. (1995): Složení a technologické vlastnosti mléka od dojnic ve střední části laktace a jejich vzájemné vztahy. *Živoč. Vyr.*, 40: 555-561.

Hanuš O. (1996): Hospodářský význam variability obsahu a produkce bílkovin mléka. *Výzkum Chovu Skotu*, XXXVIII (3): 7-13.

Chauhan V. P. S. (1987): Dairy sire evaluation fitting some of the herd-year-season effects as random. *Livest. Prod. Sci.*, 16: 117-130.

Chauhan V. P. S., Hayes J. F. (1992): Environmental covariances among months within herd-year for milk, fat and protein yields of Canadian Holstein. *Indian J. Anim. Sci.*, 7: 659-662.

Chauhan V. P. S., Thompson R. (1986): Dairy sire evaluation using a "rolling months" model. *J. Anim. Breed. Genet.*, 103: 321-333.

Chládek G. (1993): Dojivost a úroveň obsahových složek mléka dojnic jihomoravského kraje. In: *Acta Univ. Agric., Fac. Agron.*, XXXI: 305-311.

Jakubec V. (1990): Uplatnění biometrické genetiky ve šlechtění hospodářských zvířat. *Sbor. ČSAZ Praha*, No. 133. 74 s.

Kadlečík O., Pšenica J., Brzuski P., Candrák J. (1992): Obsah a produkcia bielkovin mlieka kráv rôznych plemien. *Živoč. Vyr.*, 37: 341-349.

Mácha J. (1986): Genetické parametry obsahu a produkce bílkovin mléka skotu. In: *Acta Univ. Agric., Fac. Agron.*, XXXIV: 245-251.

Reyes L. A. (1998): Performance of dairy cattle according to calving season in the Mexical Valley, Lower California. *Cuban J. Agric. Sci.*, 32: 19-24.

Screemannarayana O., Rao A. V. N. (1994): Effect of service period and season of calving on lactation traits among crossbred cows. *Indian Vet. J.*, 71: 1094-1097.

Szucs A., Gaspard A., Meszaros M., Solkner J., Tran-Anh-Tuan, Volgyj-Csik J. (1997): Effect of herd, genotype, month and year of calving on performance in dairy cattle. *Állatten. Takarm.*, 46: 11-28.

Uhlár J., Gavalier M., Salingová M. (1995): Mlieková užítkovost kráv otelených v rôznych mesiacoch roka na hospodárstve v podhorskej oblasti. *Acta Zootechn.*, 50: 13-19.

Zhang Q. (1994): The grouping of calving seasons and its effect on the accuracy of breeding value estimation. *Acta Veter. Zootechn. Sin.*, 25: 41-46.

Žižlavský J., Mikšík J., Gajdůšek S., Pospíšil Z. (1989): Průběh a variabilita složek a vlastností mléka krav v prvních 100 dnech laktace. *Živoč. Vyr.*, 34: 675-685.

Došlo 24. 3. 1998

Přijato k publikování 4. 5. 1999

Kontaktní adresa:

Dr. Ing. Josef Kučera, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Ústav chovu hospodářských zvířat, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 32 28, fax: 05/45 13 32 28, e-mail: kucera@mendelu.cz

THE EFFECT OF FATTY ACID CALCIUM SALTS IN DIETS FOR CHICK BROILERS

ÚČINEK VÁPENATÝCH SOLÍ MASTNÝCH KYSELIN VE VÝŽIVĚ KUŘECÍCH BROJLERŮ

J. Mendlík, I. Kumprecht, P. Zobač, V. Prokop

Research Institute of Animal Nutrition, s.r.o., Pohořelice, Czech Republic

ABSTRACT: The effect of fatty acid Ca-salts (b_1) (trademark BOVIPAL) was studied in two feeding comparative trials on cockerels of ROSS hybrid; BOVIPAL was used in BR2 feed mixtures at three levels ($a_1b_1 - 0.80\%$, $a_2b_1 - 1.60\%$, $a_3b_1 - 2.40\%$) and its effect was compared with the effect of an energy aliquot of rapeseed oil (b_0) at the levels ($a_1b_0 - 0.64\%$, $a_2b_0 - 1.28\%$, $a_3b_0 - 1.93\%$) and of various contents of Ca^{2+} in form of $CaCO_3$ ($b_1 - 0.07\%$, $b_2 - 0.07-0.50\%$, $b_3 - 0.50\%$). The effect of different levels of rapeseed oil and BOVIPAL in BR2 mixtures on chick weight was not statistically significant at 35 and 42 days of age while BOVIPAL as an energy source in interaction with rapeseed oil increased daily weight gains at 4 weeks of age but they slightly decreased at 5 weeks of age. The effect of different levels of rapeseed oil and BOVIPAL on the consumption of BR2 mixtures (in kg) per 1 kg weight gain was significantly ($P < 0.05$) positive in the experimental period from 15th to 42nd day. Similarly like in trial 1, the different levels of BOVIPAL (a) and Ca^{2+} ($CaCO_3$) (b) used in feed mixtures BR2 for broiler production in trial 2 did not influence chick live weight statistically significantly at 35 and 42 days of age while the group receiving 0.070% of feeding limestone had lowest weight gains and final weight. The effect of different BOVIPAL levels on the consumption of BR2 mixture (in kg) per 1 kg weight gain was statistically significantly positive ($P < 0.05$); total feed consumption was also positively influenced by this application. Study of BOVIPAL x different Ca^{2+} levels interactions indicated lower feed conversion in all cases. It is possible to calculate in energy terms that 1 000 g of rapeseed oil are equivalent to 1 323 g BOVIPAL, or 1 000 g of BOVIPAL are equivalent to 756 g of rapeseed oil. It is obvious that a recommended level of BOVIPAL applied to feed mixtures as an energy mineral source with positive effects on feed consumption would be about 2.5%.

Keywords: chick broilers; fatty acid Ca-salts; rapeseed oil; $CaCO_3$; growth; conversion

ABSTRAKT: Ve dvou krmných srovnávacích pokusech s kohoutky hybrida ROSS byl sledován účinek Ca-solí mastných kyselin (b_1) (obchodní název BOVIPAL), aplikovaných do krmných směsí BR2 ve 3 hladinách ($a_1b_1 - 0,80\%$, $a_2b_1 - 1,60\%$, $a_3b_1 - 2,40\%$), oproti účinku energeticky alikvotního podílu řepkového oleje (b_0) v hladinách $a_1b_0 - 0,64\%$, $a_2b_0 - 1,28\%$, $a_3b_0 - 1,93\%$ – pokus 1 a oproti různému množství Ca^{2+} ve formě $CaCO_3$ ($b_1 - 0,07\%$, $b_2 - 0,07-0,50\%$, $b_3 - 0,50\%$) – pokus 2. Do pokusů bylo zahrnuto 320 (pokus 1) a 480 (pokus 2) jednodenních kohoutků, kteří byli umístěni v klecích pokusné haly VÚVZ Pohořelice do věku 14 dnů po 20 kusech a od 15. do 42. dne věku pak po 10 kusech v jedné kleci. Od 1. do 14. dne věku přijímali kohoutci v obou pokusech jednotnou kompletní krmnou směs BR1 pro předvýkrm brojlerů a od 15. do 42. dne upravenou BR2. Voda a krmivo byly k dispozici *ad libitum*, osvětlení bylo nepřetržitě, teplota a vlhkost vzduchu byly upravovány podle norem daných pro předvýkrm a výkrm brojlerových kuřat. Odstupňované hladiny řepkového oleje a BOVIPALu ve směších BR2 statisticky významně neovlivnily hmotnost kuřat jak v 35., tak i ve 42. dni věku, přičemž Ca-solí mastných kyselin jako energetický zdroj v interakci s řepkovým olejem zvýšily týdenní přírůstky kuřat ve 4. týdně věku (o 25 g) a naopak snížily (o 8 g) v 5. týdně. Průkazně ($P < 0,05$) pozitivně ovlivnily odstupňované hladiny řepkového oleje a BOVIPALu spotřebu směsí BR2 v kg na 1 kg přírůstek kuřat v období výkrmu od 15. do 42. dne. Statisticky významně ($P < 0,05$) nejvyšší spotřebu směsí vykazovaly skupiny kuřat s nejvyšší hladinou energetické složky (a_3), která byla o 4,18 % nižší oproti skupině kontrolní (a_0). Účinek BOVIPALu (b_1) na spotřebu směsí BR2 na 1 kg přírůstek byl vyšší o 0,87 %. Tak jako v prvním pokuse i ve druhém pokuse odstupňované hladiny BOVIPALu (a) a různých hladin Ca^{2+} ($CaCO_3$) (b) aplikovaných v krmných směších pro výkrm brojlerů BR2 statisticky významně neovlivnily hmotnost a týdenní přírůstky kuřat ve 4. a 5. týdně věku. Statisticky průkazně ($P < 0,05$) pozitivně byla ovlivněna spotřeba směsí BR2 v kg na 1 kg přírůstek odstupňovanými hladinami BOVIPALu, což mělo také pozitivní vliv na celkovou spotřebu směsí. Spotřeba směsí BR2 s Ca-solmi mastných kyselin (a_1 , a_2 , a_3) byla o 2,72 až 5,44 % nižší oproti skupině kontrolní (a_0). Různé hladiny Ca^{2+} (b_0 , b_1 , b_2) statisticky významně neovlivnily spotřebu směsí v kg na 1 kg přírůstek. V případě sledování interakce vlivu BOVIPALu a různých hladin Ca^{2+} byla zaznamenána ve všech případech nižší konverze krmiva. Z energetického hlediska lze počítat, že 1 000 g řepkového oleje je srovnatelné s 1 323 g BOVIPALu, nebo 1 000 g BOVIPALu je srovnatelné se 756 g řepkového oleje. Lze tedy konstatovat, že doporučená hladina BOVIPALu zařazeného do krmných směsí jako energetického minerálního zdroje s pozitivním účinkem na spotřebu směsí by se měla pohybovat okolo 2,5 %.

Klíčová slova: kuřecí brojleři; Ca-solí mastných kyselin; řepkový olej; $CaCO_3$; růst, konverze

INTRODUCTION

Fatty acid salts are a product of the fat-and-oil industry, which responded to the demand of feed specialists who try to produce feed mixtures with a sufficient content of energy in order to comply with increasing requirements for energy need of animals. Fatty acid salts can be an important energy source in diets for monogastric animals as well as for ruminants. Papers dealing with fatty acid metabolism as a supplemental source of energy in feed for poultry more and more frequently appear in professional literature (Vila, Esteve-Garcia, 1996a, b, c; Wiseman *et al.*, 1991; Blanch *et al.*, 1995). Zhadan *et al.* (1983) carried out research on applications of fatty acid salts to diets for chickens and pigs. The effect of fatty acid salts in cattle diets was investigated in great detail (Sommer, 1997). Tomczynski *et al.* (1994) studied these problems in horses. It is to state that we failed to find a satisfactory number of papers dealing with the use of fatty acid salts in poultry diets.

Physical and chemical properties of fatty acid Ca-salts are their advantage as they indicate their high stability under current storage conditions and good miscibility with vegetable, animal and mineral-vitamin components of complete feed mixtures.

The objective of this paper was to compare the effects of different energy sources – fatty acid Ca-salts applied to feed mixture BR2 at three levels in form of a commercial product BOVIPAL, with the effect of an energy aliquot of rapeseed oil (trial 1) and to compare the effects of fatty acid Ca-salts (BOVIPAL) as a Ca²⁺ source applied to feed mixtures BR2 with various proportions of Ca²⁺ in form of CaCO₃ (trial 2).

MATERIAL AND METHODS

Two extensive feeding comparative trials were conducted on cockerels of ROSS hybrid supplied as straight run chicks by the company Lihně kuřat MACH at Litomyšl (MACH Chick Hatcheries). Feeding trials with a factor design were carried out from 15th to 42nd day of chick age. A total of 320 straight run cockerels were included in feeding trial 1 while 480 straight run cockerels were used in feeding trial 2; cockerels were divided into groups at the beginning of the trial and housed in cages of an experimental facility of the Pohořelice Research Institute of Animal Nutrition, 20 birds per cage until 14 days of age, 10 birds per cage from 15 to 42 days of age.

Cockerels in both trials received complete feed mixture BR1 as a broiler pre-starter from 1st to 14th day of age; its formulation is given in Table I. Water and feed were available *ad libitum*, illumination was continuous, temperature and atmospheric humidity were adjusted pursuant to standards for broiler chick starting and feeding. Fatty acid Ca-salts were applied to feeds in both trials; they were produced under the trademark

I. Formulation and nutrient contents of feed mixtures BR1 in Trial 1 and 2

Ingredient	Percentage proportion
Fish meal	5
Meat-and-bone meal	6
Soybean meal	18
Corn	42
Wheat	11
Soya extrudate	14
¹⁾ Biovitan BR1-Super	1
²⁾ Mineral feed supplement DV	3
Total	100
Dry matter g	889.4
Crude proteins g	242.3
Fat g	52.0
Crude fiber g	38.4
Ash g	80.8
Nitrogen free extract g	475.9
ME MJ/kg	12.06

¹⁾ Vitamin A 1 500 000 i.u., vitamin D₃ 350 000 i.u., vitamin E 5 000 mg, vitamin K₃ 300 mg, vitamin B₁ 300 mg, vitamin B₂ 600 mg, vitamin B₆ 450 mg, vitamin B₁₂ 2.5 mg, niacin 3 000 mg, calcium pantothenate 1 250 mg, biotin 7.5 mg, folic acid 100 mg, choline 30 000 mg, DL-methionine 200 000 mg, L-lysine HCl 200 000 mg, methichloropindol 10 000 mg + methylbenzoate 835 mg

²⁾ Ca 265 g/kg, P 72 g/kg, Na 15.2 g/kg, NaCl 40 g/kg, Cu 420 mg/kg, Fe 3 370 mg/kg, Zn 2 400 mg/kg, Mn 2 740 mg/kg, Co 3.6 mg/kg, J 13.5 mg/kg, Se 5.3 mg/kg

BOVIPAL by the company SETUZA a.s. at Ústí nad Labem. BOVIPAL composition: dry matter 970 g; impurities 5.4 g; fatty acid Ca-salts 873.5 g; CaCO₃ 56.1 g; ether extract 35 g. After hydrolysis – fat 78 g; ash 155 g; Ca²⁺ 100 g; CO₃²⁻ 49.6 g; impurities 5.4 g; ME 27.67 MJ (Calculation according to Zeman, 1991). Rapeseed oil of this composition was used in trial 1: dry matter 999.0 g; fat 999.0 g; ME 33.96 MJ (Calculation according to Zeman, 1991). Ca²⁺ content was adjusted by addition of pulverized limestone in both trials (CaCO₃).

It was calculated on the basis of chemical analyses (VÚ Servis Pohořelice s.r.o.) and values reported by Zeman (1991) that it held for both trials:

- 1 000 g of BOVIPAL are equivalent to 273.7 g CaCO₃ with regard to Ca²⁺ content
- 1 000 g of BOVIPAL are equivalent to 815 g of rapeseed oil with regard to fat content and to 27.67 MJ in terms of metabolizable energy content.

Trial 1 had a two-factor experimental design with replication according to the formula A(4) x B(2) x (4) for growth and A(4) x B(2) x (4) for determination of feed consumption per 1 kg weight gain. Factor specification:

- Factor A: different levels of BOVIPAL and rapeseed oil
- a₀ – control without experimental applications
 - a₁ – 0.640% rapeseed oil or 0.800% BOVIPAL in BR2 mixtures
 - a₂ – 1.280% rapeseed oil or 1.600% BOVIPAL in BR2 mixtures

a_3 - 1.920% rapeseed oil or 2.400% BOVIPAL in BR2 mixtures

Factor B: rapeseed oil and BOVIPAL (energy source)

b_0 - rapeseed oil

b_1 - BOVIPAL

Trial 2 also had a two-factor design with replication according to the formula A(4) x B(3) x (40) for growth and A(4) x B(3) x (4) for determination of feed consumption per 1 kg weight gain. Factor specification:

Factor A: different levels of BOVIPAL in BR2 mixtures

a_0 - control without experimental applications

a_1 - 0.800% BOVIPAL

a_2 - 1.600% BOVIPAL

a_3 - 2.400% BOVIPAL

Factor B: different levels of Ca^{2+} in form of pulverized limestone ($CaCO_3$) in BR2 mixtures

b_0 - 0.070% $CaCO_3$

b_1 - 0.500-0.070% $CaCO_3$ (in relation to BOVIPAL level)

b_2 - 0.500% $CaCO_3$

Table II shows the formulation of feed mixtures BR2 and nutrient content in trial 1. The formulation of feed mixtures BR2 and nutrient content in trial 2 are given in Table III.

Chick live weight was checked by weighing each bird at 1, 14, 21, 35 and 42 days of age. Feed consumption (in kg) per 1 kg weight gain was recorded continually every day on the basis of a metered amount of feed and feed intake in each cage. Feeding comparative trials ended by control slaughtering in all experimental groups while cockerels representing average weight of the group were sacrificed.

Analyses of feed mixtures were carried out in laboratories of the VÚ Servis Pohofelice, s.r.o., pursuant to methodologies defined by the national standard ČSN 467092 (1985).

Experimental data were processed by two-factor analysis of variance (Snedecor, Cochran, 1969).

RESULTS

Trial 1

Table IV shows data on the effect of different levels of rapeseed oil and fatty acid Ca-salts (BOVIPAL) on weekly weight gains and live weight of chicks. The effect of different levels of rapeseed oil and BOVIPAL applied to BR2 mixtures on the live weight of chicks

II. Formulation and nutrient contents of feed mixtures BR2 in Trial 1

Ingredient	Diet designation								
	a_0b_0	a_1b_0	a_2b_0	a_3b_0	a_0b_1	a_1b_1	a_2b_1	a_3b_1	
	percentage proportion								
Fish meal	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
Meat-and-bone meal	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
Soybean meal	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	
Corn	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	
Soya extrudate	15	15	15	15	15	15	15	15	
Wheat	17	17	17	17	17	17	17	17	
¹⁾ Aminovitan BR2 Plus	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Dicalcium phosphate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Feeding salt	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Feeding limestone	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.334	0.171	0.070	
Feeding meal	-	0.16	0.32	0.48	-	0.164	0.329	0.493	
Wheat starch	3.2	2.40	1.60	0.80	3.2	2.40	1.60	0.80	
Rapeseed oil	-	0.640	1.280	1.920	-	-	-	-	
BOVIPAL	-	-	-	-	-	0.800	1.600	2.40	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	
Dry matter	g	887.5	888.1	888.7	889.3	887.5	887.8	888.2	895.5
Crude protein	g	201.3	201.5	201.6	201.8	201.3	201.4	201.7	201.9
Fat	g	49.3	55.7	62.2	68.6	49.3	55.4	61.5	67.6
Crude fiber	g	37.7	37.8	37.8	37.9	37.7	37.8	37.9	38.0
Ash	g	51.8	51.8	51.8	51.8	51.8	52.3	52.9	60.2
Nitrogen free extract	g	547.4	541.3	535.3	529.2	547.4	540.9	534.2	527.8
ME	MJ/kg	12.62	12.73	12.85	12.97	12.62	12.72	12.83	12.93
Ca	g	8.66	8.66	8.66	8.66	8.66	8.82	9.00	11.80
P	g	6.94	6.94	6.95	6.95	6.94	6.95	6.95	6.95

¹⁾ Vitamin A 2 400 000 i.u., vitamin D₃ 500 000 i.u., vitamin E 7 000 mg, vitamin K₃ 500 mg, vitamin B₁ 400 mg, vitamin B₂ 1 000 mg, vitamin B₆ 600 mg, vitamin B₁₂ 4 mg, niacin 5 000 mg, calcium pantothenate 2 000 mg, choline 40 000 mg, antioxidant (Endox) 20 000 mg, DL-methionine 360 000 mg, Co 66 mg, Cu 1 400 mg, Fe 6 800 mg, J 110 mg, Mn 14 400 mg, Zn 10 000 mg, Se 30 mg

III. Formulation and nutrient contents of feed mixtures BR2 in Trial 2

Ingredient	Diet designation												
	a ₀ b ₀	a ₁ b ₀	a ₂ b ₀	a ₃ b ₀	a ₀ b ₁	a ₁ b ₁	a ₂ b ₁	a ₃ b ₁	a ₀ b ₂	a ₁ b ₂	a ₂ b ₂	a ₃ b ₂	
	percentage proportion												
Fish meal	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
Meat-and-bone meal	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
Soybean meal	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	
Corn	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	
Soya extrudate	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Wheat	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
¹⁾ Aminovitan BR2 Plus	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Dicalcium phosphate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
Feeding salt	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Feeding limestone	0.07	0.07	0.07	0.07	0.500	0.334	0.171	0.070	0.500	0.493	0.493	0.493	
Feeding meal	0.493	0.493	0.493	0.493	-	0.164	0.329	0.493	-	0.007	0.007	0.007	
BOVIPAL	-	0.800	1.600	2.400	-	0.800	1.600	2.400	-	0.800	1.600	2.400	
Wheat starch	3.200	2.400	1.600	0.800	3.2	2.40	1.60	0.80	3.200	2.400	1.600	0.800	
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Dry matter	g	887.5	888.1	888.6	889.2	887.5	887.8	888.2	895.5	887.5	888.0	888.6	889.2
Crude protein	g	202.0	201.9	201.9	201.9	201.9	201.4	201.7	201.9	201.3	201.2	201.2	201.2
Fat	g	49.4	55.5	61.5	67.6	49.3	55.4	61.5	67.6	49.3	55.3	61.4	67.4
Crude fiber	g	37.7	37.9	38.0	38.0	37.7	37.8	37.9	38.0	37.7	37.7	37.7	37.8
Ash	g	47.7	49.9	52.0	54.1	51.8	52.3	52.9	53.5	51.8	53.8	56.0	58.1
Nitrogen free extract	g	550.7	542.9	535.2	527.6	547.4	540.9	534.2	534.5	547.4	540.0	532.3	524.7
ME	MJ/kg	12.67	12.76	12.85	12.93	12.62	12.79	12.83	12.93	12.62	12.70	12.79	12.88
Ca	g	7.04	7.83	8.62	9.42	8.66	8.82	9.00	9.18	8.66	9.42	10.22	11.00
P	g	6.97	6.97	6.96	6.96	6.94	6.95	6.95	6.95	6.94	6.94	6.94	6.94

¹⁾ The legend see Tab. II

IV. The effect of different levels of rapeseed oil (RO) and of Ca-salts of fatty acids (BOVIPAL) on broiler weight in Trial 1

Parameter	Unit	RO and BOVIPAL levels				Source	
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	b ₀	b ₁
Broiler number		80	80	80	80	160	160
Weight on day 1	g	54	55	54	56	55	55
Weight on day 14	g	324	308	302	312	312	312
Weight on day 21	g	601	589	567	585	584	586
Weight gain at 3rd week	g	277	281	265	273	272	274
S.D.	g	± 47	± 73	± 44	± 51	± 58	± 52
Index	%	100.00	101.44	95.67	98.56	100.00	100.74
Weight on day 35	g	1498	1457	1422	1461	1446	1473
Weight gain at 4th week	g	897	868	855	876	862	887
S.D.	g	± 113	± 163	± 126	± 145	± 148	± 128
Index	%	100.00	96.77	95.32	97.67	100.00	102.90
Weight on day 42	g	2034	1975	1937	1989	1974	1993
Weight gain at 5th week	g	536	518	515	528	528	520
S.D.	g	± 92	± 133	± 138	± 94	± 121	± 112
Index	%	100.00	96.64	96.08	98.51	100.00	98.48

Legend: a₀ - 0% RO and BOVIPAL

a₁ - 0.640% RO or 0.800% BOVIPAL

a₂ - 1.280% RO or 1.600% BOVIPAL

a₃ - 1.920% RO or 2.400% BOVIPAL

b₀ - rapeseed oil

b₁ - BOVIPAL

V. The effect of interaction of different levels of rapeseed oil (RO) and of Ca-salts of fatty acids (BOVIPAL) on broiler weight in Trial 1

Parameter	Unit	A x B interaction							
		a ₀ b ₀	a ₁ b ₀	a ₂ b ₀	a ₃ b ₀	a ₀ b ₁	a ₁ b ₁	a ₂ b ₁	a ₃ b ₁
Broiler number		40	40	40	40	40	40	40	40
Weight on day 1	g	54	55	54	55	54	55	55	54
Weight on day 14	g	324	311	302	308	324	305	302	315
Weight on day 21	g	602	583	566	585	599	594	567	584
Weight gain at 3rd week	g	278	272	264	277	275	289	265	269
Index I	%	100.00	97.84	94.96	99.64	98.92	103.96	95.32	96.76
Index II	%	100.00	97.84	94.96	99.64	100.00	105.09	96.36	97.82
Weight on day 35	g	1493	1428	1423	1439	1503	1485	1422	1483
Weight gain at 4th week	g	891	845	857	854	904	891	855	899
Index I	%	100.00	94.84	96.18	95.85	101.46	100.00	95.96	100.90
Index II	%	100.00	94.84	96.18	95.85	100.00	98.56	94.58	99.44
Weight on day 42	g	2034	1947	1957	1958	2034	2001	1916	2021
Weight gain at 5th week	g	541	519	534	519	531	516	494	538
Index I	%	100.00	95.93	98.71	95.93	98.15	95.38	91.31	99.45
Index II	%	100.00	95.93	98.71	95.93	100.00	97.18	93.03	101.32

The legend see Tab. IV

VI. The effect of different levels of rapeseed oil (RO) and of Ca-salts of fatty acids (BOVIPAL) on feed consumption (in kg) per 1 kg of weight gain in Trial 1

Parameter	Unit	RO and BOVIPAL levels				Source	
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	b ₀	b ₁
Group number		8	8	8	8	16	16
BR1 mixture consumption from day 1 to day 14	kg/kg	1.375	1.410	1.395	1.390	1.393	1.393
BR2 mixture consumption from day 15 to day 21	kg/kg	1.690 ^a	1.605 ^b	1.640 ^{ab}	1.658 ^{ab}	1.648	1.648
S.D.	kg/kg	± 0.043	± 0.060	± 0.090	± 0.019	± 0.071	± 0.059
Index	%	100.00	94.87	97.04	98.11	100.00	100.00
BR2 mixture consumption from day 15 to day 35	kg/kg	1.825	1.805	1.828	1.815	1.828	1.808
S.D.	kg/kg	± 0.031	± 0.038	± 0.045	± 0.073	± 0.033	± 0.058
Index	%	100.00	98.90	100.16	99.45	100.00	98.91
BR2 mixture consumption from day 15 to day 42	kg/kg	2.008 ^a	1.931 ^{ab}	1.948 ^{ab}	1.924 ^b	1.944	1.961
S.D.	kg/kg	± 0.048	± 0.076	± 0.062	± 0.035	± 0.068	± 0.060
Index	%	100.00	96.17	97.01	95.85	100.00	100.87

The legend see Tab. IV

Small letters designate significantly different values at $P < 0.05$

was not statistically significant either at 35 or 42 days of age. The values were within the range of natural variability. The identical effect of both rapeseed oil and BOVIPAL on chick weight in the experimental periods was confirmed by live weights achieved in the separate groups evaluated as interactions (Table V) while fatty acid Ca-salts as an energy source in interaction with rapeseed oil increased live weight of chicks at 35 and 42 days of age. Variable weekly weight gains were recorded in that period. The effect of different levels of rapeseed oil and BOVIPAL was significantly ($P < 0.05$) positive on the consumption of feed mixture BR2 (in kg) per 1 kg weight gain in chicks from 15th to 42nd day. The significantly ($P < 0.05$) lowest feed consumption was determined in the group of chicks receiv-

ing the highest level of energy component (a₃), it was lower by 4.18% than in control group (a₀). Table VI shows the effect of different levels of rapeseed oil and BOVIPAL on feed consumption (in kg) per 1 kg of chick weight gain, including a comparison of the effect of rapeseed oil and fatty acid Ca-salts. Lower consumption of feed mixture BR2 per 1 kg weight gain was calculated for chicks receiving different levels of both rapeseed oil (a₁b₀ - a₃b₀) and BOVIPAL (a₁b₁ - a₃b₁) as documented by data in Table VII.

Trial 2

Table VIII shows data on the effect of different levels of fatty acid Ca-salts (BOVIPAL) (a) and different

VII. The effect of interaction of different levels of rapeseed oil (RO) and of Ca-salts of fatty acids (BOVIPAL) on feed consumption (in kg) per 1 kg of weight gain in Trial 1

Parameter	Unit	A x B interaction							
		a ₀ b ₀	a ₁ b ₀	a ₂ b ₀	a ₃ b ₀	a ₀ b ₁	a ₁ b ₁	a ₂ b ₁	a ₃ b ₁
Group number		4	4	4	4	4	4	4	4
BR1 mixture consumption from day 1 to day 14	kg/kg	1.375	1.400	1.415	1.380	1.375	1.420	1.375	1.400
BR2 mixture consumption from day 15 to day 21	kg/kg	1.690	1.645	1.595	1.660	1.690	1.565	1.685	1.650
Index I	%	100.00	97.33	94.38	98.22	100.00	92.60	99.70	97.93
Index II	%	100.00	97.33	94.38	98.22	100.00	92.60	99.70	97.93
BR2 mixture consumption from day 15 to day 35	kg/kg	1.825	1.818	1.840	1.830	1.825	1.793	1.815	1.800
Index I	%	100.00	99.62	100.82	100.27	100.00	98.25	99.45	98.63
Index II	%	100.00	99.62	100.82	100.27	100.00	98.25	99.45	98.63
BR2 mixture consumption from day 15 to day 42	kg/kg	2.008	1.880	1.950	1.938	2.008	1.983	1.945	1.910
Index I	%	100.00	93.63	97.11	96.51	100.00	98.75	96.86	95.12
Index II	%	100.00	93.63	97.11	96.51	100.00	98.75	96.86	95.12

The legend see Tab. IV

VIII. The effect of different levels of Ca-salts of fatty acids (BOVIPAL) and of different levels of Ca²⁺ on broiler weight in Trial 2

Parameter	Unit	BOVIPAL (A)				Ca ²⁺ (B)		
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	b ₀	b ₁	b ₂
Broiler number		120	120	120	120	160	160	160
Weight on day 1	g	54	55	54	54	54	55	54
Weight on day 14	g	319	311	313	311	312	312	317
Weight on day 21	g	595	577	582	580	582	584	583
Weight gain at 3rd week	g	276	266	269	269	270	272	266
S.D.	g	± 50	± 61	± 48	± 57	± 53	± 58	± 52
Index	%	100.00	96.38	97.46	97.46	100.00	100.74	98.52
Weight on day 35	g	1475	1406	1441	1436	1428	1446	1445
Weight gain at 4th week	g	880	829	859	857	846	862	862
S.D.	g	± 138	± 157	± 117	± 153	± 147	± 148	± 133
Index	%	100.00	94.20	97.61	97.39	100.00	101.89	101.89
Weight on day 42	g	1996	1924	1959	1949	1932	1974	1966
Weight gain at 5th week	g	521	518	518	513	504	528	521
S.D.	g	± 93	± 123	± 73	± 95	± 89	± 121	± 76
Index	%	100.00	99.42	99.42	97.39	100.00	104.76	103.37

Legend: a₀ - 0% BOVIPAL and CaCO₃

a₁ - 0.800% BOVIPAL

a₂ - 1.600% BOVIPAL

a₃ - 2.400% BOVIPAL

b₀ - 0.070% CaCO₃

b₁ - 0.500-0.070% CaCO₃ (base quantity BOVIPAL)

b₂ - 0.500% Ca²⁺

levels of Ca²⁺ (b) applied to feed mixtures BR2 for broiler production on live weight of chicks.

Different levels of BOVIPAL in feed mixtures did not have any statistically significant effects on chick weight and weekly weight gains in any of the experimental periods. The values were within the range of natural variability. The effect of different levels of Ca²⁺ applied to BR2 mixtures in form of CaCO₃ (b) on chick weight was not statistically significant either in any of the experimental periods.

Evaluation of the interactions of different BOVIPAL levels and different Ca²⁺ levels (Table IX) indicated the statistically insignificantly ($P < 0.05$) lowest final

weight of chicks in group (a₁b₀) which received the lowest level of BOVIPAL and CaCO₃. Live weight of chicks was comparable in the other groups. The same group (a₁b₀) also had the lowest weight gains at 4th week of feeding, but the lowest weight gains at 5th week of feeding were determined in groups (a₀b₀ and a₃b₀). On the contrary, the highest weight gains at 4th week of age were recorded in the group without BOVIPAL but receiving 0.5% content of CaCO₃ (a₀b₂), and at 5th week of age in the group without BOVIPAL but with variable levels of CaCO₃.

Table X shows the effect of different BOVIPAL levels (a) and different Ca²⁺ levels (b) applied to feed

IX. The effect of interaction of different levels of Ca-salts of fatty acids (BOVIPAL) and of different levels of Ca²⁺ on broiler weight in Trial 2

Parameter	Unit	A x B interaction											
		a ₀ b ₀	a ₁ b ₀	a ₂ b ₀	a ₃ b ₀	a ₀ b ₁	a ₁ b ₁	a ₂ b ₁	a ₃ b ₁	a ₀ b ₂	a ₁ b ₂	a ₂ b ₂	a ₃ b ₂
Broiler number		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Weight on day 1	g	55	55	54	53	54	55	54	55	54	55	54	54
Weight on day 14	g	309	307	323	308	324	311	302	309	324	316	314	315
Weight on day 21	g	580	569	610	570	602	583	566	585	602	578	569	584
Weight gain at 3rd week	g	271	262	287	262	278	272	264	276	278	262	255	269
Index I	%	100.00	96.68	105.90	96.68	102.58	100.37	97.42	101.85	102.58	96.68	94.10	99.26
Index II	%	100.00	96.68	105.90	96.68	100.00	97.84	94.96	99.28	100.00	94.24	91.73	96.76
Weight on day 35	g	1428	1369	1489	1428	1493	1428	1423	1439	1504	1422	1411	1442
Weight gain at 4th week	g	848	800	879	858	891	845	857	854	902	844	842	858
Index I	%	100.00	94.34	103.66	101.18	105.07	99.65	101.06	100.70	106.37	99.53	99.29	101.18
Index II	%	100.00	94.34	103.66	101.18	100.00	94.84	96.18	95.85	100.00	93.57	93.35	95.12
Weight on day 42	g	1922	1885	1998	1922	2034	1947	1957	1958	2032	1939	1924	1968
Weight gain at 5th week	g	494	516	509	494	541	519	534	519	528	517	513	526
Index I	%	100.00	104.45	103.04	100.00	109.51	105.06	108.09	105.06	106.88	104.66	103.85	106.48
Index II	%	100.00	104.45	103.04	100.00	100.00	95.93	98.71	95.93	100.00	97.92	97.16	99.62

The legend see Tab. VIII

X. The effect of different levels of Ca-salts of fatty acids (BOVIPAL) and of different levels of Ca²⁺ on feed consumption (in kg) per 1 kg of weight gain in Trial 2

Parameter	Unit	BOVIPAL (A)				Ca ²⁺ (B)		
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	b ₀	b ₁	b ₂
Group number		12	12	12	12	16	16	16
BR1 mixture consumption from day 1 to day 14	kg/kg	1.380	1.407	1.385	1.387	1.393	1.393	1.384
BR2 mixture consumption from day 15 to day 21	kg/kg	1.677	1.683	1.632	1.667	1.664	1.648	1.683
S.D.	kg/kg	± 0.058	± 0.060	± 0.067	± 0.038	± 0.058	± 0.071	± 0.041
Index	%	100.00	100.36	97.32	100.00	100.00	99.04	101.14
BR2 mixture consumption from day 15 to day 35	kg/kg	1.829	1.827	1.818	1.817	1.829	1.828	1.811
S.D.	kg/kg	± 0.041	± 0.060	± 0.033	± 0.036	± 0.056	0.033	± 0.035
Index	%	100.00	99.89	99.51	99.34	100.00	99.95	99.02
BR2 mixture consumption from day 15 to day 42	kg/kg	2.021 ^A	1.913 ^B	1.966 ^{AB}	1.954 ^{BAB}	1.980	1.944	1.967
S.D.	kg/kg	± 0.048	± 0.077	± 0.072	± 0.041	± 0.076	± 0.068	± 0.068
Index	%	100.00	94.66	97.28	96.68	100.00	98.18	99.34

The legend see Tab. VIII

Capital letters designate highly significantly different values at $P < 0.01$

Small letters designate significantly different values at $P < 0.05$

mixture BR2 for broiler production in form of CaCO₃, as exerted on feed consumption (in kg) per 1 kg weight gain.

The effect of different BOVIPAL levels on the consumption of feed mixture BR2 (in kg) per 1 kg weight gain was statistically significantly ($P < 0.05$) or statistically highly significantly ($P < 0.01$) positive; as a result, total feed consumption (in kg) per 1 kg weight gain was also positively influenced. The consumption of BR2 mixtures with BOVIPAL (a₁, a₂, a₃) was lower by 2.72–5.44% than in control group (a₀). The effect of different Ca²⁺ levels evaluated as factor (b) on feed

consumption (in kg) per 1 kg weight gain was not statistically significant, the values were within the range of natural variability. Feed consumption (in kg) per 1 kg weight gain was lower in most cases when BOVIPAL x Ca²⁺ level interactions were evaluated, as shown in Table XI.

DISCUSSION

As indicated by experimental results, applications of fatty acid Ca-salts in form of BOVIPAL up to a con-

XI. The effect of interaction of different levels of Ca-salts of fatty acids (BOVIPAL) and of different levels of Ca²⁺ on feed consumption (in kg) per 1 kg of weight gain in Trial 2

Parameter	Unit	A x B interaction											
		a ₀ b ₀	a ₁ b ₀	a ₂ b ₀	a ₃ b ₀	a ₀ b ₁	a ₁ b ₁	a ₂ b ₁	a ₃ b ₁	a ₀ b ₂	a ₁ b ₂	a ₂ b ₂	a ₃ b ₂
Group number x 10		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
BR1 mixture consumption from day 1 to day 14	kg/kg	1.390	1.420	1.380	1.380	1.375	1.400	1.415	1.380	1.375	1.400	1.360	1.400
BR2 mixture consumption from day 15 to day 21	kg/kg	1.650	1.700	1.625	1.680	1.690	1.645	1.595	1.660	1.690	1.705	1.675	1.660
Index I	%	100.00	103.03	98.48	101.82	102.42	99.70	96.67	100.61	102.42	103.33	101.52	100.61
Index II	%	100.00	103.03	98.48	101.82	100.00	97.34	94.38	98.22	100.00	100.89	99.11	98.22
BR2 mixture consumption from day 15 to day 35	kg/kg	1.838	1.848	1.820	1.810	1.825	1.818	1.840	1.830	1.825	1.815	1.793	1.810
Index I	%	100.00	100.54	99.02	98.48	99.29	98.91	100.11	99.56	99.29	98.75	97.55	98.48
Index II	%	100.00	100.54	99.02	98.48	100.00	99.62	100.82	100.27	100.00	99.45	98.25	99.18
BR2 mixture consumption from day 15 to day 42	kg/kg	2.048	1.888	2.013	1.973	2.008	1.880	1.950	1.938	2.008	1.973	1.935	1.953
Index I	%	100.00	92.19	98.29	96.34	98.05	91.80	95.21	94.63	98.05	96.34	94.48	95.36
Index II	%	100.00	92.19	98.29	96.34	100.00	93.63	97.11	96.51	100.00	98.26	96.36	97.26

The legend see Tab. VIII

centration of 2.4% in feed mixtures BR2 can have positive effects on the consumption of feed mixtures for broiler production per 1 kg weight gain. This evidence is in agreement with the fact that feeds with higher energy levels increase nutrient conversion. Our experimental results are consistent with the conclusions of trials with fatty acid Ca-salts applied to poultry and pigs published by Zhadan *et al.* (1983) and of trials with fatty acids and oils in turkeys reported by Leeson and Atteh (1995). Comparisons of rapeseed oil and BOVIPAL effects made it possible to state that it is feasible to use 1 323 g BOVIPAL instead of 1 000 g rapeseed oil with respect to ME content necessary for poultry. Total energy metabolism can be influenced by using an appropriate raw material for the production of fatty acid Ca-salts. The results of comparing the effects of fatty acid Ca-salts and vegetable oils on chick weight are in agreement with conclusions drawn by Leeson and Atteh (1995). A high Ca²⁺ content is an important factor of BOVIPAL application that will apparently limit its amount in complete feed mixtures for broiler production with respect to the need of minerals; it is also in accordance with conclusions drawn by Georgievskij *et al.* (1981), who document the adverse effect of Ca excess on metabolism of other minerals. The hypothesis in our trials was based on the experience of production of fat-enriched complete feed mixtures and on a maximum amount of pulverized limestone used for production of these mixtures. Referring to the experimental results, it is possible to recommend BOVIPAL doses increasing to the level of 2.5% of the total proportion of complete feed mixtures for broiler production. When this level is reached, it is necessary to take into account mineral supplements that will contain a minimum amount of pulverized limestone.

REFERENCES

- Blanch A., Barroeta A. C., Baucells M. D., Puchal F. (1995): The nutritive value of dietary fats in relation to their chemical composition. Apparent fat availability and metabolizable energy in two-week-old chicks. *Poultry Sci.*, **74**: 1335–1340.
- Georgievskij V. I., Annenkov B. N., Samokin V. T. (1981): Mineral Nutrition of Animals. In: London, Butterworth & Co. Publishing: 225–242.
- Leeson S., Atteh J. O. (1995): Utilization of fats and fatty acids by turkey poults. *Poultry Sci.*, **74**: 2003–2010.
- Snedecor G. W., Cochran W. C. (1969): *Statistical Methods*. 6th ed. Ames, The Iowa State Univ.
- Sommer A. (1997): Využití tuků a mastných kyselin vo výživě prežvýavců (Use of fats and fatty acids in ruminant diets). *Krmivářství*, **1997** (1): 40–41.
- Tomczynski R., Kuleta Z., Minakowski D., Jaworski Z., Karczorz R. K. (1994): Wartość pokarmowa dawek z różnym udziałem paszowego tłuszczu Erafet w żywieniu koni. *Acta Acad. Agric. ac Technicae Olstenensis, Zootechn.*, **42**: 13–19.
- Vila B., Esteve-Garcia E. (1996a): Studies on acid oils and fatty acids for chickens. I. Influence of age, rate of inclusion and degree of saturation on fat digestibility and metabolisable energy of acid oils. *Brit. Poultry Sci.*, **37**: 105–117.
- Vila B., Esteve-Garcia E. (1996b): Studies on acid oils and fatty acids for chickens. II. Effect of free fatty acid content and degree of saturation of free fatty acids and neutral fat on fatty acid digestibility. *Brit. Poultry Sci.*, **37**: 119–130.
- Vila B., Esteve-Garcia E. (1996c): Studies on acid oils and fatty acids for chickens. III. Effect of chemical composition on metabolisable energy of by-products of vegetable oil refining. *Brit. Poultry Sci.*, **37**: 131–144.
- Wiseman J., Salvador F., Craigon J. (1991): Prediction of the apparent metabolizable energy content of fats fed to broiler chickens. *Poultry Sci.*, **70**: 1527–1533.
- Zeman L. (1991): Katalog krmiv (Feed Catalog). Brno.
- Zhadan A. M., Ibatullin I. I., Vagonene E. M. *et al.* (1983): Nutritive value of fatty-acid, calcium-salt concentrate. *Vest. sel.-choz. Nauki*, **9**: 78–82.
- ČSN 46 7092 (1986): *Metody zkoušení krmiv (Methods of Feed Testing)*. Praha, ÚNM 1986.

Received for publication on January 14, 1999

Accepted for publication on May 4, 1999

Contact Address:

Ing. Jaroslav Mendlík, Výzkumný ústav výživy zvířat, s. r. o., Vídeňská 699, 691 23 Pohořelice, Česká republika, tel.: 0626/42 45 41, fax: 0626/42 43 66

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.

Pérovky mohou být zpracovány jako předloha pro skenování nebo mohou být dodány též jako bitmapa ve formátu ***.TIF** (600 DPI). Pro skenování by grafy neměly obsahovat šedivé plochy. Místo šedi se mohou použít různé typy černobílého šrafování.

Jestliže jsou **grafy vytvořeny v programu EXCEL**, je potřeba je dodat uložené v tomto programu (nestačí grafy naimportované do programu WORD).

Obrázky **nezasílejte** ve formátu **Harvard Graphics**, nýbrž vyexportované do některého z výše uvedených formátů.

VPLYV OBSAHU VITAMÍNU E V KŔMNEJ DÁVKE NA STABILITU TUKOVEJ ZLOŽKY BRAVČOVÉHO MÄSA*

INFLUENCE OF DIETARY VITAMIN E CONTENT ON THE STABILITY OF PORK FAT

P. Turek, G. Kováč, L. Korimová, D. Máté, P. Mudroň

University of Veterinary Medicine, Košice, Slovak Republic

ABSTRACT: Eighteen pigs with average body weight of 16 kg were used. Two groups ($n = 6$) of animals were fed with vitamin E mixed in the diet. Six animals fed without vitamin E supplementation served as control (K). Effects of two concentrations of vitamin E (group A – 200 mg/kg, group B – 100 mg/kg) on pork fat stability were evaluated. Lipid part of meat and backfat was analyzed within 24 hours after slaughtering (Table I), fat component of meat (*m. semimembranosus*) in the group A showed average acetic value (AV) 3.47 mg KOH/g and peroxide value (PV) 2.66 mmol 1/2 O/kg. In the group B, an increase in the following values was recorded: AV – 4.76 mg KOH/g, and PV – 3.68 mmol 1/2 O/kg. In the control group (K) AV – 6.17 mg KOH/g, and PV – 3.68 mmol 1/2 O/kg were determined. Back fat in the group A showed average of AV – 0.29 mg KOH/g, and PV – 0.17 mmol 1/2 O/kg, 0.34 mg KOH/g and 0.18 mmol 1/2 O/kg in the group B, and 0.38 mg KOH/g and 0.31 mmol 1/2 O/kg in the group K, respectively. After 3 months of freeze-storage (Table II) fat component of meat and back fat in the group A showed average of AV – 1.93 mg KOH/g, PV – 2.16 mmol 1/2 O/kg, and thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS) – 0.028. In the group B, AV – 1.91 mg KOH/g, PV – 2.86 mmol 1/2 O/kg, TBARS – 0.048 were observed. In the group K values of fat component were as follows: AV – 2.48 mg KOH/g, PV – 5.08 mmol 1/2 O/kg, and TBARS – 0.167. Feeding of vitamin E showed positive antioxidative effects on meat and back fat. These effects were more pronounced after 3 months storage.

Keywords: pig; vitamin E; pork; fat; acetic value; peroxide value; thiobarbituric acid-reactive substances

ABSTRAKT: Vitamín E bol pridávaný do kŕmnej zmesi 12 ošípaným rozdeleným do dvoch skupín. Ako kontrola (K) bolo použitých 6 ošípaných bez prídavku vitamínu E v kŕmnej zmesi. Hodnotený bol vplyv vitamínu E podávaného v dvoch rôznych koncentráciách (skupina A – 200 mg/kg, skupina B – 100 mg/kg) na stabilitu tukovej zložky mäsa. Materiál, individuálne z každej ošípanej (mäso – *m. semimembranosus* a chrbtová slanina), bol podrobený analýze do 24 hodín po odporazení zvierat a zmesné vzorky z každej experimentálnej skupiny po trojmesačnom mraziarskom skladovaní pri -18°C . U skupín A a B bol zistený pozitívny antioxidantný účinok vitamínu E pridávaného do kŕmnej zmesi na rozkladné procesy tukovej zložky mäsa a chrbtovej slaniny.

Kľúčové slová: ošípané; vitamín E; bravčové mäso; tuk; číslo kyslosti tukov; peroxidové číslo; tiobarbiturové číslo

ÚVOD

Senzorické vlastnosti potravín sú determinované rôznymi faktormi. Tento kvalitatívny ukazovateľ je výrazne ovplyvňovaný tukmi a ich chemickými modifikáciami (Bystrický, Dičáková, 1998). Zhoršenie kvality mäsa je dôsledkom oxidácie lipidov a svalových pigmentov. Dominantnú úlohu pri vývoji nežiadúcich organoleptických vlastností potravín zohrávajú oxidačné produkty tukov (Imafidon, Spanier, 1994). Z faktorov vplyvujúcich na rýchlosť a rozsah oxidácie tukov vo svaloch je najdôležitejšia hladina nenasýtených mastných kyselín prítomných v tkanive (Williams *et al.*, 1992). Aby nedochádzalo k oxidácii lipidov, pridávajú

sa pri výrobe mäsových výrobkov do spracovanej suroviny antioxidanty, alebo sa nimi fortifikujú kŕmne zmesi pre zvieratá určené na výkrm (Arnold *et al.*, 1992). Niektoré antioxidanty pôsobia preventívne, chelatačné látky znižujú redox potenciál kovov, ktoré katalyzujú oxidáciu lipidov, iné prednostne oxidujú, čím znižujú množstvo kyslíka v prostredí a tým aj tvorbu voľných radikálov. Široké spektrum antioxidantov možno rozdeliť na dve skupiny – syntetické a prírodné. Prírodné antioxidanty sú vhodnejšie, pretože na rozdiel od syntetických nepredstavujú zdravotné riziko (Hammer, 1997). Využíva sa antioxidantný účinok niektorých látok prirodzene sa vyskytujúcich najmä v rastlinnom materiáli. Okrem antioxidantov rastlinného pôvodu

* Príprava a spracovanie tohto článku boli podporené grantom VEGA SK č. 1/5149/98.

môžu byť tuky chránené antioxidantami prirodzene sa vyskytujúcimi v živočíšnych tkanivách. Z tejto skupiny sa najčastejšie vyskytujú, resp. využívajú vitamíny rozpustné v tukoch, najmä vitamíny E a A, prípadne ich analógy (Smith *et al.*, 1996).

Práca sa zaoberá sledovaním antioxidačných účinkov vitamínu E pridávaného do kŕmnej zmesi ošípaných na tukovú zložku bravčového mäsa a chrbtových slaninu.

MATERIÁL A METÓDY

V experimente bolo 18 ošípaných, ktoré boli rozdelené do troch skupín po šiestich ošípaných – A, B, K. Priemerná živá hmotnosť zvierat na začiatku pokusu v jednotlivých skupinách bola nasledovná: skupina A – 16 kg (15–17 kg), skupina B – 16 kg (15–18 kg), kontrolná skupina K – 15,7 kg (15–17 kg). Skupine A bol do kŕmnej zmesi pridávaný vitamín E (tokoferol acétat 50 % prášková forma od firmy Hoffman La-Roche) v množstve 200 mg/kg kŕmnej zmesi, skupine B bol aplikovaný vitamín E v množstve 100 mg/kg kŕmnej zmesi. Pokusné zvieratá boli od prvého do desiateho dňa experimentu kŕmené kŕmnou zmesou ČOS 2 tohto zloženia (v percentách): rybia múčka II 2,0, sušené odtučnené mlieko – spray 5,0, kvasnice melasové 2,0, extrahovaný šrot sójový 15,0, pšeničné otruby 8,0, pšenica 24,3, jačmeň 30,0, ovos lúpaný 4,0, Laktamyl 5,0, cukor rafinovaný 2,5, soľ kŕmna 0,3, vápenec kŕmny 0,4, MKP 1 0,5, DB ČOS 1,0. Výrobcom kŕmnej zmesi bola garantovaná táto minimálna výživná hodnota: NL – 180 g/kg, SNL – 160,0 g/kg, VSŽ – 740 g/kg, vláknina – max. 45,0 g/kg, lyzín – 10,0 g/kg, met. + cyst. – 6,5 g/kg, Ca – 6 g/kg, P – 5 g/kg, Na – 1,5 g/kg, Mn – 30 mg/kg, Fe – 100 mg/kg, Cu – 10 mg/kg, Zn – 70 mg/kg, vitamín A – 10 000 m.j./kg, vitamín D – 2 000 m.j./kg, vitamín E 20 mg/kg, vitamín B₂ 3 mg/kg. Priemerná denná spotreba kŕmnej zmesi bola 1,04 kg. Následne do hmotnosti 45–55 kg boli ošípané kŕmené kŕmnou zmesou A1 tohto zloženia (v %): rybia múčka II 0,9, mäsokostná múčka MKT II 1,0, kvasnice sulf. – Vítex A 3,0, kvasnice n-alkánové 0,6, extrahovaný šrot sójový 9,0, pšeničná múka hrubá 2,5, kukurica 15,0, pšenica 50,1, jačmeň 13,0, hrach siaty 3,0, soľ kŕmna 0,3, vápenec kŕmny 0,4, MKP 4 1,0, DB 0,2, druh DB P1-F. Výrobcom bola garantovaná táto minimálna výživná hodnota: NL – 155,0 g/kg, SNL – 123,0 g/kg, VSŽ – 730 g/kg, vláknina – max. 50,0 g/kg, lyzín – 8,0 g/kg, met. + cyst. – 6,5 g/kg, Ca – 7 g/kg, P – 5 g/kg, Na – 1,5 g/kg, Mn – 30 mg/kg, Fe – 100 mg/kg, Cu – 8 mg/kg, Zn – 70 mg/kg, vitamín A – 2 000 m.j./kg, vitamín D – 400 m.j./kg, vitamín E – 12 mg/kg, vitamín B₂ – 2 mg/kg. Priemerná denná spotreba kŕmnej zmesi A1 bola 1,5 kg.

Pri hmotnosti od 45 do 55 kg boli ošípané až do jatočnej hmotnosti kŕmené kŕmnou zmesou VUL tohto zloženia (v %): mäsokostná múčka MKT II – 0,5, kvasnice n-alkánové – 0,7, extrahovaný šrot slnečnicový

III – 4,0, pšeničné otruby – 2,0, kukurica – 25,0, pšenica – 48,5, jačmeň – 10,0, hrach siaty – 3,7, úsušky bielkovinové I – 3,0, kŕmny kostný šrot – 0,3, soľ kŕmna – 0,3, vápenec kŕmny – 0,4, MKP 4 – 0,8, DB – 0,8, druh DB – CDP-F, s touto garantovanou minimálnou výživnou hodnotou: NL – 123,0 g/kg, SNL – 98,0 g/kg, VSŽ 730,0 g/kg, vláknina – max. 60,0 g/kg, lyzín – 7,0 g/kg, met. + cyst. – 4,5 g/kg, Ca – 6 g/kg, P – 5 g/kg, Na – 1,5 g/kg, Mn – 30 mg/kg, Fe – 100 mg/kg, Cu – 10 mg/kg, Zn – 70 mg/kg, vitamín A – 1 800 m.j./kg, vitamín D – 300 m.j./kg, vitamín E – 10 mg/kg. Priemerná denná spotreba kŕmnej zmesi VUL bola 2,7 kg.

Pri skrmovaní kŕmnej zmesi ČOS 2 prijímali ošípané priemerne denne vitamín E v množstve v skupine A 228,8 mg, v skupine B 124,8 mg a v skupine K 20,8 mg. Skrmovaním kŕmnej zmesi A1 bol priemerný denný príjem vitamínu E v skupine A 318 mg, v skupine B 168 mg a v kontrolnej skupine 18 mg. Kŕmnou zmesou VUL bol organizmus ošípaných denne saturovaný priemerným množstvom vitamínu E v skupine A 567 mg, v skupine B 297 mg a v skupine K 27 mg.

Po porážke pokusných jatočných ošípaných boli vykonané vyšetrovania vplyvu vitamínu E na jatočnú výťažnosť (Sidor *et al.*, 1971) a odmeraná hodnota pH₁ v *m. longissimus dorsi* digitálnym pichovým mikroprocesorom WTW pH 90 za účelom vylúčenia abnormálneho priebehu postmortálnych zmien v mäse. V tukovej zložke mäsa (*m. semimembranosus*) a chrbtovej slanine bol do 24 hodín od usmrtenia analyzovaný stav hydrolytických a oxidatívnych procesov vyjadrených číslom kyslosti tukov (ČKT) a peroxidovým číslom (P.č.).

Po vykonaní rozrábky vychladených bravčových polovic bolo bravčové výrobné mäso – bravčové chudé mäso zo stehna (BCH), bravčové výrobné mäso bez kože (BV b.k.) a chrbtová slanina (S) jednotlivých pokusných skupín ošípaných (A, B, K) do 48 hodín od porážky zmrazené pri teplote –35 až –40 °C a tri mesiace skladované pri teplote –18 °C. Zmrazená surovina bola pred použitím na výrobu trvanlivého tepelne neopracovaného mäsového výrobku analyzovaná na rozkladné procesy tukovej zložky mäsa v ukazovateľoch ČKT, P.č. a TBA (tiobarbiturové číslo). Analýza tukovej zložky mäsa a chrbtovej slaniny bola vykonaná podľa veterinárnych laboratórnych metodík (Helclová *et al.*, 1990).

VÝSLEDKY

Výsledky dosiahnuté v čase porážky ošípaných sú uvedené v tab. I. Po skončení pokusu bola priemerná živá hmotnosť ošípaných v skupine A 101,5 kg a jatočná výťažnosť dosiahla 76,99 %. V skupine B bola dosiahnutá priemerná živá hmotnosť 100,8 kg a jatočná výťažnosť 76,36 %. Kontrolná skupina dosiahla menej priaznivé výsledky v oboch ukazovateľoch (priemerná živá hmotnosť 96,5 kg a jatočná výťažnosť 75,61 %). Podávanie vitamínu E neovplyvnilo vznik

I. Výsledky jatočnej výťažnosti, pH₁ a stavu tukovej zložky svaloviny a chrbtovej slaniny po porážke ošípaných – Results of slaughter yields, pH₁ and pork fat and fat back state after pig slaughter

Skupina ¹	Číslo vzorky ²	Živá hmotnosť ³ (kg)	Jatočná výťažnosť ⁴ (%)	pH ₁	ČKT (mg KOH.g ⁻¹)		P.č. (mmol 1/2 O.kg ⁻¹)	
					mäso ⁵	slanina ⁶	mäso	slanina
A	1	98,5	77,15	5,78	2,81	0,35	2,53	0,15
A	2	95,0	78,94	6,22	2,09	0,30	6,40	0,09
A	3	98,0	72,46	6,16	4,74	0,24	0,98	0,20
A	4	100,0	74,00	6,57	4,81	0,28	2,08	0,29
A	5	101,0	83,16	5,91	4,45	0,30	1,83	0,14
A	6	117,0	75,21	6,58	1,94	0,31	2,17	0,14
A priemer ⁷		101,5	76,99	6,22	3,47	0,29	2,66	0,17
B	7	93,0	76,34	6,12	3,27	0,38	6,30	0,14
B	8	115,0	78,26	6,67	6,52	0,39	3,29	0,14
B	9	97,0	77,31	6,00	6,70	0,35	1,25	0,29
B	10	121,0	77,68	6,24	5,43	0,26	5,24	0,26
B	11	90,0	73,88	6,54	3,40	0,30	4,01	0,14
B	12	89,0	74,71	6,08	3,24	0,33	1,99	0,16
B priemer		100,8	76,36	6,27	4,76	0,34	3,68	0,18
C	13	99,0	76,76	6,25	4,32	0,41	2,71	0,22
C	14	122,0	75,40	6,46	5,42	0,33	4,02	0,42
C	15	80,0	73,75	6,21	5,12	0,52	4,38	0,28
C	16	99,0	74,74	6,27	9,99	0,47	7,70	0,51
C	17	93,0	77,41	6,29	7,64	0,34	2,47	0,21
C	18	86,0	75,58	6,34	4,56	0,26	3,66	0,26
C priemer		96,5	75,61	6,30	6,17	0,38	4,15	0,31

ČKT = číslo kyslosti tukov – acetic value; P.č. = peroxidové číslo – peroxide value

¹group, ²number of specimen, ³live weight, ⁴dressing percentage, ⁵ham (*m. semimembranosus*), ⁶back fat back, ⁷average

II. Stav tukovej zložky bravčového výrobného mäsa po troch mesiacoch mraziarenskeho skladovania – State of fat in pork for processing after three months of freeze-storage

Skupina ¹	Bravčové výrobné mäso ²	ČKT ³ (mg KOH.g ⁻¹)	P.č. ⁴ (mmol 1/2 O.kg ⁻¹)	TBA ⁵
A	BCH ⁶	2,63	4,67	0,022
	BV b.k. ⁷	0,76	0,88	0,009
	S ⁸	0,72	0,94	0,054
	A priemer ⁹	1,93	2,16	0,028
B	BCH	3,81	6,37	0,031
	BV b.k.	0,79	0,99	0,021
	S	1,13	1,31	0,083
	B priemer	1,91	2,86	0,045
K	BCH	4,66	6,73	0,032
	BV b.k.	1,05	1,06	0,037
	S	1,75	7,46	0,100
	K priemer	2,48	5,08	0,167

BCH – bravčové výrobné mäso chudé zo stehna, BV b.k. – bravčové výrobné bez kože, S – chrbtová slanina, ČKT – číslo kyslosti tukov, P.č. – peroxidové číslo, TBA – tiobarbiturové číslo

¹group, ²pork for meat processing, ³acetic value (AV), ⁴peroxide value (PV), ⁵thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS), ⁶low-fat pork, ⁷pork for processing without skin, ⁸back fat, ⁹average

abnormálneho priebehu postmortálnych zmien v hodnotách pH_1 , okrem vzorky č. 1, u ktorej bola hodnota pH_1 tesne pod hranicou hodnoty diagnostického ukazovateľa (5,78), ale doplnkovým vyšetrením farby mäsa a prítomnosti voľnej vody sa nepotvrdilo PSE mäso .

Skrmovanie vitamínu E pozitívne ovplyvnilo stav tukovej zložky mäsa a chrbtovej slaniny. U kontrolnej skupiny boli do 24 hodín po usmrtení zaznamenané vyššie hodnoty ukazovateľov stavu tukovej zložky vyjadrených číslom kyslosti tukov (ČKT) a peroxidovým číslom (P.č.)

Výsledky po trojmesačnom mraziarenskom skladovaní bravčového výrobného mäsa z experimentálnych ošpaných sú uvedené v tab. II. Z výsledkov vyplýva, že tuková zložka výrobného mäsa od ošpaných krmených s prídavkom vitamínu E vykazuje vyššiu stabilitu oproti kontrolnej skupine. Výrazne sa to prejavilo v oblasti oxidačných rozkladných procesov lipidov, kde peroxidové číslo dosiahlo u kontrolnej skupiny 5,08 mmol 1/2 O/kg, v skupine A 2,16 mmol 1/2 O/kg a v skupine B 2,86 mmol 1/2 O/kg.

DISKUSIA

Kvalita vstupných surovín sa výrazne podieľa na kvalite finálneho mäsového výrobku. Významnou zložkou podieľajúcou sa na tvorbe zmyslových charakteristík sú lipidy (Bystrický, Pipová, 1993). Výsledky prezentované v našej práci poukazujú na pozitívny vplyv vitamínu E na zníženie oxidácie lipidov.

Porovnaním čísla kyslosti tukov a peroxidového čísla tukov v mäse ako aj chrbtovej slanine sme zistili, že najnižšie hodnoty ČKT a P.č. boli stanovené vo vzorkách pochádzajúcich zo skupiny ošpaných, ktoré prijímali najvyššie dávky vitamínu E. Toto zistenie je v súlade s pozorovaním autorov Arnold *et al.* (1993).

Hodnoty ČKT aj P.č. boli vo všetkých analyzovaných skupinách vyššie v mäse ako v chrbtovej slanine. Môže to súvisieť so skutočnosťou, že v mäse okrem oxidácie lipidov dochádza aj k oxidácii pigmentov (Smith *et al.*, 1996). Na zníženie oxidácie hemových farbív, ktoré sú hlavnou zložkou svalových pigmentov, nemá prítomnosť vitamínu E vplyv.

Zníženie teploty prostredia spomaľuje priebeh všetkých chemických reakcií, vrátane oxidácie lipidov. Aktivita lipáz sa však nespomaľuje ani pri teplote -35°C (Štěpánek, 1960). Tvorba a hromadenie peroxidov

v rámci propagačnej fázy oxidácie lipidov prebieha pomaly, bez toho, aby bol pozorovaný výraznejší rozklad. Po vyskladnení suroviny do teplejšieho prostredia dochádza v tukoch okrem zmien v hodnotách P.č. a ČKT aj k vzniku hydroxykyselín, čoho odrazom je tiobarbiturové číslo (Bystrický, Dičáková, 1998). V našom experimente boli hodnoty TBA nízke a v pokusných skupinách s prídavkom vitamínu E boli výrazne nižšie ako v kontrolnej skupine.

LITERATÚRA

- Arnold R. N., Scheller K. K., Arp S. C., Williams S. N., Schaefer D. M. (1993): Dietary alpha-tocophenyl acetate enhances beef quality in Holstein and beef bred steers. *J. Food Sci.*, 58: 28.
- Arnold R. N., Scheller K. K., Arp S. C., Williams S. N., Buege D. R., Schaefer D. M. (1992): Effect of long-term feeding of α -tocophenyl acetate to Holstein and crossbred beef steers on performance, carcass characteristics and beef color stability. *J. Anim. Sci.*, 70: 3055.
- Bystrický P., Dičáková Z. (1998): Živočišne tuky v potravinách. *Slov. vet. Čas., Suppl. 1*: 14–15.
- Bystrický P., Pipová M. (1993): Vplyv kvality tukovej zložky vstupných surovín na kvalitu tukov vo výrobku. *Vet. Med. – Czech.*, 38: 441–448.
- Hammer G. F. (1997): Aktuelles aus internationalen Fleischforschung. *Fleischwirtschaft*, 77: 76–78.
- Helclová M., Klímová M., Pavelka J., Sásik M., Žilková J. (1990): Veterinární laboratorní metodiky. *Chemie potravin. Obecná část. Bratislava, UVIO*. 223 s.
- Imafidon G. I., Spanier A. M. (1994): Unraveling of secret of meat flavour. *Trends Food Sci. Tech.*, 5: 315–321.
- Sidor V., Kresan J., Pelech O. (1971): Hodnotenie mäsovej úžitkovosti hospodárskych zvierat. Bratislava, Príroda. 198 s.
- Smith G. C., Morgan J. B., Sofos J. N., Tatum J. D. (1996): Supplemental vitamin E in beef cattle diets to improve shelf-life of beef. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 59: 207–214.
- Štěpánek M. (1960): Mikrobiologie potravin živočišného původu. [Učební texty.] Praha, VŠZ. 127 s.
- Williams S. N., Frey T. M., Frigg M., Schaefer D. M., Scheller K. K., Liu Q. (1992): Vitamin E. *Meat Int.*, 3: 22.

Došlo 10. 8. 1998

Prijaté k publikovaniu 4. 5. 1999

Kontaktná adresa:

Doc. MVDr. Peter Turek, CSc., Univerzita veterinárskeho lekárstva, Katedra hygieny a technológie potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, tel.: 095/622 99 24, kl. 315, fax: 095/633 18 17, e-mail: turek@uvm.sk

INFLUENCE OF ANIMAL AGE ON THE QUALITY OF DIFFERENT OSTRICH (*STRUTHIO CAMELUS*) MUSCLES

VLIV VĚKU ZVÍŘETE NA KVALITU JEDNOTLIVÝCH SVALŮ U PŠTOSA (*STRUTHIO CAMELUS*)

J. Sales

University of Stellenbosch, Department of Animal Sciences, Matieland, South Africa

ABSTRACT: The influence of animal age on some physical and chemical characteristics of different ostrich muscles was investigated. Differences ($P < 0.05$) were found in pH_f in the *M. iliofibularis*, and in Warner-Bratzler shear force as a measurement of objective tenderness in the *M. gastrocnemius pars interna* between 8 and 12 months of age. Low ($P < 0.05$) values of water content (75.73%) at 12 months in the *M. iliobtibialis lateralis* and protein (20.05%) at 8 months in the *M. iliofibularis* were detected, with the highest ($P < 0.05$) value of 1.20% ash in the *M. femorotibialis medius* at 12 months. However, it can be concluded from this study that animal age within the age range 8 to 14 months did not have any practical influence on any of the most important quality characteristics (pH_f , cooking loss, objective tenderness, proximate analysis) of ostrich meat.

Keywords: ostrich muscles; animal age; quality

ABSTRAKT: Sledovali jsme vliv věku zvířete na některé fyzikální a chemické vlastnosti jednotlivých svalů pštrosa. Ve věku mezi 8 a 12 měsícem jsme zjistili rozdíly ($P < 0,05$) v pH_f u svalu *M. iliofibularis* a v namáhání ve smyku podle Warner-Bratzlera, které slouží jako měřítko objektivní křehkosti, v *M. gastrocnemius pars interna*. Ve věku 12 měsíců jsme zaznamenali nízké ($P < 0,05$) hodnoty obsahu vody (75,73 %) v *M. iliobtibialis lateralis* a v 8 měsících v obsahu bílkovin (20,05 %) v *M. iliofibularis*, zatímco hodnota obsahu popelovin 1,20 % byla nejvyšší ($P < 0,05$) v *M. femorotibialis medius* ve věku 12 měsíců. Z tohoto pozorování lze tudíž vyvodit závěr, že věk zvířete v rozpětí 8 až 14 měsíců neměl vliv na žádnou z nejdůležitějších kvalitativních vlastností pštrosího masa (pH_f , ztráta vařením, objektivní křehkost, přibližná analýza).

Klíčová slova: svaly pštrosa; věk zvířete; kvalita

INTRODUCTION

Traditional ostriches were slaughtered in South Africa at approximately 14 months of age to obtain so-called "optimal leather quality" and a second feather harvest (Swart, 1981). With the expansion of the ostrich industry outside South Africa and a shift of increased attention to the ostrich as a meat producer, slaughtering at a younger age is practiced. This is especially because of a decline in feed efficiency of the ostrich after the age of 10 months (Smith, Sales, 1995). It is a well-known fact that meat quality is influenced by animal age. Meat from cattle and sheep becomes more tough as animal age increases, while moisture content of muscles decreases with the result of an increase in other chemical components (protein, intramuscular fat). The rate of these tendencies, however, is different for individual muscles, resulting in different times for the maturing of these components (Lawrie, 1990). Furthermore, characteristics differ between different muscles from the same carcass, also in the ostrich carcass (Sales, 1996).

Because of the frequent question that is asked whether the slaughtering of ostriches at a younger age of 14 months might have an influence on meat quality, this study was conducted to evaluate the influence of animal age on some of the most important characteristics of meat related to quality.

MATERIAL AND METHODS

Thirty-one South African Black (*Struthio camelus* var. *domesticus*) ostriches of 8, 10, 12 and 14 months old from four different farms were slaughtered in the Oudtshoorn ostrich abattoir. The South African slaughtering procedures for ostriches (Sales, Oliver-Lyons, 1996) comprise that birds are kept for 24 hours at the abattoir with water but without feed before hooded and brought to the stunning ramp. Birds are stunned by electrical means (90 volts and 0.3 amps current applied to the head through two electrodes) and lifted to an upper floor by both legs with chains hanging from the ends of an upturned horizontal bar. After bleeding for

10 minutes through an incision of the blood vessels just under the head feathers are removed manually. When skinning, initiated with three major incisions through the skin, is completed, the carcass is hooked to the overhead rail system by the wings and the feet are removed by severing the tibial-tarsal joint. The sternum is split at given points along the butchering line, the linea alba cut and the thoracic and abdominal cavity eviscerated. Thighs are removed within 30 minutes after bleeding from the carcass, hung by the distal epiphysis of the tibia and transferred to the cooling room. The rest of the carcass is processed into bone meal.

After chilling of legs for 12 hours at 0 to 4 °C six muscles (*M. gastrocnemius pars interna*, *M. femorotibialis medius*, *M. ambiens*, *M. iliotibialis lateralis*, *M. iliofibularis*, *M. iliofemoralis*) were excised from the left leg of each carcass. Final pH values (pH_f) were determined 24 hours *post-mortem* at a depth of 25 mm with a calibrated (standard buffers at pH 4.0 and 7.0) portable pH meter. Cooking loss was measured by heating of steaks (25 mm thick) wrapped in polyethylene bags for 50 minutes in a water bath maintained at 75 °C and determining the weights before and after cooking (Honikel, 1987). Three cores of 12.7 mm diameter from two steaks from each muscle were removed parallelly to the muscle fibres from the centre portion for Warner-Bratzler shear force evaluation after cooking loss determination. Moisture content was determined by drying a 5 to 10 gram sample at 105 °C to constant weight in an air convection oven, protein by the block digestion

method, intramuscular fat content by Soxhlet solvent extraction with petroleum ether (boiling range 40 to 60 °C) and ashing was performed at 650 °C for 2 hours (AOAC, 1995).

Results were evaluated by analysis of variance techniques. Farm of origin was used as a block to remove variation due to rearing environment from the error sum of squares. Means for individual age groups were compared by least significant differences where appropriate (Snedecor, Cochran, 1991).

RESULTS AND DISCUSSION

Animal age has a decreasing influence ($P < 0.05$) on pH_f values between the ages of 8 and 12 months in the *M. iliofibularis* (Table I). This muscle represents 6.38 and 10.24% of the carcass weight and total carcass lean, respectively, in the ostrich carcass (Morris *et al.*, 1995). A high pH_f value results in dark colour and high water binding capacity of muscles, but it is undesirable for readiness to take up cure, keeping quality and flavour (Hofmann, 1988).

In the *M. gastrocnemius pars interna*, which represents together with the *M. gastrocnemius pars externa* 7.99% of the ostrich carcass weight (Morris *et al.*, 1995), a toughening effect ($P < 0.05$) was found between 8 and 12 and between 10 and 14 months of age (Table I). Although there were no differences ($P > 0.05$) in objective tenderness, Mellett and Sales (1997) found that

I. Influence of animal age on some physical characteristics of different ostrich muscles (mean ± SD)

Parameter	Muscle	Age (months)			
		8 (n = 10)	10 (n = 5)	12 (n = 11)	14 (n = 5)
pH _f	<i>M. gastrocnemius pars interna</i>	6.01 ± 0.162	6.00 ± 0.191	5.99 ± 0.163	5.97 ± 0.110
	<i>M. femorotibialis medius</i>	5.94 ± 0.248	5.98 ± 0.150	5.88 ± 0.109	5.95 ± 0.100
	<i>M. ambiens</i>	5.89 ± 0.059	5.91 ± 0.094	5.87 ± 0.076	5.86 ± 0.037
	<i>M. iliotibialis lateralis</i>	5.87 ± 0.086	5.87 ± 0.199	5.83 ± 0.066	5.82 ± 0.074
	<i>M. iliofibularis</i>	6.28 ^a ± 0.329	6.10 ^{ab} ± 0.282	6.01 ^b ± 0.133	6.03 ^b ± 0.153
	<i>M. iliofemoralis</i>	5.80 ± 0.062	5.81 ± 0.083	5.78 ± 0.043	5.73 ± 0.101
Cooking loss (%)	<i>M. gastrocnemius pars interna</i>	34.88 ± 4.086	33.96 ± 4.602	37.06 ± 2.129	35.93 ± 5.433
	<i>M. femorotibialis medius</i>	37.26 ± 2.911	35.63 ± 3.181	38.52 ± 2.068	38.57 ± 3.509
	<i>M. ambiens</i>	35.03 ± 3.766	35.09 ± 1.773	34.78 ± 2.183	36.04 ± 1.471
	<i>M. iliotibialis lateralis</i>	35.65 ± 3.620	35.01 ± 3.051	36.76 ± 2.596	38.22 ± 2.063
	<i>M. iliofibularis</i>	35.22 ± 4.294	35.31 ± 4.427	37.23 ± 3.150	35.65 ± 5.664
	<i>M. iliofemoralis</i>	32.39 ± 3.098	30.83 ± 2.958	31.91 ± 3.123	32.63 ± 2.208
WB shear force (kg)	<i>M. gastrocnemius pars interna</i>	2.53 ^c ± 0.489	2.79 ^{bc} ± 0.351	3.13 ^{ab} ± 0.311	3.28 ^a ± 0.829
	<i>M. femorotibialis medius</i>	2.70 ± 0.833	2.88 ± 0.286	2.98 ± 0.392	3.08 ± 0.791
	<i>M. ambiens</i>	3.29 ± 1.144	3.58 ± 0.936	3.89 ± 1.278	4.11 ± 0.976
	<i>M. iliotibialis lateralis</i>	3.16 ± 1.157	3.35 ± 0.696	3.30 ± 0.815	3.73 ± 0.796
	<i>M. iliofibularis</i>	3.85 ± 1.136	4.88 ± 0.941	4.93 ± 0.567	4.18 ± 1.371
	<i>M. iliofemoralis</i>	2.62 ± 1.096	2.53 ± 0.998	2.69 ± 0.995	2.91 ± 0.828

a, b, c – values in rows with different superscripts differ ($P < 0.05$)

WB – Warner-Bratzler

II. Influence of animal age on proximate composition of different ostrich muscles (mean \pm SD)

Parameter	Muscle	Age (months)			
		8 (n = 10)	10 (n = 5)	12 (n = 11)	14 (n = 5)
Moisture (%)	<i>M. gastrocnemius pars interna</i>	77.73 \pm 1.426	77.77 \pm 0.559	77.57 \pm 0.537	77.72 \pm 0.831
	<i>M. femorotibialis medius</i>	77.61 \pm 1.190	77.20 \pm 0.766	77.11 \pm 0.995	78.04 \pm 1.071
	<i>M. ambiens</i>	76.16 \pm 1.142	75.67 \pm 0.433	75.82 \pm 1.071	76.17 \pm 0.691
	<i>M. iliotibialis lateralis</i>	76.59 ^{ab} \pm 1.222	75.91 ^{bc} \pm 1.292	75.73 ^c \pm 1.349	77.39 ^a \pm 0.832
	<i>M. iliofibularis</i>	77.79 \pm 1.438	77.52 \pm 0.491	77.37 \pm 0.753	78.01 \pm 0.735
	<i>M. iliofemoralis</i>	75.70 \pm 0.969	75.01 \pm 1.987	74.91 \pm 1.509	75.44 \pm 1.913
Protein (%)	<i>M. gastrocnemius pars interna</i>	20.63 \pm 1.653	20.44 \pm 1.095	20.72 \pm 1.462	19.91 \pm 1.583
	<i>M. femorotibialis medius</i>	20.34 \pm 1.375	20.71 \pm 0.927	20.42 \pm 1.083	20.17 \pm 1.210
	<i>M. ambiens</i>	21.55 \pm 0.719	21.23 \pm 1.038	21.51 \pm 0.671	21.47 \pm 0.476
	<i>M. iliotibialis lateralis</i>	21.07 \pm 1.151	21.36 \pm 0.686	21.37 \pm 0.832	20.50 \pm 1.242
	<i>M. iliofibularis</i>	20.05 ^b \pm 1.493	21.85 ^a \pm 1.190	20.99 ^a \pm 0.978	20.97 ^a \pm 1.343
	<i>M. iliofemoralis</i>	21.53 \pm 1.094	22.22 \pm 0.853	21.94 \pm 0.807	22.02 \pm 1.196
Intramuscular fat (%)	<i>M. gastrocnemius pars interna</i>	0.26 \pm 0.122	0.20 \pm 0.085	0.21 \pm 0.147	0.29 \pm 0.198
	<i>M. femorotibialis medius</i>	0.33 \pm 0.170	0.33 \pm 0.129	0.28 \pm 0.095	0.35 \pm 0.153
	<i>M. ambiens</i>	0.35 \pm 0.275	0.53 \pm 0.349	0.47 \pm 0.212	0.41 \pm 0.177
	<i>M. iliotibialis lateralis</i>	0.33 \pm 0.160	0.36 \pm 0.086	0.45 \pm 0.254	0.36 \pm 0.118
	<i>M. iliofibularis</i>	0.39 \pm 0.282	0.42 \pm 0.242	0.50 \pm 0.258	0.31 \pm 0.121
	<i>M. iliofemoralis</i>	0.71 \pm 0.279	0.66 \pm 0.492	0.66 \pm 0.292	0.73 \pm 0.222
Ash (%)	<i>M. gastrocnemius pars interna</i>	1.15 \pm 0.147	1.21 \pm 0.122	1.17 \pm 0.118	1.12 \pm 0.057
	<i>M. femorotibialis medius</i>	1.09 ^{ab} \pm 0.118	1.06 ^{ab} \pm 0.086	1.20 ^a \pm 0.170	0.98 ^b \pm 0.143
	<i>M. ambiens</i>	1.10 \pm 0.140	1.16 \pm 0.089	1.11 \pm 0.209	1.11 \pm 0.183
	<i>M. iliotibialis lateralis</i>	1.20 \pm 0.128	1.20 \pm 0.131	1.24 \pm 0.182	1.17 \pm 0.096
	<i>M. iliofibularis</i>	1.09 \pm 0.120	1.16 \pm 0.130	1.11 \pm 0.097	1.08 \pm 0.048
	<i>M. iliofemoralis</i>	1.10 \pm 0.148	1.23 \pm 0.137	1.19 \pm 0.099	1.20 \pm 0.064

a, b, c – values in rows with different superscripts differ ($P < 0.05$)

subjective overall tenderness of ostrich meat (*M. femorotibialis medius*, *M. iliotibialis lateralis*, *M. iliofibularis*) decreased ($P < 0.05$) over time (8 to 14 months). The latter study, however, did not include the effect of breeding season as was done in the present study. Animal age did not have any influence ($P > 0.05$) on cooking loss, a pragmatic approach to predict the yield of cooked meat (Trout, 1988) in any muscle investigated.

While water content in the *M. iliotibialis lateralis* reached the lowest ($P < 0.05$) value at 12 months of age, ash content in the *M. femorotibialis medius* presented the highest ($P < 0.05$) value at this age (Table II). Protein content in the *M. iliofibularis* decreased ($P < 0.05$) between 8 and 10 months of age. Intramuscular fat content was not influenced ($P > 0.05$) by animal age in any muscle investigated.

The conclusion from the present study is that animal age within the range 8 to 14 months does not have any influence on pH_f, cooking loss, objective tenderness or proximate analysis of the majority of muscles from the ostrich carcass. Although some differences ($P < 0.05$) were found, it would not have any practical value to implement it into the slaughtering procedures of ostriches. However, this study has to be extended to in-

clude the influence of animal age on colour and odour of ostrich meat, especially in coordination with research on nutrition of ostriches. It is doubtful whether ostriches will be slaughtered outside the age range of 8 to 14 months in the near future, seen the reaching of practical slaughtering weight below this range, and the production costs of keeping ostriches after it.

REFERENCES

- AOAC (1995): Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. (Cunniff P., ed.). Arlington, Virginia, USA, AOAC International.
- Hofmann K. (1988): pH – a quality criterion for meat. *Fleischwirtschaft*, 68: 67–70.
- Honikel K. O. (1987): The water binding of meat. *Fleischwirtschaft*, 67: 1098–1102.
- Lawrie R. A. (1990): Meat Science. 5th ed. Oxford, UK, Pergamon Press.
- Mellet F. D., Sales J. (1997): Tenderness of ostrich meat. *S. Afr. J. Food & Nutr.*, 9: 27–29.
- Morris C. A., Harris S. D., May S. G., Jackson T. C., Hale D. S., Miller R. K., Keeton J. T., Acuff G. R., Lucia L.

- M., Savell J. W. (1995): Ostrich slaughter and fabrication. 1. Slaughter yields of carcasses and effects of electrical stimulation on post-mortem pH. *Poultry Sci.*, 74: 1683–1687.
- Sales J. (1996): Histological, biophysical, physical and chemical characteristics of different ostrich muscles. *J. Sci. Food Agric.*, 70: 109–114.
- Sales J., Oliver-Lyons B. (1996): Ostrich meat: A review. *Food Austr.*, 48: 504–511.
- Smith W. A., Sales J. (1995): Feeding and feed management. In: Smith W. A. (ed.): *Practical Guide for Ostrich Management and Ostrich Products*. University of Stellenbosch Publishers, South Africa, An Alltech Inc. Publication: 8–19.
- Snedecor G. W., Cochran W. G. (1991): *Statistical Methods*. 8th ed. Iowa State University Press, Ames, USA.
- Swart D. (1981): The evaluation of the economic value of the skin, meat and feathers on the live ostrich. Department of Agriculture Report, Oudtshoorn Experimental Station, South Africa.
- Trout G. R. (1988): Techniques for measuring waterbinding capacity in muscle foods – A review of methodology. *Meat Sci.*, 23: 235–252.

Received for publication on December 4, 1998

Accepted for publication on May 4, 1999

Contact Address:

Dr. James Sales, Department of Animal Sciences, Private Bag X1, Matieland, 7602, South Africa, tel: +27 21 808 4766, fax: +27 21 808 4750, e-mail: jsalez@hotmail.com

OBSAH JODU VE VAJEČNÉM ŽLOUTKU PŘI JEHO NADMĚRNÉM PŘÍJMU NOSNICEMI*

IODINE CONTENT IN EGG YOLK DURING ITS EXCESSIVE INTAKE BY LAYING HENS

V. Kroupová, J. Trávníček, J. Kursá, P. Kratochvíl, I. Krabačová

University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: Table eggs purposefully enriched with iodine on the basis of its luxury intake by laying hens can occasionally supplement the human need of iodine. The objective of the present paper was to define the level of iodine load of layers compatible with the animal health and with the aim to achieve the required iodine content in egg yolk. Iodine load was studied in four groups of layers of the type Brown Hisex. All hens received complete feed mixture for layers N_1 *ad libitum* that contained 0.3–0.7 g I/kg of mixture N_1 . In the first experimental stage, groups B, C, D received complete feed mixture N_1 enriched with other iodine supplements containing 1.3–20 mg/kg of mixture N_1 for 129 days within the time schedule shown in Table I. Iodine in form of potassium iodide was applied to mixture N_1 . The response to iodine load of layers was evaluated by comparing iodine contents in the egg yolk of control group A and of experimental groups B, C and D (Figs. 2, 3 and 4). Group B received another 24-day load of 20 mg I per 1 kg of mixture N_1 in the second experimental stage following 60-day interruption of additive iodine application. To determine iodine content in egg yolk a colorimetric method according to Sandell-Kolthoff (1937) as modified by Bednář *et al.* (1964) was used after alkaline digestion. The range of average iodine content in egg yolk was recorded in group A – control without any iodine addition to mixture N_1 – at the time intervals shown in Table II (from 870 ± 217 to $4\,767 \pm 234$ $\mu\text{g/kg}$ fresh yolk). An increase in iodine content in the basic diet from 0.3 to 0.7 mg/kg of mixture N_1 between 28th and 95th day of experiment was accompanied by an increase in iodine content in egg yolk in group A (Fig. 1). Iodine content in egg yolk of groups B, C and D was significantly higher ($P < 0.01$) than in group A at the separate stages of iodine additive application (Table II). The maximum value $43\,076 \pm 5\,738$ $\mu\text{g/kg}$ yolk was calculated as a result of addition of 15 mg I per kg mixture N_1 (Fig. 4). The rate and the curve of iodine content increase in egg yolk are related to the preceding iodine load (Figs. 2, 3, 4, 5). A significant increase in iodine content in egg yolk was determined in layers without any preceding load or with a load below 7 mg I per 1 kg of mixture in the first week after iodine additive application. Another stepwise increase continued to maximum values between 3rd and 10th week of luxury iodine intake. This stage was followed by a decrease in iodine content in egg yolk to the level that significantly exceeded the values of control group A (Table II). No further increase in iodine content in egg yolk was observed after addition of 20 mg I per 1 kg of mixture N_1 in layers with a preceding load of 15 mg I per 1 kg mixture N_1 (Fig. 4). A delayed increase in iodine content in egg yolk was recorded in 11 and 24 days after iodine application in the second experimental stage in group B with a load of 20 mg I per 1 kg mixture N_1 (Fig. 5) following the two-month interruption of iodine additive application. An addition of 3.5 mg I per 1 kg of mixture N_1 (Fig. 2) to diets for layers without any previous iodine load was found best for the production of iodine-enriched eggs as an occasional supplement to cover the iodine need of humans. Following a 10-week load of layers it is possible to produce eggs with an average content of 5 000 μg I per 1 kg fresh yolk in the first three weeks and of 17 000–20 000 μg I in the next seven weeks.

Keywords: iodine excess; iodine-enriched eggs; egg yolk; adaptation

ABSTRAKT: Obsah jodu ve vaječném žloutku byl sledován u čtyř skupin nosnic ($n = 11$). Všechna zvířata přijímala *ad libitum* kompletní krmnou směs N_1 s obsahem jodu 0,3 až 0,7 mg I/kg směsi N_1 . U skupiny kontrolní A nebyl po celou dobu pokusu aplikován další přídatek jodu. U skupin pokusných B, C a D byly v první fázi pokusu aplikovány po dobu 129 dnů přídavky 1,3 až 20 g I/kg směsi N_1 . V druhé fázi pokusu byl skupině B podáván po dvouměsíčním přerušení aplikace jodu opětovně přídatek 20 mg/kg směsi N_1 po dobu 24 dnů. U nosnic v první fázi pokusu bez předchozí jodové zátěže došlo již během prvního týdne ke statisticky významnému nárůstu obsahu jodu ve žloutku. Maximální hodnoty byly u všech skupin zaznamenány mezi 3. až 10. týdnem aditivního příjmu jodu. Při aplikaci 15 mg I/kg směsi N_1 byla přechodně dosažena maximální hodnota obsahu jodu ve žloutku $43\,076 \pm 5\,738$ mg/kg. Po 10. týdnu jodové zátěže došlo ve všech pokusných skupinách v souvislosti s uplatněním homeostatických mechanismů k poklesu obsahu jodu ve žloutku na úroveň, která

* Řešeno v rámci grantu č. 524/96/0853 Grantové agentury České republiky.

významně převyšovala obsah jodu ve žloutku kontrolní skupiny ($P < 0,01$). V první fázi pokusu se přídatek 20 mg jodu (u skupiny D) po předchozí zátěži 15 mg jodu neuplatnil na zvýšení obsahu jodu ve žloutku, v druhé fázi pokusu – po dvouměsíčním přerušení aditivní aplikace jodu u skupiny B – došlo při aditivní aplikaci 20 mg I/kg směsi N_1 ke zvýšení obsahu jodu ($P < 0,01$) opozděně, po 11 a 24 dnech. Pro produkci vajec obohacených o jod jako příležitostný doplněk krytí potřeby jodu u lidí se jako nejvhodnější projevil přídatek 3,5 mg I/kg směsi N_1 nosnicím předem nezatíženým jodem. Při 10týdenní zátěži nosnic lze produkovat v prvních třech týdnech vejce s průměrným obsahem 5 000 μg I a v dalších sedmi týdnech 17 000–20 000 μg I na kg čerstvého žloutku.

Klíčová slova: nadbytek jodu; jodem obohacená vejce; vaječný žloutek; adaptace

ÚVOD

Přetrvávající nedostatek jodu u značné části lidské populace oživuje i v Evropě zájem o zvýšení obsahu jodu v konzumních vejcích. Snášenlivost nosnic přijímat několikanásobné dávky jodu bez zjevných poruch zdraví a průběhu snášky umožňuje produkci „jodem obohacených vajec“. Pro komerční účely je při produkci tohoto speciálního sortimentu nezbytné detailně vymezit podmínky aplikace nadbytku jodu, při jejichž splnění je možné počítat s dosažením požadovaného množství jodu ve vaječném žloutku. Předložená práce je zaměřena na vymezení úrovně jodové zátěže u nadměrného příjmu jodu u nosnic vyhovující z hlediska zdraví zvířat i docílení požadovaného obsahu jodu ve vaječném žloutku.

Řízené zvyšování obsahu jodu ve vejcích vychází z experimentálních poznatků o faktorech uplatňujících se na poměrně snadném přestupu jodu do oocyty (Pena *et al.*, 1967; Robinson *et al.*, 1978; Schjeide, Prahla, 1977).

Na přednostní vychytávání jodu ve vaječniku slepic a na tisícinásobné zvýšení jeho obsahu ve vejcích nosnic přijímajících 100 až 500 mg jodu na kus a den upozornila, jak uvádějí Underwood (1977) a McDowell (1992), již před třiceti lety řada autorů. Tato extrémně vysoká zátěž jodem byla již spojena s narušením snášky, a proto nepřipadá v úvahu při cíleném zvyšování jodu v konzumních vejcích. Pozornost na obohacování vajec o jod se aktualizuje v posledních deseti letech v souvislosti s nedostatkem jodu u lidí v zemích střední Evropy (Kammerlehner, 1995; Eber *et al.*, 1990; Zamrazil, 1989) a s hledáním jeho vhodných zdrojů v sortimentu běžných potravin.

Při normovaném krytí potřeby jodu u nosnic 0,35–0,50 mg I/kg krmné směsi (Zelenka *et al.*, 1993) je jeho obsah v 1 kg čerstvé hmoty žloutku $807 \pm 392 \mu\text{g}$ a u bílku $52 \pm 2 \mu\text{g}$ (Arkuszewska *et al.*, 1997). Podle Kaufmannové (1997) je obsah jodu ve žloutku $1\,135 \pm 205 \mu\text{g}$ a v bílku $49 \pm 14 \mu\text{g/kg}$ čerstvé hmoty. Obohacování minerálních doplňků vyššími dávkami jodu vesměs přispívá ke zvýšení obsahu jodu ve vejcích. Ve východních zemích Německa (Anke *et al.*, 1994) došlo v roce 1985 po zařazení minerálních doplňků v množství 10 mg/kg k několikanásobnému zvýšení obsahu jodu v konzumních vejcích. Richter (1995) ověřil experimentálně nárůst obsahu jodu ve vejcích během osmitýdenního obohacování kompletních krmných směsí o 0,5–40 mg

I/kg v podobě jodičnanu draselného. Nárůst obsahu jodu byl úměrný použitým dávkám až do přídatku 20 mg/kg směsi, při kterém dosáhl obsah jodu ve žloutku 18 500 mg/kg čerstvé hmoty. Další nárůst koncentrace jodu ve žloutku při obohacení krmné směsi o 40 mg jodu nebyl již významný. Při této zátěži jodem byla již pozorována tendence k poklesu snášky, což autor uvádí v možné souvislosti se zvýšením bazálního metabolismu, s útlumem ovulace a se sklonem k zánětlivému vejcovodu. Podle Kaufmannové (1997) se obsah jodu ve žloutku zvýšil na $3\,253 \pm 48 \mu\text{g/kg}$ po čtyřtýdenní aplikaci 5 mg I/kg krmné směsi. Rys *et al.* (1997) porovnávali efekt aditivního přídatku jodu v podobě mořských řas nebo jodidu vápenatého. Nárůst obsahu jodu ve žloutku byl výraznější při jeho příjmu z mořských řas. Kaufmannová (1997) naproti tomu zjistila, že využití jodu z mořské řasy *Euchema spinosum* je pouze 50% ve srovnání s jodičnanem draselným. Při přídatku 4,4 mg I/kg základní diety dosáhla koncentrace jodu v 1 kg čerstvé hmoty žloutku po dvou týdnech aplikace 4 740 μg a po 20 týdnech 5 840 $\mu\text{g/kg}$. Ve stejných intervalech se zvyšovala i koncentrace jodu v bílku v průměru na 196 $\mu\text{g/kg}$.

MATERIÁL A METODY

Vliv aditivního příjmu jodu na jeho koncentraci ve žloutku byl ověřován u nosnic nosného hybridu Hisex hnědý po dobu první snášky. Během celého pokusu nedošlo u nosnic k úhynu ani ke klinickým projevům nemocnosti. Nosnice byly ustájeny volně v boxech s řízeným světelným režimem. Všechny skupiny přijímaly kompletní krmnou směs pro nosnice N_1 *ad libitum*. Obsah jodu v krmné směsi kolísal v rozsahu 0,3–0,7 mg/kg směsi N_1 v závislosti na době skladování a obsahu jodu v jednotlivých komponentech krmné směsi N_1 (obr. 1).

Pokus byl rozdělen do dvou fází. V první fázi byly sledovány čtyři skupiny nosnic ($n = 11$) po dobu 200 dnů. Skupinám B, C, D byla od 10. do 139. dne pokusu obohacována základní dieta o přídatky jodidu draselného v množství odpovídajícím 1,3 až 20 mg jodu na kg směsi N_1 v časovém sledu uvedeném v tab. I a na obr. 2, 3, 4.

Druhá fáze pokusu pokračovala po dvouměsíčním přerušení pouze u skupin A a B ($n = 9$). Přídatek jodu v množství 20 mg/kg směsi N_1 přijímala skupina B po dobu 24 dnů.

I. Úroveň přidavků jodu ke krmné směsi N₁ a časový sled jejich podávání – The level of iodine additions to feed mixture N₁ and the time schedule of their applications

Dny pokusu ¹	Přidavek jodu (mg/kg směsi N ₁) ²			
	A	B	C	D
0–10	0	0	0	0
10–35	0	3,5	1,3	7
35–82	0	3,5	10	15
82–139	0	3,5	10	20
139–157	0	0	0	0
157–200	0	0	0	0

Pozn.: Mezi 28. až 95. dnem pokusu se v základní dietě zvýšil obsah jodu z 0,3 na 0,7 mg I/kg směsi N₁

Note: Iodine content in the basic diet was increased from 0.3 to 0.7 mg I per 1 kg of mixture N₁ between 28th and 95th day of experiment

¹days of experiment, ²iodine addition (mg per 1 kg of mixture N₁)

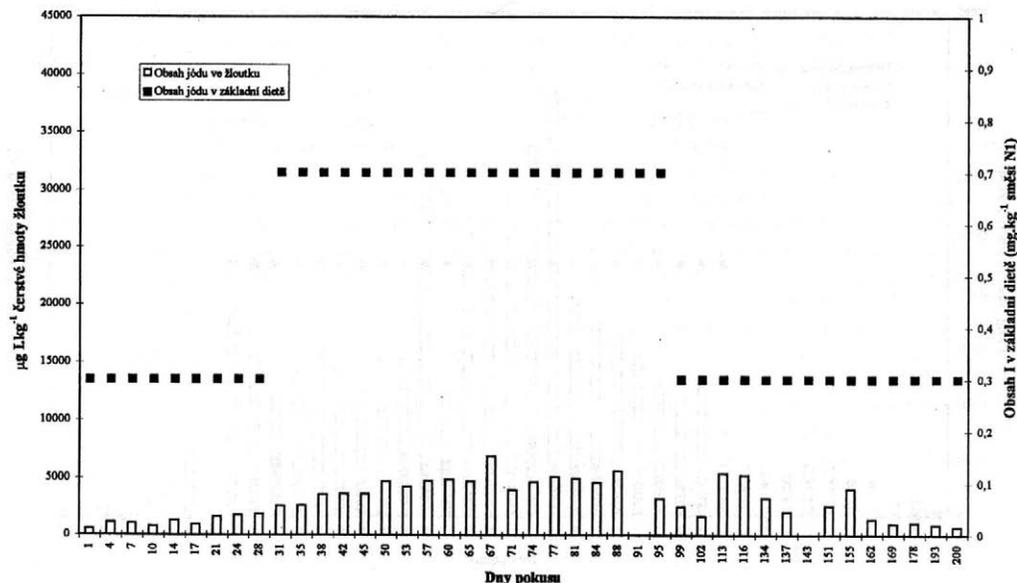
Obsah jodu ve žloutku byl vyšetřován ve tří- až dvanáctidenních intervalech ve dvou až třech vzorcích vajec. Během první fáze pokusu byl obsah jodu stanoven celkem ve 424 vzorcích vaječného žloutku, ve druhé fázi pokusu bylo vyšetřeno 24 vzorků žloutků.

Pro vlastní stanovení obsahu jodu v čerstvé hmotě žloutku byla po spálení v alkalickém prostředí zvolena kolorimetrická metoda podle autorů Sandell a Kolthoff (1937), modifikovaná autory Bednář *et al.* (1964).

Významnost rozdílů průměrných hodnot obsahu žloutku mezi skupinami byla testována *t*-testem v programu Statplus (Anonym, 1992).

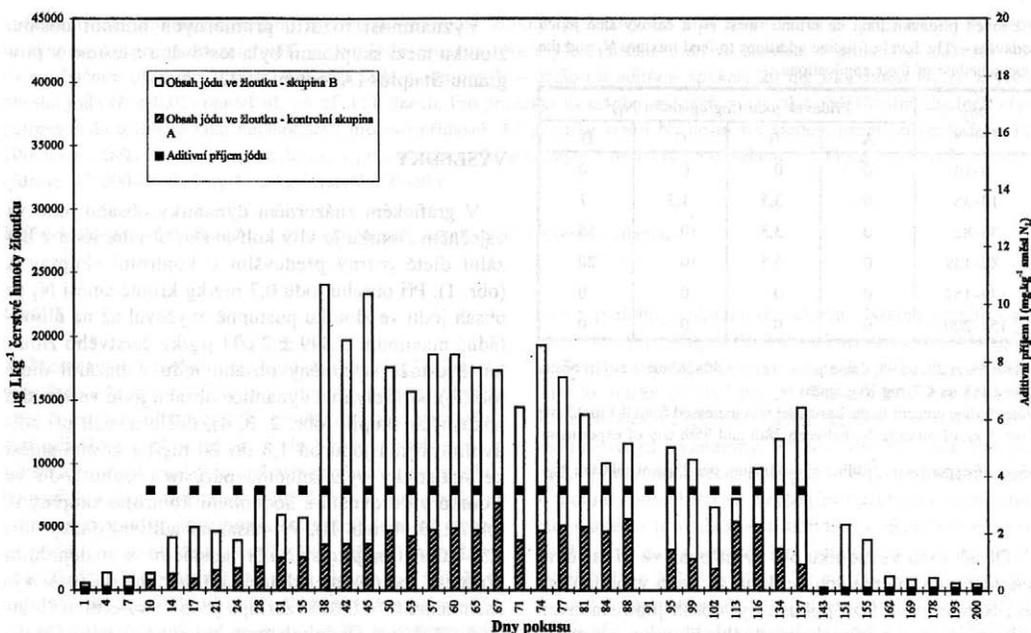
VÝSLEDKY

V grafickém znázornění dynamiky obsahu jodu ve vaječném žloutku je vliv kolísavého obsahu jodu v bazální dietě patrný především u kontrolní skupiny A (obr. 1). Při obsahu jodu 0,7 mg/kg krmné směsi N₁ se obsah jodu ve žloutku postupně zvyšoval až na mimořádné maximum 6 899 ± 2 031 µg/kg čerstvého žloutku. Přestože se změny obsahu jodu v bazální dietě (obr. 1) odrážely i na dynamice obsahu jodu ve žloutku pokusných skupin (obr. 2, 3, 4), došlo u nich při aditivním příjmu jodu od 1,3 do 20 mg/kg krmné směsi ke statisticky významnému nárůstu obsahu jodu ve žloutku v porovnání s hodnotami kontrolní skupiny A (obr. 2, 3, 4, tab. II). Při nasazení aditivní dávky 1,3; 3,5; 7,0 a 10 mg/kg směsi N₁ noscím se standardním příjmem jodu v předcházejícím období došlo k významnému (*P* < 0,01) vzestupu jodu ve vaječném žloutku do čtyř dnů. Obdobně tomu bylo i ve skupině C i při zvýšení přidavku jodu z 1,3 na 10 mg/kg směsi N₁ (obr. 3). Při zvýšení dávky jodu ze 7 na 15 mg/kg krmné směsi ve skupině D (obr. 4) byl nárůst k maximum 43 076 µg/kg prodloužený a další zvýšení přidavku jodu na 20 mg/kg krmné směsi zůstalo bez odezvy.



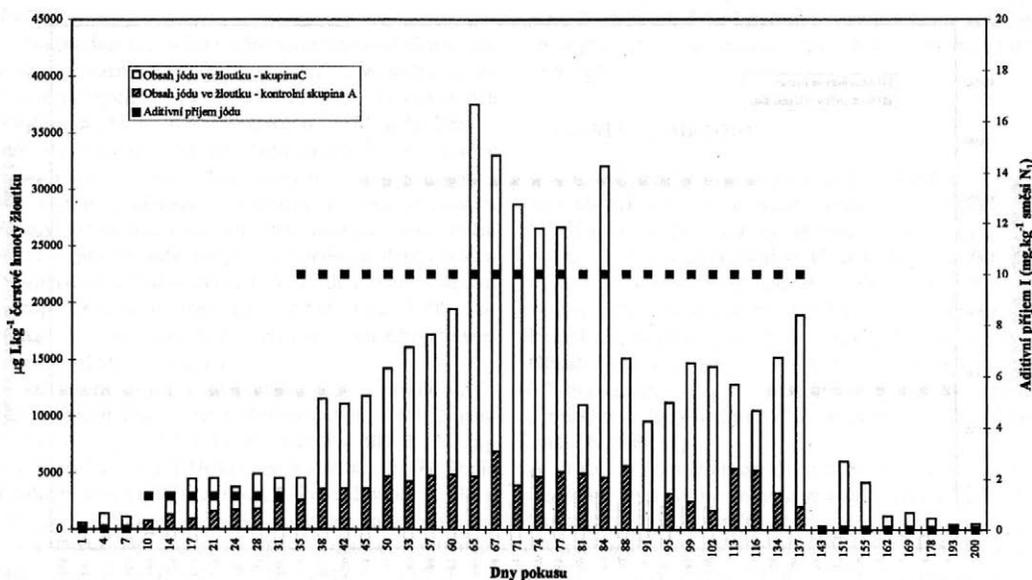
I. Obsah jodu ve vaječném žloutku bez aditivního příjmu jodu – kontrolní skupina A – Iodine content in egg yolk without iodine additive intake – control group A

µg I.kg⁻¹ čerstvé hmoty žloutku = µg I per 1 kg of fresh yolk; dny pokusu = days of experiment; obsah I v základní dietě (mg.kg⁻¹ směsi N₁) = I content in basic diet (mg per 1 kg of mixture N₁)



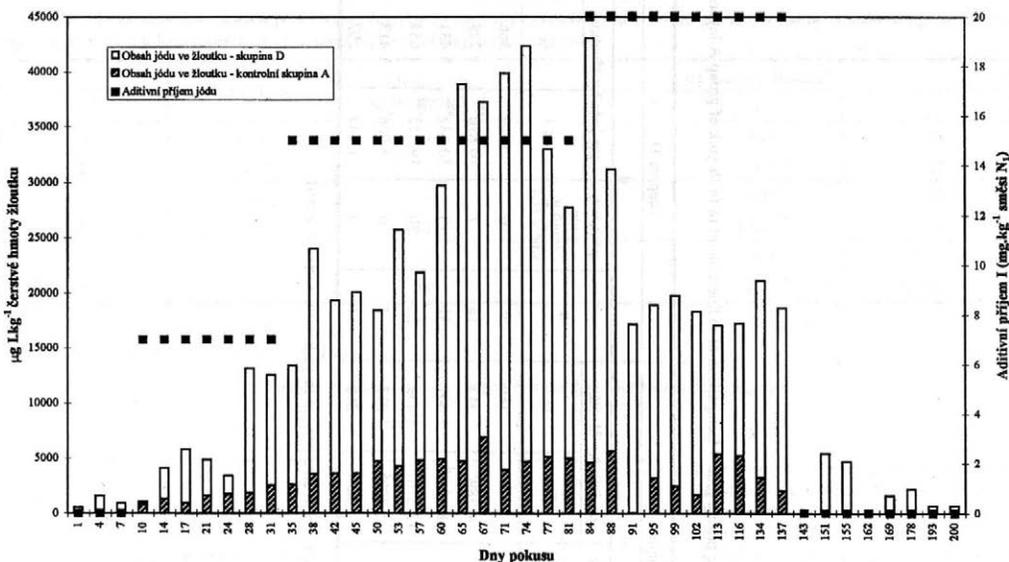
2. Obsah jódu ve vaječném žloutku při jeho aditivním příjmu – skupina B – Iodine content in egg yolk at its additive intake – group B

$\mu\text{g I.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty žloutku = $\mu\text{g I}$ per 1 kg of fresh yolk; dny pokusu = days of experiment; aditivní příjem (mg.kg^{-1} směsi N_1) = additive intake (mg per 1 kg of mixture N_1)



3. Obsah jódu ve vaječném žloutku při jeho aditivním příjmu – skupina C – Iodine content in egg yolk at its additive intake – group C

$\mu\text{g I.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty žloutku = $\mu\text{g I}$ per 1 kg of fresh yolk; dny pokusu = days of experiment; aditivní příjem (mg.kg^{-1} směsi N_1) = additive intake (mg per 1 kg of mixture N_1)



4. Obsah jodu ve vaječném žloutku při jeho aditivním příjmu – skupina D – Iodine content in egg yolk at its additive intake – group D

$\mu\text{g I.kg}^{-1}$ čerstvé hmoty žloutku = $\mu\text{g I}$ per 1 kg of fresh yolk; dny pokusu = days of experiment; aditivní příjem (mg.kg^{-1} směsi N_1) = additive intake (mg per 1 kg of mixture N_1)

Při kontinuálním příjmu přídatku jodu 3,5 mg/kg směsi N_1 (obr. 2) byl v prvních 25 dnech aplikace jeho průměrný obsah ve žloutku $5\,414 \pm 428 \mu\text{g}$ a v následujících 47 dnech $18\,597 \pm 1\,655 \mu\text{g/kg}$ (tab. II).

Po desetiúdní jodové zátěži došlo ve všech skupinách k postupnému poklesu obsahu jodu ve vaječném žloutku na relativně stálou úroveň. Významná diference obsahu jodu ve vaječném žloutku mezi skupinami ($P < 0,01$) však přetrvávala v přímé závislosti na úrovni přijímaného jodu (tab. II).

Obsah jodu ve vaječném žloutku u pokusných skupin převyšoval hodnoty kontrolní skupiny ještě po dobu dvou až tří týdnů po skončení suplementace jodu. Rozdíly mezi pokusnými skupinami nebyly během tohoto období již významné (tab. II).

Ve druhé fázi pokusu, která následovala u skupiny B po dvouměsíčním přerušení suplementace jodu, došlo k významnému vzestupu jodu ve žloutku ($P < 0,01$) teprve po 11 a po 24 dnech od zahájení aplikace 20 mg I/kg směsi N_1 (obr. 5, tab. III).

DISKUSE

Rychlý a statisticky významný nárůst obsahu jodu ve vaječném žloutku, úměrný vyšší aditivní dotaci (obr. 2 až 4), je rámcově v souladu s literárními údaji (Richter, 1995; Anke *et al.*, 1994; Kaufmannová, 1997; Bobek, 1998). Námi dosažená úroveň koncentrace jodu ve vejcích je ve srovnání s údaji ve výše uvedených citacích většinou vyšší. Tyto rozdíly vznikají uplatně-

ním více faktorů při transvariálním přestupu jodu. Richter (1995) zjistil po osmi týdnech zkrmování 5 mg I/kg krmné směsi nárůst obsahu jodu na $5\,750 \mu\text{g/kg}$ žloutku, zatímco v našem sledování (obr. 2) vzrostl za stejné období obsah jodu po přídatku 3,5 mg/kg krmné směsi na hodnotu $18\,597 \pm 1\,655 \mu\text{g/kg}$ čerstvé hmoty žloutku. Také ve srovnání s výsledky Kaufmannové (1997), která podávala jod v podobě jodičnanu draselného, byl námi zjištěn vzestup (obr. 2 a 3, tab. II) jodu ve žloutku po čtyřtýdní aplikaci výraznější jak při přídatku 1,3 μg , tak při přídatku 3,5 $\mu\text{g/kg}$ krmné směsi. Různá odezva vyšších dávek jodu na jeho stavu ve vaječném žloutku je většinou přisuzována na vrub využitelnosti různých forem jodových zdrojů (Bobek, 1998; Herzig, Suchý, 1996), plemenné příslušnosti nosnic (Ryš *et al.*, 1997) a přítomnosti nutričních substrátů ovlivňujících resorpci jodu (Anke *et al.*, 1994; Garber *et al.*, 1993; Garwin *et al.*, 1992).

Při interpretaci vlivu různých faktorů na stav jodu ve žloutku je nutné počítat se zákonitostmi homeostázy a homeorheze při nadbytku jodu (Bobek, 1998). Ve vztahu ke stálosti vnitřního prostředí se při nadbytečném příjmu jodu může bezprostředně uplatnit nejen pohotovost vylučování jodu mléčnou žlázou, slinnými žlázami a vaječníky, ale i jeho zvýšená depozice do svalové tkáně (Kirchgesner, 1993; Kaufmannová, 1997; Herzig, Suchý, 1996). Lze předpokládat, že tento mechanismus se uplatňoval u nosnic v první fázi pokusu po nasazení zvýšených dávek jodu na jeho stupňovitě vzestupu ve žloutku především u všech pokusných skupin (obr. 2, 3, 4). Po naplnění depozičního

II. Porovnání obsahu jodu v čerstvém žloutku nosnic u skupiny A bez přídavku jodu se skupinami B, C, D s různou úrovní nadměrného příjmu jodu – Comparison of iodine content in fresh yolk of group A layers without any iodine addition to groups B, C, D with different levels of excessive iodine intake

Počet dnů aplikace jodu ¹	Skupina A				Skupina B				Skupina C				Skupina D			
	a				b				c				d			
	n	přídavek jodu (mg/kg směsi N ₁) ²	μg jodu/kg žloutku ³		n	přídavek jodu (mg/kg směsi N ₁)	μg jodu/kg žloutku		n	přídavek jodu (mg/kg směsi N ₁)	μg jodu/kg žloutku		n	přídavek jodu (mg/kg směsi N ₁)	μg jodu/kg žloutku	
\bar{x}			$s_{\bar{x}}$	\bar{x}			$s_{\bar{x}}$	\bar{x}			$s_{\bar{x}}$	\bar{x}			$s_{\bar{x}}$	
10	11	0	870	217	11	0	1 081	334	11	0	908	169	9	0	1020	366
25	18	0	2169 ^{bcd}	299	18	3,5	5414 ^{acd}	628	18	1,3	4 289 ^{abd}	313	18	7	10 870 ^{abc}	1 728
47	36	0	4767 ^{bcd}	234	32	3,5	18 597 ^{ad}	1 655	31	10	18 895 ^{ad}	2 607	31	15	30 642 ^{abc}	3 431
57	33	0	2 864 ^{bcd}	893	27	3,5	10 698 ^{acd}	1 647	27	10	13 576 ^{abd}	1 439	24	20	19 938 ^{abc}	1 654
18	6	0	1 258 ^{bcd}	478	6	0	4 584 ^a	174	4	0	5 300 ^a	1 017	4	0	5 066 ^a	1 413
43	16	0	944	121	11	0	785	67	11	0	880	266	11	0	1 243	202

Významnost rozdílů průměrných hodnot obsahu jodu ve žloutku: a, b, c, d = $P < 0,01$ – Significance of differences in the average values of iodine content in yolk: a, b, c, d = $P < 0,01$

¹number of days of iodine application, ²iodine addition (mg per 1 kg of mixture N₁), ³μg iodine per 1 kg yolk

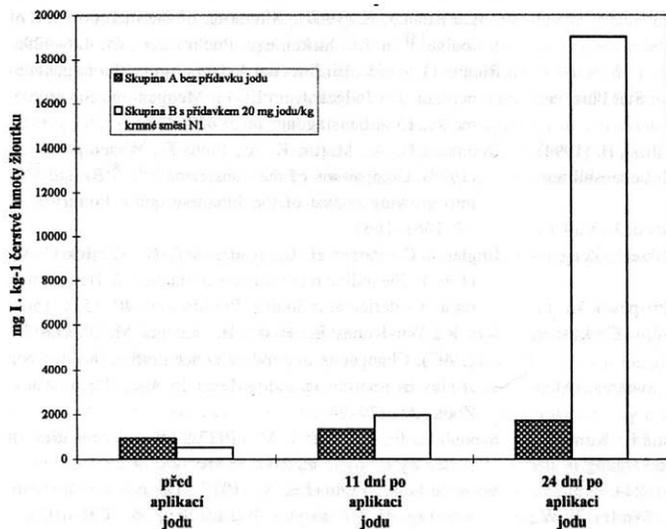
III. Obsah jodu ve vaječném žloutku po aplikaci přídatku 20 mg jodu/kg směsi N₁ (druhá fáze pokusu) – Iodine content in egg yolk after application of 20 mg iodine per 1 kg of mixture N₁ (second stage of experiment)

Skupina ¹	Den pokusu ²	Přídavek jodu (mg/kg směsi N ₁) ⁴	µg jodu/kg žloutku ⁵		
			n	\bar{x}	s _x
A	před ³	0	4	924	121
B	před	0	4	463**	72
A	11	0	4	1 345	63
B	11	20	4	1 960**	204
A	24	0	4	1 974	243
B	24	20	4	19 022**	2 539

** Statisticky významné rozdíly A : B, P < 0,01

** Statistically significant differences A: B, P < 0.01

¹ group, ² day of experiment, ³ before, ⁴ iodine addition (mg per 1 kg of mixture N₁), ⁵ µg iodine per 1 kg yolk



5. Porovnání obsahu jodu ve vaječném žloutku nosnic kontrolní skupiny A se skupinou B s přídatkem 20 mg jodu na kg směsi N₁ – druhá fáze pokusu – Comparison of iodine content in egg yolk of control group A layers to group B layers with an addition of 20 mg iodine per 1 kg of mixture N₁ – second stage of experiment

Skupina A bez přídatku jodu = group A without iodine addition

Skupina B s přídatkem 20 mg jodu/kg směsi N₁ = group B with addition of 20 mg iodine per 1 kg of mixture N₁

před aplikací jodu = before iodine application; 11 dní po aplikaci jodu = 11 days after iodine application; 24 dní po aplikaci jodu = 24 days after iodine application

Pozn.: Statistická významnost rozdílů průměrného obsahu jodu ve žloutku skupiny A a B je uvedena v tab. III

Note: Statistical significance of differences in the average iodine content in egg yolk of groups A and B is shown in Table III

poolu se úroveň obsahu jodu ve žloutku poměrně rychle zvyšovala na maximální hodnoty, které vícenásobně převyšovaly obsah jodu ve stejném období u skupiny A (obr. 2, 3, 4, tab. II). Podle Kirchgessnera (1993) dochází při nadbytku stopových prvků postupně jak k jejich zvýšené exkreci v ledvinách a trávicím traktu, tak k omezení resorpce. Z dynamiky obsahu jodu ve vaječném žloutku během jodové zátěže je patrné, že k uplatnění těchto mechanismů došlo po 10týdenní jodové zátěži ve všech skupinách. Lze předpokládat, že zvýšená renální exkrece, k níž dochází při dlouhodobém nadbytku stopových prvků typu aniontů (Kirchgessner, 1993), potlačila očekávaný nárůst transovariálního přenosu jodu po zvýšení jeho přídatku z 15 na 20 mg/kg směsi N₁ ve skupině D (obr. 4). K obdobnému nálezu dospěl i Richter (1995) při zvýšení přídatku jodu z 20 na 40 mg/kg krmné směsi.

Ve druhé fázi pokusu (obr. 5, tab. III) došlo v porovnání s první fází k oddálení vzestupu obsahu jodu

ve žloutku po přídatku 20 mg jodu na kg směsi N₁. Případná přetrvávající adaptace skupiny B na jodovou zátěž v první fázi pokusu představuje námět pro další výzkum. Na uplatnění homeostatických mechanismů nebylo zatím ve studiích o účincích nadbytečného příjmu jodu podrobněji poukázáno. V souvislosti s pohotovou profylaxi nedostatku jodu u lidí (Anke *et al.*, 1994; Eber *et al.*, 1990; Hotya *et al.*, 1994) a rychle se rozšiřující nabídkou potravin se zvýšeným obsahem jodu se zvláště ve vyspělých zemích zvyšuje riziko nadbytku jodu. Dosažené výsledky upozorňují na nezbytnost hlubšího studia funkční adaptace především na úrovni resorpce a renální, případně intestinální exkrece, přičemž se nosnice ukazuje jako vhodný model.

Pro cílenou produkci jodem obohacených vajec jako příležitostného doplňujícího zdroje jodu se jako nejvhodnější ukazuje aditivní přírůstek 3,5 mg I/kg kompletní krmné směsi pro nosnice. Tento přírůstek nepřekračuje hranici 10 mg I/kg krmné směsi, danou směrnicí

EU (70/524 EWG) z roku 1997 (Kaufmannová, 1997), a nebyl provázen nežádoucími změnami v metabolickém profilu testovaných nosnic (Kroupová *et al.*, 1998). V souvislosti s uplatněním adaptačních procesů se doporučuje využít uvedeného přídatku k docílení dvou úrovní obsahu jodu ve vaječném žloutku. U nosnic bez předchozí jodové zátěže lze při 10týdenní aplikaci přídatku 3,5 mg I/kg kompletní krmné směsi produkovat v prvních třech týdnech vejce s průměrným obsahem 5 000 µg jodu a v dalších sedmi týdnech 17 000–20 000 µg/kg čerstvého žloutku. Celkový obsah jodu ve vejci o hmotnosti 56 g při koncentraci 5 000 µg/kg žloutku odpovídá hodnotě 94 µg. Při koncentraci jodu 20 000 µg/kg žloutku se jeho obsah ve vejci zvyšuje na 363 µg. Takto obohacené vejce může doplnit 50 % denní potřeby jodu pro čtyři až pět osob.

LITERATURA

Anonym (1992): Statistický a grafický systém Stat Plus, verze 101. Brno, VÚVeL. 168 s.

Anke M., Gleis M., Angelow L., Gropel B., Illing H. (1994): Kupfer, Jod und Nickel in Futter- und Lebensmitteln. *Übers. Tierernährg.*, 22: 321–362.

Arkuszewska E., Żarski P. T., Cermák B., Sokol J., Valka J. (1997): Minerální látky v drůbežích produktech. *Zemědělec*, 5. 11. 1997. 23 s.

Bednář J., Röhling S., Vohnout S. (1964): Příspěvek ke stanovení proteinového jodu v krevním séru. *Českoslov. Farm.*, 13: 203–209.

Bobek S. (1998): Profylaktyka jodowa u zwierzat. *Med. Wet.*, 54: 80–86.

Eber O., Wawschinek O., Langsteger W., Lind P., Klima G., Petek W., Schubert B. (1990): Zur Jodversorgung in der Steiermark. *Wien. Med. Wschr.*, 140: 241–244.

Garber D. W., Henkin Y., Osterlund L. C., Wolley T. W., Segrest J. P. (1993): Thyroid function and other clinical chemistry parameters in subjects eating iodine enriched eggs. *Fd. Chem. Toxic.*, 31: 247–251.

Garwin J., Morgan J. M., Stowell R. L., Richardson M. P., Valker M. C., Capuzzi D. M. (1992): Modified eggs are compatible with a diet that reduces serum cholesterol concentration in humans. *J. Nutr.*, 122: 2153–2160.

Herzig I., Suchý P. (1996): Současný pohled na význam jodu pro zvířata. *Vet. Med. – Czech*, 41: 379–386.

Hoty J., Levay S., Jobbagy G. (1994): The iodine content of milk in Sarret provided with high iodine content drinking water. *Egeszsegudomány*, 38: 372–375.

Kammerlehner J. (1995): Iodine, an essential trace element-occurrence in milk and milk product – their enrichment

a contribution towards minimizing nutritional iodine deficiency. *Lebesm.-Ind. Milchwirtsch.*, 116: 560–568.

Kaufmann S. (1997): Ergänzende Strategieren zur Bekämpfung von Jodmangel in Deutschland und Südostasien. [Dissertation.] TU München, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau. 95 s.

Kirchgessner M. (1993): Homeostasis and homeorhesis in trace element metabolism. In: Anke M. et al.: Trace Elements in Man and Animals. TEMA-8, Verl. Media Touristik: 4–21.

Kroupová V., Kratochvíl P., Kaufmann S., Kursa J., Trávníček J. (1998): Metabolická odezva aditivního příjmu jodu u nosnic. *Vet. Med. – Czech*, 43: 207–212.

McDowell L. R. (1992): Minerals in animal and human nutrition. Academic Press Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers. 524 s.

Pena H. G., Barth K. M., Kessler W. V., Plumlee M. P., Christian J. E. (1967): Alteration of the incorporation of iodine¹³¹ in the chicken egg. *Poultry Sci.*, 46: 426–429.

Richter G. (1995): Einfluss der Jodversorgung der Legenhennen auf den Jodgehalt im Ei. In: Mengen und Spurenelemente, 15 Arbeitstagung, Jena: 457–464.

Robinson G. A., Martin K. A., Floto F., Wasnidge D. A. (1978): Comparison of the transfer of ¹²⁵I, ⁸²Br and ³⁶Cl into growing oocyst of the Japanese quail. *Poultry Sci.*, 57: 1661–1663.

Rogler J. C., Parker H. C., Andrews F. N., Carrick C. W. (1961): The iodine requirements of the hen. 2. Hens reared on a diet deficient in iodine. *Poultry Sci.*, 40: 1554–1562.

Ryš R., Wir-Konas E., Pyska H., Kuchta M., Pietras M. (1997): Changes in egg iodine concentration in three hen strains in relation to iodine level in diets. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 24: 229–242.

Sandell E. B., Kolthoff I. M. (1937): Microdermination of iodine by catalytic method. *Mikrochim. Acta*: 9–25.

Schjeide O. A., Prahla K. V. (1977): Uptake of iodine into growing chicken oocytes. *Poultry Sci.*, 56: 1036–1038.

Underwood E. J. (1977): Trace elements in human and animal nutrition. Academic Press Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers. 545 s.

Zamrazil V. (1989): Prevalence of thyroid diseases in two samples of Czech population. *Endocrinol. Exp.*, 23: 97–104.

Zelenka J., Zeman L., Kočí S., Kočíová Z. (1993): Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro drůbež. *Komise výživy hospodářských zvířat ČAZV*. 1. vyd. 54 s.

Došlo 13. 1. 1999

Přijato k publikování 4. 5. 1999

Kontaktní adresa:

Prof. RNDr. Ing. Vlasta Kroupová, CSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra anatomie a fyziologie hospodářských zvířat, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel. 038/777 26 20, fax: 038/777 26 21

WHICH MODEL TO CHOOSE FOR GENETIC EVALUATION OF PRODUCTION TRAITS IN PIG?^{*}

KTERÝ MODEL ZVOLIT PRO GENETICKÉ HODNOCENÍ PRODUKČNÍCH ZNAKŮ U PRASAT?

J. Wolf, M. Wolfová

Research Institute of Animal Production, Prague-Uhřetěves, Czech Republic

ABSTRACT: A short survey of production traits used in the genetic evaluation of pigs in different countries is given. The nature of effects included in multitrait animal models is discussed (class effects versus covariables). Contemporary group effects, genetic group effects and individual genetic effects are considered in greater detail. It is emphasized that a differentiation should be made between interaction effects and combined effects. Problems connected with the use of covariables for average daily gain or days on test are mentioned. A comparison of univariate with multivariate models is made. Possible future ways for a more detailed analysis of the genetic effect are presented. Further problems discussed are: influence of genotype x environment interaction on the genetic evaluation, possible standards for connectedness of management units, fixed versus random effects, heteroscedasticity.

Keywords: pig; genetic evaluation; production traits; multitrait animal model

ABSTRAKT: Je podán krátký přehled produkčních znaků používaných pro genetické hodnocení prasat v různých zemích. Dále je diskutována povaha efektů zahrnovaných do víceznakových animal-modelů (efekty tříd versus doprovodné proměnné), podrobněji jsou probány efekty skupin vrstevníků, genetických skupin a individuální genetické efekty. Je zdůrazněna nutnost rozlišovat mezi efekty interakce a kombinovanými efekty. Jsou diskutovány problémy spojené s používáním doprovodných proměnných pro znaky průměrný denní přírůstek nebo věk při ukončení testu. Jsou srovnány jednoznakové a víceznakové modely a naznačeny možné cesty pro podrobnější analýzu genetického efektu. Dalšími diskutovanými problémy jsou vliv interakce genotyp x prostředí na genetické hodnocení zvířat, možná pravidla pro genetickou propojenost jednotlivých chovů, rozhodnutí o volbě efektu jako náhodného nebo pevného a heterogenita rozptylů.

Klíčová slova: prasata; genetické hodnocení; produkční znaky; víceznakový animal model

INTRODUCTION

The aim of this study is to touch upon some problems connected with the application of linear statistical models to breeding value prediction (not only) for production traits in pigs. As Bidanel (1998) pointed out, "major improvements in pig genetic evaluation should come from further improvements of the statistical models used,... and, above all, from the use of more realistic genetic models". The choice of a good model is of central interest in genetic evaluation of all livestock species, as the genetic progress and the economic gain connected with the genetic progress are strongly influenced by the degree the model approximates the reality.

The present paper will not give an overview of models for production traits used in different countries, but an

attempt will be made to mention several selected problems of a more general nature.

In the next section, a short summary of production traits used in genetic evaluation will be given. This section is followed by a discussion of the effects used in models for production traits. The paper is concluded by a discussion of further problems connected with making models for genetic evaluation.

PRODUCTION TRAITS

Production traits are measured either at special test stations or on farms (field test). The testing procedures at test stations differ considerably between countries and breeding programmes. In several countries young

* The research project was supported by the Grant Agency of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic (Grant No. EP7123).

boars are raised at central stations together with relatives which are slaughtered for more or less detailed carcass analyses (Netherlands – Knap, 1993; Norway – Sehested and Ianssen, 1993; Denmark – Andersen *et al.*, 1993; Germany, Federal State Saxony – Müller, 1997). In other countries all animals going through the station test are slaughtered (Germany, Federal State North Rhine-Westphalia – Tholen, 1993; Hungary – Groeneveld *et al.*, 1996; Slovakia – Groeneveld and Peško-*vičová*, 1999; Czechia – Groeneveld *et al.*, 1998). Differences occur also in the field test.

Growth traits

Growth traits measured for genetic evaluation in different breeding organizations can be summarized as follows:

- feed intake per time
- feed intake per weight gain (feed conversion)
- time to reach a certain weight
- average daily gain as weight gain per time interval or ratio between weight and age at the end of test

The growth period considered in station test is mostly in the range from approximately 30 kg to approximately 100 kg. In the field test the whole life period until the end of test is considered in most countries and the birth weight is neglected in calculating the “average daily gain” which is the ratio between weight and age at the end of test. The two measures of average daily gain are therefore to be considered as two different traits because they refer to different growth periods.

Feed intake and feed conversion are problematic traits when they are measured in groups. They cannot be treated exactly in the animal model by the existing program packages for (co)variance estimation and breeding value prediction. In a growing number of countries and breeding organizations the test procedure has been changed to individual recording.

Traits of carcass composition

Recently the main trait of interest has been lean meat content in carcass. In live animals this trait is mostly estimated from ultrasonic measurements of backfat and muscle depth. In slaughtered animals the proportion of valuable cuts is very closely correlated with lean meat content. In genetic evaluation, backfat thickness is used in most countries and breeding organizations as a trait with a relatively close correlation to lean meat content. From the mathematical point of view, backfat thickness as a linear measure has a distribution closer to the normal distribution than traits representing ratios.

Meat quality traits

- Meat quality traits recorded in different countries are
- pH of meat measured at different times
- water holding capacity of meat
- reflectance of meat

- conductivity of meat
- intramuscular fat

Several measures of meat quality are often summarized to meat quality indices (France – Bidanel and Ducos, 1993; Germany, Baden-Württemberg – Tholen, 1993; Hungary – Groeneveld *et al.*, 1996). The importance of meat quality traits is growing and their inclusion in the breeding goal can be expected in an increasing number of breeding programmes.

EFFECTS IN THE LINEAR STATISTICAL MODEL

(Co)variance component estimation and breeding value prediction are carried out using linear statistical models in real-life situations. Therefore we will restrict our considerations to linear models.

Effects occurring in linear models can be subdivided in different ways. In this paper a first differentiation will be made between “class” effects (discontinuous effects, mostly of qualitative nature) and covariables (quantitative effects, continuous effects). Class effects will be further subdivided on the basis of their nature.

Effects which are continuous in nature may be treated as discontinuous effects by creating more or less artificial classes. A basic problem in making “good” models is the way how classes are created from originally quantitative variables.

A general rule should be to treat continuous effects as continuous functions in the model whenever it is possible. But there may be serious reasons which make this impossible. Consider for example the time-effect. Often it is very difficult to find an appropriate function for modelling the time effect on a trait. If a function can be stated, it is expected to be non-linear in its parameters, which makes it impossible to use the methodology of linear models. When considering only short time intervals, the function can be approximated by a linear function or a polynomial expression of low degree. These functions can easily be handled in linear models and preserve the nature of the effect.

But the situation is often more complicated: the interval is too long and the function does not show a simple behaviour which can easily be approximated by polynomial expressions. In these cases the effect has to be transformed in a class variable. That means, the originally continuous function is approximated by a staircase polygon. The advantage of this method is that any function can be approximated by a staircase function. The main disadvantage is the jumps of the function at the class limits.

Class effects

Contemporary group effects

Contemporary groups are created on the basis of the distribution of animals in space and time. Effects used

in models are for example (F – fixed effect, R – random effect):

In station test:

- F, R herd of origin
- F year
- F herd – year – batch
- F station – year – month
- F station – year – quarter of the year
- F batch (When test stations are operated as all-in all-out, a batch represents pigs tested contemporaneously at a given station.)
- F pen
- F herd – slaughter date
- F management system
- F quarter of the year
- F month of test
- F slaughter months within the year
- F slaughter day
- F slaughterhouse – slaughter day
- F station
- R common litter

(Kovac, Groeneveld, 1990; Tholen, 1990; Bidanel, Ducos, 1993; Tibau i Font, Soler, 1993; Karras *et al.*, 1993; Knap, 1993; Sehested, Ianssen, 1993; Andersen *et al.*, 1993; Tholen, 1993, 1994; Groeneveld *et al.*, 1996, 1998; Schmutz *et al.*, 1994; Müller, 1997; Götz, 1997a; Rittler, Niebel, 1997; Groeneveld, Peškovičová, 1999).

In on-farm test:

- F, R herd
- F year
- F month of test
- F batch
- F pen
- F herd – year – batch
- F herd – year – season (visit)
- F herd – slaughter date
- F herd – month
- F litter size – parity group
- R common litter

(Tholen, 1990; Hofer *et al.*, 1992a, b; Bidanel, Ducos, 1993; Estany *et al.*, 1993; Karras *et al.*, 1993; Knap, 1993; Sehested, Ianssen, 1993; Andersen *et al.*, 1993; Tholen, 1994; Groeneveld *et al.*, 1996, 1998; Kennedy *et al.*, 1996; Götz, 1997a; Rittler, Niebel, 1997; Groeneveld, Peškovičová, 1999).

The space factors (herd, pen, station, slaughterhouse) can easily be handled as discontinuous factors. The levels of these factors are clearly defined. If the number of observations at the individual levels is too low, several classes can be summarized to one class. Such a procedure is used in Bavaria (Götz, 1997a).

The situation is more complicated for the time effects. When test stations are operated as all-in all-out, the batch effect is a discontinuous effect. But otherwise, time effects are continuous effects. As the animals are not informed on the human way to subdivide time into years and months, no great differences can be expected between the time effect say on December 31 at

11 p.m. and January 1st of the following year at 1 a.m. In our opinion, further research is necessary to find optimal ways for creating seasons. There is no reason that a season must start on the 1st day of the month and that the year-effect must start on 1 January. Furthermore, seasons may differ in length and need not to be of the same length. Seasons are included in the model with the aim to increase the accuracy of the predicted breeding value. The season effects as such are not of interest. Therefore, seasons should be defined in a way that is best for predicting breeding values. Probably clustering procedures could be used in future to ensure a certain optimization in creating season classes. The algorithms of these clustering procedures should guarantee maximal homogeneity within a given level and maximal differences between the individual levels. Furthermore, the clustering procedures should take into account the known physiological aspects.

Neglecting the common litter effect in the animal model may cause a considerable loss of information. This effect is of special importance for average daily gain where values around 0.20 were observed in station test (Tholen, 1990, 1993, 1994; Schmutz *et al.*, 1994; Bidanel, Ducos, 1996; Groeneveld *et al.*, 1996, 1998; Groeneveld, Peškovičová, 1999). The values are even higher in field test – up to 0.49 (Hofer *et al.*, 1992a; Grundy, 1994; Groeneveld *et al.*, 1996; Groeneveld, Peškovičová, 1999).

Culbertson *et al.* (1998) included the permanent effect of the dam as another random effect into the model. They calculated a variance ratio of about 0.01 for this effect. The simultaneous inclusion of the common litter effect and the permanent effect of the dam in the animal model is, in our opinion, an unnecessary overparameterization of the model. The permanent effect of the dam is an average effect over all litters of the dam and does not extract any additional information from the data. It should therefore be neglected in models for production traits, though it may be of importance for reproduction traits when the litter effect is not included in these models.

Genetic group effects

In this paper, “genetic group” will be defined as a group of animals which are supposed to be similar in certain genes. In this sense different sexes are different genetic groups as the sex is clearly defined genetically (as long as the animals are not castrated... – under this point of view “sex” can be dealt with as an environmental factor as well, but originally it is genetic).

In the literature the following effects were found in station and in field tests:

- F breed
- F sex
- F crossbred/purebred
- F breed x sex
- F, R genetic group in the sense as it is usually used (grouping unknown parents)

(Tholen, 1990, 1993, 1994; Bidanel, Ducos, 1993; Tibau i Font, Soler, 1993; Estany *et al.*, 1993; Karras *et al.*, 1993; Knap, 1993; Sehested, Ianssen, 1993; Andersen *et al.*, 1993; Groeneveld *et al.*, 1996, 1998; Rittler, Niebel, 1997; Müller, 1997; Götz, 1997a; Groeneveld, Peškovičová, 1999).

As different breeds are expected to have different genetic parameters, they should be treated in separate runs whenever it is possible. The main reason for including more breeds in one run is low numbers of tested animals in these breeds. Götz (1997b) proposed three possible solutions for treating more breeds in one model:

- (i) Tracing back different breeds to different genetic groups and using only one set of genetic parameters,
- (ii) Treating breeds as fixed effect in the model and using only one set of genetic parameters,
- (iii) Treating breeds as fixed effect in the model and breeding value prediction with all data, but repeated calculations with different genetic parameters for different breeds.

Case (ii) is realized in the breeding value prediction in North Rhine-Westphalia (Germany), case (iii) in Baden-Württemberg (Germany). Case (i) fully accounts for breed differences only in the base population. A first simulation study showed that there are only minor changes in the ranking of breeding animals between (ii) and (iii); separate runs for individual breeds yielded results close to those of (ii) and (iii) (Götz, 1997b).

Not only different breeds, but also purebred and crossbred animals are sometimes analyzed jointly. Classical production traits such as daily gain, backfat thickness and lean meat content are assumed to be inherited following an additive genetic model in a good approximation. Brandt (1994), Fischer (1998) and Merks, Hanenberg (1998) calculated genetic correlations between 0.6 (mostly 0.8) and 1.0 between crossbred and purebred performance. From this point of view, the joint analysis of purebred and crossbred animals in one run can be carried out for practical purposes using an additive genetic model until any better solution is found. A question is to what extent it is valid for meat quality traits. The inclusion of fixed non-additive genetic effects at the population level in the animal model is possible without considerably increasing the complexity of the model. A clearly defined additive-dominance model for all breeds and breed combinations should be preferable to defining an effect purebred/crossbred which assumes the same heterosis for all breed combinations. In any case, further research is necessary for developing procedures for modelling these complex situations in a more appropriate manner.

Individual genetic effects

Until recently, only the additive genetic effect of the animal was included in breeding value prediction. Culbertson *et al.* (1998) presented a very complex model including dominance effects on the individual basis for days to 104.5 kg and backfat at 104.5 kg:

$$y = X\beta + Z_b b\Delta + Z_a a + Wf + Ml + Z_p p + e$$

where y is the vector of records, β is the vector of contemporary group effects, Δ is the regression of y on inbreeding coefficient, b is the vector of inbreeding coefficients, a is the vector of additive animal effects, f is the vector of parental dominance effects, l is the vector of common litter effects, p is the vector of dam permanent environmental effects, and X , Z_b , Z_a , W , M and Z_p are known matrices that relate records to the respective effects. The corresponding variances are:

$$\text{var} \begin{bmatrix} a \\ f \\ l \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & F\sigma_f^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_l^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

where A is the additive relationship matrix, F is the parental dominance relationship matrix, σ_a^2 is the additive variance, σ_f^2 is the parental dominance variance (which is 1/4 of the total dominance variance σ_d^2), σ_l^2 is the litter variance, σ_p^2 is the dam permanent environmental variance, σ_e^2 is the residual variance.

The results of their investigations indicate that dominance effects may be important for reproductive and growth traits in swine. Therefore the authors conclude that specific mating systems may allow for selection of dominance effects for these traits and, subsequently, increased phenotypic performance (Culbertson *et al.*, 1998).

No papers on the investigation of individual maternal effects of production traits are known to the authors.

Interactions and combined effects

A clear distinction should be made between combined effects and interactions. Combined effects are used very often in the animal model, interaction effects only rarely. Assume that y_{ijk} is the k -th observation belonging to level i of factor A and level j of factor B. Using small letters for the levels of the factors, the linear model including main and interaction effects is

$$y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + (ab)_{ij} + e_{ijk}$$

where $(ab)_{ij}$ is the interaction effect. A combined effect ab_{ij} can then be defined as

$$ab_{ij} = a_i + b_j + (ab)_{ij}$$

so that the model can be rewritten in the form

$$y_{ijk} = \mu + ab_{ij} + e_{ijk}$$

Effects of the kind "herd - year - season" are typical examples of combined effects. The breed x sex effect in the Danish model presented by Andersen *et al.* (1993) is an interaction effect as the model contains the two main effects "breed" and "sex" too. A model with main effects and interaction effects should be used if the estimates of the effects of the main effects are of

interest. Combined effects are preferable if the main effects are not of interest and the only purpose to include the given effects in the model is to correct the breeding values for these effects. The total number of levels is lower when using combined effects than when using main and interaction effects, but the "correction" effect for the breeding values is the same.

Covariables

Initial weight, slaughter weight and live weight at test are used as covariables in station test; slaughter weight, age at test and live weight at test were found in models for field test traits (Hofer *et al.*, 1992a; Bidanel, Ducos, 1993; Knap, 1993; Tholen, 1993; Sehested, Ianssen, 1993; Estany *et al.*, 1993; Groeneveld *et al.*, 1996). The correction of traits of carcass composition on weight is widely accepted. The use of a covariable for growth traits is controversial. Growth is clearly no linear process. Average daily gain differs for different growth periods. Average daily gain is a ratio between weight or weight gain and age or time period of test. According to Groeneveld *et al.* (1996), daily gain has at least two distinct defects: firstly, the trait is not linear in the objective, i.e. in the speed with which a pig completes fattening. Secondly, being the ratio with weight in the denominator adjusting for different end weights is always a "messy affair". The authors continue that "on the other hand, adjusting the days on test to a constant end weight is straightforward".

But days on test are a ratio as well. Average daily gain is weight (gain) over time period and days on test means correctly time period over weight (gain). The general problem remains. On station test, when the animals are weighed at least twice in the time before finishing the test, an individual pre-correction can be carried out. An interpolation between the two weights flanking the initial and the final weight in station test is carried out in France and in the Czech Republic. The problem is important mainly in the field test where great differences in weight may occur between the animals. A proper solution of the problem will involve changes in the test procedure. Animals should be weighed twice to interpolate for weight at constant age or for age at constant weight.

When creating an animal model, it should be proved if sex-specific and breed-specific regression is to be taken into account or if one regression coefficient can be used over sexes and breeds, if necessary. Similarly, the need of quadratic or cubic regression should be tested if the interval of the covariables is large. For small intervals linear regression should be the method of choice.

DISCUSSION

Univariate versus multivariate models

Benefits from multivariate models are summarized by Bidanel (1998). Multivariate models properly ac-

count for selection bias when several traits are selected. Multivariate models make it possible to use extra information on correlated traits. They allow to cope with genotype x environment interactions by considering performance data measured in different environments as different traits; data from crossbred animals can be incorporated in genetic evaluation in a similar way. Furthermore, improved accuracy and data structures can be obtained from multivariate models.

It should be emphasized that all these benefits are true only if the multivariate linear model approximates the reality sufficiently well. The multivariate model assumes linear relations between the traits. This assumption can be seriously violated in subpopulations of animals with extreme values in a given trait. But especially these animals might be of interest for selection (Andersen *et al.*, 1993).

A disadvantage of complex multivariate models might be that they contain a great number of parameters; the estimates of these parameters are usually less accurate for a given data set. Bidanel (1998) concludes that "gains from using a more sophisticated and appropriate model can be reduced or annihilated by poor parameter estimates". The computational problems connected with complex multivariate models are expected to be solved with the development of new algorithms and the quick progress in computing speed of new computers. A possible reduction of genetic variability and a quicker increase of inbreeding when applying multivariate methods in animal breeding can be controlled by planned mating.

As the selection problem is in general multivariate, multivariate methods are appropriate (Groeneveld, 1994). But a critical model check should be made before applying a given model for selection purposes.

More detailed analysis of the genetic effect

The basic animal model contains only one overall genetic effect of the animal which is assumed to be additive in the sense of quantitative genetics. Different kinds of genetic effects defined at the population level (see e.g. Wolf *et al.*, 1995) can be defined at the animal level too. A model including dominance effects was presented above. In future these effects defined on the basis of quantitative genetics theory are expected to be supplemented by effects referring to known genes. These genes may have either a direct influence on the economically important trait under consideration or represent marker genes which are assumed to be in close linkage with quantitative trait loci.

Visscher and Haley (1998) expect that within the next 5–10 years, DNA information and technology will become an integral part of the data management in commercial pig breeding companies. Such models of mixed inheritance can be handled as linear models in the sense of mathematical statistics as well. When evaluating models with a whole complex of genetic effects, different genetic effects besides the classical

breeding value will be estimated. All these effects should be very carefully interpreted and analyzed in relation to their use for selection. Nevertheless it can be expected that "for the foreseeable future, genetic improvement programs will likely continue to focus on quantitative rather than molecular methods" (Webb, 1998).

Genotype x environment interaction

A pig breeding programme generally consists of different levels of a pyramid (nucleus, multiplier and commercial herds). Selection for genetic progress is carried out in the nucleus herds, the economic effect of the genetic progress is mainly realized in the production herds. Furthermore, animals are tested at central test stations and in herds. That means that there are differences in environmental conditions between the three levels of the pyramid and between central test stations and field conditions. Furthermore, nucleus herds are made up by purebred animals whereas in production herds crossbred animals are kept in general.

Interaction of genotype and level of the breeding programme decreases the efficiency of pyramidal programmes to a large extent (for the review of literature see e.g. Merks, van Oijen, 1994). The only reason to select under conditions different from production conditions is the higher accuracy of data from test stations and the fact that certain traits cannot be measured under field conditions. Furthermore, there are differences between production herds in management and nutrition, so that no unique production conditions can be defined (Busse, Groeneveld, 1986).

The problems connected with genotype x environment interactions can be overcome to a certain degree by changes in the organization and management of the breeding programme and by using adequate mathematical models. For example, in different countries group housing has been introduced in station testing (Bidanel, Ducos, 1993; Sehested, Ianssen, 1993; Andersen *et al.*, 1993; Merks, van Oijen, 1994; Müller, 1997).

The exact way to take into account interaction effects is to include them directly in the model. It is possible for interactions between genetic groups in the broad sense as defined above and environmental effects. Such effects might be e.g. "breed x herd", "breed x test station", "breed x year". At the animal level these effects cannot be included in the model in a direct way, as each animal is tested only once for production traits and no data from different environments are available. But animals in different environments are genetically linked via the relationship matrix. Here the method of choice is to consider the same or very similar traits in different environments as different traits and to use a multitrait animal model (Tholen *et al.*, 1998). Genotype x environment interaction in these traits will be reflected by a genetic correlation lower than one.

Miscellanea

For an effective prediction of breeding values, minimum standards for connectedness between management units should be fulfilled. Kennedy and Trus (1993) proposed the average prediction error variance (PEV) of differences in predicted breeding values between the animals in different management units as the most appropriate measure of connectedness. When PEV differences cannot be computed, one of three alternative measures is proposed: the gene-flow method that measures the exchange of genes between management units, measurement of genetic drift variance based on average relationships between and within management units, and measurement of the variance of estimated differences between management units effects. Tholen (1993) recommended to use "reference sires" across herds to get more connectedness between herds.

All effects in the model can be assumed to be random or fixed. The decision as to whether a given effect is fixed or random is not immediately obvious in some situations. Discussions are about the contemporary group effect mainly. Visscher and Goddard (1993) stated when using a sire model that treats contemporary groups as random recovers some information among contemporary groups but may cause bias in the prediction of breeding values if non-random association exists between sires and contemporary groups. For practical reasons the contemporary group effect should be assumed to be random when there is a great number of levels with low numbers of observations in it. But the decision if an effect is fixed or random must be made for each concrete situation.

Heteroscedasticity is of importance when several populations are considered in a single genetic evaluation. Heterogeneous genetic and residual variances can occur between herds or groups of herds within the same breed too. The application of heterogeneous variances to pig genetic evaluation is still very limited (Bidanel, 1998).

REFERENCES

- Andersen S., Ohl G., Pedersen I. (1993): Continuous genetic evaluation of field and station test in Denmark. In: Proc. Symp. Application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee: 55-59.
- Bidanel J. P. (1998): Benefits and limits of increasingly sophisticated models for genetic evaluation: the example of pig breeding. In: Proc. 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Armidale, Vol. 25: 577-584.
- Bidanel J. P., Ducos A. (1993): Genetic evaluation of pigs for production and reproductive traits in France. In: Proc. Symp. Application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee: 7-18.
- Bidanel J. P., Ducos A. (1996): Genetic correlations between test station and on-farm performance traits in Large White and French Landrace pig breeds. Livest. Prod. Sci., 45: 55-62.

- Brandt H. (1994): Die Beziehung zwischen Produktionsmerkmalen von Reinzucht- und Kreuzungsschweinen und Konsequenzen für die Optimierung der Selektion. [Habilitationsschrift.] Universität Göttingen. 91 p.
- Busse W., Groeneveld E. (1986): Schätzung von Populationsparametern bei Schweinen der Deutschen Landrasse an Daten aus dem Marienseer Herdbuch-Informationssystem. 2. Mitt. Züchtungskunde, 58: 184–195.
- Culbertson M. S., Mabry J. W., Misztal I., Gengler N., Bertrand J. K., Varona L. (1998): Estimation of dominance variance in purebred Yorkshire swine. *J. Anim. Sci.*, 76: 448–451.
- Estany J., Alfonso L., Babot D., Noguera J. L. (1993): Genetic evaluation of production and reproduction traits from field pig data. In: Proc. Symp. Application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee: 26–31.
- Fischer R. (1998): Schätzung genetischer Parameter für Reinzucht- und Kreuzungsleistungen beim Schwein. [Dissertation.] Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale): 103 p.
- Götz K. U. (1997a): BLUP, Tiermodellzuchtwertschätzung beim Schwein. Technische Dokumentation. Grub: Bayerische Landesanstalt für Tierzucht. 39 p.
- Götz K. U. (1997b): Zum Problem der gemeinsamen Zuchtwertschätzung mehrerer Populationen. In: 74. Sitzung des Ausschusses für genetisch-statistische Methoden der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde, Iden. 6 p.
- Groeneveld E. (1994): BLUP im Mehrmerkmalstiermodell: Das neue Zuchtwertschätzverfahren. In: Neue Möglichkeiten für die Schweinezüchtung durch neue Zuchtwertschätzverfahren, BLT Grub, 1994: 1–7.
- Groeneveld E., Peškovičová D. (1999): Simultaneous estimation of the covariance structure of the field and station test traits in Slovakian pig populations. *Czech J. Anim. Sci.*, 44: 144–150.
- Groeneveld E., Csató L., Farkas J., Radnóci L. (1996): Joint genetic evaluation of field and station test in the Hungarian Large White and Landrace populations. *Arch. Tierz.*, 39: 513–531.
- Groeneveld E., Wolf J., Wolfová M., Jelínková V., Večeřová D. (1998): Schätzung genetischer Parameter für tschechische Schweinerassen mit einem Mehrmerkmalstiermodell. *Züchtungskunde*, 70: 96–107.
- Grundy B. (1994): Genetic parameters of performance traits for a sire line of pigs. In: 45th Ann. Meet. of EAAP, Edinburgh.
- Hofer A., Hagger C., Künzi N. (1992a): Genetic evaluation of on-farm tested pigs using an animal model. I. Estimation of variance components with restricted maximum likelihood. *Livest. Prod. Sci.*, 30: 69–82.
- Hofer A., Hagger C., Künzi N. (1992b): Genetic evaluation of on-farm tested pigs using an animal model. II. Prediction of breeding values with a multiple trait model. *Livest. Prod. Sci.*, 30: 83–98.
- Karras K., Niebel E., Karb H., Grüniger A., Ramirez M. (1993): A 7 trait multivariate genetic evaluation of growth, body composition and reproductive performance. In: Proc. Symp. Application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee: 32–41.
- Kennedy B. W., Trus D. (1993): Considerations on genetic connectedness between management units under an animal model. *J. Anim. Sci.*, 77: 2341–2352.
- Kennedy B. W., Quinton V. M., Smith C. (1996): Genetic changes in Canadian performance-tested pigs for fat depth and growth rate. *Can. J. Anim. Sci.*, 76: 41–48.
- Knap P. W. (1993): Multivariate genetic evaluation in the Dutch Pig Herdbook. In: Proc. Symp. Application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee: 42–46.
- Kovac M., Groeneveld E. (1990): Genetic and environmental trends in German swine herdbook populations. *J. Anim. Sci.*, 68: 3523–3535.
- Merks J. W. M., Hanenberg E. H. A. T. (1998): Optimal selection strategy for crossbred performance in commercial pig breeding programmes. In: Proc. 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Armidale, Vol. 23: 575–578.
- Merks J. M. W., van Oijen M. A. A. J. (1998): Implications of genotype x environment interaction for the design of national breeding programmes. In: Proc. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Guelph, Vol. 17: 398–401.
- Müller U. (1997): Aktuelle Entwicklungen zur Leistungsprüfung und Zuchtwertfeststellung beim Schwein in Sachsen. In: Zusammenkunft von Spezialisten für Zuchtwertschätzung beim Schwein, Köllitsch: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 25–26 February 1997.
- Rittler A., Niebel E. (1997): Zuchtwertschätzung beim Schwein in Baden-Württemberg: Anwendung eines BLUP-Mehrmerkmalstiermodells. In: Zusammenkunft von Spezialisten für Zuchtwertschätzung beim Schwein, Köllitsch: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 25–26 February 1997.
- Sehested E., Ianssen K. (1993): Multivariate genetic evaluation in Norwegian pig breeding. In: Proc. Symp. Application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee: 47–54.
- Schmutz M., Roehre R., Götz K. U., Peschke W., Kalm E. (1994): Estimation of genetic parameters for Pietrains based on purebreeding and crossbreeding offspring tested on station. In: 45th Ann. Meet. of EAAP, Edinburgh.
- Tholen E. (1990): Untersuchungen von Ursachen und Auswirkungen heterogener Varianzen der Indexmerkmale in der deutschen Schweinezüchtung. *Landbauforschung Völkerode, Sonderheft* 111.
- Tholen E. (1993): Erfahrungen mit dem BLUP-Tiermodell in der nordrhein-westfälischen Schweinezüchtung. In: 68. Sitzung des Genetisch-Statistischen Ausschusses, Almesbach/Weiden/Oberpfalz.
- Tholen E. (1994): Erfahrungen mit dem BLUP-Tiermodell in der nordrhein-westfälischen Schweineherdbuchzüchtung. In: Neue Möglichkeiten für die Schweinezüchtung durch neue Zuchtwertschätzverfahren, BLT Grub: 39–48.
- Tholen E., Kirstgen B., Trappmann W., Schellander K. (1998): Genotype*environmental interactions in a German pig breeding herdbook society using crossbred progeny information. *Arch. Tierz.*, 41: 53–63.

- Tibau i Font J., Soler J. (1993): Multiple-trait genetic evaluation of station tested pigs. In: Proc. Symp. Application of mixed linear models in the prediction of genetic merit in pigs, Mariensee: 19-25.
- Visscher P. M., Goddard M. E. (1993): Fixed and random contemporary groups. *J. Dairy Sci.*, 76, 1993: 1444-1454.
- Visscher P., Haley C. (1998): Marker assisted selection in commercial pig breeding programmes. In: Wiseman J., Varley M. A., Chadwick J. P. (eds.): *Progress in Pig Science*. Thrumpton, Nottingham: Nottingham University Press: 57-76.
- Webb A. J. (1998): Objectives and strategies in pig improvement: An applied perspective. *J. Dairy Sci.*, 81, Suppl. 2: 36-46.
- Wolf J., Distl O., Hyánek J., Grosshans T., Seeland G. (1995): Crossbreeding in farm animals. V. Analysis of crossbreeding plans with secondary crossbred generations. *J. Anim. Breed. Genet.*, 112: 81-94.

Received for publication on February 3, 1999

Accepted for publication on May 4, 1999

Contact Address:

Dr. Jochen Wolf, Výzkumný ústav živočišné výroby, P. O. Box 1, 104 01 Praha 114-Uhřetěves, Česká republika.
tel.: ++420 2 67 71 07 78, fax: ++420 2 67 71 07 79, e-mail: wolf@vuzv.cz

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 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: quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript. A PC diskette should be provided with the paper and graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

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

Abstract is an information selection of the subject 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 basic 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 section **References** should preferably contain reviewed periodicals. 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.

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, telephone and fax number or e-mail.

The manuscript will not be accepted to be filed by the editorial office if its formal layout does not comply with the instructions for authors.

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 nesmí přesáhnout 15 strojopisných stran včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezery. K rukopisu je třeba přiložit disketu s prací pořízenou na PC 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 zkratk 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 nedostatcích 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 spolu s výsledky.

Literatura by měla sestávat hlavně z lektorovaných periodik. 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.

Rukopis nebude redakcí přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

CONTENTS

Genetics and Breeding

Mattová J., Buleca J.: The effect of age and breed on selected parameters of the hematological and immunological profile of pigs (in English) 337

Physiology and Reproduction

Kučera J., Hyánek J., Mikšík J., Čermák V.: The influence of the season of parturition on milk performance in the Czech Pied cattle (in Czech)..... 343

Nutrition and Feeding

Mendlík J., Kumprecht I., Zobač P., Prokop V.: The effect of fatty acid calcium salts in diets for chick broilers (in English)..... 351

Animal Products

Turek P., Kováč G., Korimová L., Máté D., Mudroň P.: Influence of dietary vitamin E content on the stability of pork fat (in Slovak) 361

Sales J.: Influence of animal age on the quality of different ostrich (*Struthio camelus*) muscles (in English) 365

Kroupová V., Trávníček J., Kursá J., Kratochvíl P., Krabačová I.: Iodine content in egg yolk during its excessive intake by laying hens (in Czech)..... 369

INFORMATION – STUDIES – REPORTS

Wolf J., Wolfová M.: Which model to choose for genetic evaluation of production traits in pig? (in English) 377

OBSAH

Genetika a šlechtění

Mattová J., Buleca J.: Vplyv veku a plemennej príslušnosti na vybrané parametre hematologického a imunologického profilu u prasiat 337

Fyziologie a reprodukce

Kučera J., Hyánek J., Mikšík J., Čermák V.: Vliv období otelení na mléčnou užitkovost dojnic českého strakatého skotu 343

Výživa a krmení

Mendlík J., Kumprecht I., Zobač P., Prokop V.: Účinek vápenatých solí mastných kyselin ve výživě kuřecích brojlerů 351

Živočišné produkty

Turek P., Kováč G., Korimová L., Máté D., Mudroň P.: Vplyv obsahu vitamínu E v kŕmnej dávke na stabilitu tukovej zložky bravčového mäsa 361

Sales J.: Vliv věku zvířete na kvalitu jednotlivých svalů u pštrosa (*Struthio camelus*) 365

Kroupová V., Trávníček J., Kursá J., Kratochvíl P., Krabačová I.: Obsah jodu ve vaječném žloutku při jeho nadměrném příjmu nosnicemi 369

INFORMACE – STUDIE – ZPRÁVY

Wolf J., Wolfová M.: Který model zvolit pro genetické hodnocení produkčních znaků u prasat? 377